

**PENGARUH KARBON HITAM TERHADAP SIFAT UJI TARIK
KOMPOSIT KARET ALAM
DENGAN PENCAMPURAN METODE MANUAL**

(Skripsi)

Oleh

Fajar Andi Saputra



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2016

ABSTRAK

PENGARUH KARBON HITAM TERHADAP SIFAT UJI TARIK KOMPOSIT KARET ALAM DENGAN PENCAMPURAN METODE MANUAL

Oleh

FAJAR ANDI SAPUTRA

Karet alam adalah jenis getah cair lateks atau polimer isoprene (C_5H_8). Karbon hitam adalah salah satu bahan pengisi yang mempengaruhi sifat mekanik material. Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda. Pencampuran karet alam dengan karbon hitam menggunakan metode otomatis yang menghasilkan pencampuran homogen, tetapi biaya pembuatannya sangat mahal. Oleh karena itu, untuk mengurangi biaya pembuatan digunakan pencampuran metode manual. Pencampuran metode manual menggunakan proses pencampuran manual. Proses pembuatannya menggunakan biaya yang murah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat uji tarik dari komposit karbon hitam-Karet Alam (KH-KA) menggunakan metode campuran manual.

Komposit itu dibuat menjadi dua sampel. Komposit sampel Karet Alam-Karbon Hitam (KA-KH) dan sampel Karet Alam (KA). Proses pembuatan komposit KA-KH adalah sebagai berikut. Pertama, getah karet dimixer selama 3 menit. Kedua, KH ditambahkan dan dimixer selama 15 menit. Ketiga, asam format sebagai koagulan ditambahkan dan dimixer selama 2 menit. Keempat, pencetakan sampel dengan pembebanan 8 ton selama 15 menit. Langkah terakhir adalah proses *curing* komposit sampel KA-KH ke dalam *furnace* dengan suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit. Prosedur untuk pembuatan sampel KA sama dengan sebelumnya. Perbedaannya yaitu tidak ditambahkan KH. Pengujian sampel komposit Sampel KH-KA dan sampel KA mengacu pada uji tarik standar ASTM D 412 dan analisa kegagalan KA-KH.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi KA-KH 20 % adalah 1,18 MPa. Kekuatan tarik terendah yaitu sampel KA adalah 0,44 MPa. Regangan tarik tertinggi yaitu sampel KA adalah 442,19 %. Regangan tarik terendah yaitu sampel KA-KH 30 % adalah 6,69 %. Pengamatan dengan *SEM* menunjukkan bahwa sampel komposit KA-KH 25 % dan sampel KA-KH 30 % memiliki kekuatan tarik terendah. Hal ini dikarenakan campuran tidak tercampur secara merata. Sampel komposit KA-KH 20 % menunjukkan morfologi yang homogen, sehingga komposit ini memiliki kekuatan tarik tertinggi.

Kata kunci : Karet Alam (KA), Komposit Karet Alam-Karbon Hitam (KA-KH), dan Sifat Uji tarik

ABSTRACT

THE EFFECT OF CARBON BLACK TO NATURAL RUBBER COMPOSITE TENSILE TEST CHARACTERISTIC USING MANUAL MIXING METHOD

By

FAJAR ANDI SAPUTRA

Natural rubber is a kind of latex or isoprene polymer liquid (C_5H_8). Carbon black is one of tensile properties the filler material. Composite is a combination of two or more different material. The mixing of natural rubber with carbon black using an automatic method was resulted in homogeneous compound, however it is expensive. Hence to reduce cost, manual mixing method was used. Manual mixing method using a manual a low cost mixing need process. The research was aim to investigate the tensile properties of Carbon Black-Natural Rubber (CB-NR) composite tensile properties using manual mixed method.

The composite was made into two samples. CB-NR composite and NR samples. The preparation of CB-NR composite is as follow. Firstly, the NR latex was mixed for 3 minutes. Secondly, CB was added and mixed for 15 minutes. Thirdly, the formic acid as coagulant was mixed for 2 minutes. Fourthly, the sample was pressured of 8 tons for 15 Minutes. Last step was curing of CB-NR composite in the furnace at temperature $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 15 minutes. The procedure for preparation to NR sample was the same. The different was only there was no CB in mixed. The CB-NR and NR sample was tested according to ASTM D 412 tensile test standard and the observation failure was used mechanism of CB-NR.

