

**PENGARUH STRUKTUR AGGREGATE KARBON HITAM TERHADAP  
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT KARET ALAM / KARBON HITAM**

(Skripsi)

Oleh :

Riski Ari Pratama



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2017**

## ABSTRAK

### PENGARUH STRUKTUR AGGREGATE KARBON HITAM TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT KARET ALAM / KARBON HITAM

Oleh

**Riski Ari Pratama**  
**1015021051**

Karet alam merupakan salah satu komoditi perkebunan yang sangat penting peranannya dalam ekonomi Indonesia. Karet alam dijadikan sebagai sumber pendapatan dan kesejahteraan masyarakat serta sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi sentra-sentra baru di wilayah sekitar perkebunan karet. Sebagian besar petani karet di Indonesia lebih memilih menjual karet alam hasil sadapan mereka kepada pengepul dengan harga yang relatif murah. Hal ini disebabkan oleh kurang mengertinya petani karet tentang cara pemrosesan karet olahan agar menghasilkan produk olahan karet yang berkualitas dan tentunya bernilai jual tinggi sehingga dapat menambah keuntungan bagi para petani karet. Salah satu peningkatan nilai ekonomis karet adalah dengan membuat komposit berbahan dasar karet alam. Komposit merupakan salah satu alternatif untuk menghasilkan material yang dari sifat mekaniknya lebih baik dari material lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kekuatan tarik komposit karet alam / karbon hitam. Bahan pengisi komposit yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon hitam dengan seri N220, N330, N550, dan N660. Pengujian komposit ini, menggunakan pengujian tarik dengan ASTM D-412. Dari hasil pengujian tarik tersebut diperoleh nilai pada komposit karet alam – karbon hitam dengan penguat karbon hitam N220 memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 1.216 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah 0.610 MPa pada komposit dengan penguat karbon hitam N550. Dikarenakan struktur pada penguat karbon hitam N220 lebih kompleks dan rapat dibandingkan dengan struktur penguat karbon hitam N550 yang lebih sederhana. Berdasarkan hasil foto makro dan hasil *Scanning Electron Microscope* menunjukkan besarnya kekuatan tarik tidak hanya dipengaruhi oleh struktur, *aglomerat* adalah penyebab kekuatan tarik komposit.

**Kata kunci :** Komposit, karet alam, karbon hitam, struktur, kekuatan tarik, *Scanning Electron Microscope* (SEM).

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF THE BLACK CARBON AGGREGATE STRUCTURE ON THE POWER OF NATURAL RUBBER COMPOSITE / BLACK CARBON**

**By**

**Riski Ari Pratama**

**1015021051**

Natural rubber is one of the most important plantation commodities in Indonesia's economy. Natural rubber used as a source of income and welfare of the community and as a driver of economic growth of new centers in the area around the rubber plantation. Most of the rubber farmers in Indonesia prefer to sell natural rubber from their tappers to the collectors with a relatively cheap price. This is caused by the lack of understanding of rubber farmers on how to process processed rubber to produce high quality rubber processing products and of course high selling value so as to increase profits for rubber farmers. One of the increasing economic value of rubber is by making composite based on natural rubber. Composites are an alternative to produce materials that are of better mechanical properties than other materials. The purpose of this research is to know the tensile strength of natural rubber composite / carbon black. The composite filler used in this study is carbon black with N220, N330, N550, and N660 series. This composite test, using tensile testing with ASTM D-412. From the tensile test results obtained value on natural rubber composite - carbon black with carbon black reinforcement N220 has the highest tensile strength of 1.216 MPa. While the lowest tensile strength of 0.610 MPa on composites with black carbon N550. Because the structure of the N220 carbon black reinforcement is more complex and denser than the simpler N550 carbon black reinforcement structure. Based on the results of macro photographs and the results of Scanning Electron Microscope shows the magnitude of tensile strength is not only influenced by the structure, agglomerates are the cause of composite tensile strength.

**Keywords:** Composite, natural rubber, carbon black, structure, tensile strength, Scanning Electron Microscope (SEM).

**PENGARUH STRUKTUR AGGREGATE KARBON HITAM TERHADAP  
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT KARET ALAM / KARBON HITAM**

Oleh

*Riski Ari Pratama*

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH STRUKTUR AGGREGATE  
KARBON HITAM TERHADAP KEKUATAN  
TARIK KOMPOSIT KARET ALAM /  
KARBON HITAM**

Nama Mahasiswa : **Riski Ari Pratama**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1015021051

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



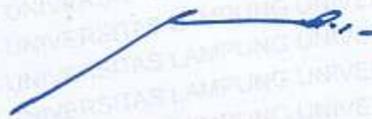
**Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.**  
NIP. 19740202 199910 2 001

Pembimbing II



**Zulhendri H, S.T., M.T.**  
NIP. 19731002 20000 3 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**  
NIP 19740816 200012 1 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T.,M.Met.**



**Sekretaris : Zulhendri H, S.T., M.T**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Moh. Badaruddin, S.T.,M.T**



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D**  
**NIP. 196207171987031002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Oktober 2017**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 36 peraturan akademik Universitas Lampung dengan surat keputusan rektor No.458/UN26/DT/2016.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2017



**Riski Ari Pratama**  
**1015021051**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kampung Baru pada tanggal 03 Januari 1993 ,sebagai anak Keempat dari lima bersaudara dari pasangan Supranoto dan Suwarni. Penulis memulai pendidikan formalnya dari MIN Padang Ratu Sungkai Utara dan lulus pada tahun 2004, selanjutnya di MTsN Padang Ratu Sungkai Utara dan diselesaikannya pada tahun 2007. MAN Padang Ratu Sungkai Utara yang diselesaikannya pada tahun 2010.

Selanjutnya penulis terdaftar menjadi mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi Mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi kepengurusan HIMATEM sebagai anggota Diklat, Dewan Adat UKM Pramuka Universitas Lampung, Ketua Jurusan Teknik Sepeda Motor di SMK Plus Bani Saalim Bandar Lampung. Penulis mengambil konsentrasi matakuliah bidang Material Teknik (Komposit) dan melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Struktur Aggregate Karbon Hitam Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Karet Alam/Karbon Hitam”**. Untuk syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Universitas Lampung.



# PERSEMBAHAN

*Dengan mengucap syukur Alhamdulillah dan segala usaha  
untuk mencapai impian  
kupersembahkan karya kecilku ini untuk:*

*Orang tuaku, Supranoto dan Ibu  
Suwarni*

*Hormat dan bhaktiku atas setiap tetes air mata ibu dalam doa dan  
setiap tetes keringat ayah dalam bekerja keras sampai akhir  
perjuangan studiku.*

*Yang terkasih, Dyah Handika  
Prawita Ningrum*

*Yang kelak akan menemani masa depanku. Terima kasih atas  
perhatian, kesabaran, dan kasih sayangmu yang selalu  
memberikanku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan studi.*

MOTTO

**“Yang dapat mewujudkan mimpi bukanlah takdir  
melainkan tekad dan keyakinan”**

***“Barang siapa yang ingin do'anya terkabul  
dan terlepas dari kesulitannya, maka  
hendaklah ia mengatasi (meringankan)  
kesulitan/kesusahan orang lain.”***

***-(HtR Ahmad)-***

## SANWACANA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas nikmat kesehatan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Sholawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan bagi umat manusia. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Pengaruh Struktur Aggregate Karbon Hitam Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Karet Alam/Karbon Hitam”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis (Ibu dan Bapak) serta seluruh keluarga telah memberikan banyak pengorbanan, doa, kasih sayang, motivasi, semangat, harapan, materil dan spiritual, sehingga penulis dapat merasa aman dan nyaman selama menjalani pendidikan dan menyelesaikan skripsi di Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Univeristas Lampung.

