

**PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SILIKA - KARET ALAM**

(Skripsi)

Oleh :

Hendy Riyanto



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE EFFECT OF SILICA ADDITION ON TENSILE STRENGTH OF THE COMPOSITE OF SILICA - NATURAL RUBBER

By

**Hendy Riyanto
1015021034**

Natural rubber is one of the most important plantation commodities in Indonesia's economy. Most of the rubber farmers in Indonesia prefer to sell natural rubber from their tappers to the middleman with a 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 materials composed of a mixture of two or more materials with different chemical and physical properties, and produce a new material that has different properties from its constituent materials. The purpose of this research is to know the tensile strength of natural silica-rubber composite. The composite filler used in this study was silica with a silica mass fraction of 20%, 25%, and 30%.

This composite testing, using tensile testing with ASTM D-412. From the tensile test results obtained the lowest tensile strength value at the fraction of 20% mass with a value of 1, 173 MPa. The highest tensile test results at a 25% mass fraction, with a value of 1.339 MPa. And for a mass fraction of 30% obtained value of 1.221 MPa. The tensile test results show the relationship between the mass fraction and the tensile test, the addition of the silica mass fraction is inversely proportional to the tensile strength and strain. Based on the results of Scanning Electron Microscope shows agglomerat and void is the main cause of composite failure.

Keywords: Composite, natural rubber, silica, mass fraction, tensile strength, Scanning Electron Microscope (SEM).

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SILIKA - KARET ALAM

Oleh

Hendy Riyanto
1015021034

Karet alam merupakan salah satu komoditas perkebunan yang paling penting dalam perekonomian Indonesia. 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 adalah material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material pengusunnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kekuatan tarik komposit silika-karet alam. Bahan pengisi komposit yang digunakan pada penelitian ini adalah silika dengan fraksi massa silika sebesar 20%, 25%, dan 30%.

Pengujian komposit ini, menggunakan pengujian tarik dengan ASTM D-412. Dari hasil pengujian tarik tersebut diperoleh nilai kekuatan tarik terendah pada fraksi massa 20% yaitu dengan nilai 1,173 MPa. Hasil uji tarik tertinggi pada fraksi massa 25%, dengan nilai sebesar 1,339 MPa. Dan untuk fraksi massa 30% diperoleh nilai sebesar 1,221 MPa. Hasil pengujian tarik tersebut menunjukkan hubungan antara fraksi massa dengan uji tarik, penambahan fraksi massa silika berbanding terbalik dengan kekuatan tarik dan regangannya. Berdasarkan hasil *Scanning Electron Microscope* menunjukkan agglomerat dan void merupakan penyebab utama kegagalan komposit.

Kata kunci: Komposit, karet alam, silika, fraksi massa, kekuatan tarik, *Scanning Electron Microscope* (SEM).

**PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SILIKA - KARET ALAM**

Oleh

Hendy Riyanto

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA
TERHADAP KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT SILIKA – KARET ALAM**

Nama Mahasiswa : *Hendy Riyanto*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1015021034

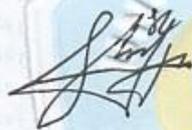
Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Zulhendri Hasymi, 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 Hasymi, S.T., M.T



Penguji

Bukan Pembimbing : Harnowo Supriadi, S.T., M.T



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 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 27 peraturan akademik Universitas Lampung dengan surat keputusan rektor No.3187/H26/DT/2010.

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

Bandar Lampung, November 2017



Hendy Rivanto
1015021034

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sangga Buana pada tanggal 29 Agustus 1992, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Haryanto dan HT. Mariyatun.

Penulis memulai pendidikan formalnya dari SD Negeri 1 Sangga Buana dan lulus pada tahun 2004, selanjutnya di SMP Negeri 1 Rumbia dan diselesaikannya pada tahun

2007. SMA Negeri 1 Rumbia 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 divisi Dana dan Usaha, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Material Teknik, Metalurgi fisik dan Komposit di Laboratorium Material Teknik di Teknik Mesin Universitas Lampung. Pengalaman lapangan penulis diantaranya melakukan Kerja Praktik di PT. Industri etanol Indonesia Lampung pada tahun 2013 dengan mengambil studi kasus mengenai **“Analisa Pengaruh Korosi Terhadap Umur Pakai Pipa Area Distilasi Di PT. Indonesia Ethanol Industry (IEI) Lampung Tengah”**. Dan kemudian penulis melakukan penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Material Universitas Lampung

serta melakukan pengujian spesimen di Sentra Teknologi Polimer (BPPT) Serpong – Tangerang Selatan. Hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjananya pada tanggal 24 Oktober 2017 dengan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Silika Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Silika-Karet Alam**”.



PERSEMBAHAN

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

Orang tuaku, Bapak Haryanto dan Ibu H.T. Mariyatun

*Sembah dan baktiku haturkan atas jerih payah dan kasih sayang
yang telah mendidik, membekali dan memperjuangkan sampai akhir
perjuangan studi ku.*

Adikku, yang selalu kusayang

My beloved, Wulan Anggraini yang selalu dihati

*Sahabat serta keluarga besarku Teknik Mesin 2010 yang selalu
memberikan warna selama kuliah*

Almamaterku Tercinta

"UNIVERSITAS LAMPUNG"



MOTTO



**"Kecerdasan bukanlah tolak ukur kesuksesan,
tetapi dengan menjadi cerdas kita bisa menggapai
kesuksesan"**

*"Yesterday is History, tomorrow is a
mystery, but today is a miracle"*
- Master Bogway -



SANWACANA

Segala puji syukur kehadiran 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 Penambahan Silika Terhadap Kekuatan Tarik Silika-Karet Alam**” 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 adikku yang 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 **Zulhendri Hasymi, S.T., M.T.** selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaan dan keikhlasannya untuk memberikan bimbingan, motivasi dan saran untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak **Harnowo Supriadi, S.T., M.T.** selaku dosen Pembahas yang telah memberikan masukan dalam penulisan laporan ini.
7. Bapak **Dr. Amrul, S.T., M.T.,** selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan dan motivasi dalam kegiatan akademik.
8. Bapak **Dr. Irza Sukmana., S.T., M.T.** selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membantu kelancaran skripsi ini.
9. My beloved, **Wulan Anggraini** terimakasih atas segala motivasi serta semangat yang telah diberikan selama ini.
10. 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.
11. Teman seperjuangan **Fajar Andi Saputra** dan **Riski Ari Pratama** yang telah bersama-sama jatuh bangun dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Rekan-rekan **Teknik Mesin angkatan 2010**, terkhususkan kepada **Robertus Dian Widiamoko Currarre, Angga Roby Virtajaya, Lilik Gue Setiadi, Ridho Aritonang, Made Yoga Adi Winata, I Nyoman Arnando, Mario**

Mbul Salimor dan **Dian Silent Attack** yang telah membantu dan memberi semangat dalam penyelesaian masa studi penulis.

13. **Muhammad Sutrisno, Riski AC, Pius Anggit, Hanif Mustofa, mas Didit Very Kuswoyo, Anne Marie, Andi Irawan, Yudi Kamay, mas Muhhamad Ihsan, mas Andi Winarto, bang Roy Ronald Manik** terima kasih atas motivasi dan kebersamaannya.

14. 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, November 2017
Penulis,

Hendy Riyanto

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
COVER DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
HALAMAN MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I.PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Tujuan Penelitian.....	5
1.3.Manfaat Peneitian.....	5
1.4.Batasan Masalah.....	6
1.5. Hipotesis	6
1.6. Sistematika Penulisan.....	7

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit	9
2.1.1. Komposit Pertikel.....	12
2.1.2. Komposit Serat	13
2.1.3. Komposit Struktural	14
2.2. Karet Alam	16
2.2.1. Lateks	17
2.2.2. Sifat-sifat Karet Alam	21
2.3. Silika.....	22
2.3.1. Sifat Fisik dan Kimia Silika	24
2.3.2. Pemanfaatan Pasir Silika.....	25
2.4. Sulfur	27
2.4.1. Senyawa Belerang	28
2.5. Pengujian Tarik	30
2.6. <i>Scanning Elektron Microscopy (SEM)</i>	34

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian	38
3.2. Bahan yang Digunakan.....	38
3.3. Alat yang Digunakan.....	40
3.4. Perbandingan Jumlah Campuran.....	44
3.5. Prosedur Penelitian.....	44
3.6. Alur Proses Pengujian	51

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Tarik Komposit Silika-Karet Alam	52
1. Komposit Silika-Karet Alam 20%	55
2. Komposit Silika-Karet Alam 25%	58
3. Komposit Silika-Karet Alam 30%.....	61
4. Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik komposit silika-karet alam.....	64
3. Grafik nilai rata-rata regangan tarik komposit silika-karet alam.....	65