The result showed that highest tensile strength CB-NR 20 % was 1.18 MPa. The that lowest tensile strength NR was 0.44 MPa. The that highest tensile strain NR was 442.19 %. The that lowest tensile strain CB-NR 30 % was 6.69 %. The observation SEM showed that the CB-NR 25 % and CB-NR 30 % composites has the lowest tensile strength, it is because the mixed was not well blended. The CB-NR 20 % composite morphology was homogeneous, hence this composite has the highest tensile strength.

Keywords : Natural rubber (NR), Composite Carbon Black-Natural Rubber (CB-NR), and Tensile Properties.

**PENGARUH KARBON HITAM TERHADAP SIFAT UJI TARIK
KOMPOSIT KARET ALAM
DENGAN PENCAMPURAN METODE MANUAL**

Oleh

Fajar Andi Saputra

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2016

Judul Skripsi : **PENGARUH KARBON HITAM TERHADAP SIFAT UJI TARIK KOMPOSIT KARET ALAM DENGAN PENCAMPURAN METODE MANUAL**

Nama Mahasiswa : **Fajar Andi Saputra**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1015021062**

Program Studi : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing




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



Zulhendri Hasyim, S.T., M.T.
NIP 19731002 200003 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin



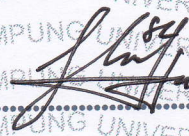
Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

Ketua

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



Anggota

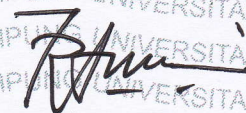
: Zuhendri Hasyim, S.T., M.T.



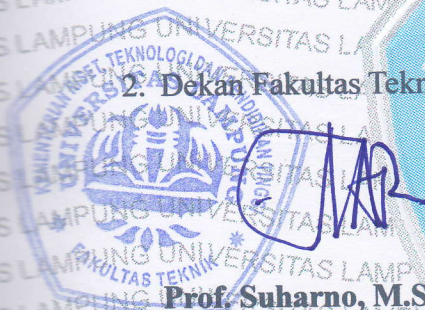
Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T.



2. **Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Agustus 2016

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR No.3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



FAJAR ANDI SAPUTRA
NPM 1015021062

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan putra dari pasangan Bapak Salyono dan Ibu Nanik Haryati, lahir di Tirta Kencana pada tanggal 12 Januari 1991 dan di beri nama Fajar Andi Saputra. Penulis adalah anak ke dua dari tiga bersaudara, yang mempunyai kakak yaitu Febri Ariyanto dan adik yaitu Septian Widiyanto.

Jenjang pendidikan pertama yang dijalani penulis adalah Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Tirta Kencana Kab.Tulang Bawang Barat diselesaikan pada tahun 2004. Kemudian penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Tumijajar Kab. Kab.Tulang Bawang Barat dan menyelesaikan pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMK N 1 Tulang Bawang Tengah Kab. Tulang Bawang Barat, selama di SMK penulis aktif di bengkel sekolah menjadi mekanik. Penulis menyelesaikan SMK pada tahun 2010.

Pada tahun 2010, terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung (Unila). Selama duduk dibangku kuliah, penulis aktif mengikuti organisasi kemahasiswaan jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) dalam bidang Hubungan masyarakat (Humas) di tahun 2011-2012.

Pada bulan Juli penulis melakukan kerja praktik di PT. GarudaFood Lampung dibawah bimbingan Bapak Tintus S.T., dalam bidang *Utility*. Dalam kerja praktik penulis melakukan studi kasus dengan judul “*Analisa Umur Pakai Bearing 6307 Pada Mesin Pompa Streling Sihi di PT. GarudaFood Lampung*”. Pada tahun 2015 penulis mulai melakukan penelitian di bawah bimbingan Ibu Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met. selaku pembimbing utama dan Bapak Zulhendri Hasymi, S.T.,M.T. sebagai pembimbing pendamping. Karya ilmiah yang dibuat penulis buat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) ini berjudul “*Pengaruh Karbon Hitam Terhadap Sifat Uji Tarik Komposit Karet Alam Dengan Pencampuran Metode Manual*”.

Pada tanggal 26 Agustus 2016 penulis telah menyelesaikan tugas akhirnya dan melakukan sidang skripsi. Demikian sepiantas riwayat hidup penulis hingga menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung pada tahun 2016.

Nabiku Muhammad S.A.W

By : fajar andi saputra S.T.