4. Ibu Dr. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir atas kesediaan dan keikhlasannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Zuhendri H.,S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaan dan keikhlasannya untuk memberikan bimbingan, motivasi dan saran untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Moh. Badaruddin, S.T.,M.T selaku dosen Pembahas yang telah memberikan masukan dalam penulisan laporan ini.
7. Ibu Novri Tanti.,S.T., M.T.,selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan dan motivasi dalam kegiatan akademik.
8. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang banyak memberikan ilmu selama penulis melaksanakan studi, baik berupa materi perkuliahan maupun tauladan dan motivasi sehingga dapat kami jadikan bekal untuk terjun ke tengah-tengah masyarakat.
9. Teman seperjuangan **Fajar Andi Saputra** dan **Hendy Riyanto** yang telah bersama-sama jatuh bangun dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Kekasih hati **Dyah Handika Pravita Ningrum** yang selalu meberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Rekan-rekan **Teknik Mesin angkatan 2010**, terkhususkan kepada **Robertus Dian, Angga Roby Virtajaya, Lilik Setiadi, Mario Salimor, Made Yoga Adi Winata, Wahyu Eka Saputra, I Nyoman Arnando,** dan **Dian Purnama** yang telah membantu dan memberi semangat dalam penyelesaian masa studi penulis.

12. **Kak Eka Susanto, Nurhudiman, Erwanto, Temu Riyadi, Saipul Anwar, Driyanto, Arif Visodik, Baidowi, Hani Nurrofifah, Novita Wijayanti, Destin Hidayanti,** dan seluruh warga UKM Pramuka Universitas Lampung terima kasih atas motivasi dan kebersamaannya.
13. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga kebaikan, kemurahan hati dan bantuan yang telah diberikan semua pihak mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT dan semoga hari-hari kita selalu indah dan menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Oktober 2017  
Penulis,

Riski Ari Pratama

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRACT</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>COVER DALAM</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ix
<b>SANWACANA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Tujuan Penelitian.....	6
1.3.Manfaat Peneitian.....	7
1.4.Batasan Masalah.....	7
1.5. Sistematika Penulisan.....	8

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Karet Alam .....	10
2.1.1. Struktur Karet Alam .....	12
2.1.2. Partikel Karet .....	14
2.1.3. Prakogulasi .....	15
2.1.4. Proses Pengolahan Karet ( <i>Sheet</i> ) .....	16
2.1.5. Jenis – jenis Karet Alam .....	17
2.1.6. Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintesis .....	20
2.2. Komposit .....	21
2.2.1. Macam-macam Komposit .....	21
2.3. Karbon Hitam .....	22
2.4. Sulfur .....	25
2.4.1. Karakteristik dan Sifat Sulfur .....	25
2.4.2. Kegunaan Sulfur .....	26
2.5. Bahan Kimia Lain .....	26
2.6. Uji Tarik .....	27

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat .....	29
3.2. Bahan dan Alat .....	29
3.2.1. Bahan yang Digunakan .....	29
3.2.2. Alat yang Digunakan .....	31
3.3. Metode Penelitian .....	36
3.3.1. Survey Lapangan dan Studi Literatur .....	36
3.3.2. Persiapan Bahan .....	36
3.3.3. Persiapan Pembuatan Spesimen .....	37
3.3.4. Proses Pembuatan Spesimen .....	37
3.4. Pengujian Komposit .....	38
3.5. Diagram Alur Proses Pembuatan Spesimen .....	40

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengujian Tarik .....	41
1. Karet Alam .....	43
2. Komposit Karet Alam- Karbon Hitam N220 .....	43
3. Komposit Karet Alam- Karbon Hitam N330 .....	44
4. Komposit Karet Alam- Karbon Hitam N550 .....	46
5. Komposit Karet Alam- Karbon Hitam N660 .....	47
6. Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik komposit karet alam – Karbon Hitam .....	49
7. Grafik nilai rata-rata regangan komposit karet alam – Karbon Hitam	50
4.2. Analisa Kekuatan Tarik dengan Pengamatan SEM .....	50
4.3. Pembahasan Pengamatan SEM .....	54
4.4. Morphologi perpatahan aggregate .....	56

## **BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Simpulan .....	58
5.2. Saran.....	59

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Tipe – tipe Karbon Hitam .....	24
Tabel 2.2. Nilai Modulus Young Untuk Bebarapa Jenis Bahan .....	28
Tabel 3.1. Variasi campuran karet alam dengan sulfur dan karbon.....	37
Tabel 4.1. Nilai hasil pengujian tarik komposit karet alam – karbon hitam N220 .....	43
Tabel 4.2. Nilai hasil pengujian tarik komposit kare alam – karbon hitam N330 .....	45
Tabel 4.3. Nilai hasil pengujian tarik komposit karet alam – karbon hitam N550 .....	46
Tabel 4.4. Nilai hasil pengujian tarik komposit karet alam – karbon hitam N660. ....	47

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Struktur Karbon Hitam.....	23
Gambar 2.2. Sulfur.....	25
Gambar 3.1. Karet Alam .....	30
Gambar 3.2. Karbon hitam.....	30
Gambar 3.3. Sulfur.....	31
Gambar 3.4. Asam formiat.....	31
Gambar 3.5. Mesin mixer .....	31
Gambar 3.6. Sendok.....	32
Gambar 3.7. Timbangan digital .....	32
Gambar 3.8. Stop watch.....	32
Gambar 3.9. Wadah pengaduk mixer .....	33
Gambar 3.10. Mesin presshop .....	33
Gambar 3.11. Cetakan Baja .....	34
Gambar 3.12. Furnace.....	34
Gambar 3.13. Mangkok furnace .....	34
Gambar 3.14. Mesin uji tarik .....	35
Gambar 3.15. Alat uji SEM .....	35
Gambar 3.16. Bentuk dumbbel .....	39
Gambar 3.17. Diagram alur penelitian.....	40

Gambar 4.1. Spesimen komposit variasi N220.....	42
Gambar 4.2. Spesimen komposit variasi N330.....	42
Gambar 4.3. Spesimen komposit variasi N550.....	43
Gambar 4.4. Spesimen komposit variasi N660.....	43
Gambar 4.5. Grafik rata-rata kekuatan tarik komposit karet alam – karbon hitam .....	49
Gambar 4.6. Grafik rata-rata regangan tarik komposit karet alam karbon hitam. ....	50
Gambar 4.7.(a) dan (b) Hasil pengamatan SEM pada variasi N220 .....	51
Gambar 4.8. (a) dan (b) Hasil pengamatan SEM pada variasi N330 .....	52
Gambar 4.9. (a) dan (b) Hasil pengamatan SEM pada variasi N550 .....	53
Gambar 4.10.(a) dan (b) Hasil pengamatan SEM pada variasi N660.....	54
Gambar 4.11.(a), (b), (c), dan (d) Morphologi Patahan Aggregate .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Subsektor perkebunan memegang peran yang penting dalam program pembangunan, khususnya pengembangan sektor pertanian. Subsektor ini menjadi tempat bagi petani dalam menggantungkan kehidupannya, juga sebagai cabang usaha yang berfungsi untuk menciptakan lapangan pekerjaan, sebagai sumber non-migas yang sangat diharapkan dan secara langsung terkait pula dalam usaha pelestarian sumber daya alam. Seiring dengan berkembangnya perkebunan besar yang diusahakan oleh para pengusaha perkebunan, maka berkembang pula perkebunan - perkebunan karet alam yang diusahakan oleh rakyat (petani karet) terutama di luar Jawa yang masih banyak tanah atau lahan kosong yang bisa dijadikan perkebunan karet.