4.2. Analisa Kekuatan Tarik dengan <i>Scanning Electron Microscope</i>	66
4.2.1. Komposit silika-karet alam 25%	67

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	70
5.2. Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi karet alam	20
Tabel 2.2. Dimensi ukuran bentuk spesimen <i>dumbbel</i> uji tarik	31
Tabel 3.1. Formula campuran karet alam – silika dan sulfur	44
Tabel 3.2 Jumlah spesimen uji	48
Tabel 4.1 Nilai hasil pengujian tarik komposit silika-karet alam 20%	55
Tabel 4.2. Nilai hasil pengujian tarik komposit silika-karet alam 25%.	58
Tabel 4.3. Nilai hasil pengujian tarik komposit silika-karet alam 30%.....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Komposit berdasarkan penguatnya	10
Gambar 2.2. Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya	11
Gambar 2.3. Klasifikasi komposit	12
Gambar 2.4. Komposit partikel	13
Gambar 2.5. Kompositserat	13
Gambar 2.6. Komposit <i>sandwich</i>	14
Gambar 2.7. Komposit laminat	15
Gambar 2.8. (a) Proses penyadapan, (b) Hasil penyadapan karet alam	19
Gambar 2.9. Rumus struktur kimia karet alam	20
Gambar 2.10. Kristal silika	23
Gambar 2.11. Serbuk belerang	28
Gambar 2.12. Dimensi dan bentuk <i>dumbbel</i> ASTM-D412	32
Gambar 2.13. Skema uji tarik	33
Gambar 2.14. Skema SEM	36
Gambar 3.1. Karet Alam	39
Gambar 3.2. Silika	39
Gambar 3.3. Sulfur	39
Gambar 3.4. Asam Formiat	40
Gambar 3.5. Mixer	40

Gambar 3.6.Timbangan Digital	41
Gambar 3.7.Cetakan Baja	41
Gambar 3.8.Alat <i>Shop Press</i> 12 Ton.....	42
Gambar 3.9. Saringan.....	42
Gambar 3.10. <i>Furnace</i>	43
Gambar 3.11. Mesin Uji Tarik.	43
Gambar 3.12.Alat Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i>	44
Gambar 3.13.Geometri spesimen uji tarik	47
Gambar 3.14. Mesin uji tarik	48
Gambar 3.15.Diagram alur proses penelitian.....	51
Gambar 4.1.Spesimen komposit variasi 20% silika.....	53
Gambar 4.2. Spesimen komposit variasi 25% silika.....	53
Gambar 4.3.Spesimen komposit variasi 30% silika.....	54
Gambar 4.4.Grafik hubungan tegangan – regangan komposit berpenguat silika 20%.	57
Gambar 4.5.Grafik hubungan tegangan – regangan komposit berpenguat silika 25%.	60
Gambar 4.6. Grafik hubungan tegangan – regangan komposit berpenguat silika 30%.	63
Gambar 4.7.Nilai rata-rata kekuatan tarik komposit silika-karet alam	64
Gambar 4.8.Nilai rata-rata regangan tarik komposit silika-karet alam.....	65
Gambar 4.9.(a) foto SEM perbesaran 100 kali (b) foto SEM perbesaran 650 kali	

(c) foto SEM perbesaran 1000 kali..... 68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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. Komoditi ini juga memberikan kontribusi yang signifikan sebagai sumber devisa negara.

Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama karet alam terbesar di dunia yang mengekspor hasil komoditas perkebunan karet ke beberapa negara. Karet yang dihasilkan di Indonesia sebagian besar berasal dari perkebunan rakyat yaitu sebesar 78,97%, sedangkan dari perkebunan negara hanya mencapai 10,08%, sementara perkebunan swasta sebesar 10,95% dari total perkebunan karet di Indonesia^[8].

Karet alam merupakan getah yang berasal dari pohon karet (*Hevea brasiliensis*) yang banyak terdapat di Provinsi Lampung, dengan data penghasilan karet untuk diekspor dari Provinsi Lampung sebesar 19.000 ton. Pada tahun 2010 dan tahun 2011 mengalami peningkatan menjadi

23.000 ton, dan tahun 2012 mengalami peningkatan yang signifikan menjadi 32.000 ton^[9].

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 suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda-beda. Bahan komposit tersusun atas matrik dan *filler* (penguat). Matrik adalah bahan yang mengikat penguat, sedangkan penguat adalah bahan yang diisikan kepada bahan matriks yang berfungsi untuk menunjang sifat-sifat matrik. Dalam pembuatan komposit matriks harus digabungkan 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, gunanya untuk memperbaiki sifat dari karet itu sendiri. Contohnya saja dengan penambahan bahan pengisi seperti silika, *carbon black*, *fly ash*, arang cangkah biji sawit, tanah liat, dan lain-lainnya.

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, namun keberadaannya di alam tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat

dengan senyawa lain baik secara fisik maupun secara kimia. Penggunaan silika banyak dalam industri-industri, dikarenakan sifat dan morfologinya^[14].

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

Penelitian yang dilakukan oleh Hildayati (2009) mengenai komposit silika-karet alam memperlihatkan partikel SiO_2 secara homogen didistribusikan keseluruh permukaan matriks karet alam sebagai *clusters*. Partikel-partikel dibentuk sebagai suatu *clusters* dengan memanfaatkan 3 *aminopropyltriethoxysilane* (APTES) sebagai agen penggandeng. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposisi 12 wt% (12 phr) SiO_2 yaitu sebesar 19,91 MPa.

Fachry (2014) meneliti mengenai pengaruh penambahan campuran *filler* silika dan cangkang kerang terhadap sifat mekanis komposit silika/karet alam. Sifat mekanis yang didapat akan dibandingkan dengan standar mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Cangkang kerang digunakan sebagai pengganti filler non-hitam lainnya seperti CaCO_3 dan meningkatkan nilai ekonomis cangkang. Silika dan cangkang kerang yang digunakan terlebih dahulu dihaluskan dengan ukuran partikel 120 mesh. Hasil

penelitian menunjukkan kandungan silika yang paling optimal ditunjukkan oleh sampel dengan komposisi silika 60 phr (*Per Hundred Rubber*) yang memiliki kekuatan tarik yaitu 25,49 MPa.

Harefa (2015) dalam penelitiannya mengenai pembuatan komposit menggunakan lateks pekat dengan silika ampas tebu. Penambahan bahan-bahan yang digunakan perhitungan perseratus bagian karet atau phr (*Per hundred Rubber*). Silika diperoleh dengan cara pembakaran, pencucian dengan *Asam Klorida* dan diekstraksi menggunakan NaOH. Penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan dosis bahan kimia yaitu KOH (*Kalium Hidroksida*) 10% 4 phr ; dispersi sulfur 1 phr ; dispersi *Mercapto Benzotiazol* 1,2 phr ; dispersi *Butil Hidroksi Toulena* 2 phr ; dispersi ZnO 0,5 phr serta diikuti dengan penambahan silika ampas tebu untuk masing-masing formula yakni tanpa penambahan silika, penambahan 2 phr, 3 phr, 4 phr, 5 phr. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh hasil yang lebih baik pada penambahan silika ampas tebu 5 phr dengan kekuatan tarik 1,372 MPa.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dijelaskan bahwa bahan pengisi silika mempunyai pengaruh yang baik apabila dicampurkan dengan karet alam. Namun dari kesemua penelitian yang telah dilakukan proses pembuatannya menggunakan proses *roll mill*, sehingga hasil dari proses kompresi molding pembuatan kompon belum diketahui secara signifikan.

Merujuk dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti ingin melakukan penelitian tentang pembuatan komposit silika-karet alam secara kompresi molding guna mengetahui pengaruh penambahan silika pada karet alam dengan proses kompresi *molding*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari komposit silika-karet alam dengan metode kompresi *molding* dan pengamatan kegagalan komposit dengan foto makro dan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, pengujian ini berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang material komposit.
2. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengembangkan aspek ilmu pengetahuan tentang material teknik.
3. Menambah profit untuk petani karet, karena tanamannya yang berdaya guna tinggi.
4. Bagi akademik, penelitian ini berguna sebagai referensi tentang komposit karet alam.
5. Dengan hasil yang dicapai maka akan bisa digunakan untuk memberikan sumbangsih, khususnya komposit karet alam.

6. Dengan penambahan silika diharapkan dapat menambah kekuatan tarik dari karet alam.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan pengujian tarik standar ASTM D-412.
2. Bahan matrik komposit adalah karet alam
3. Bahan pengisi komposit adalah silika.
4. Perbandingan matriks dengan pengisi adalah 80% matriks dengan 20%, 75% matriks dengan 25% pengisi, serta 70% matriks dengan 30% pengisi.
5. Proses pembuatan spesimen yang digunakan adalah proses kompresi *molding*.
6. Pengujian sifat mekanik komposit berupa uji kekuatan tarik.
7. Pengamatan kegagalan komposit dengan foto makro dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

1.5 Hipotesis

Semakin tinggi prosentase penambahan silika pada karet alam, maka semakin tinggi kekuatan tarik komposit silika-karet alam.

1.6 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, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III : METODOLOGI 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 Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent*.

