

No. Dok: 6056

Copy: 1

D
668.3
wah
S.

Ag

SIFAT FISIKA DAN MEKANIS CUSHION GUM DENGAN JENIS PEREKAT (TACKIFIER) COUMARONE RESIN, RHENOGRAN RESORCINOL 80, DAN RHENOSIN GE 3071

**DI PUSAT PENELITIAN KARET BOGOR
(November 2019 – April 2020)**

TUGAS AKHIR

Oleh
**NOVITA PUTRI WAHYUNI
NIM : 1516045**



DATA BUKU PERPUSTAKAAN

Tgl Terima

12/4/2022

No Induk Buku

175/102/SB/11/12

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

SUM. . . AN ALUMNI

**SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN JENIS
PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE* RESIN, *RHENOGRAN*
RESORCINOL 80, DAN *RHENOSIN GE 3071***

**DI PUSAT PENELITIAN KARET BOGOR
(November 2019 – April 2020)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Bidang Teknik dari
Politeknik STMI Jakarta

Oleh
NOVITA PUTRI WAHYUNI
NIM : 1516045



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2020**

ABSTRAK

SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN JENIS PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE* RESIN, *RHENOGRAN RESORCINOL 80*, DAN *RHENOSIN GE 3071*

Oleh
Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Cushion gum digunakan sebagai perekat antara tapak ban dan *carcass*. Bahan baku penting dalam pembuatan *cushion gum* yaitu *tackifier*, *plasticizer oil* dan jenis karet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis *tackifier* (*coumarone resin*, *rhenogran resorcinol 80* dan *rhenosin GE 3071*) dalam dosis 3, 5 dan 7 bsk terhadap sifat fisika dan sifat mekanis *cushion gum*. *Cushion gum* dibuat dengan bahan dasar karet jenis RSS-1 yang dicampur dengan bahan pendukung yaitu *tackifier*, *carbon black*, sulfur, asam asetat dan lainnya dalam mesin *open mill*, pencampuran dilakukan dalam waktu 19 menit. Kompon yang telah jadi dilakukan karakterisasi sifat fisika (kematangan kompon dan daya rekat/adhesi) dan sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus dan kekerasan). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *rhenogran resorcinol 80* dapat dijadikan perekat terbaik pada *cushion gum*, karena dapat mempengaruhi sifat fisika yaitu memiliki waktu kematangan optimum yang cukup singkat sebesar 21,58 menit sehingga dapat meminimalisir biaya pada produksi, memiliki daya rekat yang tinggi sebesar 5,78 kg/inch dan sifat mekanis yang memenuhi standar yaitu kuat tarik sebesar 20,16 MPa, perpanjangan putus sebesar 590% dan kekerasan 60 Shore A.

Kata kunci: ban, *cushion gum*, sifat mekanis, *tackifier*.

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN JENIS PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE RESIN*, *RHENOGRAN RESORCINOL 80*, DAN *RHENOSIN GE 3071*

Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Juli 2020

Menyetujui
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

Dosen Pembimbing



Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN JENIS PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE RESIN, RHENOGRAN RESORCINOL 80, DAN RHENOSIN GE 3071*

Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Bogor, Juli 2020

Pembimbing



Santi Puspitasari, MSi
NIK. 3011984080055

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

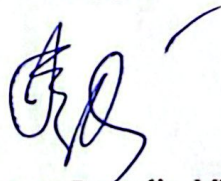
**SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN
JENIS PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE* RESIN,
RHENOGRAN RESORCINOL 80, DAN *RHENOSIN GE 3071***

Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

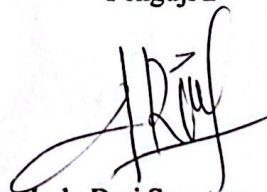
Jakarta, Juli 2020

Penguji 1



(Ir. Untung Prayudie, MTA)
NIP. 196102081991031001

Penguji 2



(Reviana Inda Dwi Suyatmo, ST, M.Eng)
NIP. 198911202018012001

Dosen Pembimbing



Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

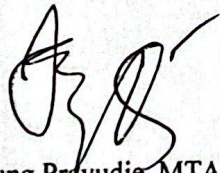
SIFAT FISIKA DAN MEKANIS *CUSHION GUM* DENGAN JENIS PEREKAT (*TACKIFIER*) *COUMARONE RESIN*, *RHENOGRAN RESORCINOL 80*, DAN *RHENOSIN GE 3071*

Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

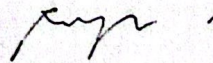
Jakarta, Agustus 2020

Penguji 1



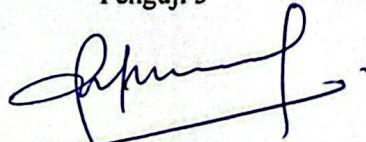
(Ir. Untung Prayudie, MTA)
NIP. 196102081991031001

Penguji 2



(Ir. Roosmariharso, MBA)
NIDK. 8873590019

Penguji 3



(Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM)
NIP. 195702141985031002

Dosen Pembimbing



(Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng)
NIP. 198505112014022001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul Sifat Fisika dan Mekanis *Cushion Gum* dengan Jenis Perekat (*Tackifier*) *Coumarone* resin, *Rhenogran resorcinol 80*, dan *Rhenosin GE 3071*:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka tugas akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juli 2020



Novita Putri Wahyuni

KATA PENGANTAR

Puji syukur Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sifat Fisika dan Mekanis *Cushion Gum* dengan Jenis Perekat (*Tackifier*) *Coumarone* resin, *Rhenogran resorcinol* 80, dan *Rhenosin* GE 3071”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu syarat pelaksanaan tugas akhir Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta. Tugas akhir ini dilakukan di Pusat Penelitian Karet Bogor dengan jangka waktu selama 6 bulan. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan tugas akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, yang selalu mendoakan dan mendukung.
2. Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
3. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan selaku Dosen Pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan.
4. Ella Melyna, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Norma Arisanti Kinasih, S.TP, selaku pembimbing tugas akhir di Pusat Penelitian Karet Bogor.
6. Seluruh Karyawan di Pabrik Percobaan dan Lab. Fisika Pusat Penelitian Karet Bogor.
7. Teman-teman Teknik Kimia Polimer angkatan 2016 terutama Nurjanah, Zarah Krishna, Cikalifia Putri dan Novi Widiyanti selaku teman seperjuangan.

Akhir kata, penulis mengharapkan agar Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat ini dapat bermanfaat untuk memberikan informasi kepada semua orang.

Jakarta, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
Bab I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
Bab II Tinjauan Pustaka.....	4
II.1 Karet Alam.....	4
II.2 <i>Cushion Gum</i>	5
II.3 Pencampuran.....	7
II.4 Bahan-Bahan Kimia Karet.....	9
II.5 Sifat Fisika Kompon.....	11
II.6 Sifat Mekanis Kompon.....	12
Bab III Metode Penelitian.....	14
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
III.2 Alat dan Bahan.....	14
III.2.1 Alat.....	14
III.2.2 Bahan.....	14
III.3 Variabel.....	15
III.3.1 Variabel Tetap.....	15
III.3.1 Variabel Bebas.....	15
III.4 Prosedur Penelitian.....	15
III.4.1 Persiapan alat dan bahan.....	15
III.4.2 Pembuatan Kompon <i>Cushion Gum</i>	17
III.4.3 Karakterisasi sampel.....	19

Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	21
IV.1 Pengaruh jenis perekat (<i>Coumarone</i> resin, <i>Rhenogran resorcinol</i> 80, dan <i>Rhenosin</i> GE 3071) terhadap sifat fisika (kematangan kompon dan kerekatan) <i>cushion gum</i>	21
IV.1.1 Pengujian kematangan kompon.....	21
IV.1.2 Pengujian Kerekatan/Adhesi <i>Cushion Gum</i>	22
IV.2 Pengaruh jenis perekat (<i>Coumarone</i> resin, <i>Rhenogran resorcinol</i> 80, dan <i>Rhenosin</i> GE 3071) terhadap sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan) <i>cushion gum</i>	24
IV.2.1 Pengujian Kekerasan <i>Cushion Gum</i>	24
IV.2.2 Pengujian Kuat Tarik <i>Cushion Gum</i>	26
IV.2.3 Pengujian Perpanjangan Putus <i>Cushion Gum</i>	28
 BAB V Penutup	 31
V.1 Kesimpulan	31
V.2 Saran	31
 DAFTAR PUSTAKA.....	 32
 LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Lembar Permohonan Tugas Akhir	36
Lampiran B Lembar Diterima Tugas Akhir.....	37
Lampiran C Surat Tugas Bimbingan	38
Lampiran D Lembar Bimbingan Penyusunan Tugas Akhir	39
Lampiran E Data Sifat Mekanis <i>Cushion Gum</i>	42
Lampiran F Data Karakteristik Kematangan Kompon	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.2	<i>Cushion Gum</i> pada Ban.....	5
Gambar II.3	Kurva <i>Rheometer</i>	11
Gambar III.1	Diagram alir pembuatan <i>cushion gum</i>	18
Gambar IV.1	Hasil uji adhesi <i>cushion gum coumarone resin</i>	22
Gambar IV.2	Hasil uji adhesi <i>cushion gum rhenogran resorcinol 80</i>	23
Gambar IV.3	Hasil uji adhesi <i>cushion gum rhenosin GE 3071</i>	23
Gambar IV.4	Hasil uji kekerasan <i>cushion gum coumarone resin</i>	24
Gambar IV.5	Hasil uji kekerasan <i>cushion gum rhenogran resorcinol 80</i>	25
Gambar IV.6	Hasil uji kekerasan <i>cushion gum rhenosin GE 3071</i>	25
Gambar IV.7	Hasil uji kuat tarik <i>cushion gum coumarone resin</i>	26
Gambar IV.8	Hasil uji kuat tarik <i>cushion gum rhenogran resorcinol 80</i>	27
Gambar IV.9	Hasil uji kuat tarik <i>rhenosin GE 3071</i>	27
Gambar IV.10	Hasil uji perpanjangan putus <i>cushion gum coumarone resin</i>	28
Gambar IV.11	Hasil uji perpanjangan putus <i>cushion gum rhenogran resorcinol 80</i> . 29	
Gambar IV.12	Hasil uji perpanjangan putus <i>cushion gum rhenosin GE 3071</i>	29

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standar mutu RSS	4
Tabel II.2 Target nilai parameter <i>cushion gum</i> mengacu pada standar	6
Tabel II.3 Bahan-bahan kimia karet.....	9
Tabel II.4 Referensi formulasi <i>cushion gum</i>	10
Tabel III.1 Formulasi <i>cushion gum</i> dengan variasi <i>Coumarone</i> resin	16
Tabel III.2 Formulasi <i>cushion gum</i> dengan variasi <i>Rhenogran Resorcinol 80</i>	16
Tabel III.3 Formulasi <i>cushion gum</i> dengan variasi <i>Rhenosin GE 3071</i>	16
Tabel III.4 Matriks kode sampel <i>cushion gum</i> menurut jenis perekat dan komposisi	17
Tabel IV.1 Karakteristik pematangan kompon.....	21
Tabel IV.2 Referensi nilai t_{90} <i>cushion gum</i>	21
Tabel IV.3 Hasil uji adhesi sampel <i>cushion gum</i>	22
Tabel IV.5 Keterangan hasil uji kekerasan.....	25
Tabel IV.6 Hasil uji kuat tarik sampel <i>cushion gum</i>	26
Tabel IV.7 Keterangan hasil uji kuat tarik sampel <i>cushion gum</i>	27
Tabel IV.8 Hasil uji perpanjangan putus sampel <i>cushion gum</i>	28
Tabel IV.9 Keterangan hasil uji perpanjangan putus sampel <i>cushion gum</i>	29