*“Maka berpegang teguhlah dengan apa yang Aku telah
berikan kepadamu dan hendaknya
kamu termasuk orang yang bersyukur”*

(QS. AL-A'raf; 144)

Mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini semua karena

BAPAKKU dan IBUKU TERCINTA

By : fajar andi saputra S.T.

Hidup adalah pilihan

Kita boleh terjatuh tetapi tidak boleh terpuruk.

Kebijaksanaan tidak terletak dalam kata-kata

Namun Kebijakan adalah makna

dibalik kata-kata.

Jangan ada kata “nanti”

untuk pekerjaan hari ini Karena kegagalan tidak kompromi dengan kata “nanti”.

By : fajar andi saputra S.T.

HIDUP

Belajarlah dari KESALAHAN

Untuk membuat lebih HIDUP dan BERGUNA

By : fajar andi saputra S.T.

Tak lelahnya engkau menasehatiku dan memotivasiku beberapa tahun ini hingga aku kini
mendapatkan gelarku Tak salah aku memilihmu sebagai bidadariku....Yanita Triati Amd.Keb

By : fajar andi saputra S.T.

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR No.3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN

FAJAR ANDI SAPUTRA
NPM 1015021062

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa mencurahkan nikmat, rahmat, dan karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat sebagai rasa ingin tahu penulis mengenai motor bakar, mulai dari komponen-komponenya sampai dengan prinsip kerjanya, serta merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar "Sarjana Teknik" pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan laporan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis ditujukan kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapakku yang hebat dan Ibu yang selalu aku sayangi.
Terima kasih atas dedikasinya baik dukungan moril maupun materil serta selalu mendoakan yang terbaik untuk anak tercintanya ini.
2. Ahmad Su'udi, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Unila.
3. Ibu Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengetahuan, saran, serta nasehat selama proses penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Zuhendri Hasymi, S.T.,M.T. selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T. selaku dosen pembahas pada laporan tugas akhir yang penulis seminarkan dan selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membantu kelancaran skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin atas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik materi akademik maupun teladan dan motivasi untuk masa yang akan datang.
7. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung.
8. Seluruh keluarga besar Teknik Mesin 2010 yang tidak henti-hentinya member semangat dan motivasi. Untuk sahabat baik yaitu Hendy Riyanto (cenguk) yang telah memberikan dukungan dan fasilitas saat berlangsungnya pengujian, Salpa Ade Nugraha S.T., (penyup) Dwi Novriadi S.T., (iyai) Dwi Andrian Wibowo S.T., Yayang Rusdiana S.T., Ridho Aritonang S.T., Feri Fariza, Wahyu Eka Saputra S.T., I Nyoman Arnando, Rahmat Dhani S.T., Nur Sai'in S.T., Rabiah Surya Ningsih, M Zen Syarif dan kawan-kawan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang tidak berhenti memberi semangat dan motivasi serta tanpa menghilangkan jasa – jasa kawan semuanya.
9. Untuk Yanita Triati Amd. Keb terima kasih untuk doa, dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan hingga menjadi motivasi bagi penulis.

10. Untuk mas Wanto (Asisten Lab.Material), mas Pono (Asisten Lab.Produksi) , mas Joko (Asisten Lab.Metrologi) dan mas Marta (Admin Jurusan) terima kasih atas dukungan dan semangatnya.
11. Untuk adik tingkat Dimas (011), Cristian, dan Purnadi (012) terima kasih atas semangatnya.
12. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis pribadi mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dan kehilafan tersebut. Saran dan masukan yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kebaikan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis pribadi, dan umumnya bagi semua yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandar Lampung, November 2016

Penulis

Fajar Andi Saputra
NPM 1015021062

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR PERSAMAAN	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Sistematika Penulisan	5
II. TINJUAN PUSTAKA	
2.1. Karet Alam	7
2.1.1. Sifat Karet Alam	10
2.1.1.1. Sifat fisik karet alam	10
2.1.1.2. Sifat kimia karet alam	10
2.1.2. Bahan Pengumpul dan Bahan Anti Pengumpul Karet Alam	10
2.1.2.1. Larutan soda (Na_2CO_3)	10
2.1.2.2. Amonia (NH_3)	11
2.1.2.3. Natrium sulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)	11
2.1.2.4. Asam formiat (CHOOH)	11
2.1.3. Proses Pengumpulan Karet alam	11
2.2. Jenis-Jenis Karet Alam	12
2.2.1. Bahan Olah Karet	12
2.2.1.1. Lateks kebun	12
2.2.1.2. <i>Sheet</i> angin	12
2.2.1.3. <i>Lump</i> segar	13