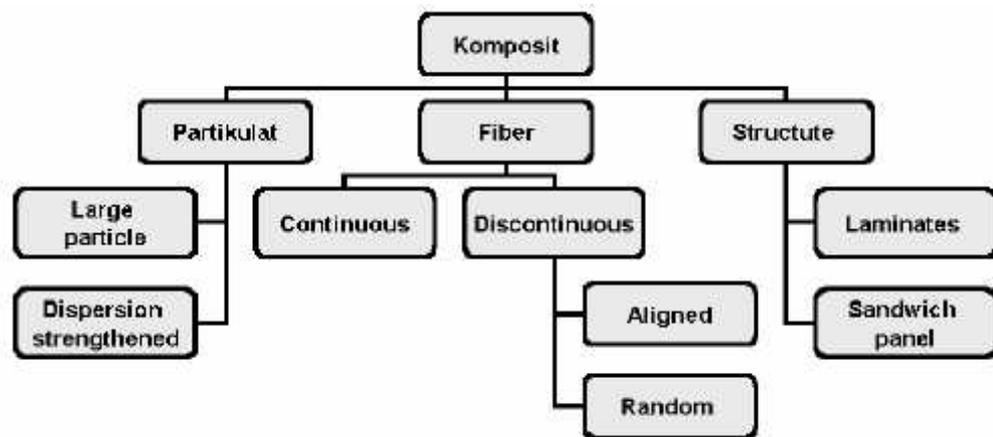
Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada komposit yang diperkuat agar dapat membentuk produk yang efektif, yaitu :

- a. Komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari komponen matriksnya.
- b. Ikatan permukaan yang kuat antara bahan penguat dengan matriksnya sehingga mampu untuk menahan gaya geser antara kedua permukaan komponen ^[22].

Pada umumnya sifat-sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a) Jenis bahan penyusun.
- b) Bentuk geometris dan struktur bahan-bahan penyusun.
- c) Rasio perbandingan bahan-bahan penyusun.
- d) Daya lekat antar bahan-bahan penyusun
- e) Orientasi bahan penguat dan proses pembuatan.

Adapun pembagian komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat dari gambar 2.1.

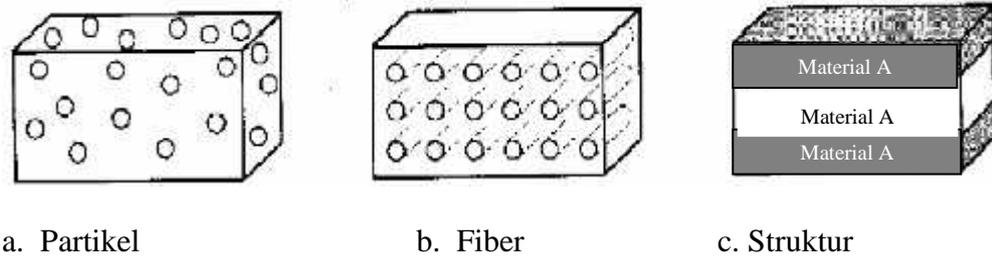


Gambar 2.1. komposit berdasarkan penguatnya ^[15].

Dari Gambar 2.1. komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. *Particulate composite*, penguatnya berbentuk partikel
- b. *Fibre composite*, penguatnya berbentuk serat
- c. *Structural composite*, cara penggabungan material komposit

Berbagai ilustrasi penguat dalam komposit dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



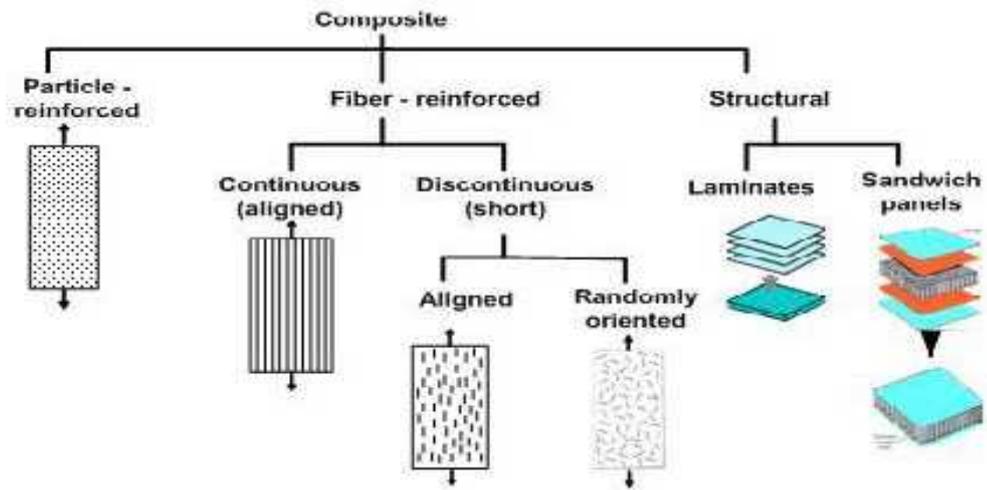
Gambar 2.2. Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya^[2].

Pada umumnya pemilihan bahan matrik dan partikel memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan antara matriks dan fiber dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan bahan konvensional. Bahan komposit mempunyai densitas jauh lebih rendah dibandingkan bahan konvensional. Ini memberikan implikasi yang penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Implikasi kedua ialah produk komposit yang dihasilkan akan mempunyai berat yang lebih ringan.

Pada umumnya sifat-sifat yang dimiliki komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Jenis bahan-bahan penyusunnya.
2. Bentuk geometri dan struktur bahan-bahan penyusun.
3. Rasio perbandingan bahan-bahan penyusun.
4. Daya lekat antar bahan-bahan penyusunnya.
5. Orientasi bahan penguat dan proses pembuatannya.

Selain itu, adapun klasifikasi komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini :



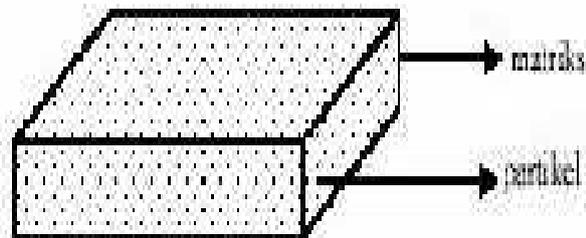
Gambar 2.3 Klasifikasi Komposit ^[21].

Dari Gambar 2.3 klasifikasi komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

2.1.1. Komposit Partikel (*particle composite*)

Komposit Partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks yaitu butiran (batu, pasir) yang diperkuat semen yang kita jumpai sebagai beton, senyawa kompleks ke dalam senyawa kompleks. Komposit partikel merupakan produk yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, tekanan, kelembaban, katalisator dan lain- lain. Komposit partikel ini berbeda dengan jenis serat acak sehingga bersifat isotropis. Kekuatan komposit serat dipengaruhi oleh tegangan koheren di antara fase partikel dan

matriks yang menunjukkan sambungan yang baik. Ilustrasi dari komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.

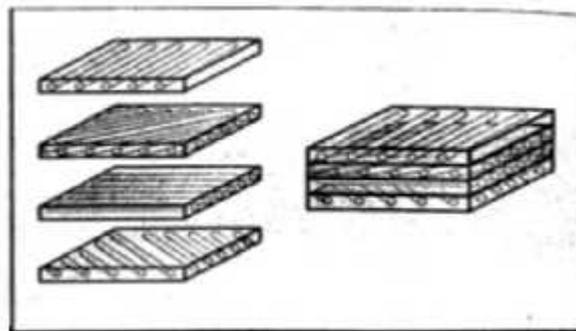


Gambar 2.4 Komposit partikel^[19].

2.1.2. Komposit serat (*fibre composite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Jenis komposit ini hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan pengisi berupa serat. Biasanya disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman^[12].

Ilustrasi dari komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Komposit serat^[19].

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

2.1.3. Komposit Struktural (*Structural Composite*)

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

a. Komposit *Sandwich* (*Sandwich composite*)

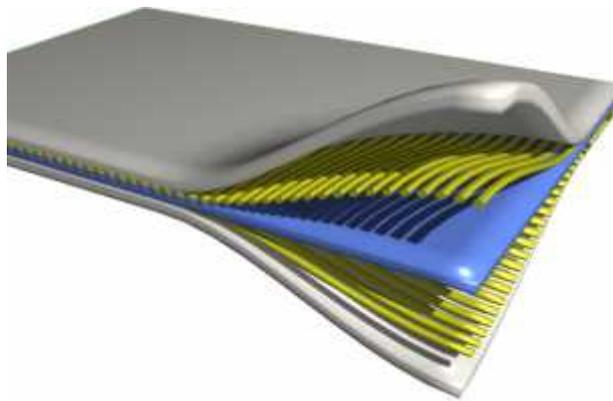
Komposit *sandwich* merupakan gabungan dua lembar *skin* yang disusun pada dua sisi luar dan *core* yang ringan di antara dua *skin*. Struktur *sandwich* biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan kekakuan bending yang tinggi dengan bobot yang ringan. *Skin* berfungsi untuk menahan beban aksial dan tranfersal (sehingga harus kuat dan kaku). Ilustrasi dari komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Komposit *Sandwich* ^[11].

b. Komposit Laminat (*laminated composite*)

Komposit Laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus seperti ditunjukkan pada gambar 2.7. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid.



Gambar 2.7 Komposit laminat ^[11].

Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan partikel/serat memainkan peranan yang penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan fiber dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Bahan komposit mempunyai densitas yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan konvensionalnya. Ini memberikan implikasi positif dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan

konvensional. Implikasi kedua adalah produk komposit yang dihasilkan akan mempunyai berat yang lebih rendah daripada logam. Pengurangan berat adalah satu aspek yang penting dalam bidang automobile dan juga luar angkasa. Ini karena berhubungan dengan penghematan bahan bakar. Dalam industri luar angkasa terdapat kecenderungan untuk menggantikan komponen yang terbuat dari logam dengan material komposit karena komposit telah terbukti memiliki ketahanan terhadap *fatigue* yang baik terutama komposit yang menggunakan serat karbon. Material logam memiliki kelemahan yang agak mencolok yaitu ketahanan terhadap korosi yang lemah terutama produk yang digunakan sehari-hari. Kecenderungan logam untuk mengalami korosi menyebabkan biaya pembuatan yang tinggi. Bahan komposit sebaliknya, mempunyai ketahanan terhadap korosi yang lebih baik.