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
CBS	<i>N-cyclohexyl-2-benzothiazole Sulphenamide</i>	3
EPDM	<i>Ethylene Propylene Diene Monomer</i>	7
PBR	<i>Polibutadiene Rubber</i>	10
PTM BPPT	Pusat Teknologi Material Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	1
SBR	<i>Styrene Butadiene Rubber</i>	7
TMQ	<i>polymerized 1,2-dihydro-2,2,4-</i>	3
TMTD	<i>Trimethylquinoline Tetramethylthiuram Disulfide</i>	22
RSS	<i>Ribbed Smoke Sheet</i>	1
bsk	Berat per seratus karet	i
Hexa	Hexamethylene tetraamine	2
rpm	Rotasi per menit	15
LAMBANG		
A	Luas contoh sampel	11
FB	Beban	11
M _H	Torsi maksimum	10
M _L	Torsi minimum	10
NT 1	Sampel <i>coumarone</i> resin 3 bsk	i
NT 2	Sampel <i>coumarone</i> resin 5 bsk	i
NT 3	Sampel <i>coumarone</i> resin 7 bsk	i
NT 4	Sampel <i>rhenogran resorcinol</i> 80 3 bsk	i
NT 5	Sampel <i>rhenogran resorcinol</i> 80 5 bsk	i
NT 6	Sampel <i>rhenogran resorcinol</i> 80 7 bsk	i
NT 7	Sampel <i>rhenosin</i> GE 3071 3 bsk	i
NT 8	Sampel <i>rhenosin</i> GE 3071 5 bsk	i
NT 9	Sampel <i>rhenosin</i> GE 3071 7 bsk	15
TB	Kuat tarik	11
t ₂	Waktu <i>scorch</i>	10
t ₉₀	Waktu kematangan optimum	10

I.1 Latar Belakang Masalah

Industri otomotif Indonesia menjadi salah satu pilar penting dalam manufaktur, banyak perusahaan mobil terkenal didunia yang meningkatkan kapasitas produksinya di Indonesia (Indonesia Investments, 2017). Seiring meningkatnya industri otomotif ini menyebabkan peningkatan produksi ban dan mendorong masyarakat untuk memenuhi kebutuhan ban dan perawatan ban dengan harga yang terjangkau. Salah satu cara yang dilakukan masyarakat Indonesia ialah dengan memanfaatkan ban bekas dengan cara divulkanisir sehingga ban tersebut dapat digunakan kembali. Ban vulkanisir adalah ban luar yang dibuat dari *casing* (ban luar yang sudah aus tapi layak divulkanisir) dengan cara merekatkan kompon pada tapak ban luar dan divulkanisasi (Setyorini dkk., 2015). Pada pembuatan ban dengan menggunakan karet alam, salah satu tahapan yang dilakukan ialah merekatkan tapak ban dengan *carcass*. Untuk menghasilkan kualitas ban vulkanisir, tentunya membutuhkan material pendukung seperti kompon yang dapat merekatkan material karet dengan karet atau karet dengan material lainnya yang disebut *cushion gum*.

Penelitian pembuatan *cushion gum* sebelumnya telah dilakukan Setyorini dan Herminiwati, (2016) menggunakan resin perekat *coumarone* resin, sionga dan koresin yang biasa digunakan untuk resin perekat adhesi kompon. Hasil penelitian tersebut menunjukkan sionga sebagai perekat memiliki kekuatan rekat yang relatif tinggi daripada *coumarone* resin dan koresin. Hal tersebut dimungkinkan karena sionga memiliki kompatibilitas yang baik dengan karet alam. Pusat Teknologi Material Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (PTM-BPPT) tahun 2019 membuat pengembangan dan pembuatan *retread* ban pesawat dengan bahan utama karet alam, penelitian yang telah dilakukan salah satunya oleh Purnomo dan Nurjanah, (2019) ialah pengembangan formula dengan penambahan jenis *tackifier* atau resin perekat. Resin yang digunakan adalah resin polimer yaitu *resorcinol* dan

rhenogran hexa 80 untuk mendapatkan kompon karet yang akan digunakan untuk pembuatan *cushion gum* yang dapat diaplikasikan pada ban pesawat terbang.

Pada proses pembuatan ban salah satu tahapan penting yang dilakukan adalah menyatukan material karet dengan karet ataupun dengan material lainnya. Oleh karena itu diperlukan perekat (*cushion gum*) yang kompatibel dengan karet alam. Bahan perekat yang umumnya digunakan adalah *tackifier* atau yang selanjutnya akan disebut perekat dikategorikan menjadi tiga berdasarkan struktur kimianya yaitu resin hidrokarbon, fenolik resin dan rosin resin (Fujita dkk., 1997; Andersen dan Speight, 2001). Pengembangan *cushion gum* hingga saat ini masih terbatas dengan bahan dasar resin perekat. Maka pada penelitian ini akan dikembangkan pembuatan kompon *cushion gum* dengan menggunakan bahan baku karet alam RSS-1 dan menggunakan variasi resin perekat (*coumarone resin*, *rhenogran resorcinol 80*, dan *rhenosin GE 3071*).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi resin perekat (*coumarone resin*, *rhenogran resorcinol 80*, dan *rhenosin GE 3071*) terhadap sifat fisika (kematangan kompon dan kerekatan) *cushion gum*?
2. Bagaimana pengaruh variasi resin perekat (*coumarone resin*, *rhenogran resorcinol 80*, dan *rhenosin GE 3071*) terhadap sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan) *cushion gum*?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan untuk membuat *cushion gum*:
 - a. Karet yang digunakan jenis RSS – 1 100 bsk

- b. Bahan pendukung yang digunakan: ZnO 5 bsk; Asam Stearat 2 bsk; CBS 2 bsk; Sulfur 2,2 bsk; *Carbon Black* N330 50 bsk; *Pinetar Oil* 12 bsk; TMQ 2 bsk; 6 PPD 2 bsk; dan *Antilux* 3,5 bsk.
2. Variasi resin yang digunakan sebagai bahan perekat yaitu *coumarone* resin, *rhenogran resorcinol* 80, dan *rhenosin* GE 3071. Masing-masing 3 bsk, 5 bsk, dan 7 bsk.
3. Pengujian sifat fisika kompon *cushion gum* meliputi kematangan kompon dan daya rekat.
4. Pengujian sifat mekanis kompon *cushion gum* meliputi kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis perekat (*Coumarone* resin, *Rhenogran resorcinol* 80, dan *Rhenosin* GE 3071) terhadap sifat fisika (kematangan kompon dan kerekatan) *cushion gum*.
2. Mengetahui pengaruh jenis perekat (*Coumarone* resin, *Rhenogran resorcinol* 80, dan *Rhenosin* GE 3071) terhadap sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan) *cushion gum*.

I.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini berguna untuk memperluas pengetahuan mengenai *cushion gum* dan karakteristik kompon *cushion gum* dengan variasi resin sebagai bahan perekat.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi mengenai pengembangan formulasi *cushion gum* sebagai perekat pada industri ban vulkanisir.

II.1 Karet Alam

Karet alam adalah polimer yang berasal dari pohon *hevea brasiliensis*. Kelebihan karet alam dibanding karet sintetis antara lain memiliki daya elastis atau daya lenting sempurna, memiliki plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah, tidak mudah panas, memiliki daya rekat yang tinggi terhadap berbagai bahan dan memiliki daya tahan tinggi terhadap keretakan. Keunggulan sifat-sifat karet alam ini memberikan kemudahan dalam proses pengerjaan dan pemakaiannya, baik dalam bentuk karet atau kompon maupun dalam bentuk vulkanisat. Karet alam mudah divulkanisasi dengan bahan pemvulkanisasi sulfur. Penggunaan karet alam antara lain untuk industri ban kendaraan.

II.1.1 Ribbed Smoke Sheet (RSS)

Ribbed Smoke Sheet (RSS) merupakan salah satu karet alam berupa lembaran yang diproses melalui pengasapan dengan baik. Ketentuan mutu utama yang harus dimiliki RSS yaitu karet harus benar-benar kering, bersih, kuat, warna merata, dan tidak ditemukan noda pada *sheet* (Marsantia dkk., 2014).

Mutu karet RSS terdiri dari beberapa kelas mutu mulai dari mutu yang paling baik yaitu RSS 1, RSS 2, dan RSS 3. Persyaratan mutu RSS-1 terlihat pada Tabel II.1

Tabel II.1 Standar mutu RSS (SNI 06-0001-1987)

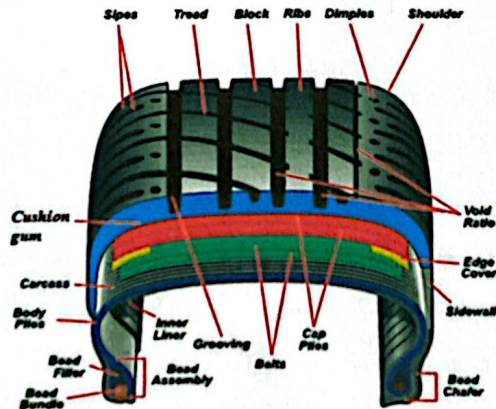
Jenis mutu	Persyaratan mutu
	RSS1
Proses	Sortasi
Cendawan di bandela karet	Ditolak
Cendawan di pembungkus bandela karet	Cendawan tidak menembus ke dalam bandela
Hangus/ cacat warna	Ditolak
Bintik-bintik	Ditolak
Bergaris	Ditolak
Karet kering	Diterima
Cacat/noda	Dapat diterima

Jenis mutu	Persyaratan mutu
	RSS1
Damar (berkarat)	Ditolak
Gelembung udara sebesar kepala jarum, letaknya tersebar	Diterima

Ketika memproduksi RSS ini memerlukan pengawasan yang ketat agar hasil produksinya sesuai dengan *The Green Book* dan SNI. Namun, tantangan yang sulit dihadapi ialah produk RSS yang dihasilkan memiliki mutu yang rendah seperti banyaknya cendawan pada produk, terdapat gelembung, karet kurang matang, warna karet buram, dan karet yang dihasilkan hangus.

II.2 Cushion Gum

Cushion gum diaplikasikan pada ban sebagai perekat antara tapak ban (*tread*) dan *carcass* kemudian dilakukan proses curing, sehingga tapak ban dapat dipasang pada *carcass* atau kerangkanya. *Cushion gum* adalah lembaran karet yang dapat merekatkan antara karet dengan karet ataupun dengan bahan lain seperti kanvas, *steel*, dan sebagainya. *Cushion gum* pada ban terdapat pada Gambar II.2.



Gambar II.1 *Cushion Gum* pada Ban
Sumber: Bridgestone Tire Indonesia, 2019

Cushion gum ini biasanya terbuat dari karet alam yang dicampur bahan pendukung lain seperti *tackifier* yaitu resin perekat, bahan pengisi yaitu *carbon black*, *plasticizer oil* seperti *pine tar oil*, pencepat, pemvulkanisasi, dan bahan pengaktif. Pembuatan *cushion gum* saat ini belum memiliki SNI, sehingga mengacu pada standar yang ditentukan oleh Tabel II.2. Diharapkan *cushion gum* ini dapat merekatkan karet dengan material lainnya dengan resin sebagai perekatnya.