Pohon karet pertama kali hanya tumbuh di Brasil, Amerika Selatan. Tanaman karet pertama di Indonesia ditanam di Kebun Raya Bogor. Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama karet alam terbesar di dunia yang mengekspor hasil perkebunan karet ke beberapa negara. Pohon

karet (*Hevea brasiliensis*) Indonesia yang banyak terdapat di Provinsi Lampung, dengan data penghasilan karet untuk diekspor dari Provinsi Lampung sebesar 19.000 ton. Karet alam (*Natural Rubber*) adalah getah karet (lateks) diperoleh dengan melukai kulit batangnya sehingga keluar cairan kental yang kemudian ditampung. Cairan ini keluar akibat tekanan turgor dalam sel yang terbebaskan akibat pelukaan. Aliran berhenti apabila semua isi sel telah habis dan luka tertutup oleh lateks yang membeku. Karet alam memiliki sifat elastisitas, kelekatan, kekuatan tarik tinggi, dan kepegasan yang tinggi. Karet adalah bahan utama pembuatan ban, beberapa alat-alat kesehatan, alat-alat yang memerlukan kelenturan dan tahan goncangan.

Petani karet di Indonesia menjual karet alam hasil sadapan kepada pengepul dengan harga yang relatif murah. Hal ini dikarenakan kurang mengertinya petani karet tentang cara pengolahan karet agar menghasilkan produk olahan karet yang berkualitas dan bernilai jual tinggi sehingga dapat menambah keuntungan bagi parapetani karet. Salah satu cara peningkatan nilai ekonomis petani karet adalah dengan membuat komposit berbahan dasar karet alam.

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari campuran antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda-beda. Bahan komposit tersusun atas pengisi dan penguat. Pengisi adalah

bahan yang mengikat penguat, sedangkan penguat adalah bahan yang diisikan kepada bahan pengisi yang berfungsi untuk menunjang sifat-sifat pengisi. Dalam pembuatan komposit pengisi harus campurkan dengan bahan penguat dan penghubung agar dapat menghasilkan sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan sifat-sifat dari bahan tunggal. Bahan penguat yang ditambahkan pada karet alam untuk memperbaiki sifat dari karet itu sendiri. Contohnya yaitu dengan penambahan bahan pengisi adalah sulfur, silika, karbon hitam, *fly ash*, arang cangkah biji sawit, tanah liat, dan lain-lainnya.

Karbon hitam adalah bahan pengisi yang mempengaruhi sifat mekanik dari karet alam, (Amelia, 2008). Sifat mekanik sendiri adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang diterima oleh bahan tersebut, seperti kekuatan tarik, tahan terhadap keausan, tahan terhadap gesekan, dan meningkatkan nilai kekerasan.

Pada prosesnya, pembuatan kompon dibedakan menjadi dua jenis yaitu dengan proses pemesian dan proses manual. Pada proses pemesian, proses pencetakan karet yang dilakukan dengan menggunakan mesin roll mill, sedangkan pada proses manual proses pencetakan karet menggunakan cetakan, kemudian dipress oleh mesin manual, waktu dan temperatur tertentu.

Berdasarkan penelitian tentang Pengaruh Pengisi Karbon Tempurung Kelapa dan Karbon Sintesis Terhadap Sifat Mekanis Produk Latex. Penambahan bahan pengisi didalam latex dapat menguatkan vulkanisat suatu karet, sehingga dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik nya. Pada penelitian ini digunakan bahan pengisi karbon tempurung kelapa dan sebagai pembanding karbon sintesis dengan variasi berat 2.5 phr, 7.5 phr, dan 12.5 phr. Dari hasil penelitian telah berhasil di peroleh karakteristik sifat mekanikal seperti uji tarik, modulus dan perpanjangan putus. Hasil uji tarik untuk penambahan bahan pengisi karbon kelapa berat 2.5 phr sebesar 15.6 MPa, untuk penambahan karbonkelapa 7.5 phr sebesar 19.5 MPa dan penambahan karbon kelapa 12.5 phr sebesar 20.5 MPa, sedangkan untuk penambahan bahan pengisi karbon sintesis berat 2.5 phr sebesar 18.3 MPa, untuk berat 7.5 phr sebesar 23.9 MPa dan berat 12.5 phr sebesar 18.2 MPa. Hasil modulus meningkat dengan penambahan bahan pengisi, untuk karbon kelapa dengan berat 2.5 phr modulus sebesar 1.3 MPa, penambahan karbon kelapa 7.5 phr sebesar 1.4 MPa, dan penambahan 12.5 phr sebesar 1.7 MPa. sedangkan untuk penambahan bahan pengisi karbon sintesis berat 2.5 phr sebesar 1.1 MPa, untuk berat 7.5 phr sebesar 1.5 MPa, untuk berat 12.5 phr sebesar 1.8 MPa. Hasil perpanjangan putus menurun dengan meningkat nya kandungan pengisi, untuk karbon kelapa berat 2.5 phr sebesar 780%, penambahan 7.5 phr sebesar 770%, penambahan 12.5 phr sebesar 760%, sedangkan untuk penambahan bahan pengisi karbon sintesis 2.5 phr sebesar 820 %, untuk berat 7.5 phr 780 %, untuk berat 12.5 phr sebesar 720 %.

Hasil vulkanisasi bahan pengisi karbon sintetis memperlihatkan sifat-sifat mekanik yang lebih tinggi bila dibandingkan bahan pengisi karbon kelapa, (Yuniati, 2013).

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh kandungan sulfur terhadap kekerasan produk gasket kendaraan dengan perbedaan komposisi sulfur tiap spesimen yaitu 3,7gram, 7,5 gram, dan 11,1 gram Penelitian ini menggunakan alat *mixer* dan *roll* untuk mencampur karet secara manual dan alat bantu lain. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kandungan sulfur maka kekerasan pada Kompon semakin meningkat. Kompon yang mengandung sulfur 11,1 gram mempunyai kekerasan lebih tinggi yaitu 97,3 shore A daripada Kompon yang mengandung sulfur 3,7 yaitu 71,6 shore A gram, sedangkan Kompon yang mengandung sulfur 7,5 gram mempunyai kekerasan yang distandarkan yaitu 88 shore A, (Masyrukan, 2013).

Ukuran partikel dan jumlah *carbon black* memberikan informasi untuk mendapatkan produk karet alam dengan sifat kuat tarik optimal dapat digunakan *carbon black* tipe N220 phr. Semakin kecil ukuran partikel semakin besar kekuatan tarik dari produk karetalam. Sementara untuk jumlah *carbon black*, hasil paling optimal diperoleh pada penambahan 30 phr *carbon black*. Ukuran *carbon black* 30 phr (tipe N220=273.66, N330=236.848, N550=236.858, N660=229.782) kg/cm *carbon black* 40 phr (tipe N220=223.408, N330=216.018, N550=236.858, N660=176.475) kg/cm<sup>2</sup>,

dan *carbon black* 50 phr (tipe N220=242.832, N330= 211.538, N550= 195.052, N660= 192.296) kg/cm<sup>2</sup>, (Atur Riga Sasongko, 2012).