2.2 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 kokksaghyz* (famili *Compositae*), dan *Manihot glaziovii* (famili *Euphorbiaceae*)^[5].

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^[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^[5].

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^[5].

Bentuk utama dari karet alam, yang terdiri dari 97% cis-1,4-isoprena, dikenal sebagai *Hevea Rubber*. Hampir semua karet alam diperoleh sebagai lateks yang terdiri dari 32-35% karet dan sekitar 5% senyawa lain, termasuk asam lemak, gula, protein, sterol ester dan garam.

2.2.1 Lateks (*Hevea brasiliensis*)

Lateks merupakan sistem koloid dimana partikel karet yang dilapisi oleh protein dan fosfolipid terdispersi di dalam air. Protein di lapisan luar memberikan muatan pada partikel karet. Lateks merupakan suatu dispersi butir-butir karet dalam air, dimana di dalam dispersi tersebut juga larut beberapa garam dan zat organik seperti gula dan protein^[5].

Air getah (lateks) yang pada dewasa ini dipakai untuk pembuatan berbagai barang berasal dari tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). Air getah (lateks) kira-kira mengandung 25-40% bahan karet mentah (*crude rubber*) dan 60-75% serum (air dengan zat-zat yang melarut di dalamnya). Bahan karet mentah antara lain mengandung 90-95% karet murni, 2-3% protein, 1-2% asam-asam lemak, 0,2% gula, dan 0,5% garam-garam mineral.

Komposisi lateks *Hevea brasiliensis* dapat dilihat jika lateks disentrifugasi dengan kecepatan 18.000 rpm yang hasilnya adalah sebagai berikut :

- a) Fraksi lateks (37%) : Karet (isopren), protein, lipida, dan ion logam.
- b) Fraksi Frey Wyssling (1-3%) : Karotenoid, lipida, air, karbohidrat dan inositol, protein dan turunannya.
- c) Fraksi serum (48%) : Senyawaan nitrogen, asam nukleat dan nukleotida, senyawa organik, ion anorganik, dan logam.
- d) Fraksi dasar (14%) : Air, protein dan senyawaan nitrogen, karet dan karotenoid, lipida dan ion logam.

Getah karet diperoleh dengan menyadap kulit batang karet dengan pisau sadap sehingga keluar getah yang disebut lateks. Lateks adalah hasil fotosintesis dalam bentuk sukrosa ditranslokasikan dari daun melalui pembuluh tapis ke dalam pembuluh lateks. Di dalam

pembuluh lateks terdapat enzim seperti invertase yang akan mengatur proses perombakan sukrosa untuk pembentukan karet.

Lateks biasa dikonversikan ke karet busa dengan aerasi mekanik yang diikuti oleh vulkanisasi. Karet alam yang berwujud cair disebut lateks, lateks merupakan cairan yang berwarna putih seperti susu. Lateks dihasilkan dari proses penyadapan. Proses penyadapan dilakukan dengan cara menyayat kulit pohon karet dengan alat khusus yaitu pisau sadap khusus. Pada gambar 2.8 dapat dilihat proses penyadapan getah karet.

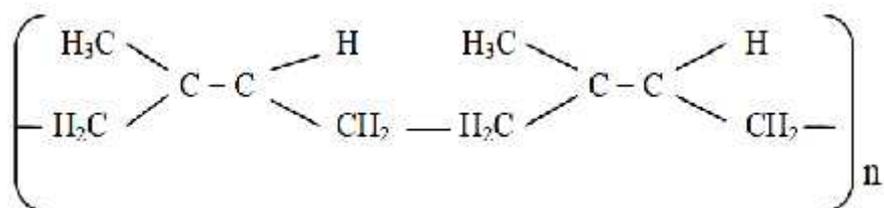


Gambar 2.8 (a) Proses penyadapan (b) Hasil penyadapan karet alam

Gambar 2.8 (a) menunjukkan proses penyadapan karet alam atau proses tapping. Gambar 2.8 (b) menunjukkan getah hasil penyadapan karet alam yang ditampung dalam wadah penampung yang lebih dikenal dengan lateks kebun. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi lateks kebun adalah penyadapan, arah

dan sudut kemiringan irisan sadap, panjang irisan sadap, letak bidang sadap, kedalaman irisan sadap, dan waktu penyadapan.

Rumus bangun molekul 1,4 cis poli isoprena adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.9 Rumus struktur kimia karet alam.

Gambar 2.9 menunjukkan bahwa karet alam memiliki rumus struktur kimia yaitu 1,4 cis poli isoprena. Komposisi karet alam secara umum adalah senyawa hidrokarbon, protein, karbohidrat, lipida, persenyawaan organik lain, mineral, dan air. Besarnya persentase dari masing-masing bagian tersebut tidak sama, tergantung pada cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan. Dari penjelasan di atas dapat dilihat pada tabel 2.1 komposisi karet alam.

Tabel 2.1 Komposisi Karet Alam ^[20].

No	Komponen	Komponen dalam lateks segar (%)	Komponen dalam lateks kering (%)
1	Karet Hidrokarbon	36	92-94
2	Protein	1,4	2,5-3,5
3	Karbohidrat	1,6	-
4	Lipida	1,6	2,5-3,2
5	Persenyawaan organik lain	0,4	-
6	Persenyawaan anorganik	0,5	0,1-0,5
7	Air	58,5	0,3-1,0

2.1.2 Sifat-sifat Karet Alam

Karet alam memiliki berbagai macam sifat-sifat baik itu sifat mekanis, kimia, maupun sifat fisika, berikut adalah sifat-sifat dari karet alam :

a) Sifat Mekanik

Karet alam memiliki beberapa sifat mekanik, yaitu :

- 1) Pada suhu kamar, karet tidak berbentuk kristal padat dan juga tidak berbentuk cairan.
- 2) Karet alam bisa mengkristal pada suhu rendah (misalnya - 26⁰C)
- 3) Karet alam bisa dibuat menjadi karet yang agak kaku tetapi masih mempunyai fleksibilitas dan ketahanan kikis, ketahanan retak lentur dan kekakuan tinggi.

b) Sifat Kimia

Selain memiliki sifat mekanik, karet alam juga memiliki berbagai sifat kimia, diantaranya :

- 1) Rantai molekulnya panjang
- 2) Karet alam sangat mudah direkatkan satu sama lain.
- 3) Kalor yang timbul pada karet alam lebih rendah dibandingkan pada karet sintetik.
- 4) Karet alam kurang tahan terhadap panas.
- 5) Karet alam tidak tahan terhadap ozon dan cahaya matahari.
- 6) Ketahanan terhadap minyak dan pelarut *hydrocarbon* sangat buruk.

- 7) Tingkat kekentalan (viskositas) sangat tinggi.
- 8) Protein dalam karet alam dapat mempercepat *vulkanisasi* atau menarik air dalam *vulkanisat*, meningkatkan *build up* tetapi dapat juga meningkatkan ketahanan sobek.
- 9) Karet alam dapat meningkatkan kekentalannya dan menjadi keras.

c) Sifat Fisika

- 1) Mudah menggulung pada *roll* sewaktu diproses dengan *open mill*.
- 2) Warnanya kecoklatan, tembus cahaya.
- 3) Mudah bercampur dengan berbagai bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan *compound*.
- 4) Lembut dan elastis
- 5) Fleksibilitas pada suhu rendah.
- 6) Vulkanisat karet alam kuat dan tahan lama bahkan dapat digunakan pada suhu -60°C .

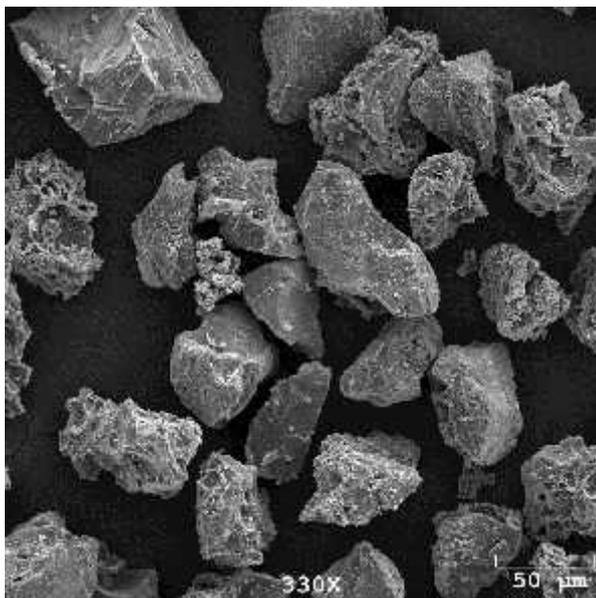
2.3 Silika (SiO_2)

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, namun keberadaannya di alam tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun kimia. Silika bebas merupakan zat padat berbentuk kristal (*crystalline solid*) dan dapat ditemukan baik di atas maupun di bawah permukaan bumi dalam jumlah

yang cukup besar. Silika sering pula disebut silika bebas (*silica free*) dan silikat (*silicate*) dikenal dengan sebutan silika campuran (*combined silica*).