Tabel II.2 Target nilai parameter *cushion gum* mengacu pada standar

Parameter	Standar India ^a	PTM BPPT ^b	Standar Filipina ^c
Kekerasan	40 – 50 shore A	60 – 70 shore A	-
Kuat Tarik	17 MPa (min)	20 MPa (min)	14,7 MPa (min)
Perpanjangan Putus	500% (min)	600% (max)	450% (min)
<i>Compression</i>	-	20% (max)	-
<i>Peel test</i>	-	50-100%	-

Sumber:

- Indian Standard Automotive Tyre Retreading Material For Mould Cure Process (First Revision)*, (2005).
- Purnomo dan Nurjanah, 2019.
- DPNS 1065:2006 *coumpound rubber for retread and repair-spesification*

II.2.1 Resin perekat

Bahan baku penting dalam *cushion gum* adalah karet yang digunakan, *tackifier*, dan *plasticizer oil*. *Tackifier* atau resin perekat merupakan suatu zat perekat yang ditambahkan pada karet yang bertujuan untuk mengikat bahan-bahan dalam kompon karet selama proses sampai terjadi *curing* atau vulkanisasi. Resin perekat bekerja pada permukaan kompon melalui interaksi kimia yang berikatan satu sama lain ketika dua karet disatukan (Purnomo dan Nurjanah, 2019). Komposisi perekat yang diaplikasikan pada ban vulkanisir adalah perekat termoset. Perekat termoset ialah ikatan silang dari resin yang kemudian dimatangkan dengan panas atau dengan tekanan. Perekat untuk karet mengandung banyak komponen seperti elastomer, resin, *tackifier*, *filler*, *plasticizer oil*, dan *curing agent*. Resin perekat kimia digunakan untuk meningkatkan daya rekat, kekauan permukaan material. Jenis perekat yang

biasa digunakan dalam industri karet berdasarkan struktur kimianya terdiri dari tiga grup yaitu hidrokarbon resin, rosin resin, dan fenolik resin (Fujita dkk., 1997; Andersen dan Speight, 2001).

Coumarone resin termasuk ke dalam salah satu rosin resin. *Rhenosin* GE 3071 termasuk dalam hidrokarbon resin grup, *rhenosin* memiliki penguat seperti SBR, NR, NRR, dan EPDM. Waktu *scorch* pada proses vulkanisasi dapat dikurangi dengan *Rhenosin*, yang mana bersamaan waktu pematangan (Dandi, 2017). Perekat yang mengandung hidrokarbon resin lebih besar daya rekatnya dibandingkan rosin resin (Setyorini dan Herminiwati, 2016). *Rhenogran resorcinol* 80 merupakan bahan kimia tambahan untuk pendispersi karet dan pengikat senyawa langsung dalam sistem pengikat formaldehi. *Resorcinol* bekerja sebagai adhesiv di antara karet dengan material penguat yang dibentuk selama proses *curing*. *Rhenogran resorcinol* 80 dapat mewakili *phenolic* resin.

II.3 Pencampuran

Pencampuran adalah suatu tahapan utama dalam pembuatan kompon yang bertujuan untuk memasukkan bahan – bahan kimia ke dalam karet secara merata (homogen). Faktor – faktor yang mempengaruhi mutu campuran adalah suhu mesin, waktu pencampuran, dan urutan pemasukkan bahan. Hal yang perlu diperhatikan adalah pemasukkan bahan pengisi, terutama *carbon black* dan silika. Seperti diketahui *carbon black* dan silika dalam kompon karet akan meningkatkan beberapa sifat fisik selain kekerasan dan modulus adalah sifat tarik menjadi kaku, kikis (*abrasion*), dan sobek. Pada proses pencampuran bahan kimia kompon karet, termasuk bahan pengisi (karbon dan silikat), terdapat beberapa tahapan, yaitu:

1. Penurunan viskositas karet

Penurunan viskositas karet dilakukan pada tahap mastikasi dimana rantai polimer karet harus diputus dengan cara mengikat bahan oksidator. Oksidator kuat yang biasa digunakan adalah ZnO sebagai oksidator kuat dalam pengikatan oksigen.

2. Inkorporasi

Tahap ini disebut pula sebagai “*wetting stage*”, yaitu karet yang telah mengalami penurunan viskositas, maka siap untuk menerima bahan pengisi dan bahan serbuk lainnya. Bahan – bahan yang dimasukkan ke dalam matriks karet akan diselimuti oleh lapisan permukaan karet yang sudah bersifat plastis.

3. Distribusi / dispersi

Tenaga mekanis gilingan atau rotor yang dihasilkan dari geseran antara dua rol (gilingan) sehingga *agglomerate* pengisi akan hancur menjadi *microgranule*, struktur *microgranule* tersebut akan terdistribusi secara merata ke dalam matriks karet. Distribusi bahan pengisi akan lebih mudah menghasilkan campuran homogen apabila dicampurkan bahan pelunak yaitu *paraffin oil*. Bila karet dapat menerima lebih banyak bahan pengisi, maka lebih banyak minyak lagi yang harus ditambahkan.

4. Plastisasi

Karet yang telah bercampur dengan bahan kimia termasuk bahan pengisi akan mengalami plastisasi lebih lanjut sehingga akan lebih memudahkan proses vulkanisasi. Pada proses pencampuran, suhu yang timbul pada kompon karet akibat tenaga mekanis geseran antara permukaan kompon dengan gilingan atau rotor serta dinding ruang suhu pencampur akan tinggi sehingga mencapai pada suhu vulkanisasi. Oleh sebab itu, selain harus mengawasi suhu pada penggilingan rotor, urutan pencampuran, terutama bahan vulkanisasi dan pencepat harus diperhatikan sehingga resiko dari efek samping vulkanisasi harus diminimalisir. Pada proses pencampuran karet dengan bahan kimia termasuk bahan pengisi biasanya dilakukan:

- a. Mastikasi karet.
- b. Penambahan bahan pengikat dan anti degradasi/ anti oksidan.
- c. Pemasukkan bahan pengisi (*carbon black* dan silikat).
- d. Pemasukkan bahan pelunak dan sisa bahan pengisi.
- e. Pemasukkan bahan pencepat.
- f. Pemasukkan bahan vulkanisasi.

Parameter yang kritis selama vulkanisasi adalah waktu yang diperlukan untuk memulai reaksi, laju, dan lamanya proses pembentukan ikatan silang. Sebelum reaksi ikatan silang dimulai, diperlukan periode waktu yang cukup untuk keamanan olahan. Berlangsungnya proses vulkanisasi ditandai dengan meningkatnya viskositas. Viskositas akan terus meningkat hingga vulkanisasi sempurna (Suhandi dan Zulkifli, 2016).

II.4 Bahan-Bahan Kimia Karet

Adapun bahan-bahan pendukung yang digunakan untuk membuat *cushion gum*, untuk memperbaiki sifat-sifat kimia, fisika ataupun mekanis dari *cushion gum* terlihat pada Tabel II.3.

Tabel II.3 Bahan-bahan kimia karet (Pusat Penelitian Karet Bogor, 2003)

Jenis bahan	Nama bahan	Fungsi
Pemvulkanisasi	Sulfur	Mempercepat pembentukan ikatan silang
<i>Activator</i>	ZnO dan Asam Stearat	Penggiat kinerja dari bahan pencepat
Pencepat	CBS	Mempercepat laju vulkanisasi
Pengisi	<i>Carbon Black</i>	Meningkatkan sifat fisik
Perekat	<i>Coumarone resin, Rhenogran resorcinol 80 dan Rhenosin GE 3071</i>	Sebagai resin perekat
Antidegran	TMQ	Melindungi dari kerusakan lapisan ozon
Pelunak	<i>Pinetar Oil</i>	mengurangi kekerasan, menghemat waktu dan menurunkan suhu, menghambat proses pematangan kompon sebelum vulkanisasi, dan memudahkan proses pembentukan kompon
Anti-oksidan	TMQ	Untuk mencegah terjadinya oksidan
Anti-ozon	6PPD	Untuk melindungi ozon dari dalam
<i>Homogenizer</i>	<i>Antilux</i>	Proses homogenisasi berbagai jenis material

II.4.1 Formulasi Untuk Kompon *Cushion Gum*

Model formulasi untuk kompon yang digunakan untuk pembuatan *cushion gum* dapat menggunakan referensi pada Tabel II.4

Tabel II.4 Referensi formulasi *cushion gum* (Banerjee, 2019)

Nama bahan	Jumlah (bsk)
Karet Alam	100
ZnO	5,0
<i>Carbon black</i>	15
<i>Pinetar oil</i>	5,0
Sulfur	2,5
TMQ	1,0
<i>Coumarone resin</i>	5,0
Fenolik resin	3,0
Asam stearat	1,0
Peptiser	0,30
Silika	2,5

Penambahan ZnO untuk komposisi kompon sebagai bahan pencepat, ZnO ditambahkan dengan dosis 4-5 bsk ke dalam karet dengan kombinasi penambahan asam stearate sebesar 1-1,5 bsk. Hal ini merupakan formulasi yang cocok untuk kompon dengan karet alam, PBR, SBR, EPDM, dan sebagainya. Dalam komposisi yang menggunakan sulfur, ZnO dapat meningkatkan efisiensi vulkanisasi, menurunkan waktu vulkanisasi dan meningkatkan sifat-sifat kompon.

Bahan pelunak dapat membantu proses pemasukan bahan pengisi selama proses pencampuran, dosis yang digunakan untuk bahan pelunak yaitu 5-10 bsk. Bahan pelunak ini digunakan untuk menurunkan sifat kekerasan pada karet alam dan sebagai pengendalian pada saat pencampuran bahan pengisi, untuk mengatasi masalah lengket pada gulungan mesin *open mill* (Banerjee, 2019).

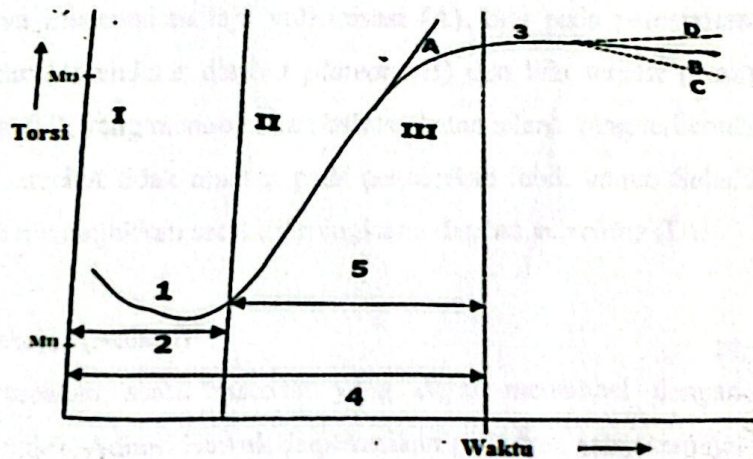
Karet alam membutuhkan sulfur lebih tinggi (2-3 bsk) dan bahan pencepat lebih rendah (0,2-1,0 bsk). Hal ini berfungsi untuk menjaga agar jumlah ikatan silang yang terbentuk berada dalam jumlah yang optimal dan sesuai dengan produk yang diinginkan. Jumlah ikatan silang yang besar dapat menurunkan kekuatan tarik dan elastisitas dari produk karet (Sasongko, 2012). Antioksidan/antidegradan dipilih untuk pembuatan *cushion gum* atau tapak ban, untuk mempertimbangkan kondisi

paparan seperti panas, ozon, dan oksigen. Secara umum, TMQ banyak digunakan untuk antiozonan campuran tapak ban atau *cushion gum*.

II.5 Sifat Fisika Kompon

1. Uji Kematangan Kompon

Berlangsungnya proses vulkanisasi ditandai dengan meningkatnya modulus torsi. Alat yang digunakan untuk memonitor parameter vulkanisasi adalah *rheometer*. Prinsip pengujian *rheometer* adalah kompon diletakkan pada rotor yang bergerak osilasi. Alat tersebut mencatat tahanan kompon terhadap gerak osilasi (modulus torsi) sebagai fungsi waktu dari mulai hingga vulkanisasi sempurna dan disajikan dalam bentuk kurva dapat dilihat pada Gambar II.3



Gambar II.2 Kurva *Rheometer*
Sumber: Pusat Penelitian Karet, 2003

Keterangan:

Fasa I: fasa pravulkanisasi, yang dipengaruhi oleh tahap pencampuran dan pengolahan dapat mempengaruhi pembentukan barang jadi.

Fasa II: berlangsungnya proses vulkanisasi dengan karakteristik yang dipengaruhi oleh sistem vulkanisasi.

Fasa III: penentuan sifat fisika yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya modulus torsi dan ada atau tidaknya proses reversi.