Penelitian tentang pengaruh karbon hitam terhadap sifat uji tarik komposit karet alam dengan penguat karbon N330 menggunakan variasi kandungan penguat sebesar 20 %, 25 %, dan 30 %. Setelah dilakukan uji tarik, kekuatan tarik terbesar pada variasi penguat karbon hitam 20 % dengan hasil 1.18 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah pada variasi 25 % dengan hasil 0.91% MPa, (Fajar Andi Saputra, 2016).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dijelaskan bahwa bahan pengisi karbon hitam dan sulfur memiliki pengaruh yang baik bila dicampurkan dengan karet alam. Namun dari kesemua penelitian yang telah dilakukan proses pembuatannya menggunakan proses pemésinan, sehingga hasil dari proses manual pembuatan kompon belum diketahui secara signifikan. Merujuk dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti ingin melakukan penelitian tentang pembuatan komposit karet alam dengan karbon hitam dan sulfur secara manual guna mengetahui pengaruh penambahan sulfur pada komposit karet alam dengan karbon hitam menggunakan proses manual.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh struktur karbon hitam terhadap kekuatan tarik komposit karet alam – karbon hitam.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, pengujian ini berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang material komposit.
2. Bagi akademik, penelitian ini berguna menambah referensi tentang komposit karet alam

### **1.4 Batasan Masalah**

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi dalam beberapa hal sebagai berikut:

1. Bahan matrik komposit adalah karet alam
2. Bahan pengisi komposit adalah karbon hitam.
3. Proses pencampuran dan mencetak spesimen yang digunakan adalah proses manual.
4. Pengujian sifat mekanik komposit adalah pengujian tarik.
5. Struktur karbon yang digunakan dengan nomor serbuk karbon hitam N220, N330, N550, dan N660.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Terdiri dari latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka berisikan tentang teori yang berhubungan dan mendukung masalah yang diambil.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Terdiri atas hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian, yaitu tempat penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian, prosedur pembuatan dan diagram alir pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisikan hasil penelitian dan pembahasan dari data-data yang diperoleh setelah pengujian.

### **BAB V : SIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

**DAFTAR KEPUSTAKAAN**

Memuat referensi yang digunakan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.

**LAMPIRAN**

Berisikan pelengkap laporan penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karet Alam**

Karet alam dapat diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis* yang menghasilkan getah berupa cairan berwarna putih ketika permukaan kulit pohonnya disadap. Tanaman yang berasal dari negara Brazil ini merupakan sumber utama bahan karet alam dunia. Karet alam juga dapat dihasilkan dari tanaman lain yaitu *Castilla elastica* dan *Ficus elastica* (famili Moraceae), *Funtumia elastica*, *Dyera sp.*, dan *Landolphia sp.* (famili Apocinaceae), *Palaquium gutta* (famili Sapotaceae), *Parthenium argentatum* dan *Taraxacum kokbsaghyz* (famili Compositae), dan *Manihot glaziovii* (famili Euphorbiaceae). Tanaman tersebut dapat tumbuh pada segala jenis tanah. Tanaman karet mempunyai toleransi terhadap pH tanah yang cukup besar, yaitu antara 3,8-8, meskipun yang dianggap optimum adalah 4-6,5.

Di Indonesia, tanaman karet tumbuh baik pada tanah dengan ketinggian antara 600-700 m di atas permukaan laut. Pada tempat yang lebih tinggi, pertumbuhannya akan menjadi lebih lambat dan produktifitasnya rendah.

Tanaman karet dapat ditanam pada tanah yang kurang subur untuk menanam tanaman perkebunan yang lain. Pada tanah yang subur, karet mulai dapat disadap setelah umur 4-5 tahun. Sedangkan pada tanah yang kurang subur, tanaman karet baru bisa disadap pada umur 7 tahun, (Goutara *et al.*,1985).

Karet alam merupakan polimer isoprene ( $C_5H_8$ ) yang mempunyai bobot molekul yang besar. Susunannya adalah  $-CH-C(CH_3)=CH-CH_2-$ . Karet *Hevea* yang diperoleh dari pohon *Hevea brasiliensis* adalah bentuk alamiah dari 1,4-*polyisoprene*. Karet jenis ini memiliki ikatan ganda lebih dari 98% dalam konfigurasi *cis*nya yang penting bagi kelenturan atau elastisitas polyisoprene. Lebih dari 90% *cis*-1,4 polyisoprene digunakan dalam industri karet *Hevea*, (Tarachiwin, 2005).

Proses polimerisasi susunan isoprene akan menghasilkan polimer dengan struktur ikatan kimia yang berbeda.

Karet alam adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik. Penggunaannya terutama disebabkan oleh kelembutan alaminya dan kemudahan pembentukannya. Karet alam diperoleh dari getah resin karet (lateks karet alam) yang disebut *Hevea Brasiliensis* yang berasal dari daerah Amazon dengan cara penggumpalan dan pengeringan. Tergantung dari cara memprosesnya. Daerah penghasil karet alam terbesar yang memproduksi 70% dari jumlah seluruh produksi karet dunia adalah Thailand, Indonesia, dan Malaysia. Karet alam bisa

mengkristal pada suhu rendah (misalkan  $-26^{\circ}\text{C}$ ) dan bila ini terjadi, diperlukan pemanasan karet sebelum diolah pabrik barang jadi karet.

Karet alam mengandung beberapa bahan antara lain: karet hidrokarbon, protein, lipid netral, lipid polar, karbohidrat, garam anorganik. Protein dalam karet alam dapat mempercepat vulkanisasi atau menarik air dalam vulkanisat. Beberapa *lipid* ada yang merupakan bahan pencepat atau antioksidan. Protein juga dapat meningkatkan *heat build up* tetapi dapat juga meningkatkan ketahanan sobek. Karet alam lama kelamaan dapat meningkat viskositasnya atau menjadi keras. Ada jenis karet alam yang sudah ditambah bahan garam hidrosilamin sehingga tidak bisa mengeras dan disebut karet CV (*contant viscosity*).

### **2.1.1 Struktur Karet Alam**

Struktur dasar karet alam adalah rantai linear unit *isoprene* ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ) yang berat molekul rata-ratanya tersebar antara 10.000-400.000. Pada suhu kamar, karet tidak berbentuk kristal padat dan juga tidak berbentuk cairan.

Banyak sifat-sifat karet alam ini yang dapat memberikan keuntungan atau kemudahan dalam proses pengerjaan dan pemakaiannya, baik dalam bentuk karet atau kompon maupun dalam bentuk vulkanisat. Untuk mengubah sifat fisik dari karet dilakukan proses vulkanisasi. Vulkanisasi adalah proses pembentukan ikatan silang kimia dari rantai molekul yang berdiri

sendiri, meningkatkan elastisitas dan menurunkan plastisitas. Definisi dari vulkanisasi dalam kaitannya dengan sifat fisik karet adalah setiap perlakuan yang menurunkan laju alir elastomer, meningkatkan tensile strength dan modulus. Vulkanisasi karet alam sangat baik dalam hal-hal berikut:

- a. Kepegasan pantul Hal ini menyebabkan timbulnya kalor (*heat build up*) rendah, yang sangat diperlukan oleh barang jadi karet yang akan mengalami hentakan berulang-ulang. Sifat inilah yang menyebabkan karet alam selalu digunakan dalam pembuatan ban truk dan kapal terbang yang sulit disaingi oleh karet sintetik.
- b. Tegangan putus
- c. Ketahanan sobek dan kikis
- d. Fleksibilitas pada suhu rendah

Setiap bagian pohon karet jika dilukai akan mengeluarkan getah susu yang disebut "*lateks*". Banyak tanaman jika dilukai atau disadap mengeluarkan cairan putih yang menyerupai susu, tetapi hanya beberapa jenis pohon saja yang menghasilkan karet. Diantara tanaman tropis hanya *Havea brasileansis* yang telah dikembangkan dan mencapai tingkat perekonomian yang penting.

Komposisi lateks *Havea brasileansis* dapat dilihat jika lateks disentrifugasi dengan kecepatan 18.000 rpm, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Fraksi *lateks* (37%) : karet (isoprene), protein, lipida dan ion logam.
2. Fraksi *Frey Wyssling* (1-3%) : karotenoid, lipida, air, karbohidrat, protein dan turunannya.
3. Fraksi serum (48%) : senyawaan nitrogen, asam nukleat, senyawa organik, ion organik dan logam.
4. Fraksi dasar (14%) : air, protein dan senyawa nitroen, karet dan karotenoid, lipida dan ion logam.