Silikon dioksida, juga dikenal sebagai silika (dari *silex* Latin), adalah oksida silikon dengan rumus kimia SiO_2 . Telah dikenal sejak zaman dahulu karena kekerasannya. Silika ini paling sering ditemukan di alam sebagai pasir atau kuarsa, serta di dinding sel diatom. Silika diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan kuarsa, kristal, silika pyrogenik, merek dagang Aerosil atau Cab-O-Sil), silika koloid, gel silika, dan aerogel.

Silika bebas juga dapat ditemukan pada batu tulis / slate (kandungan SiO_2 kurang lebih 40%), batu api (Flint), granit (kandungan $\text{SiO}_2 = 20\%-70\%$), sandstone (hampir semuanya merupakan silika murni), dan felspar (kandungan SiO_2 kurang lebih 35%).



Gambar 2.10. Kristal Silika

2.3.1 Sifat Fisik dan Kimia Silika

Tiga bentuk utama dari kristal silika (*quartz*, *tridimit*, dan *cristobalite*) stabil pada suhu yang berbeda dan memiliki subdivisi. Misalnya, ahli geologi membedakan antara alpha dan beta kuarsa. Ketika "kuarsa alpha" bersuhu rendah dipanaskan pada tekanan atmosfer akan berubah menjadi "kuarsa beta" pada suhu 573 derajat Celcius. Tridimit terbentuk pada suhu 870 derajat celcius dan kristobalit terbentuk pada suhu 1470 derajat celcius.

Titik leleh silika adalah 1610 derajat celcius, lebih tinggi dari besi, tembaga dan aluminium, dan merupakan salah satu alasan mengapa silika digunakan untuk menghasilkan cetakan dan inti untuk produksi logam cor. Struktur kristal kuarsa didasarkan pada empat atom oksigen dihubungkan bersama untuk membentuk tiga dimensi yang disebut tetrahedron dengan satu atom silikon di pusatnya. Berjuta tetrahedron ini bergabung bersama-sama dengan berbagi satu atom oksigen untuk membentuk kristal kuarsa.

Kuarsa biasanya berwarna putih, tetapi sering diwarnai oleh impuritie besi sehingga menghasilkan bermacam-macam warna. Kuarsa merupakan mineral yang transparan dan tembus cahaya, sehingga sering digunakan dalam pembuatan kaca, dan memiliki kilap vitreous. Kuarsa adalah mineral keras karena kekuatan ikatan antara atom. Kuarsa juga relatif inert dan tidak bereaksi dengan

asam encer. Tergantung pada bagaimana deposit silika dibentuk, butiran kuarsa biasanya berbentuk tajam dan bersudut ataupun membulat.

2.3.2 Pemanfaatan Pasir Silika (Pasir Kuarsa)

Penggunaan pasir silika (pasir kuarsa) tergantung pada kemurnian dan karakteristik fisiknya. Beberapa sifat fisik pasir silika yang penting antara lain: ukuran dan distribusi butir, bentuk butir, dan kekuatan butir. Untuk keperluan industri, deposit murni silika mampu menghasilkan produk paling sedikit 95% SiO_2 . Akan tetapi, seringkali nilai kemurnian yang lebih tinggi diperlukan untuk keperluan industri tertentu. Pasir silika banyak berfungsi dalam industri seperti: Pembuatan kaca, Pengecoran Logam, Metalurgi, Industri Kimia, Konstruksi, Cat dan *Coating*, Keramik & Refraktori, Bahan filter (filtrasi) air, menjaga *recovery* dalam pengeboran minyak dan Gas, dan masih banyak lagi kegunaan yang lain. Penggunaan silika sebagai *filler* karet alam sudah tidak asing lagi karena telah digunakan sejak awal abad ke-20. Penambahan silika pada kompon karet dapat memberikan banyak keuntungan seperti peningkatan dalam ketahanan sobek, dan peningkatan adhesi senyawa dalam produk multikomponen seperti ban. Dua sifat utama silika yang mempengaruhi sifat fisik kompon adalah ukuran partikel dan tingkat hidrasi. Sifat sekunder lainnya

yang mempengaruhi kompon karet adalah pH, komposisi kimia, dan *oil absorption*.

Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas.

Silika merupakan senyawa amorphous yang mengandung silikon dan oksigen yang tersusun dalam struktur tetrahedral. Ukuran partikel silika bervariasi antara 1 sampai 30 nm dengan luas permukaan dari 20 sampai 300 m²/g. Tingkat kekuatan kompon yang diberikan oleh silika lebih rendah jika dibandingkan dengan karbon black pada ukuran partikel yang sama. Penyimpanan silika harus di tempat yang memiliki kelembaban rendah karena gugus silanol pada permukaan silika dapat menyerap uap air sehingga mempengaruhi keasaman silika. Hal ini dapat menghambat vulkanisasi, diperlukan pencepat lebih banyak dan bahan tambahan seperti senyawa amina, *glycol* dan *coupling agent* seperti silane.

Silane harus ditambahkan kedalam karet sebelum bahan lain ditambahkan kedalam karet sebelum bahan lain ditambahkan, jika tidak fungsinya sebagai *coupling agent* akan hilang. Penambahan silika sintesis ke dalam beberapa polimer menghasilkan perubahan pada sifat fisis dan rheological, yang dipengaruhi oleh ukuran partikel dan densitas silanol groups pada permukaannya. Pengolahan karet dengan pengisi silika diperlukan suhu lebih tinggi untuk mengurangi uap air karena silika bersifat higroskopis. Umumnya penggunaan silika akan lebih meningkatkan kekuatan kompon elastomer dari NBR dan CR dibandingkan dengan polimer nonpolar seperti karet alam dan SBR. Akan tetapi, hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan *silane coupling agent*^[1].

2.4 Sulfur

Belerang atau sulfur adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang S dan nomor atom 16. Bentuknya adalah non-metal yang tak berasa, tak berbau dan multivalent. Belerang dalam bentuk aslinya, adalah sebuah zat padat kristalin kuning. Di alam, belerang dapat ditemukan sebagai unsur murni atau sebagai mineral- mineral sulfida dan sulfat. Ia adalah unsur penting untuk kehidupan dan ditemukan dalam dua asam amino. Penggunaan komersilnya terutama dalam fertilizer namun juga dalam bubuk mesiu, korek api, insektisida dan fungisida.

Sulfur atau belerang adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam industri. Belerang di Indonesia banyak terdapat bebas di daerah gunung berapi. Selain terdapat sebagai unsur bebas, juga terdapat dalam bentuk senyawa logam dalam bijih belerang. Belerang digunakan terutama untuk membuat asam sulfat. Pada industri ban, belerang digunakan untuk vulkanisasi karet yang bertujuan agar ban bertambah ketegangannya serta kekuatannya. Sebagai bagian dari ilmu kimia, kimia anorganik mempelajari berbagai macam kriteria dari belerang itu sendiri, mulai dari pengertian, sumber, hingga siklus belerang. Dengan tujuan agar kita tahu memanfaatkan belerang sesuai dengan sifatnya, sehingga tidak merugikan makhluk hidup khususnya manusia.



Gambar 2.11 Serbuk belerang

2.4.1 Senyawa belerang

1. Asam sulfat

Senyawa belerang yang penting adalah asam sulfat. Asam sulfat banyak digunakan dalam industri pupuk, detergen, bahan peledak, obat-obatan, zat pewarna, plastik, pembersih minyak

bumi, pembersih logam dari karat, dan menetralkan basa. Ada dua macam proses untuk membuat asam sulfat, yaitu proses kamar timbale dan proses kontak.

a. Sifat

Asam sulfat bukanlah oksidator yang sangat kuat, namun merupakan *dehydrator* yang sangat kuat bagi karbohidrat dan zat organik lainnya, sering kali memecahkan senyawa karbohidrat menjadi unsur karbon.

Sifat korosif asam sulfat dapat merusak benda-benda dari logam, karena logam akan teroksidasi baik dengan asam sulfat encer maupun pekat. Asam sulfat pekat dapat menarik molekul air dari senyawa-senyawa lain dalam proses dehidrasi. Biasanya asam sulfat dipikirkan hanya sebagai asam saja, namun sesungguhnya asam sulfat dapat bereaksi menurut lima cara yang berbeda, yaitu sebagai suatu asam, pengering terhadap air, pengoksidasi, agen sulfonasi dan sebagai suatu basa.

2. Hidrogen sulfida

a. Kejadian dan pembuatan

Hydrogen sulfida terdapat dalam kuantitas yang besar dalam gas alam. Dalam labolatorium, hydrogen sulfida

biasa disediakan dengan cara mereaksikan besi (II) sulfide dengan asam klorida encer .

3. Sulfida

Sulfida logam kurang bersifat ion daripada oksidanya. Hidrolisis sulfida bersifat parsial pada keadaan dingin, namun pada pendidihan menjadi sempurna karena gas hydrogen sulfida yang terbentuk cepat menguap. Sebagian besar sulfida-sulfida logam bersifat kovalen, dan tidak larut dalam air.