- 1: torsi minimum: M_L 4: waktu matang optimum: t_{90}
2: waktu *scorch*: t_2 5: laju vulkanisasi: $t_{90} - t_2$ 3: torsi maksimum: M_H

Pada awal pengoperasian *rheometer* yang telah diatur suhunya, viskositas menurun dengan meningkatnya suhu kompon menyesuaikan dengan suhu alat. Pada saat ini kurva menurun menunjukkan torsi minimum (M_L). Pada saat vulkanisasi berlangsung, viskositas akan meningkat dan kurva mulai naik kembali disebut waktu *scorch* (t_2) atau pravulkanisasi. Torsi akan terus meningkat seiring dengan berlangsungnya proses vulkanisasi hingga mencapai maksimum kemudian mendatar setelah vulkanisasi selesai. Pada saat kurva mendatar disebut torsi maksimum (M_H) dan waktu pematangan umumnya ditentukan dari waktu optimum vulkanisasi (t_{90}). Bentuk kurva menentukan laju vulkanisasi (A), bila pada pemanasan lebih lanjut diperoleh kurva mendatar disebut *plateau* (B) dan bila terjadi penurunan disebut kurva reversi (C), yang menunjukkan bahwa ikatan silang yang terbentuk oleh system vulkanisasi tersebut tidak mantap pada pemasakan lebih lanjut. Sebaliknya apabila kurva masih menunjukkan sedikit peningkatan disebut *marching* (D).

2. Uji Kerekatan (Adhesi)

Adhesi merupakan suatu material yang dapat menempel dengan cepat pada permukaan objek. Adhesi banyak diaplikasikan pada ban, salah satunya ialah perekat pada ban vulkanisir. Yang biasa digunakan pada ban untuk merekatkan karet dengan karet (Setyorini dan Herminiwati, 2016). Uji kerekatan dilakukan untuk menguji material yang dapat merekatkan suatu komponen dengan komponen lain. Pengujian ini akan menghasilkan seberapa besar kekuatan suatu komponen material dengan sifat kerekatan dalam merekatkan material tersebut (Purnomo dan Nurjanah, 2019).

II.6 Sifat Mekanis Kompon

1. Pengujian Kuat Tarik

Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban tanpa terjadi kerusakan. Uji kuat tarik bertujuan untuk mengetahui nilai beban yang diberikan untuk meregangkan sampel uji sampai terjadi putus (Nasruddin, 2010). Kekuatan tarik suatu bahan ditentukan dari membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula-mula sebelum terdeformasi.

$$T_B = \frac{F_B}{A} \quad (II.1)$$

Keterangan:

T_B = Kuat tarik (N/cm²)

F_B = Beban (N)

A = Luas contoh sampel (m²)

Pengujian kuat tarik sampel dibuat spesimen berbentuk *dumbbell*. Spesimen kemudian diletakkan pada penjepit (*grip*) pada mesin pengujian kemudian ditarik dengan laju konstan.

2. Uji Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus didefinisikan sebagai penambahan panjang suatu sampel uji apabila diregangkan sampai batas maksimum sampai mengalami putus. Perpanjangan putus bertujuan untuk mengetahui kemampuan sampel uji secara fisik terhadap kekuatan elastis jika diberi beban (Nasruddin, 2010). Sampel uji dibuat spesimen berbentuk *dumbbell*.

3. Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu persyaratan yang dibutuhkan untuk pembuatan barang-barang teknik, kekerasan suatu campuran tergantung pada kekerasan komponen-komponennya (Yuniari dkk., 2013). Sampel yang telah di *hotpress*, kemudian dilakukan pengujian kekerasan (*Hardness*). Prinsip pengujiannya ialah mengukur kedalaman sebuah indentor berbentuk bola pejal dengan dimensi yang telah ditentukan, baik dengan penerapan bobot atau dengan menggunakan pegas pada spesimen uji.

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pusat Penelitian Karet Bogor pada bulan November 2019 sampai dengan bulan April 2020.

III.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan *cushion gum* dalam penelitian ini adalah:

III.2.1 Alat

a. Alat proses:

1. *Open mill*
2. Timbangan
3. *Rubber cutting*
4. Spatula
5. Plastik

b. Alat uji:

1. *Rheometer MDR 2000*
2. *Hotpress Collin P 300*
3. Tensometer LLOYD 2000 R
4. Tensometer INSTRON
5. *Durometer Hardness Shore A.*

III.2.2 Bahan

1. RSS-1
2. ZnO
3. Asam Stearat
4. TMQ
5. 6 PPD
6. *Antilux*
7. *Carbon Black N330*

8. CBS
9. Sulfur
10. *Pine tar oil*
11. *Coumarone resin, rhenogran resorcinol 80, dan rhenosin GE 3071.*

III.3 Variabel

Terdapat dua variabel yang mempengaruhi formulasi *cushion gum* pada penelitian ini, yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian ini berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini, yaitu:

1. karet yang digunakan jenis *Ribbed Smoke Sheet-1 (RSS-1)* 100 bsk.
2. bahan pendukung pembuatan *cushion gum* yang digunakan: ZnO 5 bsk; Asam Stearat 2 bsk; CBS 2 bsk; Sulfur 2,2 bsk; *Carbon Black N330* 50 bsk; *Pinetar Oil* 12 bsk; TMQ 2 bsk; 6 PPD 2 bsk; dan *Antilux* 3,5 bsk.
3. suhu *open mill machine* 40 - 60°C.
4. kecepatan *open mill machine*, *roll* depan 30 rpm dan *roll* belakang 21 rpm.
5. waktu pada saat pencampuran di *open mill* 19 menit.

III.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian ini berlangsung, bertujuan untuk mendapatkan hasil terbaik pada sampel kompon *cushion gum*.

Variabel bebas yang digunakan yaitu:

- a. *Coumarone resin*: 3,5, dan 7 bsk
- b. *Rhenogran resorcinol 80*: 3,5, dan 7 bsk
- c. *Rhenosin GE 3071*: 3,5, dan 7 bsk

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Persiapan alat dan bahan

Pada penelitian ini terdapat sembilan formulasi *cushion gum* dengan variasi perekat. Alat yang digunakan ialah timbangan, spatula dan plastik untuk mempersiapkan

masing-masing bahan. Formulasi *cushion gum* terdapat pada Tabel III.1, III.2, dan III.3

Tabel III.1 Formulasi *cushion gum* dengan variasi *Coumarone resin*

Jumlah bahan (bsk)			
Nama Bahan	NT 1	NT 2	NT 3
RSS	100	100	100
ZnO	5	5	5
Asam stearat	2	2	2
CBS	1,6	1,6	1,6
Sulfur	2,2	2,2	2,2
<i>Carbon Black N330</i>	50	50	50
<i>Pinetar oil</i>	12	12	12
TMQ	2	2	2
<i>Antilux</i>	2	2	2
6 PPD	3,5	3,5	3,5
<i>Coumarone resin</i>	3	5	7

cat: NT (sampel ke-)

Tabel III. 2 Formulasi *cushion gum* dengan variasi *Rhenogran Resorcinol 80*

Jumlah bahan (bsk)			
Nama Bahan	NT 1	NT 2	NT 3
RSS	100	100	100
ZnO	5	5	5
Asam stearat	2	2	2
CBS	1,6	1,6	1,6
Sulfur	2,2	2,2	2,2
<i>Carbon Black N330</i>	50	50	50
<i>Pinetar oil</i>	12	12	12
TMQ	2	2	2
<i>Antilux</i>	2	2	2
6 PPD	3,5	3,5	3,5
<i>Rhenogran Resorcinol 80</i>	3	5	7

cat: NT (sampel ke-)

Tabel III. 3 Formulasi *cushion gum* dengan variasi *Rhenosin GE 3071*

Jumlah bahan (bsk)			
Nama Bahan	NT 1	NT 2	NT 3
RSS	100	100	100
ZnO	5	5	5

Jumlah bahan (bsk)			
Nama Bahan	NT 1	NT 2	NT 3
Asam stearat	2	2	2
CBS	1,6	1,6	1,6
Sulfur	2,2	2,2	2,2
<i>Carbon Black</i> N330	50	50	50
<i>Pinetar oil</i>	12	12	12
TMQ	2	2	2
<i>Antilux</i>	2	2	2
6 PPD	3,5	3,5	3,5
<i>Rhenosin</i> GE 3071	3	5	7

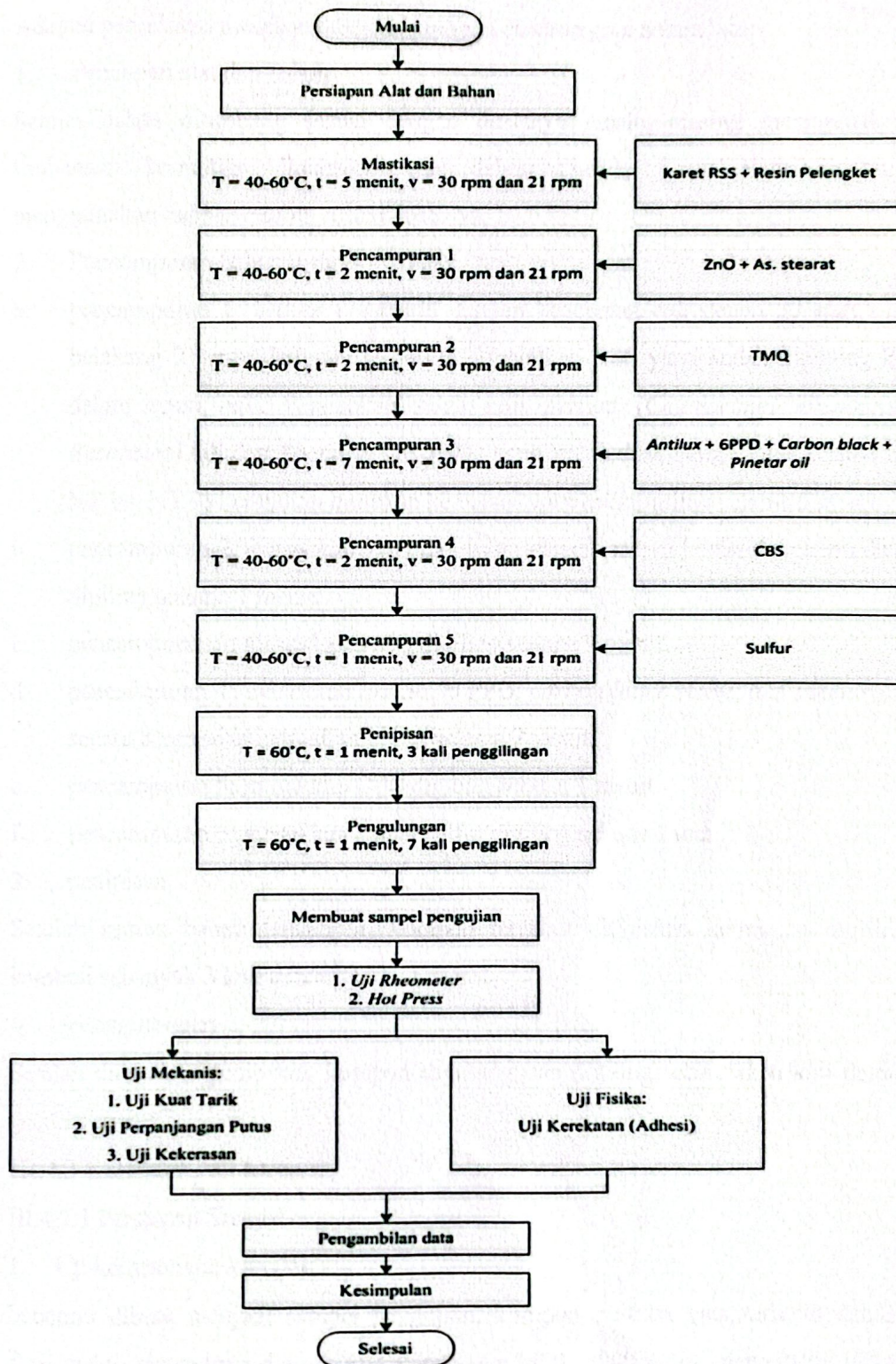
cat: NT (sampel ke-)

Tabel III. 4 Matriks kode sampel *cushion gum* menurut jenis perekat dan komposisi

Kode sampel berdasarkan jenis perekat								
<i>Coumarone resin</i> (bsk)			<i>Rhenogran resorcinol</i> 80 (bsk)			<i>Rhenosin</i> GE 3071 (bsk)		
3	5	7	3	5	7	3	5	7
NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
1	2	3	4	5	6	7	8	9

III.4.2 Pembuatan Kompon *Cushion Gum*

Diagram alir pembuatan *cushion gum* terlihat pada Gambar III.1



Gambar III.1 Diagram alir pembuatan *cushion gum*

Adapun penjelasan proses pembuatan kompon *cushion gum* antara lain:

1. Persiapan alat dan bahan

Semua bahan ditimbang sesuai dengan dosisnya masing-masing menggunakan timbangan kemudian dimasukkan ke dalam plastik. Karet alam dipotong menggunakan *rubber cutting* sesuai dosisnya.