2.2.2. Karet Alam Konvensional	13
2.2.3. Lateks Pekat	13
2.2.4. Karet Bongkah	14
2.2.5. Karet Spesifikasi Teknis	14
2.2.6. <i>Tyre Rubber</i>	14
2.2.7. Karet <i>Reklim</i>	15
2.3. Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis	15
2.3.1. Kelebihan Karet Alam dari Segi Sifat Mekanik	15
2.3.2. Kelebihan Karet Sintetis dari Segi Sifat Mekanik.....	16
2.4. Bahan Penyusun Kompon atau Komposit Karet Alam.....	16
2.4.1. Bahan Pokok Kompon	16
2.4.1.1. Bahan pemercepat	16
2.4.1.2. Bahan pengatif (<i>Activator</i>)	17
2.4.1.3. Bahan pelunak (<i>Plastizer</i>)	17
2.4.1.4. Bahan antioksidan	17
2.4.1.5. Bahan pengisi (<i>Filler</i>)	18
2.4.2. Bahan Tambahan Kompon	18
2.5. Komposit	18
2.5.1. Komposit Serat	19
2.5.2. Komposit Partikel	19
2.5.3. Komposit Lapis	20
2.6. Metode Pencampuran Komposit Partikel	21
2.6.1. Metode Pencampuran Otomatis	21
2.6.2. Metode Pencampuran Manual.....	23
2.7. Karbon Hitam	25
2.7.1. <i>The Furnace Black</i>	26
2.7.2. <i>Thermal Black Process</i>	26
2.7.3. <i>The Acetylene Black Process</i>	27
2.7.4. <i>The Lampblack Process</i>	27
2.7.5. <i>The Channel Process</i>	27
2.8. Kekuatan Tarik	28
2.9. <i>Scaning Electron Microscope (SEM)</i>	32

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	34
3.2. Bahan dan Alat	35
3.2.1. Bahan-Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian	35
3.2.2. Alat-Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	36
3.2.3. Alat-Alat Uji yang Digunakan Dalam Penelitian	39
3.3. Metode Penelitian	41
3.3.1. Studi Literatur	41
3.3.2. Persiapan Bahan	41
3.3.3. Persiapan Pembuatan Sampel	42
3.3.4. Proses Pembuatan Sampel	43
3.4. Pengujian Komposit	45
3.4.1. Pengujian Uji Tarik	45
3.4.2. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	48
3.5. Diagram Alur Proses Pembuatan Sampel (Spesimen).....	51
3.6. Diagram Alur Penelitian	52

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sampel Uji Tarik	53
4.1.1. Hasil Uji Tarik Karet alam (Ka).....	55
4.1.2. Hasil Uji Tarik Komposit Karet Alam-Karbon Hitam 20 % (1 Ka-Kh)	60
4.1.3. Hasil Uji Tarik Komposit Karet Alam-Karbon Hitam 25 % (2 Ka-Kh).....	65
4.1.4. Hasil Uji Tarik Komposit Karet Alam-Karbon Hitam 30 % (3 Ka-Kh).....	70
4.1.5. <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	75
4.2. Hasil Uji Tarik Karet Alam (Ka), Komposit Karet Alam-Karbon hitam 20 % (1 Ka-Kh), Komposit Karet Alam-Karbon hitam 25 % (2Ka-Kh), dan Komposit Karet Alam-Karbon hitam 30 % (3 Ka-Kh)	77

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	89

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. (a) Kebun karet alam, dan (b) proses penyadapan karet alam di Provinsi Lampung	7
Gambar 2.2. Pengolahan karet alam menjadi bahan kompon karet (a) Karet kompon, (b) Karet vulkanisir, dan (c) Kompon karet silikon	8
Gambar 2.3. (a) dan (b) Proses penyadapan dan hasil penyadapan yang dilakukan oleh petani karet alam di Provinsi Lampung	9
Gambar 2.4. Skema komposit serat	19
Gambar 2.5. Skema struktur komposit partikel	20
Gambar 2.6. Skema struktur komposit lapis	20
Gambar 2.7. Pencampuran metode otomatis karet alam	21
Gambar 2.8. Mesin pencampuran secara otomatis	22
Gambar 2.9. Alat <i>mixer</i>	24
Gambar 2.10. Alat <i>press</i>	24
Gambar 2.11. Mesin <i>furnace</i>	26
Gambar 2.12. Dimensi dan bentuk <i>dumbbel</i> ASTM-D 412	29
Gambar 2.13. Skema uji tarik	30
Gambar 2.14. Skema <i>SEM</i> berkas elektron berenergi tinggi mengenai permukaan spesimen	33