4. Belerang oksida

a. Belerang dioksida

Belerang dioksida ketika ada belerang yang terbentuk diudara. Dalam labolatorium, dihasilkan melalui reaksi suatu sulfit dengan asam sulfat encer, atau hydrogen sulfit dengan asam kuat encer .

b. Belerang trioksida

Dibuat dengan melewati campuran belerang dioksida dan oksigen melalui katalisator platina apad suhu + 400 °C, kemudian dikondensasikan sebagai padatan putih^[10].

2.5 Pengujian Tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya

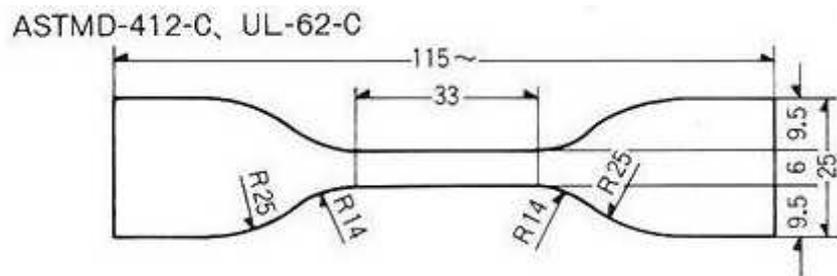
dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (Newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. Pertambahan panjang (Δl) yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula. Regangan merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang harganya biasanya dinyatakan dalam persen ^[17].

Pengujian tarik komposit karet memiliki dua bentuk spesimen yaitu bentuk *dumbel* dan *straight*. *Dumbbel* bentuk yang paling sering digunakan, sedangkan bentuk *straight* digunakan pada saat bentuk *dumbbel* tidak bisa dibentuk atau dibuat. Pembuatan bentuk *dumbbel* menggunakan alat pembentuk yang disebut *cutting dumbbel*. Untuk dimensi ukuran *dumbbel* ditunjukkan tabel 2.2.

Tabel 2.2 Dimensi ukuran bentuk spesimen *dumbbel* uji tarik.

No	Dimensi	Satuan	Toleransi	A	B	C	D	E	F
1	A	mm	± 1	25	25	25	16	16	16
2	B	Mm	Max	40	40	40	30	30	30
3	C	mm	Min	140	140	115	100	125	125
4	D-E	Mm	$\pm 6^B$	32	32	32	32	32	32
5	E	Mm	± 1	13	13	13	13	13	13
6	F	mm	± 2	38	38	19	19	38	38
7	G	mm	± 1	14	14	14	14	14	14
8	H	mm	± 2	25	25	25	16	16	16
9	L	mm	± 2	59	59	33	33	59	59
10	W	mm	$\pm 0,05-0,00$	12	6	3	3	3	3
11	Z	mm	± 1	13	13	13	13	13	13

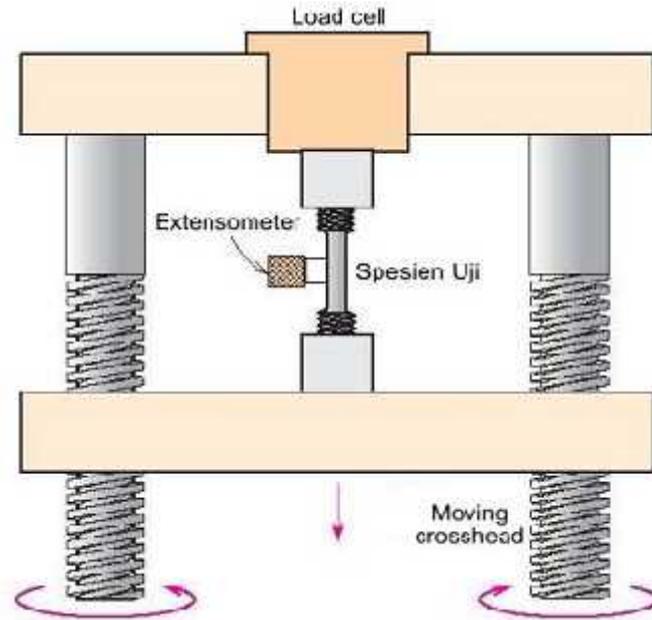
Tabel 2.2 menunjukkan standar dimensi ukuran *dumbbel* pada pengujian kekuatan tarik. *Dumbbel* dibentuk dari lembaran-lembaran kompon atau komposit karet alam dan bentuk menjadi lima (5) dalam satu variasi pengujian. Skema bentuk *dumbbel* dari proses *cutter dumbbel* ditunjukkan gambar 2.11.



Gambar 2.11. Dimensi dan bentuk *dumbbel* ASTM-D 412

Gambar 2.11 menunjukkan skema *dumbbel* beserta dimensinya menurut standar ASTM-D412. Hasil pembentukan *dumbbel* disimpan di dalam suhu ruang 24 jam. Proses pengujian kekuatan tariknya, *dumbell* dijepit pada *grip* mesin uji dan ditarik dengan tingkat kecepatan 500 mm/menit^[3].

Pengujian kekuatan tarik yaitu menggunakan cara material atau spesimen ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya menggunakan satu arah atau dua arah dimana akan diberikan gaya tarik. Untuk skema uji tarik ditunjukkan gambar 2.13.



Gambar 2.12 Skema uji tarik ^[18]

Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar dari bahan. Hubungan tegangan-regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan, temperatur, kelembaban, dan seterusnya.

Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam. Tegangan tarik, adalah gaya yang diaplikasikan, F , dibagi dengan luas penampang A yaitu:

$$= \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

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

$$= \frac{\Delta l}{l} \dots\dots\dots (2.3)$$

Perbandingan tegangan () terhadap perpanjangan () disebut modulus tarik E

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (2.4)$$

Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar*.

2.6 Scanning Elektron Microscopy (SEM)

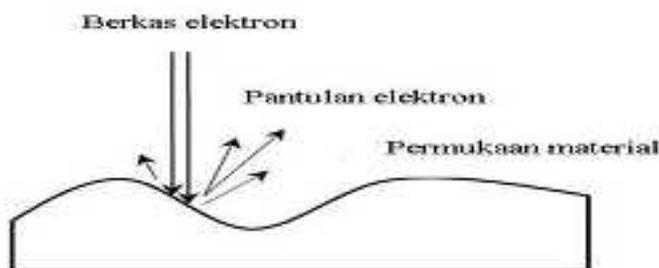
Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggambar spesimen dengan memindainya menggunakan sinar elektron berenergi tinggi dalam *scan* pola raster. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang topografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik.

Jenis sinyal yang dihasilkan oleh SEM meliputi elektron sekunder, elektron yang berhamburan-balik/*back-scattered electron* (BSE), karakteristik sinar-X, cahaya (*cathodoluminescence*), arus spesimen dan pancaran electron-elektron. Detektor elektron sekunder biasanya terdapat di semua SEM, tetapi jarang di sebuah mesin memiliki detektor yang dapat membaca semua sinyal. Sinyal ini adalah hasil interaksi dari sinar elektron dengan atom yang dekat permukaan spesimen. Mode deteksi yang paling umum atau standar, pencitraan elektron sekunder atau *secondary electron*

imaging (SEI), SEM dapat menghasilkan gambar resolusi sangat tinggi dari permukaan spesimen, menghasilkan ukuran yang detailnya kurang dari 1 nm. Karena berkas elektron sangat sempit, gambar SEM memiliki kedalaman yang dapat menghasilkan tampilan karakteristik tiga-dimensi yang berguna untuk mengetahui struktur permukaan spesimen. SEM memungkinkan beberapa perbesaran, dari sekitar 10 kali (sekitar setara dengan lensa tangan) sampai lebih dari 500.000 kali perbesaran, atau sekitar 250 kali kemampuan perbesaran mikroskop optik. Elektron yang menyebar kembali (BSE) merupakan sinar elektron yang tercermin dari spesimen dengan hamburan elastis. BSE sering digunakan dalam analisis SEM bersama dengan spektrum yang terbuat dari karakteristik sinar-X. Karakteristik sinar-X dipancarkan ketika sinar elektron menghilangkan elektron kulit bagian dalam dari spesimen, menyebabkan elektron yang energinya lebih tinggi untuk mengisi kulit dan melepaskan energi. Karakteristik sinar-X ini digunakan untuk mengidentifikasi komposisi dan mengukur kelimpahan unsur-unsur dalam spesimen.

Prinsip kerja SEM adalah menembakkan permukaan benda dengan berkas elektron berenergi tinggi seperti diilustrasikan pada Gambar 2.12. Permukaan benda yang dikenai berkas akan memantulkan kembali berkas tersebut atau menghasilkan elektron sekunder ke segala arah. Tetapi ada satu arah dimana berkas dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor di dalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Arah tersebut

memberi informasi profil permukaan benda seperti seberapa landai dan ke mana arah kemiringan.



Gambar 2.12 Dalam *SEM* berkas elektron berenergi tinggi mengenai permukaan material^[13].

Elektron pantulan dan elektron sekunder dipancarkan kembali dengan sudut yang bergantung pada profil permukaan material. Pada saat dilakukan pengamatan, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron di-scan ke seluruh area daerah pengamatan. Kita dapat membatasi lokasi pengamatan dengan melakukan *zoom-in* atau *zoom-out*. Berdasarkan arah pantulan berkas pada berbagai titik pengamatan maka profil permukaan benda dapat dibangun menggunakan program pengolahan gambar yang ada dalam komputer. *SEM* memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada mikroskop optik. Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang *de Broglie* yang dimiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik. Makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop. Umumnya tegangan yang digunakan pada *SEM* adalah puluhan Kilovolt.