### 2.1.2 Partikel Karet

Partikel karet didalam lateks tidak dapat saling berdekatan, karena masing-masing partikel mempunyai muatan listrik. Gaya tolak menolak muatan listrik ini menimbulkan gerak *brown*. Di dalam lateks isoprene diselaputi oleh lapisan protein sehingga partikel karet bermuatan listrik. Protein merupakan gabungan dari asam-asam amino yang bersifat dipolar (dalam keadaan netral mempunyai dua muatan listrik) dan amphoter (dapat bereaksi dengan asam atau basa).

### 2.1.3 Prakogulasi

Pada saat mulai keluar dari pohon hingga beberapa jam lateks masih berupa cairan, tetapi setelah kira-kira 8 jam lateks mulai mengental dan selanjutnya membentuk gumpalan karet. Penggumpalan (prakoagulasi) dapat dibagi 2 yaitu :

1. Penggumpalan spontan

Penggumpalan spontan biasanya disebabkan oleh pengaruh enzim dan bakteri, aromanya sangat berbeda dari yang segar dan pada hari yang berikutnya akan tercium bau yang busuk.

2. Penggumpalan buatan

Penggumpalan buatan biasanya dilakukan dengan penambahan asam.

Prakoagulasi terjadi karena kemantapan bagian koloidal yang terkandung dalam lateks berkurang. Bagian-bagian koloidal ini kemudian menggumpal menjadi satu dan membentuk komponen yang berukuran lebih besar. Komponen koloidal yang lebih ini akan membeku. Inilah yang menyebabkan terjadinya prakoagulasi.

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya prakoagulasi antara lain:

1. Menjaga kebersihan alat-alat yang digunakan dalam penyadapan, penampungan, maupun pengangkutan. Selama pengangkutan dari kebun ke pabrik pengolahan lateks dijaga agar tidak mengalami banyak guncangan.
2. Mencegah pengenceran lateks dari kebun dengan air kotor, misalnya air sungai.

Memulai penyadapan pada pagi hari sebelum matahari terbit untuk membantu agar lateks dapat sampai ke pabrik atau tempat pengolahan sebelum udara menjadi panas.

#### **2.1.4 Proses Pengolahan Karet (*sheet*)**

*Sheet* adalah salah satu produk karet alam yang telah sejak lama dikenal di pasaran. Pada masa sebelum perang dunia kedua, dalam perdagangan sheet dikenal “*Java Standard Sheet*”, yaitu berupa lembaran-lembaran. *Sheet* yang telah diasap, bersih dan liat, bebas dari buluk (jamur), tidak saling melekat, warna jernih, tidak bergelembung udara dan bebas dari akibat pengolahan yang kurang. Standard tersebut sampai sekarang masih dipertahankan sehingga perdagangan sheet masih mampu bertahan sampai saat ini.

Adapun cara pengolahan *sheet* secara garis besar terdiri dari proses berikut :

- 1) Penerimaan lateks
- 2) Pengenceran
- 3) Pembekuan
- 4) Penggilingan
- 5) Pengasapan dan pengeringan
- 6) Sortasi
- 7) Pengepakan

### **2.1.5 Jenis – jenis Karet Alam**

#### a. Bahan olah karet

Bahan olah karet adalah lateks kebun serta gumpalan lateks kebun yang diperoleh dari pohan karet *Hevea brasiliensis*.

Menurut pengolahannya bahan olah karet dibagi menjadi 4 macam :

1. Lateks kebun adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Cairan getah ini belum mengalami penggumpalan.
2. *Sheet* angin adalah bahan olah karet yang dibuat dari lateks yang sudah disaring dan digumpalkan dengan asam dan berbentuk karet *sheet* yang sudah digiling tetapi belum jadi.

3. *Slab* tipis adalah bahan olah karet yang terbuat dari lateks yang sudah digumpalkan dengan asam.
4. *Lumb* segar adalah bahan olah karet yang bukan berasal dari gumpalan lateks kebun yang terjadi secara alamiah dalam mangkuk penampung.
5. Karet alam konvensional
  - a) *Ribbed smoked sheet* (RSS) adalah jenis karet berupa lembaran sheet yang mendapat proses pengasapan dengan baik.
  - b) *White crepe* dan *pale crepe* adalah jenis crepe yang berwarna putih atau muda dan ada yang tebal dan tipis.
  - c) *Estate brown crepe* adalah jenis crepe yang berwarna coklat dan banyak dihasilkan oleh perkebunan-perkebunan besar.
  - d) *Compo crepe* adalah jenis crepe yang dibuat dari bahan lump, scrap pohon, potongan-potongan sisa dari RSS.
  - e) *Thin brown crepe remilis* adalah crepe coklat yang tipis karena digiling ulang.
  - f) *Thick blanket crepes ambers* adalah crepe blanket yang tebal dan berwarna coklat.
  - g) *Flat bark crepe* adalah karet tanah.
  - h) *Pure soked blanket crepe* adalah crepe yang diperoleh dari penggilingan karet asap yang khusus berasal dari RSS.

- i) *Off crepe* adalah crepe yang tidak tergolong bentuk beku atau standar, dibuat dari contoh- contoh sisa penentuan kadar karet kering.
- j) Lateks pekat adalah jenis karet yang berbentuk cairan peka, tidak berbentuk lembaran atau padatan lainnya. Lateks pekat ini banyak digunakan untuk pembuatan bahan-bahan karet yang tipis dan bermutu tinggi.

6. Karet bongkah (*block rubber*)

Karet bongkah adalah karet remah yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela-bandela dengan ukuran yang telah ditentukan.

7. Karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*)

Karet spesifikasi teknis adalah karet alam yang dibuat khusus sehingga terjamin mutu teknisnya.

8. *Tyre rubber*

*Tyre rubber* adalah bentuk lain dari karet alam yang dihasilkan sebagai barang setengah jadi sehingga bisa langsung dipakai oleh konsumen, baik untuk pembuatan ban atau barang yang menggunakan bahan baku karet alam lainnya.

#### 9. Karet reklim (*reclaimed rubber*)

Karet reklim adalah karet yang diolah kembali dari barang-barang karet bekas, terutama ban-ban mobil bekas dan bekas ban-ban berjalan. Biasanya karet reklim banyak dipakai sebagai bahan campuran sebab bersifat mudah mengambil bentuk dalam acuan serta daya lekat yang dimilikinya juga baik. Produk yang dihasilkan lebih kukuh dan tahan lama dipakai, lebih tahan terhadap bensin atau minyak pelumas, tetapi karet reklim kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sesuai dengan sifatnya sebagai karet bekas pakai.

#### 2.1.6 Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis

Kelebihan karet alam dibanding karet sintetis adalah :

- Memiliki daya elastis
- Memiliki plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah
- Tidak mudah panas (*low heat built up*) dan
- Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan (*groove cracking resistance*).

Karet sintetis juga memiliki kelebihan antara lain :

- Tahan terhadap zat kimia, dan
- Harganya yang cenderung dapat dipertahankan

Perbedaan karet dengan benda-benda lain, tampak nyata pada sifat karet yang lembut, fleksibel dan elastis. Sifat-sifat ini memberi kesan bahwa karet alam adalah suatu bahan cairan alamiah atau suatu cairan dengan kekentalan yang sangat tinggi.

## **2.2 Komposit**

Komposit adalah material yang terbentuk dari hasil penggabungan dua material atau lebih yang memiliki sifat berbeda. Pada umumnya material komposit terdapat dua bagian yaitu pengisi dan penguat, (Zainuri, 2008).