Gambar 3.1. Karet alam (Lateks kebun)	35
Gambar 3.2. Karbon hitam HAF N330	35
Gambar 3.3. Asam formiat	36
Gambar 3.4. Alat <i>mixer</i>	37
Gambar 3.5. Timbangan digital	37
Gambar 3.6. Cetakan baja	37
Gambar 3.7. Alat press 12 Ton	38
Gambar 3.8. Saringan 100 <i>mesh</i>	38
Gambar 3.9. <i>Furnace</i>	39
Gambar 3.10. Mesin uji tarik (Shimadzu AG – 50 kNXPlus)	39
Gambar 3.11. <i>SEM</i> Jeol JSM-6510LA	40
Gambar 3.12. Proses pengepresan variasi campuran	41
Gambar 3.13. Hasil pencetakan komposit menjadi bentuk kompon.....	41
Gambar 3.14. Bentuk <i>dumbbel Die C</i> uji tarik (ASTM-D 412)	45
Gambar 3.15. Uji tarik komposit	48
Gambar 3.16. (a) dan (b) Diagram alur pembuatan sampel komposit karet alam-karbon hitam dan sampel karet alam	51
Gambar 3.17. Diagram alur penelitian	52
Gambar 4.1. Spesimen karet alam	53
Gambar 4.2. Spesimen komposit variasi 20 % karbon hitam	54
Gambar 4.3. Spesimen komposit variasi 25 % karbon hitam.....	54
Gambar 4.4. Spesimen komposit variasi 30 % karbon hitam.....	55
Gambar 4.5. Grafik kekuatan tarik-regangan tarik karet alam	55
Gambar 4.6. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen Ka.1	57

Gambar 4.7. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen Ka.2	57
Gambar 4.8. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen Ka.3	58
Gambar 4.9. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen Ka.4	58
Gambar 4.10. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen Ka.5	59
Gambar 4.11. Grafik kekuatan tarik-regangan tarik komposit karet alam-karbon hitam 20 %	60
Gambar 4.12. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 1 Ka-Kh.1	62
Gambar 4.13. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 1 Ka-Kh.2	62
Gambar 4.14 Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 1 Ka-Kh.3	63
Gambar 4.15 Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 1 Ka-Kh.4	63
Gambar 4.16 Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 1 Ka-Kh.5	64
Gambar 4.17. Grafik kekuatan tarik-regangan tarik komposit karet alam-karbon hitam 25 %	65
Gambar 4.18. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 2 Ka-Kh.6	67
Gambar 4.19. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 2 Ka-Kh.7	67
Gambar 4.20. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 2 Ka-Kh.8	68
Gambar 4.21. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 2 Ka-Kh.9	68
Gambar 4.22. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 2 Ka-Kh.10	69
Gambar 4.23. Grafik kekuatan tarik-regangan tarik komposit karet alam-karbon hitam 25 %.....	70
Gambar 4.24. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 3 Ka-Kh.11	72
Gambar 4.25. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 3 Ka-Kh.12	72
Gambar 4.26. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 3 Ka-Kh.13	73
Gambar 4.27. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 3 Ka-Kh.14	73