Jika permukaan logam diamati di bawah *SEM* maka profil permukaan akan tampak dengan jelas. Untuk material bukan logam seperti isolator, agar

profil permukaan dapat diamati dengan jelas dengan *SEM* maka permukaan material tersebut harus dilapisi dengan logam. Film tipis logam dibuat pada permukaan material tersebut sehingga dapat memantulkan berkas elektron. Metode pelapisan yang umumnya dilakukan adalah *evaporasi* dan *sputtering*. Logam pelapis yang umumnya digunakan adalah emas ^[13].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

- a) Pembuatan spesimen ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Lampung.
- b) Pengujian kekuatan tarik di Sentra Teknologi Polimer (STP). Serpong, Tangerang, Banten.
- c) Pengamatan foto makro dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Lampung.
- d) Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di UPT. Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung

3.2 Bahan yang Digunakan

- a) Karet Alam

Karet alam adalah bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini. Jenis karet alam yang digunakan yaitu lateks kebun. Karet alam (lateks kebun) berfungsi sebagai matriks dalam komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.1.



Gambar 3.1. Karet alam (lateks kebun)

b) Silika

Silika adalah salah satu bahan utama dan bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini. Silika berfungsi sebagai penguat dalam komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.2.



Gambar 3.2. Silika

c) Sulfur



Gambar 3.3. Sulfur

d) Asam Formiat atau *Formic Acid* (HCOOH)

Asam formiat berfungsi katalis dalam komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.4.



Gambar 3.4. Asam formiat

3.3 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a) Alat *Mixer* Manual

Mesin *mixer*, berfungsi sebagai mesin pencampur komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.5.



Gambar 3.5. Alat *mixer*

b) Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi untuk menimbang variasi pencampuran bahan-bahan komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.6.



Gambar 3.6. Timbangan digital

c) Cetakan

Cetakan adalah alat yang digunakan dalam pembuatan komposit yang berfungsi sebagai wadah pembentuk campuran menjadi bentuk lembaran kompon, seperti yang ditunjukkan gambar 3.7.



Gambar 3.7. Cetakan baja

d) Alat *Press* (*Shop Press*)

Alat *Press* 12 Ton, berfungsi alat pengpressan komposit menjadi lembaran kompon, seperti yang ditunjukkan gambar 3.8.



Gambar 3.8. Alat *shop press* 12 Ton

e) Saringan

Saringan digunakan untuk mendapatkan ukuran mesh silika.



Gambar 3.9. Saringan

f) *Furnace*

Furnace, berfungsi proses *curing* komposit., seperti yang ditunjukkan gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Furnace*

g) Alat Uji Tarik

Alat uji tarik adalah alat uji yang berfungsi untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari setiap. Pengujian tarik menggunakan alat yaitu Shimadzu AG-50kNXPlus, seperti yang ditunjukkan gambar 3.11.



Gambar.3.11. Mesin uji tarik (Shimadzu AG - 50 kNX Plus)

h) Alat uji *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

Alat *SEM* yang digunakan adalah *SEM* - EDS JEOL, seperti yang ditunjukkan gambar 3.12.



Gambar.3.12. *SEM* - EDS JEOL

3.4 Perbandingan jumlah campuran

Perbandingan jumlah campuran bahan spesimen yang diuji yaitu:

Tabel 3.1 Formula campuran karet alam – silika dan sulfur

	Bahan		
	Karet Alam (%)	Silika (%)	Sulfur (%)
S1	76%	20%	4%
S2	71%	25%	4%
S3	66%	30%	4%

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dibagi menjadi empat tahap yaitu:

1. Survei Lapangan dan studi pustaka

2. Persiapan bahan.
3. Proses pencetakan komposit.
4. *Finishing* spesimen uji.
5. Pengujian dan pengolahan data.

1. Survei Lapangan dan Studi Pustaka

Pada penelitian ini, proses yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data awal sebagai studi pustaka. Studi pustaka bertujuan untuk mengenal masalah yang dihadapi, serta untuk menyusun rencana kerja yang akan dilakukan. Pada studi awal dilakukan langkah-langkah seperti survei lapangan yang berhubungan dengan penelitian yang ingin dilakukan serta mengambil data-data penelitian yang sudah ada sebagai pembandingan terhadap hasil pengujian yang akan dianalisis.

2. Persiapan bahan

Adapun prosedur pembuatan komposit yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Penyadapan pohon karet alam menggunakan pisau sadap karet dan ditampung dengan wadah penampung dan menunggu sekitar 30 menit.
- b) Setelah getah karet alam atau lateks kebun diperoleh disaring dengan saringan.
- c) Persiapan silika dan bahan kimia asam formiat.

- d) Persiapan alat-alat yang digunakan seperti mesin *mixer*, wadah untuk proses *mixer*, timbangan digital, *stop watch*, pengaduk, *aluminium foil*, air bersih, saringan dan cetakan.

3. Pencetakan Komposit

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode manual.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

Pembuatan spesimen silika-karet alam + sulfur

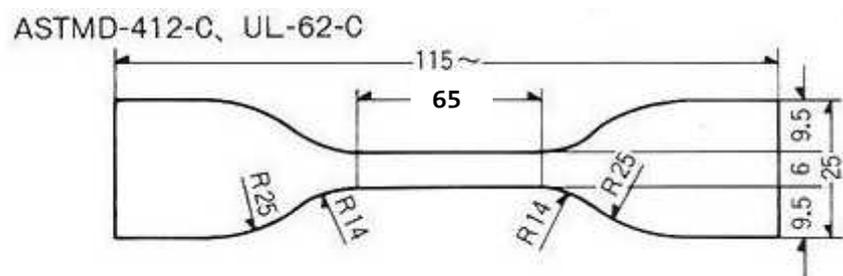
- a. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bahan uji ini ditimbang dan diukur.
- b. Karet alam cair atau (lateks kebun) dimasukkan kedalam wadah untuk *dimixer* selama 2 menit.
- c. Masukkan silika dan sulfur kedalam mesin *mixer*. Lakukan proses *mixer* hingga tercampur rata dengan lateks kebun dengan waktu percampuran selama 15 menit. Proses percampuran dengan prosentase silika 20%,25%, dan 30% sedangkan untuk sulfur 4% untuk masing-masing variasi.
- d. Masukan larutan asam formiat sebanyak 2% dari masing-masing volume spesimen dan dilakukan proses *mixer* selama 5 menit.
- e. Setelah karet alam cair dan silika tercampur rata maka proses percampuran dihentikan.
- f. Siapkan cetakan selanjutnya masukkan bahan uji kedalam cetakan, dan dilanjutkan pengepresan.

g. Selanjutnya melakukan proses *curing* pada bahan uji dengan variasi suhu 150° dengan waktu 20 menit.

Adapun standar uji tarik yang digunakan adalah standar ASTM D-412.

Geometri Spesimen Uji Tarik ASTM D-412

Geometri spesimen menurut ASTM D-412 dengan memodifikasi tebal menjadi 4 mm, ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.13. Geometri spesimen uji tarik

Berdasarkan ASTM D-412, kekuatan tarik maksimum () dirumuskan sebagai berikut:

$$= \frac{P^{max}}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

= kekuatan tarik (MPa).

P^{max} = beban maksimum sebelum putus (N).

A = lebar spesimen (w) x tebal spesimen (h) (mm²).

Tabel 3.3. Jumlah spesimen uji

Pengujian	Jumlah per variasi spesimen komposit Silika-Karet Alam			JumlahTotal
	20%	25%	30%	
Uji Tarik	5	5	5	15

4. Pengujian dan Pengolahan Data

Setelah spesimen uji selesai dibuat, dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

a. Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik komposit. Pengujian ini dilakukan dengan mesin uji “*Universal Testing Machine (UTM)*”, seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.14. Mesin Uji Tarik

Langkah-langkah pengujian tarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pengukuran spesimen uji meliputi panjang daerah cekam, panjang daerah uji, lebar daerah uji dan tebal daerah uji.