2. Pencampuran bahan (proses *mixing*)

- a. pencampuran 1: *setting open mill* dengan kecepatan *roll* depan 30 rpm *roll* belakang 21 rpm dan suhu 40-60°C. Masukkan RSS yang sudah dipotong ke dalam *open mill*. Persiapkan salah satu perekat (*Coumarone*, *Rhenogran Resorcinol* 80, dan *Rhenosin* GE 3071) yang sudah ditimbang (untuk formulasi NT 1 – NT 9) kemudian masukan ke dalam *open mill* digiling selama 5 menit.
 - b. pencampuran 2: masukkan ZnO dan asam stearat secara bersamaan kemudian digiling selama 1 menit.
 - c. pencampuran 3: masukkan TMQ digiling selama 1 menit.
 - d. pencampuran 4: masukkan *antilux*, 6 PPD, *carbon black* N330, dan *pinetar oil* secara bergantian kemudian giling selama 7 menit.
 - e. pencampuran 5: masukkan CBS digiling selama 1 menit.
 - f. pencampuran 6: masukkan bahan sulfur digiling selama 1 menit.
3. penipisan

Setelah semua bahan tercampur, kompon tersebut ditipiskan kemudian digiling kembali sebanyak 3 kali dalam waktu 1 menit.

4. penggulangan

Setelah dilakukan penipisan, kompon digulung dan digiling sebanyak 6 kali dalam waktu 1 menit.

III.4.3 Karakterisasi sampel

III.4.3.1 Persiapan Sampel

1. Uji kematangan kompon

Sebelum dibuat menjadi sampel pengujian, kompon *cushion gum* terlebih dahulu diuji waktu matangnya dengan alat *Rheometer* MDR 2000 untuk mengetahui waktu

matang kompon pada saat proses vulkanisasi dengan mesin *hotpress*. Pengujian *rheometer*, sampel dibuat berbentuk persegi dengan tebal 8 mm, ukuran 30 x 30 mm.

2. Proses vulkanisasi

Pembuatan sampel pengujian menggunakan alat *Hotpress Collin P 300* dengan waktu yang telah diketahui dari *rheometer*, suhu 150°C, dan tekanan sebesar 100 kg/m². Setelah sampel di *press*, sampel tersebut akan digunakan sebagai sampel pengujian mekanis dan pengujian fisika.

III.4.3.2 Pengujian

1. Uji kuat tarik dan uji perpanjangan putus

Uji kekuatan tarik dan uji perpanjangan putus dilakukan menggunakan alat Tensometer LLOYD 2000 R. Sampel yang akan diuji dibentuk menjadi spesimen menggunakan *dumbbell* mengacu pada ASTM D412-16.

2. Uji kekerasan

Sampel yang telah di *hotpress* kemudian diuji kekerasannya menggunakan alat *Durometer Hardness Shore A* mengacu pada ASTM D 2240-15.

3. Uji Kerekatan (Adhesi)

Uji daya rekat dilakukan menggunakan alat tensometer INSTRON, sampel berbentuk persegi panjang. Sampel *cushion gum* direkatkan pada kedua kompon tapak ban kemudian di *hotpress*. Kemudian sampel diletakkan pada penjepit di sisi atas dan bawah yang tidak terkena *cushion gum* lalu ditarik hingga mencapai batas, pengujian ini mengacu pada ASTM D 413-98.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

IV.1 Pengaruh jenis perekat (*Coumarone resin*, *Rhenogran resorcinol 80*, dan *Rhenosin GE 3071*) terhadap sifat fisika (kematangan kompon dan kerekatan *cushion gum*).

IV.1.1 Pengujian kematangan kompon

Hasil pengujian kematangan kompon terlihat pada Tabel IV.1

Tabel IV.1 Karakteristik pematangan kompon

Parameter	Uji kematangan optimum (menit)								
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8	NT 9
t_{90} (min)	28,15	28,19	28,19	26,19	21,58	22,47	27,07	21,39	23,2

t_{90} : waktu kematangan optimum.

Menurut Arti dkk. (2018) proses vulkanisasi tidak boleh dilakukan terlalu lama melebihi waktu optimum karena dapat merusak struktur polimer dan meningkatkan biaya produksi. Ikatan silang juga tidak boleh terlalu cepat karena dapat menyebabkan ikatan silang yang terbentuk tidak sempurna yang akan menurunkan kualitas produk.

Tabel IV.2 Referensi nilai t_{90} *cushion gum*

Typical properties	Cushion gum
t_{90} (min)	15,0 menit

Sumber: *starting point rubber compounding formulation*, nocil limited

Waktu kematangan optimum (t_{90}) menunjukkan waktu yang menunjukkan 90% tingkat kematangan kompon (Purbaya dan Rahmani, 2018). Pada Tabel IV.1 terlihat bahwa resin yang memiliki t_{90} mendekati dengan t_{90} referensi yaitu *rhenogran resorcinol 80* dan *rhenosin GE 3071*. Penggunaan *rhenosin GE 3071* dengan dosis 5 bsk dapat mempersingkat t_{90} yaitu sebesar 21,39 menit, karena penggunaan *rhenosin*

GE 3071 bersamaan dengan adanya bahan pelunak seperti *oil* dapat meningkatkan laju pematangan lebih cepat hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Purbaya dan Rahmani, (2018). Pada penggunaan *rhénogran resorcinol* 80 dosis 5 bsk memiliki t_{90} yang singkat yaitu sebesar 21,58 menit kemungkinan dikarenakan pada *rhénogran resorcinol* 80 terdapat bahan pencepat seperti TMTD dan sulfur di dalamnya sehingga memungkinkan terjadi reaksi ikatan silang lebih awal sehingga waktu kematangan optimumnya lebih cepat sesuai dengan penelitian yang dilakukan Vollaro, (2011).

Dari ketiga jenis perekat dapat dilihat penambahan dosis 5 bsk dapat mempersingkat t_{90} , sedangkan pada dosis 3 bsk dari ketiga jenis perekat memiliki t_{90} yang lebih lama dibandingkan dosis 7 bsk dan 5 bsk.

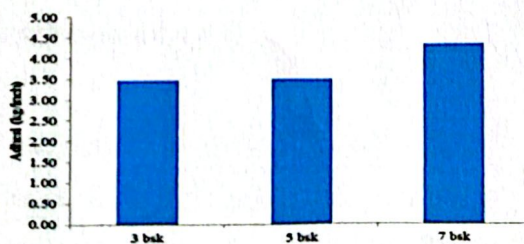
IV.1.2 Pengujian Kerekatan/Adhesi *Cushion Gum*

Sifat fisika daya rekat/adhesi pada *cushion gum* dapat dilihat pada tabel IV.3

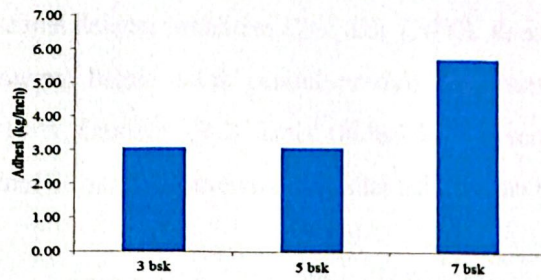
Tabel IV.3 Hasil uji adhesi sampel *cushion gum*

Uji ke	Adhesi (kg/inch)								
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8	NT 9
1	2,94	3,54	3,4	3,00	2,70	5,46	4,58	5,01	5,57
2	3,99	3,45	5,31	3,13	3,47	6,10	4,99	3,43	3,19
Rata-rata	3,47	3,50	4,36	3,07	3,09	5,78	4,79	4,22	4,38

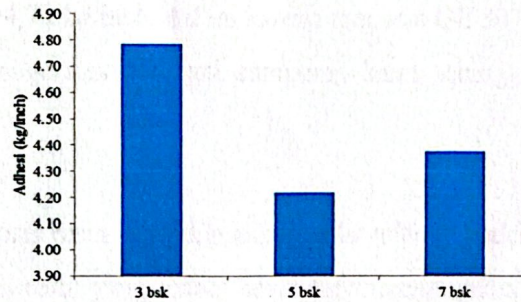
Hasil uji adhesi untuk masing-masing perekat dapat dilihat pada Gambar IV.1, IV.2, dan IV.3



Gambar IV.1 Hasil uji adhesi *cushion gum coumarone resin*



Gambar IV.2 Hasil uji adhesi *cushion gum rhenogran resorcinol 80*



Gambar IV.3 Hasil uji adhesi *cushion gum rhenosin GE 3071*

Di antara ketiga jenis perekat, masing-masing perekat memiliki nilai daya rekat yang berbeda-beda dari setiap dosisnya. Adhesi merupakan material yang dapat menempel dengan cepat pada permukaan objek. Adhesi banyak diaplikasikan, salah satu pengaplikasiannya ialah sebagai perekat pada ban vulkanisir (Setyorini dan Herminiwati, 2016). Dapat dilihat pada Gambar IV.1 *coumarone* resin dosis 7 bsk dapat meningkatkan nilai adhesi sebesar 4,36 kg/inch bsk hal ini karena *coumarone* resin juga bertindak sebagai *softener* sehingga ketika proses vulkanisasi akan meningkatkan nilai adhesi karena adanya panas dan tekanan, sesuai dengan penelitian Herminiwati dkk. (2008) yang menyatakan bahwa *coumarone* resin sebagai perekat dapat mempengaruhi kekuatan rekat lem.

Penambahan dosis 7 bsk *rhenogran resorcinol 80* pada Tabel IV.3 menghasilkan nilai adhesi yang paling besar yaitu 5,78 kg/inch dari perekat yang lain, hal ini karena *rhenogran resorcinol 80* yang mewakili fenolik resin memiliki *carbon fiber* yang berfungsi sebagai *coupling agent* dapat meningkatkan nilai adhesi antara *carbon fiber*

dan resin, hal ini sesuai dengan penelitian Choi dkk. (2000). *Rhenogran resorcinol 80* sebagai perekat sangat bagus untuk produk-produk keamanan tinggi seperti ban (Vollaro, 2011). Pada Gambar IV.2 dapat dilihat bahwa semakin banyak dosis *rhenogran resorcinol 80* yang digunakan maka nilai adhesi akan meningkat.