Pengisi adalah bahan yang mengikat penguat, sedangkan penguat adalah bahan yang diisikan kepada bahan pengisi yang berfungsi untuk menunjang sifat-sifat pengisi. Dalam pembuatan komposit pengisi harus dicampurkan dengan bahan penguat dan penghubung agar dapat menghasilkan sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan sifat-sifat dari bahan tunggal.

### **2.2.1 Macam – macam Komposit**

Berdasarkan unsur-unsur pada bahan pokok penyusunnya komposit dibagi menjadi tiga macam yaitu.

a. Komposit serat

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari satu lapisan dan menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). Komposit serat merupakan komposit yang terbuat dari serat dan matriks (bahan dasar) yang dibuat secara masal, misalnya serat yang ditambahkan bahan resin sebagai bahan perekat.

b. Komposit Partikel

Komposit partikel adalah komposit yang menggunakan serbuk sebagai penguatnya dan bagi secara merata dalam matriksnya. Komposit ini menggunakan bahan penguat yang dimensinya lebih kecil atau sama, seperti bulat serpih, dan bentuk-bentuk yang berupa partikel.

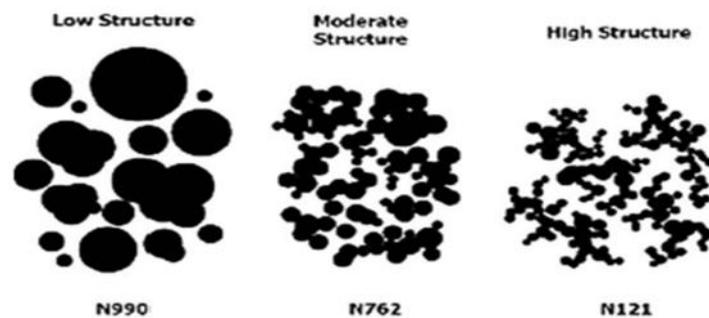
c. Komposit Lapis

Komposit lapis adalah komposit yang terbuat dari dua lapis atau lebih material yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat tersendiri.

### 2.3 Karbon hitam

Karbon hitam merupakan sebuah bentuk dari unsur yang diproduksi melalui pembakaran parsial atau pirosilis terkontrol dari hidrokarbon. Kualitas *carbon black* dipengaruhi oleh ukuran partikel, *surface area*, dan

ph. Karbon Hitam digunakan pada karet alam, fungsinya sebagai pengisi atau penguat dari produk karet alam untuk memperbaiki sifat mekanik, Lebih kecil partikel karbon hitam yang memberikan kualitas ketahanan abrasi yang lebih baik bila dibandingkan dengan partikel yang lebih besar. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1



**Gambar 2.1** Struktur Karbon Hitam

Pada gambar 2.1 menunjukkan bahwa struktur yang paling tinggi dalam pada karbon hitam N220 dengan ukuran partikel yang sangat kecil, sehingga dapat membentuk struktur yang sangat rapat. Sedangkan struktur terendah pada karbon N990 dengan ukuran partikel yang besar sehingga membentuk struktur sangat sedikit dan tidak rapat sehingga dapat mempengaruhi kekuatan tarik yang rendah.

Semakin kecil ukuran partikel *carbon black* semakin besar sifat penguatannya. Distribusi ukuran ini sangat dipengaruhi oleh kondisi saat pencampuran dan tipe agregat *carbon black* yang digunakan. Karbon hitam material nano yang paling banyak digunakan dan agregatnya berukuran dari belasan sampai ratusan nanometer. Ukuran tertentu akan memberikan sifat

tertentu pada komposit. Karbon hitam mempunyai tipe dan ukuran berbeda seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 Tipe – tipe karbon hitam

<i>Type</i>	<i>Designation</i>		<i>Production process and feedstock</i>	<i>Average primary particle size (nm)</i>
	<i>Acronym</i>	<i>ASTM</i>		
<i>Super-abrasion furnace black</i>	SAF	N110	<i>Oil furnace</i>	17
<i>Intermediate super-abrasion carbon black</i>	ISAF	N220	<i>Oil furnace</i>	21
<i>High abrasion furnace black</i>	HAF	N330	<i>Oil furnace</i>	31
<i>Fast extruding furnace carbonblack</i>	FF	N550	<i>Oil furnace</i>	53
<i>General-purpose furnace carbonblackblack</i>	GPF	N660	<i>Oil furnace</i>	63
<i>Semi-reinforcing carbon black</i>	SRF	N762	<i>Oil furnace</i>	110
<i>Medium thermal carbon black</i>	MT	N990	<i>Natural gas</i>	320

**Tabel 2.1** Tipe – tipe karbon hitam

## 2.4 Sulfur

Sulfur adalah unsur kedua dalam kolom keenam belas dari tabel periodik. Hal ini diklasifikasikan sebagai nonlogam. Atom sulfur memiliki 16 elektron dan 16 proton dengan 6 elektron valensi di kulit terluar.

Sulfur adalah unsur kesepuluh yang paling melimpah di alam.



Gambar 2.2 Sulfur

### 2.4.1 Karakteristik dan Sifat Sulfur

Dalam kondisi standar Sulfur berwarna kuning pucat yang solid. Hal ini lembut dan tidak berbau. Sulfur tidak larut dalam air. Ia juga bekerja sebagai insulator listrik yang baik. Ketika dibakar, sulfur memancarkan api berwarna biru dan meleleh ke dalam cairan berwarna merah cair yang disebut lava. Hal ini juga bergabung dengan oksigen untuk membentuk gas beracun yang disebut sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ).

### 2.4.2 Kegunaan Sulfur

Sulfur dan senyawa yang memiliki sejumlah aplikasi industri. Mayoritas sulfur digunakan untuk membuat kimia asam sulfat. Asam sulfat adalah bahan kimia yang digunakan oleh industri top dunia. Hal ini digunakan untuk membuat baterai mobil, pupuk, menyuling minyak, proses air, dan untuk mengekstrak mineral.

Aplikasi lain untuk bahan kimia berbasis sulfur termasuk vulkanisasi karet, pemutihan kertas, dan membuat produk-produk seperti, deterjen, pestisida dan mesiu.

Sulfur juga memainkan peranan penting dalam mendukung kehidupan di Bumi. Ini adalah unsur kedelapan yang paling berlimpah dalam tubuh manusia. Sulfur merupakan bagian dari protein dan enzim yang membentuk tubuh kita. Hal ini penting dalam membentuk lemak dan tulang yang kuat.

## 2.5 Bahan Kimia Lain

Pada penelitian ini digunakan bahan kimia lain yang digunakan sebagai bahan pendukung dalam proses pembuatan komposit, bahan kimia lain adalah asam formiat dan amonia. Asam formiat atau asam yang berupa cairan jernih (tidak berwarna), mudah larut dalam air, berbau menyengat dan bereaksi asam. Asam formiat juga merupakan senyawa intermedit (senyawa antara) yang banyak ditemui disintetis kimia. Rumus senyawa asam formiat di

tuliskan yaitu  $\text{CHOOH}$  atau  $\text{CH}_2\text{O}_2$ . Amonia adalah bahan yang bersifat senyawa (bahan desinfektan) yang digunakan untuk jenis lateks adukan (tidak menggumpal). Amonia menggunakan takaran dosis yaitu setiap 1 liter karet alam membutuhkan 5 -10 ml (2 - 2,5%).

## 2.6 Uji Tarik

Uji tarik adalah pengujian kekutan tarik yang menggunakan cara material spesimen ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya menggunakan satu arah atau dua arah dimana akan diberikan gaya tarik.

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan caramenarik specimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar*.(Standar ASTM D412).

Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar dari bahan. Hubungan tegangan-regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan, temperature, kelembaban, dan seterusnya. Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam. Tegangan tarik  $\sigma$ , adalah gaya yang diaplikasikan,  $F$ , dibagi dengan luas penampang  $A$  yaitu:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Satuan yang dipakai adalah dyne per sentimeter kuadrat (CGS) atau Newton per meter kuadrat (MKS). Perpanjangan tarik adalah perubahan panjang ( $\Delta l$ ) sampel dibagi dengan panjang awal ( $l$ ):

$$= \frac{\Delta l}{l} \dots\dots\dots (2.2)$$

Perbandingan tegangan ( $\sigma$ ) terhadap perpanjangan ( $\epsilon$ ) disebut modulus tarik E

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (2.3)$$

Nilai modulus Young untuk beberapa jenis bahan ditunjukkan pada tabel berikut :

<b>Bahan</b>	<b>Modulus Young (Pa)</b>
Aluminium	$7 \times 10^{10}$
Baja	$20 \times 10^{10}$
Karet	$0.05 \times 10^{10}$
Kuningan	$9 \times 10^{10}$
Nikel	$21 \times 10^{10}$
Tembaga	$11 \times 10^{10}$
Timah	$1.6 \times 10^{10}$
Beton	$2.3 \times 10^{10}$
Kaca	$5.5 \times 10^{10}$
Wolfram	$41 \times 10^{10}$

**Tabel 2.2** Nilai Modulus Young untuk beberapa jenis bahan

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Waktu dan tempat pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

- a) Persiapan dan pembuatan komposit karet alam-karbon hitam dan sulfur dilakukan pada tanggal 1 Maret - 24 Agustus 2016, di Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Lampung.
- b) Pengujian tarik dilakukan pada tanggal 13 september 2016 di Sentra Teknologi Polimer (STP) – BPPT, Serpong – Tangerang Selatan.
- c) Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada komposit karet alam – karbon hitam dilakukan di UPT. Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

#### **3.2. Bahan dan Alat**

**3.2.1.** Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

Karet alam (latekskebun), berfungsi matriks komposit, Seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Karet alam (lateks kebun)

a) Karbon hitam tipe N220, N330, N550, N660 berfungsi sebagai penguat komposit. Bentuk dari karbon hitam ditunjukkan pada gambar 3.2



**Gambar 3.2.** Karbon hitam

b) Sulfur



**Gambar 3.3.** Sulfur

c) Asam Formiat( $\text{HCOOH}$ ), berfungsi katalis komposit.



**Gambar 3.4.** Asam formiat

**3.2.2.** Adapun alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Mesin *mixer*



**Gambar 3.5.** Mesin *mixer*, berfungsi sebagai mesin pencampur komposit

b) Sendok



**Gambar 3.6.** Sendok berfungsi sebagai pengaduk komposit.

c) Timbangan digital



**Gambar 3.7.** Timbangan digital, berfungsi menimbang variasi campuran komposit.

d) Stop watch



**Gambar 3.8.** *Stopwatch*, berfungsi menghitung waktu proses percampuran dan pengepressan komposit.

e) Wadah pengaduk



**Gambar 3.9.** Wadah pengaduk *mixer*, berfungsi sebagai tempat percampuran komposisi.

f) Alat press (*shop press*)



**Gambar 3.10.** Mesin *pressshop* 12 Ton, berfungsi alat pengpressan komposit menjadi lembaran kompon.

g) Cetakan



**Gambar 3.11.** Cetakan baja, berfungsi mencetak campuran komposit menjadi lembaran kompon.

h) *Furnace*



**Gambar 3.12.** *Furnace*, berfungsi proses *curing* komposit.

i) Mangkok *furnace*



**Gambar 3.13.** Mangkok *furnace*, berfungsi mangkok pelapis proses *curing* di dalam *furnace*.

j). Alat uji kekuatan tarik

Shimadzu AG-50kNX Plus



**Gambar.3.14** Mesin uji tarik

K). Alat Uji SEM



**Gambar 3.15** Alat uji SEM

### **3.3. Metode Penelitian**

Adapun metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **3.3.1. Survey lapangan dan studi literatur**

Pada penelitian ini, proses yang dilakukan dengan menggumpulkan data-data awal sebagai Studi Literatur. Studi literatur bertujuan untuk mengenal permasalahan yang dihadapi, serta menyiapkan rencana kerja yang akan dilakukan.

Pada langkah kerja yang pertama yaitu melakukan pengambilan data-data penelitian yang sudah ada. Data-data penelitian ini sebagai pembandingan hasil pengujian yang akan dilakukan. Langkah kerja yang kedua yaitu melakukan survey lapangan (kebun karet) dan pengenalan sifat karet secara bentuk dan fisik. Langkah kerja yang ketiga melakukan cara pengambilan getah karet alam dan proses-proses kerja yang akan dilakukan.

#### **3.3.2. Persiapan Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan ditimbang dan diukur sesuai dengan variasi campuran seperti pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.1** Variasi campuran karet alam dengan sulfur dan karbon hitam

Kode	Bahan Komposit			
	Karet alam Latek kebun	Asam formiat	Sulfur	Karbon Hitam
NRCS220	73%	3%	4%	20 %
NRCS330	73%	3%	4%	20%
NRCS550	73%	3%	4%	20%
NRCS660	73%	3%	4%	20%

### 3.3.3. Persiapan Pembuatan Spesimen

- a) Penyadapan pohon karet alam menggunakan pisau sadap karet dan ditampung menggunakan wadah penampung dan menunggu sekitar 1 jam.
- b) Setelah getah karet alam atau lateks kebun diperoleh disaring dengan saringan 100mesh.
- c) Persiapan karbon hitam, sulfur dan asam formiat.
- d) Persiapan alat-alat yang digunakan seperti mesin *mixer*, wadah untuk proses *mixer*, timbangan digital, *stopwatch*, pengaduk, alat *shoppres*, saringan 100mesh, cetakan, aluminium foil.

### 3.3.4. Proses Pembuatan Spesimen

- a. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bahan uji ini ditimbang menggunakan timbangan digital.
- b. Karet alam cair atau (lateks kebun) dimasukkan kedalam wadah untuk *dimixer* selama 2 menit.

- b. Masukkan karbon hitam sebanyak 20% ke dalam mesin *mixer*. Melakukan proses *mixer* hingga tercampur rata dengan lateks kebun dengan waktu percampuran selama 15 menit.
- c. Masukkan sulfur ke dalam *mixer*. Melakukan proses *mixer* selama 5 menit, variasi sulfur yang digunakan 4%.
- d. Masukkan larutan asam formiat sebanyak 3% ke dalam percampuran lateks kebun dan karbon hitam dan dilakukan proses *mixer* selama 3 menit.
- e. Setelah karet alam cair dan karbon hitam tercampur rata maka proses percampuran dihentikan.
- f. Siapkan cetakan yang dilapisi dengan aluminium foil, selanjutnya masukkan campuran tersebut ke dalam cetakan.
- g. Lakukan proses *press* di alat *shop press* menggunakan pembebanan delapan (8) Ton selama 10 menit.
- h. Selanjutnya lakukan pengangkatan spesimen dan lepaskan dari cetakan setelah itu diamkan spesimen selama 24 jam.
- i. Selanjutnya dilakukan proses *curing* di dalam *furnace* pada komposit karet alam/karbon hitam dengan suhu 150°C selama 30 menit.

### 3.4. Pengujian Komposit

Setelah spesimen uji selesai dibuat, selanjutnya melakukan pengujian.