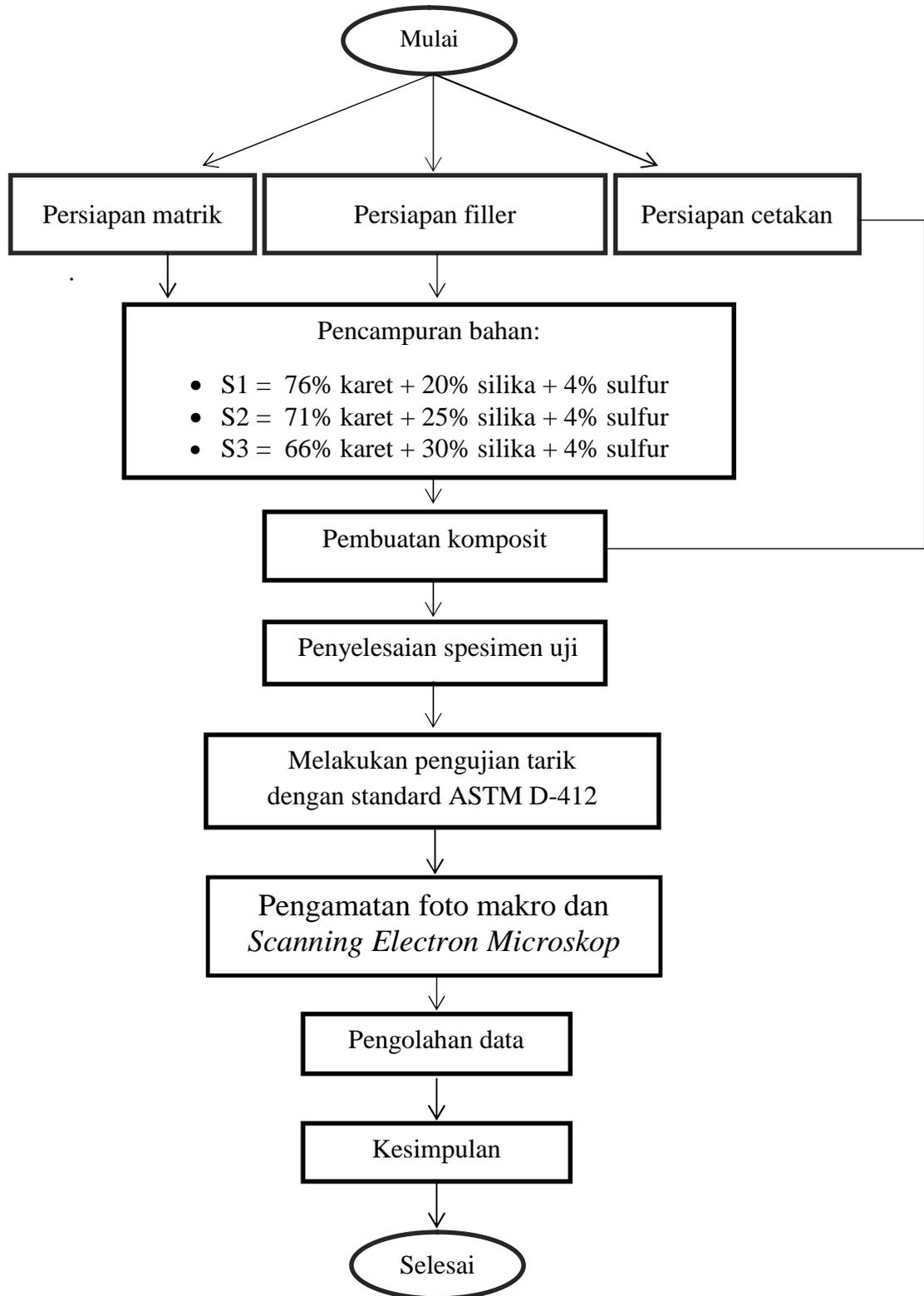
- 1) Menghidupkan mesin uji tarik yang digunakan
- 2) Masukkan dan *setting* kertas millimeter-blok diatas mesin plotter
- 3) Memastikan tekanan udara (*pneumatic*) untuk beban maksimum yang diperlukan terpenuhi.
- 4) Pemasangan pengecam (*grip holder*) sesuai dengan jenis pengujian dan spesimen.
- 5) Memastikan data spesimen uji yang telah diukur pada komputer dan menetapkan kecepatan pengujian.
- 6) Memastikan jarak pengecam sesuai dengan panjang minimal daerah cekaman (*gripped length*).
- 7) Pemasangan spesimen uji, dan memastikan tercekam dengan sempurna (kuat).
- 8) Jalankan mesin uji tarik.
- 9) Setelah patah, hentikan proses penarikan secepatnya.
- 10) Catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjangnya
- 11) Ambil hasil rekaman mesin plotter dari proses penarikan yang tertuang dalam kertas millimeter-blok.
- 12) Pengolahan data-data hasil uji kekuatan tarik.

b. Pengamatan Dengan SEM

Prosedur pengujian *scanning electron microscope* (SEM) untuk melihat kerusakan setelah uji tarik. Langkah untuk pengamatan SEM yang dilakukan adalah :

- 1) Pemasangan spesimen pada cawan SEM dengan menggunakan pita karbon (*carbon tape*).
- 2) Pelapisan sisi-sisi spesimen uji dengan *carbon ink* untuk membantu konduktifitas spesimen uji.
- 3) Proses pelapisan permukaan spesimen uji dengan platina (*coating/sputtering*) dengan mesin *auto coather*.
- 4) Menghidupkan perangkat pengamatan SEM.
- 5) Penempatan spesimen pada tabung SEM dan dilanjutkan dengan pengambilan gambar SEM.
- 6) Pencetakan hasil atau gambar SEM yang telah diambil.

3.6 Alur Proses Pengujian



Gambar 3.15. Diagram Alur Proses Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

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

1. Dari pengujian tarik komposit silika – karet alam diperoleh kekuatan tarik tertinggi sebesar 1,339 MPa pada fraksi massa silika 25%, sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 1,173 MPa pada fraksi massa silika 20%, dan untuk penambahan silika 30% mengalami penurunan dengan kekuatan tarik sebesar 1,221 MPa. Sedangkan untuk karet murni sebesar 0,56 Mpa.
2. Pada pengujian tarik komposit silika-karet alam diketahui bahwa nilai regangan tertinggi terdapat pada fraksi massa 25% yaitu sebesar 378,5%. Sedangkan nilai terendah yaitu sebesar 135,5% pada komposit berpenguat silika 20%, dan untuk komposit berpenguat silika 30% didapatkan hasil sebesar 327,2%. Untuk karet murni memiliki nilai regangan sebesar 6,69%.
3. Pada pengamatan SEM fraksi massa silika 25% terlihat ikatan partikel antara silika dengan karet alam terjadi secara homogen jika dibandingkan dengan fraksi massa 20% dan 30%, sehingga pada

fraksi massa 25% menjadi fraksi massa terbaik untuk kekuatan tarik dan regangan tarik pada penelitian ini.

4. Dari pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan silika dapat memperbaiki kekuatan mekanik dari karet alam

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa yang telah diperoleh, maka disarankan agar penelitian mengenai komposit karet alam berbahan pengisi silika dapat menambahkan senyawa silane sebagai *silane coupling agent* untuk mengoptimalkan ikatan partikel silika dengan karet alam untuk mengurangi adanya *void* pada kompositsilika-karet alam tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashby, Michael.1980. *Engineering materials I: An Introduction to their Properties and Applications*.Oxford:Pergamon Press.
- [2] Ansarifar, A.2005. *The Use of a Silanised Silica to Reinforce and Crosslink Natural Rubber*. International Journal of Adhesion and Adhesives 25:77-86.
- [3] ASTM.2008.*Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension*.Philadelphia, PA.
- [4] Fachry, Rasyidi.2014.*Pengaruh Filler Campuran Silika dan Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu Dari Karet Alam*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [5] Goutara, B. Djamitniko.1985. *Dasar Pengolahan Karet Depolimerisasi Lateks Karet Alam yang Diberi Perlakuan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS)*. (Skripsi). Fateta, IPB. Bogor.
- [6] Harefa, Juliskar.2015. *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Berbasis Lateks Pekat – Silika Ampas Tebu*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [7] Hildayati.2009. *Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam-Silika*. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Surabaya
- [8] <https://www.bps.go.id>. Badan Pusat Statistik.(2013). *Ekspor-Impor Karet*. Badan Pusat Statistik Jakarta. (Diakses, Sabtu, 16 Mei 2015, 15:05 WIB)
- [9] <https://www.pertanian.go.id>. Direktorat Jendral Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian.(2103).(Diakses : Sabtu, 16 Mei 2015, 11:13 WIB)
- [10] <http://www.rsc.org/periodic-table/element/16/sulfur>.(2016).(Diakses : Rabu 27 Juli 2016, 09:42)
- [11] Jamasri, Diharjo.2005. *Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Kenaf dengan Core Limbah Kayu Sengon Laut untuk Komponen Gerbong Kereta Api*. Fakultas Teknik UNS, Penelitian, Dikti, Hibah Bersaing.

- [12] Martikno, Tobias.2007. *Pengaruh Filler Serbuk Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanik Dan Termal Komposit Bermatrik Polipropilen*. (Skripsi). Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung.
- [13] Mikrajuddin, Khairurrijal.2008. *Karakteristik Nanomaterial*, (Jurnal). Vol 2 No. 1 Febuari 2009. Bandung.
- [14] Nugroho, A.B. &Triono, L.B.2006.*Sintesis Partikel Silika dengan Metode Spray Drying dari Sol Silika*.Tugas Akhir.ITS.Surabaya.
- [15] Pramono, A.2008. *Komposit Sebagai Trend Teknologi Masa Depan*. Fakultas Teknik Metalurgi dan Material. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [16] Sears, Zemansky.2002. *Fisika Universitas* Edisi 10. Jakarta: Erlangga.
- [17] Sidabutar, Victor Tulus Pangapoi. (2013). *Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia, Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- [18] Surdia, Tata.1995. *Pengtahuan Bahan Teknik*. Cet 2.Jakarta : Pradnya Paramita.
- [19] Surya, I.2006. *Teknologi Karet*. Medan : Departemen Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.
- [20] Tamba, Yan.2009. *Kekuatan Tarik dan Analisis Kegagalan Komposit Poliester dengan Partikel Kayu Jati, Merawan dan Meranti Merah*.Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- [21] Vlack, Van Lawrance.1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*.Jakarta : Penerbit Erlangga.