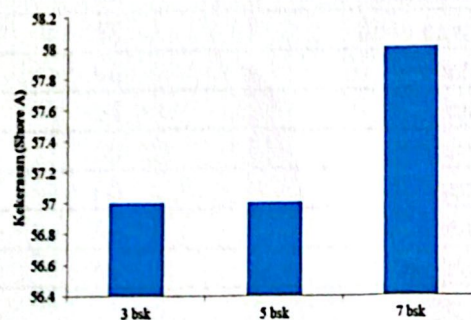
Untuk perekat *rhenosin GE 3071* dapat dilihat pada Tabel IV.3 nilai adhesi *rhenosin GE 3071* dari ketiga dosis relatif sama, pada dosis 3 bsk nilai adhesi yang didapatkan paling tinggi yaitu 4,79 kg/inch, hal ini karena *rhenosin GE 3071* sebagai resin dapat meningkatkan homogenitas berbagai campuran karet sehingga nilai adhesi dapat meningkat.

Semakin banyak dosis resin yang digunakan, nilai adhesi cenderung akan meningkat namun penambahan resin yang terlalu besar dapat menurunkan adhesi (Herminiwati dkk., 2008). Dapat dilihat pada Tabel IV.3 *rhenogran resorcinol 80* dosis 7 bsk memiliki nilai adhesi yang paling tinggi diantara perekat lainnya yaitu sebesar 5,78 kg/inch.

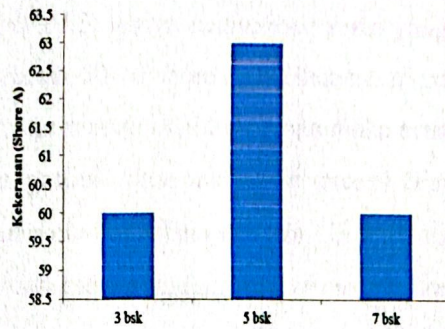
IV.2 Pengaruh jenis perekat (*Coumarone resin, Rhenogran resorcinol 80, dan Rhenosin GE 3071*) terhadap sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan) *cushion gum*.

IV.2.1 Pengujian Kekerasan *Cushion Gum*

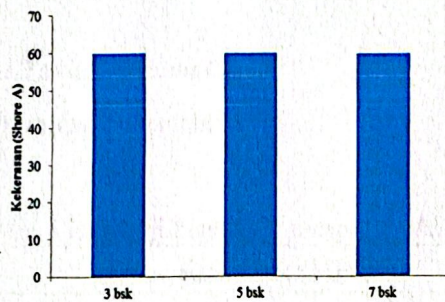
Hasil uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar IV.4, IV.5, dan IV.6



Gambar IV.4 Hasil uji kekerasan *cushion gum coumarone resin*



Gambar IV.5 Hasil uji kekerasan *cushion gum rhenogran resorcinol 80*



Gambar IV.6 Hasil uji kekerasan *cushion gum rhenosin GE 3071*

Berdasarkan hasil uji kekerasan, pada Tabel IV.5 dapat diketahui apakah perekat memenuhi nilai PTM BPPT atau tidak.

Tabel IV.4 Status hasil uji kekerasan

Sampel	kekerasan (Shore A)	Status
		PTM BPPT ^a (60-70 Shore A)
NT 1	57	tidak memenuhi
NT 2	58	tidak memenuhi
NT 3	58	tidak memenuhi
NT 4	60	Memenuhi
NT 5	63	Memenuhi
NT 6	60	Memenuhi
NT 7	60	Memenuhi
NT 8	60	Memenuhi
NT 9	60	Memenuhi

Sumber:

a. Purnomo dan Nurjanah, 2019

Dapat dilihat pada Tabel IV.5, hanya *coumarone* resin yang tidak memenuhi target nilai kekerasan yaitu sebesar 60-70 shore A. Kekerasan merupakan ukuran kekakuan dari kompon karet, semakin rendah nilai kekerasan maka semakin lentur produk karet alam tersebut sehingga produk akan mudah di proses (Fachry dkk., 2014). Nilai kekerasan *rhenogran resorcinol* 80 dan *rhenosin* GE 3071 tidak memiliki perbedaan yang jauh. Nilai kekerasan paling tinggi yaitu *rhenogran resorcinol* 80 dosis 5 bsk sebesar 63 Shore A. kekerasan yang tinggi dapat menyebabkan karet menjadi kaku, nilai kekerasan dapat dipengaruhi oleh ikatan silang yang terbentuk (Kinasih dkk., 2015).

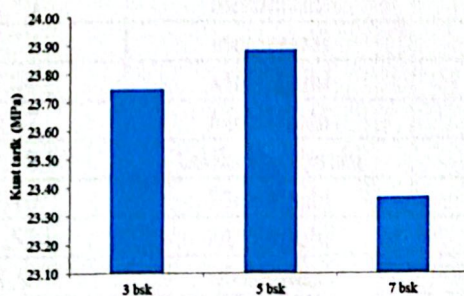
IV.2.2 Pengujian Kuat Tarik *Cushion Gum*

Hasil uji kuat tarik *cushion gum* pada tabel IV.6

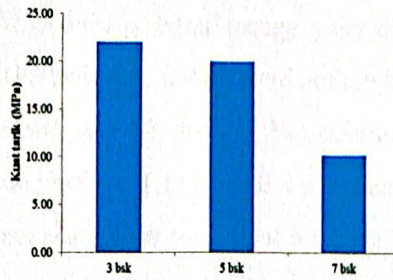
Tabel IV.5 Hasil uji kuat tarik sampel *cushion gum*

Uji ke	Kuat tarik (MPa)								
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8	NT 9
1	24,47	23,82	25,10	24,11	19,90	8,80	22,2	22,40	22,40
2	25,27	23,83	22,97	21,51	20,44	9,80	23,6	21,10	20,80
3	21,50	24,01	22,04	20,55	20,16	12,30	20,5	21,10	22,50
Rata-rata	23,75	23,89	23,37	22,06	20,17	10,30	22,1	21,53	21,90

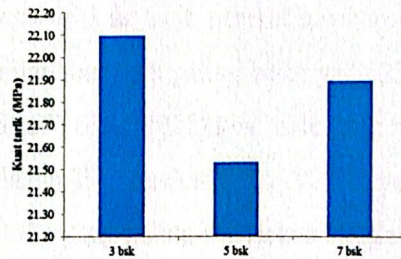
Hasil uji kuat tarik masing-masing perekat dapat dilihat pada Gambar IV.7, IV.8, dan IV.9



Gambar IV.7 Hasil uji kuat tarik *cushion gum coumarone* resin



Gambar IV.8 Hasil uji kuat tarik *cushion gum rhenogran resorcinol 80*



Gambar IV.9 Hasil uji kuat tarik *rhenosin GE 3071*

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik, dapat diketahui pada Tabel IV.7 apakah perekat tersebut memenuhi standar Filipina dan memenuhi nilai PTM BPPT atau tidak.

Tabel IV.6 Status hasil uji kuat tarik sampel *cushion gum*

Sampel	Kuat tarik (Mpa)	Status	
		Standar Filipina ^a	PTM BPPT ^b
		14,7 MPa (min)	20 MPa (min)
NT 1	23,75	memenuhi	Memenuhi
NT 2	23,89	memenuhi	Memenuhi
NT 3	23,37	memenuhi	Memenuhi
NT 4	22,06	Memenuhi	Memenuhi
NT 5	20,17	Memenuhi	Memenuhi
NT 6	10,30	tidak memenuhi	tidak memenuhi
NT 7	22,10	Memenuhi	Memenuhi
NT 8	21,53	Memenuhi	Memenuhi
NT 9	21.9	Memenuhi	Memenuhi

Sumber:

a. DPNS 1065:2006 *compound rubber for retread and repair-specification*

b. Purnomo dan Nurjanah, 2019

Uji kuat tarik menunjukkan berapa besar tenaga yang dibutuhkan untuk menarik vulkanisat sampai putus (Falaah dkk., 2018). Berdasarkan hasil kuat tarik pada Tabel IV.6 hanya *rhenogran resorcinol* 80 dosis 7 bsk sebesar 10,30 MPa yang tidak memenuhi target nilai referensi kuat tarik. Hal ini kemungkinan karena pada saat pencampuran untuk sampel *rhenogran resorcinol* 80 dosis 7 bsk, bahan pengisi tidak terdispersi secara merata menyebabkan ikatan resin yang terbentuk pada kompon tersebut tidak kuat dan menurunkan nilai kuat tarik hal ini sesuai dengan penelitian Ibrahim dkk. (2017). Hasil uji kuat tarik perekat *coumarone* resin dosis 5 bsk pada Gambar IV.7 memiliki nilai kuat tarik paling besar yaitu 23,89 dibandingkan dengan perekat lain, menurut Kinasih dkk. (2015) kuat tarik yang besar menunjukkan bahwa kompon tersebut lebih elastis. Berdasarkan tabel IV.6 hanya *rhenogran resorcinol* 80 dosis 5 bsk yaitu 20,16 MPa yang paling mendekati standar Filipina 14,7 MPa (min) dan nilai PTM BPPT 20 MPa (min).

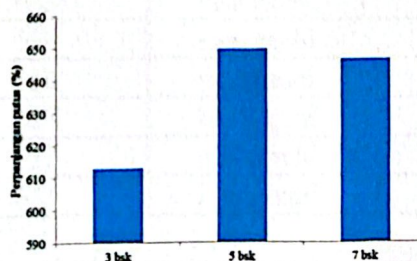
IV.2.3 Pengujian Perpanjangan Putus *Cushion Gum*

Hasil uji perpanjangan putus *cushion gum* dapat dilihat pada Tabel IV.8

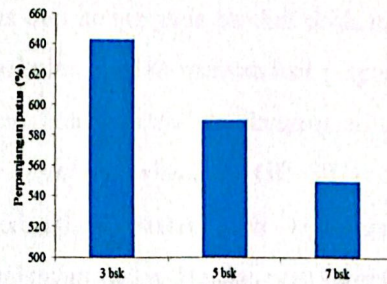
Tabel IV. 7 Hasil uji perpanjangan putus sampel *cushion gum*

Uji ke	Perpanjangan putus (%)								
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8	NT 9
1	620	650	670	670	570	520	620	620	650
2	630	650	650	650	610	530	630	630	620
3	590	650	620	610	590	600	630	630	660
Rata-rata	613	650	647	643	590	550	627	627	643

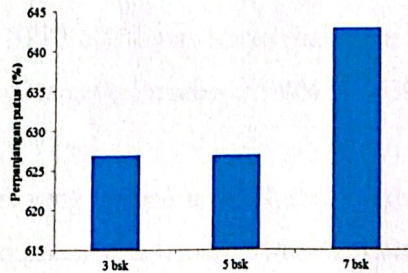
Hasil uji perpanjangan putus *cushion gum* untuk masing-masing perekat dapat dilihat pada Gambar IV.10, IV.11, dan IV.12



Gambar IV.10 Hasil uji perpanjangan putus *cushion gum coumarone* resin



Gambar IV.11 Hasil uji perpanjangan putus *cushion gum rhenogran resorcinol 80*



Gambar IV. 12 Hasil uji perpanjangan putus *cushion gum rhenosin GE 3071*

Berdasarkan hasil uji perpanjangan putus, dapat diketahui pada Tabel IV.8 apakah perekat tersebut memenuhi standar Filipina dan memenuhi nilai PTM BPPT atau tidak.

Tabel IV.8 Status hasil uji perpanjangan putus sampel *cushion gum*

Sampel	Perpanjangan putus (%)	Status	
		Standar Filipina ^a	PTM BPPT ^b
		450% (min)	600% (max)
NT 1	613	memenuhi	tidak memenuhi
NT 2	650	memenuhi	tidak memenuhi
NT 3	647	memenuhi	tidak memenuhi
NT 4	643	memenuhi	tidak memenuhi
NT 5	590	memenuhi	Memenuhi
NT 6	550	memenuhi	Memenuhi
NT 7	627	Memenuhi	tidak memenuhi
NT 8	627	Memenuhi	tidak memenuhi
NT 9	643	Memenuhi	tidak memenuhi

Sumber:

- a. DPNS 1065:2006 *compound rubber for retread and repair-spesification*
- b. Purnomo dan Nurjanah, 2019

Nilai perpanjangan putus dari ketiga jenis perekat tidak mengalami perbedaan yang jauh, Purbaya dan Rahmانيar, (2018) menyatakan perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus. Penambahan dosis pada *coumarone resin* dan *rhenosin GE 3071* dapat meningkatkan nilai perpanjangan putus sedangkan penambahan *rhenogran resorcinol 80* dapat menurunkan nilai perpanjangan putus. Berdasarkan target nilai perpanjangan putus standar Filipina 450% (min) ketiga jenis resin yaitu *coumarone resin*, *rhenogran resorcinol 80* dan *Rhenosin GE 3071* dapat memenuhi nilai target, sedangkan berdasarkan nilai PTM BPPT 600% max hanya *rhenogran resorcinol 80* dosis 5 bsk dan 7 bsk yang memenuhi target yaitu sebesar 590% dan 530%.