Gambar 4.28. Grafik nilai <i>modulus elastisitas</i> spesimen 3 Ka-Kh.15	74
Gambar 4.29. (a) foto <i>SEM</i> karet alam (b) foto <i>SEM</i> komposit karet alam-karbon hitam 20 % (c) foto <i>SEM</i> komposit karet alam-karbon hitam 25 % (d) foto <i>SEM</i> komposit karet alam-karbon hitam 30 %	76
Gambar 4.30. Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam (20 %, 25 %, dan 30 %)	79
Gambar 4.31. Grafik nilai rata-rata regangan tarik maksimal karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam (20 %, 25 %, dan 30 %)	80
Gambar 4.32. Grafik nilai rata-rata <i>modulus elastisitas</i> karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam (variasi 20 %, 25 %, dan 30 %).....	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi karet alam (Surya, 2006).....	9
Tabel 2.2. Tipe-tipe karbon hitam (Wang, 2001)	28
Tabel 2.3. Dimensi ukuran bentuk spesimen <i>dumbbel</i> uji tarik	29
Tabel 3.1. Variasi campuran karet alam dengan karbon hitam	42
Tabel 3.2. Jumlah spesimen uji tarik	47
Tabel 3.3. Jumlah spesimen uji <i>SEM</i>	50
Tabel 4.1. Hasil data uji tarik sampel Karet alam (Ka)	56
Tabel 4.2. Data nilai <i>modulus elastisitas</i> sampel Karet alam (Ka)	59
Tabel 4.3. Hasil data uji tarik komposit Karet alam-Karbon hitam 20 % .	60
Tabel 4.4. Data nilai <i>modulus elastisitas</i> sampel komposit Karet alam- Karbon hitam 20 % (1 Ka-Kh)	64
Tabel 4.5. Hasil data uji tarik komposit Karet alam-Karbon hitam 25 % .	66
Tabel 4.6. Data nilai <i>modulus elastisitas</i> sampel komposit Karet alam- Karbon hitam 25 % (2 Ka-Kh)	69
Tabel 4.7. Hasil data uji tarik komposit Karet alam-Karbon hitam 30 % .	71
Tabel 4.8. Data nilai <i>modulus elastisitas</i> sampel komposit Karet alam- Karbon hitam 30 % (3 Ka-Kh).....	74
Tabel 4.9. Nilai rata-rata hasil uji tarik (kekuatan tarik, regangan tarik, dan <i>modulus elastisitas</i>)	78

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 2.1.	30
Persamaan 2.2.	31
Persamaan 2.3.	31
Persamaan 2.4.	32

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Karet merupakan salah satu hasil perkebunan yang sangat penting. Hasil dari pengolahan karet dapat dijadikan berbagai jenis produk yang bernilai dan bermutu tinggi, alat rumah tangga, ban kendaraan dan lain-lain. Berdasarkan data Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian tahun 2013, nilai ekspor karet Indonesia mencapai 9,83 juta ton dengan pendapatan sebesar 29,79 miliar US\$. Nilai ekspor tersebut terdiri atas hasil perkebunan rakyat sebesar 78,97 %, perkebunan negara sebesar 10,08 %, dan perkebunan swasta sebesar 10,95 % (BPS, 2013), dari total luas area perkebunan karet sebesar 3.555.763 ha (Ditjen Perkebunan, 2013).

Karet alam (*Natural Rubber*) adalah getah karet (lateks) atau cairan polimer *isoprene* (C_5H_8)_n yang dihasilkan dari penyadapan atau penyayatan kulit batang pohon karet (*Hevea Brasiliensis*) menggunakan pisau sadap. Karet alam memiliki sifat-sifat yaitu, elastisitas, kelekatan, kekuatan tarik tinggi, dan kepegasan yang tinggi. Tetapi karet alam memiliki kekurangan seperti tidak tahan terhadap gesekan, tidak tahan terhadap panas, dan mengembang saat terkena minyak.

Pada pengelompokan karet rakyat, petani hanya melakukan penyadapan pohon karet yang menghasilkan lateks kebun dan melakukan pengumpulan menggunakan asam formiat. Karet yang sudah digumpalkan kemudian dijual perusahaan karet. Cara yang dilakukan petani tersebut dinilai kurang efektif dan tidak optimal dalam pemanfaatan nilai ekonomi produk karet alam. Dalam hal ini perlu dilakukan teknologi perekayasa terhadap karet alam, sehingga dapat dihasilkan sifat karet alam yang lebih baik sebelum di jual ke perusahaan. Salah satu strategi memperbaiki tersebut adalah dengan menambahkan bahan karbon hitam, abu terbang batu bara, arang tandan kelapa sawit, dan bahan-bahan polimer lain. Tujuan penambahan bahan tersebut adalah untuk memperbaiki sifat mekanik karet seperti : tahan terhadap gesekan, tahan panas, dan peningkatan kekuatannya. Karet alam yang telah ditambahkan dengan bahan penguat baik partikel atau serat disebut dengan komposit berbasis karet alam.

Karbon hitam merupakan salah satu bahan pengisi yang mempengaruhi sifat mekanik dari karet alam (Amelia, 2008). Sifat mekanik adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang dikenakan bahan tersebut, seperti kekuatan tarik. Penggabungan atau pencampuran antara karet alam dengan karbon hitam menjadi komposit sudah banyak dilakukan dengan menggunakan pencampuran metode otomatis.