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

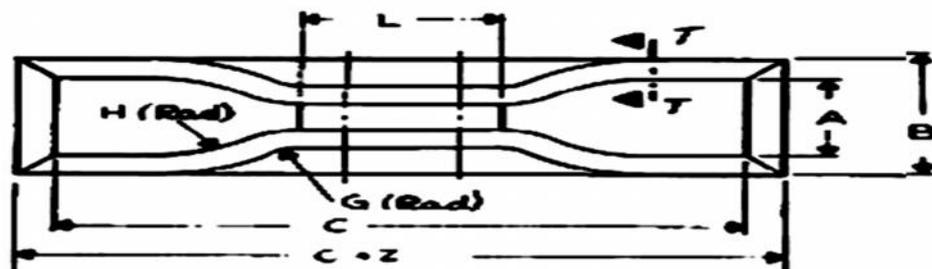
- a) Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Standar pengujian kekuatan tarik komposit karet alam/karbon hitam menggunakan standar ASTM D412. Komposit karet alam/karbon hitam dibentuk menjadi *dumb bel* menggunakan mesin pembentuk *cutter dumb bel*. Setelah proses pembentukkan *dumb bel* simpan dengan suhu ruang selama 3 jam.

Pada saat melakukan proses pengujian tarik, *dumbbel* dijepit pada grip mesin uji. Hal ini berguna menahan *dumbbel* agar tidak lepas saat penarikan dengan tingkat kecepatan 500 mm/menit.

Bentuk dari *dumbbel* seperti yang ditunjukkan gambar 3.16

di bawah ini :



**Gambar 3.16** Bentuk *dumbbel* pengujian kekuatan tarik (ASTM-D412)

Keterangan dimensi *dumbbel* :

A = 25 mm

L = 59 mm

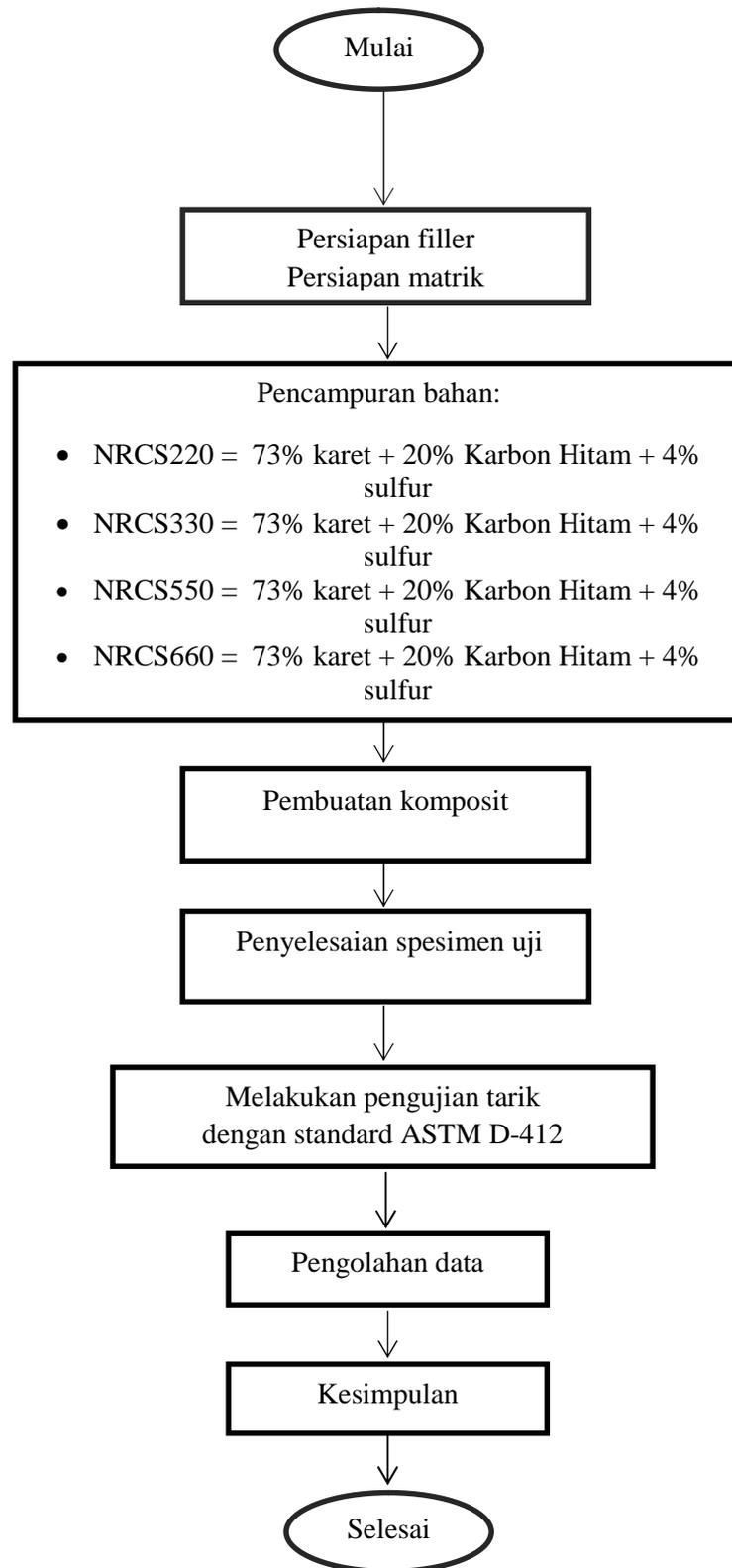
B = 40 mm

C = 140 mm

G = 14 mm

C + Z = 140 mm + 13 mm

### 3.5. Diagram Alur Proses Pembuatan Spesimen



**Gambar 3.17** Diagram Alur Penelitian

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Dari hasil pengujian tarik pada penelitian ini, diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Pada komposit karet alam – karbon hitam dengan penguat *carbon black* N220 memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 1.216 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah 0.610 MPa pada komposit dengan penguat *carbon black* N550. Dikarenakan struktur pada penguat *carbon black* N220 lebih kompleks dan rapat dibandingkan dengan struktur penguat *carbon black* N550 yang lebih sederhana.
2. Nilai regangan tertinggi pada penelitian ini terdapat pada komposit dengan penguat *carbon black* N660 yaitu sebesar 199.8 %. Nilai regangan terendah pada komposit penguat *carbon black* N330 sebesar 137 %.
3. Besarnya kekuatan tarik tidak hanya dipengaruhi oleh struktur penguatnya, aglomerasi partikel juga mempengaruhi kekuatan tarik.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa yang didapatkan, disarankan agar penelitian mengenai komposit karet alam penguat *carbon black* yaitu pada proses pencampuran hendaknya dilakukan pengadukan yang cukup lama supaya bahan penguat dapat terdistribusi secara merata dan mendapatkan hasil yang lebih sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

Amelia, Mila. 2008. *Pengaruh Swelling Indeks Compound Terhadap Tegangan tarik (Green Modulus 300%) Pada Proses Benang Karet Count 37NS40*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Program Studi Diploma Kimia. Industri Universitas Sumatra Utara.

Annual Book of ASTM Standard D – 412.2008. *Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomer - Tension*

Ashby, Michael.1980.*Engineering materials I:An Introduction to their Properties and Applications*.Oxford:Pergamon Press.

Atur Riga Sasongko.2012. *Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah PHR Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Karet Alam*.(Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Kimia. Universitas Indonesia Depok.

Fajar Andi Saputra.2015. *Pengaruh Carbon Black Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Karet Alam Lampung/Carbon Black yang Dibuat dengan Cara Manual*.(Skripsi). Fakultas Teknik.Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung.

Goutara, B. Djamitniko.1985. *Dasar Pengolahan Karet Depolimerisasi Lateks Karet Alam yang Diberi Perlakuan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS)*.(Skripsi). Fateta, IPB. Bogor.

Masyrukan.2013.*Pengaruh Kandungan Sulfur Terhadap Kekerasan Produk Gasket Kendaraan*.(Skripsi). Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tarachiwin.2005.*Natural Rubber Material.Volume 1*.Blends and IPNs

Zainuri, Ach. Muhib.2008. *Kekuatan Bahan (strength of materials)*. Yogyakarta. Andi Digital Library of State University of Malang