Dari ketiga jenis perekat yang digunakan untuk *cushion gum*, *rhenogran resorcinol 80* dosis 5 bsk yang merupakan resin terbaik, karena dapat memenuhi referensi ketiga sifat mekanis (kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan) dan sifat fisika yaitu waktu kematangan kompon yang cukup singkat juga diketahui dari nilai adhesi dapat merekatkan karet dengan material lainnya.

V.1 Kesimpulan

1. Variasi jenis perekat, mempengaruhi sifat fisika *cushion gum*. Berdasarkan penelitian:
 - a. Jenis perekat yang memiliki waktu kematangan kompon paling cepat adalah *rhenosin* GE 3071 dosis 5 bsk sebesar 21,39 menit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena penggunaan *rhenosin* bersamaan dengan bahan pelunak dapat mempersingkat waktu.
 - b. Jenis perekat yang paling besar kerekatannya adalah *rhenogran resorcinol* 80 dosis 7 bsk sebesar 5,78 kg/inch. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh *coupling agent* dalam *rhenogran* untuk meningkatkan nilai adhesi.
2. Variasi jenis perekat, mempengaruhi sifat mekanis *cushion gum*. Berdasarkan penelitian:
 - a. Dari berbagai jenis variasi jenis perekat, semua memenuhi standar kecuali *rhenogran resorcinol* 80 dosis 7 bsk sebesar 10,30 MPa. Perekat yang paling besar kuat tarik yaitu *coumarone* resin dosis 5 bsk sebesar 23,89 MPa.
 - b. Jenis perekat yang memiliki perpanjangan putus memenuhi standar yaitu *rhenogran resorcinol* 80 dosis 5 sebesar 590%.
 - c. Jenis perekat yang memiliki kekerasan memenuhi standar yaitu *rhenogran resorcinol* 80 dan *rhenosin* GE 3071 sebesar 60 Shore A.
 - d. Jenis perekat yang optimum dari sifat mekanis dan sifat fisika yaitu *rhenogran resorcinol* 80 dosis 5 bsk.

V.2 Saran

1. Dilakukan pengujian lainnya seperti uji *peel test* dan *compression*.
2. Dapat dilakukan proses *aging* dengan pemanasan beberapa hari pada *cushion gum*, kemudian dilakukan pengujian mekanis.
3. Pada formulasi perekat, dapat digunakan dosis perekat sebesar 6 bsk.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, S. I., dan Speight, J. G. (2001): Petroleum resins: separation, character and role in *Petroleum Science and Technology*, **19**, 1-34.
- Arti, D. K., Fidyarningsih, R., Rohmah, A., Wisojodharmo, L. A., dan Purwati, H. (2018): Pengaruh variasi komposisi bahan pengisi carbon black dan silika pada sifat viskoelastis kompon karet untuk tread ban. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, **34**, 1-8.
- Banerjee, B. (2019): *Tyre retreading*, Calcutta, India De Gruyter, 8-53.
- Bridgestone Tire Indonesia. Departemen *Quality Assurance*, (2019): PT. Bridgestone Tire Indonesia. Bekasi, Jawa Barat.
- Choi, M. H., Jeon, B. H., dan Chung, I. J. (2000): The effect of coupling agent on electrical and mechanical properties of carbon fiber/phenolic resin composite. *Polymer*, **41**, 3243-3252.
- Dandi, A. L. (2017): Pengaruh Homogenizer dan Filler Terhadap Sifat Mekanik Karet Untuk Tapak Ban Pesawat Terbang. Disertasi Program Studi Teknik Kimia Polimer. Politeknik STMI Jakarta.
- Fachry, A., Rasyidi., Sari, Indah, Tuti., dan Susanti, Susi, S. (2015): Pengaruh filler campuran silika dan kulit kerang darah terhadap sifat mekanis kompon sol sepatu dari karet alam. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Falaah, A. F., Cifriadi, A., dan Chalid, M. (2018): Pengaruh jenis karet alam terhadap sifat fisika vulkanisat karet untuk produk bantalan jembatan. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **17**, 69.
- Fujita, M., Kajiyama, M., Takemura, A., Ono, H., MiPumachi, H., dan Hayashi, S., (1997): Miscibility between natural rubber and tackifiers. I. Phase diagrams of the blends of natural rubber with rosin and terpene resins. *Journal of Applied Polymer Science*. **64**, 2191-2197.
- Herminiwati, H., Yuniari, A., & Susila, R. J (2008): Lem kompon karet untuk sepatu kulit yang dibuat dengan proses vulkanisasi. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, **24**, 14-18.
- Ibrahim, M. M., Ghani, A. M., dan Nen, N. (2007): Formulation of lignin phenol formaldehyde resins as a wood adhesive. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, **11**, 213-218.
- Indian Standard Automotive. (2005): Tyre Retreading Material For Mould Cure Process (First Revision). New Delhi, 1-2.
- Kinasih, N. A., Fathurrohman, M. I., dan Suparto, D. (2015): Pengaruh suhu vulkanisasi terhadap sifat mekanis vulkanisat karet alam dan karet akrilonitril-butadiena. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, **31**, 65-67.
- Marsantia, G., Suroso, E., dan Utomo, T. P. (2014): Kajian strategi kebijakan industri olahan karet ribbed smoked sheet (RSS) berbahan baku lateks kebun dalam upaya peningkatan mutu produk. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, **19**, 84-95.

- Nasruddin, N. (2010): Karakteristik Sifat Fisika Kimia Membran dari Berbagai Formula Kompon. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 21, 60-71.
- Purbaya, M., dan Rahmانيar, R. (2018): Pemanfaatan Arang Serbuk Gergaji dan Minyak Jarak untuk Pembuatan Sol Karet Cetak. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri*, 2, 8-14.
- Purnomo, S. A., dan Nurjanah, U. S. (2019): Pengaruh Resorcinol dan Hexa 80 Sebagai Tackifier Pada Cushion Gum, Disertasi Politeknik Negeri Bandung Program Studi Analisis Kimia.
- Pusat Penelitian Karet, (2003): *Makalah kursus teknologi barang jadi karet*. Pusat Penelitian Karet Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Sasongko, A. R. (2012): Studi pengaruh ukuran partikel dan jumlah phr carbon black sebagai bahan pengisi terhadap sifat mekanik produk karet alam. Disertasi Program Studi Kimia, Universitas Indonesia Depok.
- Setyorini, I., dan Herminiwati, H. (2017): Study of Rubber Adhesive Compounds for Tire Retreading: Drying Rate and Adhesion Strength. In *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik* Vol. 6, No. 1.
- Setyorini, I., Herminiwati, H., dan Sholeh, M. (2016): Pengaruh karet RSS/butadiene dan carbon black dalam pembuatan kompon telapak ban motor vulkanisir. In *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik*, 4, No. 1.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-0001-1987.
- Suhandi, I., dan Zulkifli. (2016): Laporan Praktik Kerja Lapangan PT. Bridgestone Tire Indonesia Bekasi Plant. Disertasi Program Studi Teknik Kimia Polimer. Politeknik STMI Jakarta.
- Susilawati, N., dan Rahmانيar, R. (2018): Pengaruh Penggunaan Tepung Tapioka dalam Pembuatan Lem Tegel Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29, 84-89.
- Yuniari, A., Sarengat, N., dan Lestari, S. B. P. (2013): Pengaruh sulfur terhadap sifat fisika campuran pale crepe dan SBR untuk karet tahan panas. *Majalah kulit, karet dan plastik*, 29, 63-68.
- Yuniari, A., Setyorini, I., dan Mayasari, H. E. (2006): Kinetika vulkanisasi dan sifat mekanis acrylonitrile butadiene rubber (NBR). *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 32, 117-124.
- Vollaro, P. (2011): Interaction among reinforcing fibres, adhesive layer and rubber in tyre. Napoli.

Daftar Pustaka dari Situs Internet (*web site*)

- Industri Manufaktur Otomotif Indonesia, Diperoleh dari Indonesia Investment, 2017: <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/industri-sektor/otomotif/item6047>. Diunduh pada tanggal 27 Maret 2020
- Pembuatan Cushion Gum Berbahan Baku Karet Alam Untuk Ban Pesawat, diperoleh: <https://www.scribd.com/presentation/353210553/Presentasi-Awal-Rekayasa-Nanomaterial-Karet-Alam-Cushion-Gum-Untuk-Ban>. Diunduh pada tanggal 6 Desember 2019

Standar Filipina, DPNS 1065:2006 Compounded rubber for retread and repair –
Specification diperoleh dari:
www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%Cpontofoca%5Ctextos%5Cregulamentos%5CPHL_52.pdf

Standar waktu kematangan optimum, Starting Point Rubber Coumpounding
Formulations, 2010. Diperoleh dari:
<http://www.nocil.com/downloadfile/CCompundingFormulations&UsefullInfo-Des2010.pdf>. Diunduh tanggal 20 Mei 2020

LAMPIRAN



Nomor : 127 /BPSDMI/STMI/XI/2019
Lampiran :
Hal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 20 November 2019

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Pusat Penelitian Karet
Jl. Salak No.1 Babakan Bogor Tengah Kota
Bogor Jawa Barat

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Bidang Kompetensi
1.	Novita Putri Wahyuni	1516045	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Pembantu Direktur I,
Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T

NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

Lampiran B Lembar Diterima Tugas Akhir



PT RISET PERKEBUNAN NUSANTARA
PUSAT PENELITIAN KARET
BALAI PENELITIAN TEKNOLOGI KARET

Jl. Salak No. 1, Bogor 16151 Indonesia | Telp : (0251) 8319817 - 8352732, Fax : (0251)8324047
Email : ppkbogor@puslitkaret.co.id, ppkbogor@gmail.com

Bogor, 19 November 2019

Nomor : 0777/BPTK-Um/XII/2019
Lampiran : -
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.,
Pembantu Direktur I
Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Jl. Letjen Suprpto No. 26
Cempaka Putih, Jakarta
Kode Pos 10510

Sehubungan dengan Surat Saudara No. 119,120,121,122,127,128/BPSDMI/STMI/X/2019, tanggal 7 Oktober 2019 dan 20 November 2019 perihal tersebut di atas, maka kami sampaikan bahwa kami dapat memberikan ijin kepada Mahasiswi yang bernama :

No	Nama	NIM
1.	Nurjanah	1516037
2.	Novi Widiyanti	1516053
3.	Cikalifa Putri Ichsan	1516057
4.	Novita Putri Wahyuni	1516045
5.	Zarah Krishna Hadi	1516052

Mahasiswi tersebut akan ditempatkan di bawah bimbingan Saudari Norma Arisanti Kinasih, S.Tp. (Peneliti). Selanjutnya kepada mahasisw/i yang bersangkutan mohon segera menghubungi Penanggungjawab Administrasi Kepegawaian untuk penjelasan lebih lanjut berkaitan dengan ketentuan yang berlaku di Balai Penelitian Teknologi Karet.

Atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

Balai Penelitian Teknologi Karet

Kepala Balai,

Dr. Thomas, M.Agr.Sc.