Pencampuran metode otomatis adalah metode pencampuran karet alam dengan karbon (bahan pokok kompon) secara homogen dengan menggunakan mesin pencampur otomatis karet alam (*rubber mixing machines*). Hasil mesin

tersebut adalah lembaran-lembaran karet yang disebut kompon karet. Proses pencampuran secara otomatis digunakan di industri-industri atau perusahaan besar yang membuat produk karet.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bahruddin, (2010) dengan membuat komposit atau kompon karet menggunakan pencampuran metode otomatis menghasilkan komposisi terbaik pada variasi fraksi massa 30 % karbon hitam. Nilai tegangan tarik komposit tersebut sebesar 9.8 MPa dan nilai regangannya sebesar 413 %.

Penelitian yang dilakukan oleh Bukit, (2011) dengan membuat kompon karet menggunakan metode pencampuran otomatis menghasilkan komposit terbaik pada variasi pencampuran 50 % pada ukuran serbuk ban bekas 60 *mesh*. Nilai tegangan tarik sebesar 13 MPa dan nilai regangannya sebesar 148 %.

Penelitian yang dilakukan oleh Sasongko, (2012) dengan membuat kompon karet menggunakan metode pencampuran otomatis menghasilkan komposit terbaik pada variasi pencampuran 30 % karbon hitam tipe N220 tegangan tarik sebesar 26 MPa. Tegangan tarik komposit pada variasi pencampuran 40 % karbon hitam tipe N660 tegangan tarik sebesar 14 MPa.

Penelitian-penelitian di atas menunjukkan metode pembuatan komposit karet alam atau kompon karet dilakukan menggunakan pencampuran metode otomatis. Komposit karet alam yang dibuat dengan pencampuran metode otomatis ini belum banyak diketahui dikalangan petani karet. Hal ini dikarenakan petani karet mengalami kesulitan di dalam proses pembuatannya,

seperti : mesin-mesin pencampuran komposit, bahan-bahan yang digunakan, dan prosedur-prosedur pembuatan. Oleh sebab itu, pembuatan komposit dalam penelitian ini mencoba menggunakan pencampuran metode manual. Pencampuran metode manual menggunakan alat pencampur *mixer* tangan dan pembentuk komposit menggunakan cetakan yang di tekan menggunakan alat press.

Diharapkan dengan menggunakan pencampuran metode manual dapat dilakukan dan dikembangkan oleh petani karet, sehingga petani karet dapat memanfaatkan karet alam untuk menambah nilai ekonomi karet alam (lateks kebun) dan dapat mengaplikasikannya menjadi suatu produk.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui nilai kekuatan tarik komposit karet alam-karbon hitam dengan variasi karbon hitam 20 %, 25 %, dan 30 % dengan pencampuran metode manual.
- b. Mengetahui mekanisme kegagalan komposit karet alam-karbon hitam berdasarkan pengamatan foto *Scanning Electron Microscope (SEM)*.

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup yang jelas berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

- a. Bahan pengisi (*filler*) pada karet alam yaitu karbon hitam HAF N330.
- b. Proses penambahan karbon hitam pada karet alam dilakukan dengan pencampuran metode manual.
- c. Pengujian mekanik yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dan pengamatan analisa morfologi kegagalan dengan foto *SEM*.

1.4. Sistem Penulisan

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

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu pengertian tentang Karet Alam, Jenis-Jenis Karet Alam, Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis, Bahan Penyusun Kompon atau Komposit Karet Alam, Komposit, Metode Pencampuran Komposit Partikel, Karbon Hitam, Kekuatan Tarik dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada penelitian tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Waktu dan Tempat, Bahan dan Alat, Metode Penelitian, Pengujian Komposit, Diagram Alur Proses Pembuatan Sampel (Spesimen), dan Diagram Alur Penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembahasan pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Sampel Uji Tarik dan Hasil Uji Tarik Karet alam (Ka), komposit Karet alam-Karbon hitam 20 %, (1 Ka-Kh), komposit Karet alam-Karbon hitam 25 % (2 Ka-Kh), dan komposit Karet alam-Karbon hitam 30 % (3 Ka-Kh).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan adalah menjelaskan kesimpulan dan saran dari data-data yang diperoleh penulis tentang studi kasus yang dilaksanakan saat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karet Alam

Tanaman karet (*Hevea Brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari negara Brazilia. Sebagian besar perkebunan karet di Indonesia terletak di pulau Sumatra (70%), Kalimantan (24%), dan Jawa (4%) (Vijayakumar, 2000). Tanaman karet mulai di sadap pada saat usia 5 tahun. Gambar 2.1 menunjukkan tanaman karet alam yang ada di pulau Sumatra yaitu Provinsi Lampung.