Kantor Pusat:

PUSAT PENELITIAN KARET Jl. Raya Palembang - Pangkajene Bala Km 29, Sembawa, Banyuwangi 30953 - Sumatera Selatan | Telp : (0711) 7419493
Fas : (0711) 7419212 | Email : ppk_ubogor@yahoo.com | www.puslitkaret.co.id

Kantor Unit:

- BALAI PENELITIAN SUNGAI PUTIH Sragen Purb - Galang, Sumatera Utara, P O Box 1415 Medan 20901 | Telp : (061) 7990043, Fax : (061) 7990046
Email : balai@indosat.net.id | www.balitp.com
- BALAI PENELITIAN GETAS B Patemasa Km 4, Kotak Pos 804, Salatiga Jawa Tengah | Telp : (0291) 322504, Fax : (0291) 323075
Email : rubbergetas@janda.net.id | www.balitgetas.co.id



Nomor : 095 /BPSDMI/STMI/PP/II/2020
Lampiran : 1 (satu)
Hal : Penugasan Proses Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 30 Januari 2020

Yth. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M. Eng
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSDMI/STMI/PP/KEP/II/2020 tanggal 02 Januari 2020 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Novita Putri Wahyuni
No. Induk : 1516045

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pengaruh Jenis Perlakuan Resin terhadap Sifat Fisika Cusbion Gum. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.


Direktur,

Mustofa

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;



Lampiran D Lembar Bimbingan Penyusunan Tugas Akhir

Nama : Novita Putri Wahyuni
NIM : 1516045
Judul Tugas Akhir : Sifat Fisika dan Mekanis *Cushion Gum* dengan Jenis Perekat (*Tackifier*) *Coumarone* resin, *Rhenogran resorcinol 80*, dan *Rhenosin GE 3071*.
Pembimbing : Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
16-09-2019	-	Diskusi mengenai tempat penelitian.	
08-10-2019	-	Memberi informasi terkait tempat penelitian di Pusat Penelitian Karet Bogor dan topik penelitian.	
12-11-2019	I	Bimbingan proposal penelitian: revisi rumusan masalah, manfaat penelitian, dan tujuan penelitian.	
30-12-2019	I, II, dan III	Bimbingan proposal penelitian: revisi BAB I rumusan masalah, manfaat penelitian, dan tujuan penelitian; BAB II tinjauan pustaka; dan BAB III alat dan bahan, metode penelitian, dan pelaksanaan penelitian.	
07-01-2020	II dan II	Bimbingan proposal penelitian: revisi judul penelitian; BAB I rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian; BAB II	

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
15-01-2020	-	Acc proposal penelitian	
12-04-2020	-	Melaporkan progress penelitian, laporan penelitian BAB I dan BAB IV (data sifat fisika).	
24-04-2020	I, II, III, dan IV.	Revisi abstrak, BAB I, II, III, IV dan revisi judul penelitian.	
18-05-2020	II dan IV	Revisi PPT BAB II penambahan nama alat dan BAB IV perbaikan hasil, latihan seminar.	
27-05-2020	IV dan V	Revisi abstrak, revisi BAB IV penambahan pembahasan; BAB V perbaikan kesimpulan dan saran, perbaikan daftar pustaka.	
07-06-2020	IV dan V	Revisi BAB IV tambahan gambar, keterangan masing-masing perekat, revisi pembahasan; Revisi BAB V kesimpulan.	
22-06-2020	IV dan V	Revisi abstrak ditambahkan hasil penelitian nilainya; revisi BAB IV pembahasan dan judul sub bab; Revisi BAB V kesimpulan; dan revisi penulisan daftar pustaka dan Revisi PPT.	

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
29-06-2020	I, II, dan III	Revisi penulisan sitasi dari Bab I, II, dan III, revisi penulisan daftar pustaka, dan revisi PPT.	
02-07-2020	-	Revisi PPT, tabel referensi disesuaikan dengan laporan	
13-07-2020	I, II, III, IV, dan V	Revisi penambahan tanda koma sebelum kata "dan", perbaikan daftar pustaka, perbaikan diagram alir Bab III, penambahan referensi komposisi dan tabel, dan perubahan singkatan.	
16-07-2020	III dan IV	Revisi narasi judul tabel pada Bab III, penulisan awalan, revisi daftar pustaka dan revisi pembahasan.	
29-07-2020	II, III, dan V	Revisi istilah Bab II, tambahan nama alat, perbaikan narasi judul tabel, tambahan acuan pengujian pada Bab IV, dan tambahan standar untuk saran.	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer

Pembimbing

Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP. 198505112014022001

Lampiran E Data Sifat Mekanis *Cushion Gum*

PUSAT PENELITIAN KARET LABORATORIUM PENGUJI LAB. PENGUJIAN FISIKA		No. contoh		MTP 01					
		Tanggal							
TEGANGAN PUTUS, TEGANGAN TARIK DAN PERPANJANGAN PUTUS		Metoda Uji		ASTM D412-16					
		Suhu ruang							
		Pisau dumbble							
		Arah potongan uji		Direct Machine; Transerse machine; Isotropis					
Mengetahui Penjab. L		Operator uji							
No	DUMBBLES		MODULUS				TEGANGAN PUTUS		PERPN. PUTUS
	Tebal mm	Luas mm ²	Pada.....%		Pada.....%		kg/cm ³	N/mm ³	(%)
			kg/cm ³	N/mm ³	kg/cm ³	N/mm ³	kg/cm ³	N/mm ³	(%)
NT1	1,85	5,55					135,8	24,47	620
	1,55	4,65					117,5	25,29	630
	1,49	4,47					96,1	21,50	590
NT2	2,04	6,12					145,8	23,82	650
	1,75	5,45					125,1	23,83	650
	1,78	5,39					128,2	24,07	650
NT3	1,99	4,47					112,7	25,10	670
	1,66	4,99					114,4	22,97	650
	1,57	4,71					103,8	22,04	620
NT5	2,30	6,90					137,3	19,90	570
	2,29	6,87					140,4	20,44	610
	2,27	6,81					137,3	20,16	590
NT4	1,92	5,76					138,9	24,11	670
	2,27	6,81					146,5	21,51	650
	1,93	5,79					119,0	20,55	610
NT6	2,15	6,45					96,5	8,8	520
	1,82	5,46					53,4	9,8	530
	1,88	5,64					69,4	14,3	600

Keperasa

57

58

58

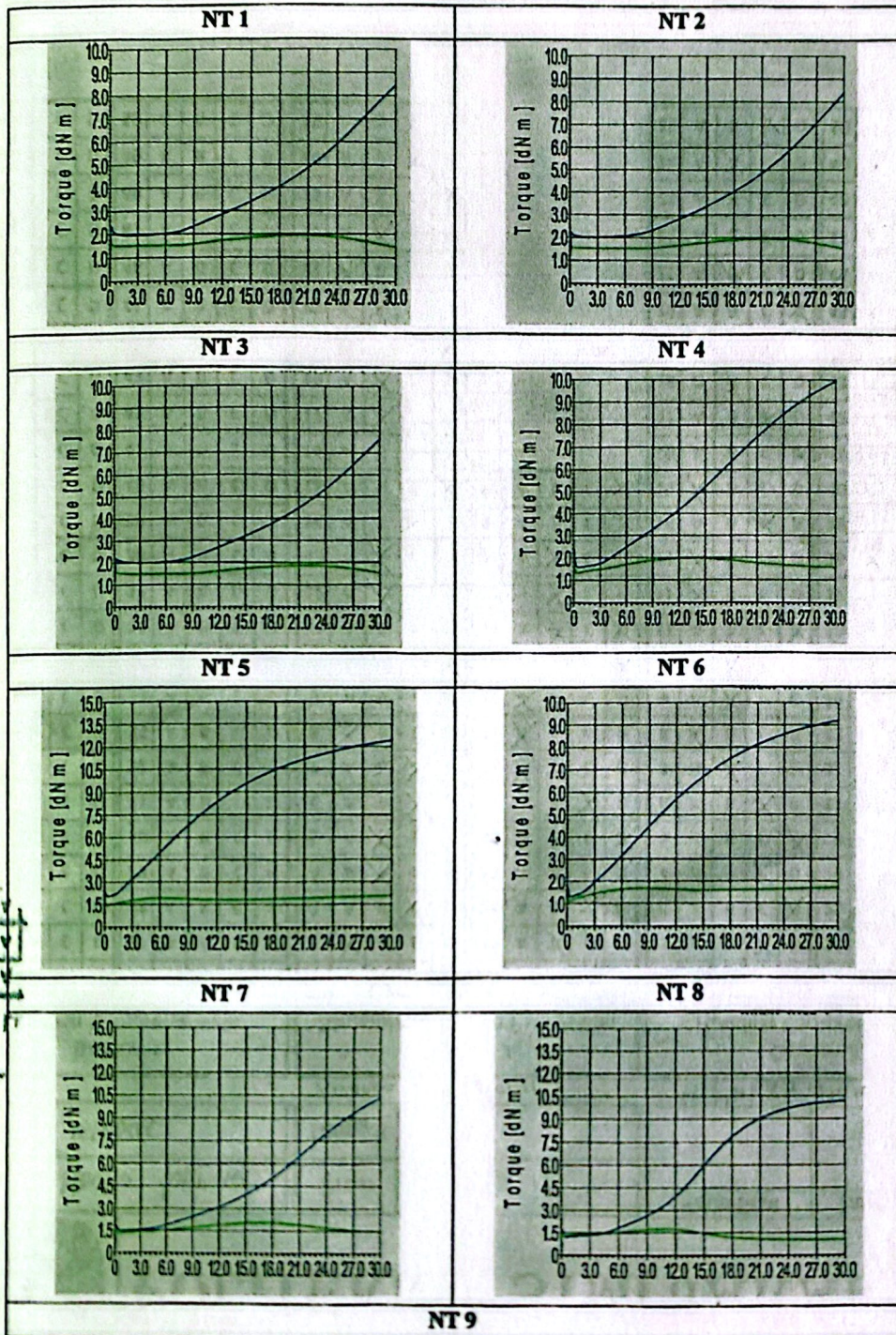
63

60

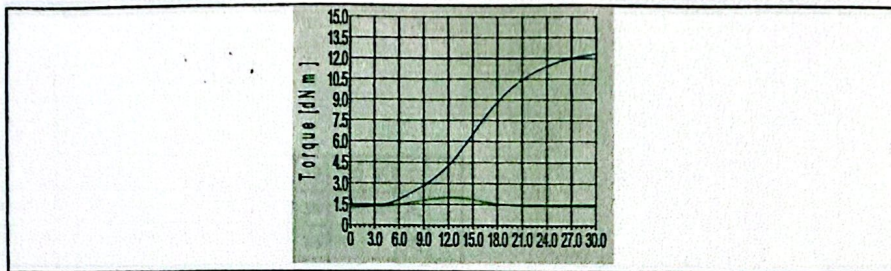
60

Lampiran F Data Karakteristik Kematangan Kompon

Karakterisasi pematangan kompon karet (*curing properties*)



Lampiran F Data Karakteristik Kematangan Kompon



Karakteristik Pemasakan	Nilai								
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8	NT 9
S_{max} (kg-cm)	8,45	8,38	7,6	9,94	12,43	9,2	10,32	10,18	12,32
S_{min} (kg-cm)	1,29	1,23	1,26	1,56	1,71	1,29	0,74	0,51	1,35
$S_{max}-S_{min}$ (kg-cm)	7,16	7,15	6,34	8,38	10,72	7,91	9,58	9,67	10,97
t_{90} (Min, Sec)	28,15	28,19	28,19	26,19	21,58	22,47	27,07	21,39	23,2
Scorch Time (t_2) (min, sec)	14,18	14,1	15,14	10	3,52	6,19	10,15	8,35	10,12
Indeks Kecepatan Reaksi Vulkanisasi (CRI)	7,16	7,10	7,66	6,18	5,54	6,14	5,91	7,67	7,65