(a)



(b)

Gambar 2.1. (a) Kebun karet alam, dan (b) proses penyadapan karet alam di Provinsi Lampung

Pengolahan karet alam saat ini mulai mengalami perubahan hingga menemukan inovasi baru, seperti penambahan bahan kimia yang menghasilkan karet tahan minyak atau oli. Hasil inovasi baru dari pengolahan karet alam ditunjukkan gambar 2.2.



(a)

(b)

(c)

Gambar 2.2. Pengolahan karet alam menjadi bahan kompon karet. (a) Karet kompon, (b) Karet vulkanisir, dan (c) Kompon karet silikon

(<http://industrikaret.com/kompon-karet.html>)

Karet alam berwujud cair disebut lateks, lateks merupakan cairan yang berwarna putih seperti susu. Getah lateks dihasilkan dari proses penyadapan pohon karet. Proses penyadapan dilakukan dengan pisau sadap yang khusus dan hasil penyadapan karet alam ditampung dalam wadah penampungan lateks. Seperti yang terlihat gambar 2.3. (a) dan (b).



(a)

(b)

Gambar 2.3. (a) dan (b) proses penyadapan dan hasil penyadapan yang dilakukan oleh petani karet alam di Provinsi Lampung.

Menurut Surya, komposisi karet alam atau lateks kebun secara umum adalah senyawa hidrokarbon, protein, karbohidrat, lipida, persenyawaan organik lain, mineral, dan air. Komposisi karet alam dijelaskan tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi karet alam (Surya, 2006)

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

2.1.1. Sifat Karet Alam

Secara umum sifat-sifat dari karet alam ada dijelaskan di bawah ini:

2.1.1.1. Sifat fisik karet alam

- a. Warna setelah penggumpalan putih hingga coklat.
- b. Elastisitas karet semakin bertambah setelah dipanaskan.
- c. Tidak larut dalam air.
- d. Sensitif terhadap perubahan temperatur.

2.1.1.2. Sifat kimia karet alam

- a. Mudah teroksidasi oleh udara
- b. Bila dibakar karet alam akan berubah menjadi CO₂ dan H₂O

2.1.2. Bahan Pengumpal dan Bahan Anti Pengumpal Karet Alam

Bahan pengumpal adalah bahan yang apabila ditambahkan ke karet alam akan mengakibatkan penggumpalan pada karet alam. Bahan anti pengumpal adalah bahan yang apabila ditambahkan ke karet alam mengakibatkan karet alam tahan tidak mengumpal. Beberapa contoh bahan pengumpal dan bahan anti pengumpal yang biasa digunakan yaitu :

2.1.2.1. Larutan soda (Na₂CO₃)

Larutan soda adalah bahan yang tidak mempengaruhi waktu pengeringan dari kualitas produk yang dihasilkan. Larutan soda menggunakan takaran dosis yaitu setiap 1 liter karet alam membutuhkan 10 ml.

2.1.2.2. Amonia (NH_3)

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 10 ml.

2.1.2.3. Natrium sulfit (Na_2SO_3)

Natrium sulfit adalah bahan penggumpal yang digunakan untuk memperpanjang waktu pengeringan lateks. Natrium sulfit menggunakan takaran dosis yaitu setiap 1 liter karet alam membutuhkan 10 ml.

2.1.2.4. Asam formiat (CHOOH)

Asam formiat adalah bahan penggumpal yang menghasilkan kualitas karet yang sangat baik. Bahan ini sesuai yang dianjurkan oleh SNI-06-2047-1998. Asam formiat menggunakan takaran dosis yaitu setiap 1 liter karet alam membutuhkan 20 ml.

2.1.3. Proses Pengumpulan Karet Alam

Proses penggumpalan karet alam terjadi karena penguatan partikel karet yang menyebabkan daya interaksi karet dengan pelindungnya menjadi hilang. Penggunaan bahan ini mengakibatkan mengikatnya partikel karet disebabkan oleh ikatan hidrogen antara air dengan protein yang melapisi partikel karet. Proses penggumpalan karet bisa terjadi secara

alamiah yaitu dengan bantuan sinar matahari ataupun udara. Hal ini di karenakan terjadinya oksidasi pada karet alam.

2.2. Jenis-Jenis Karet Alam

Ada beberapa jenis-jenis karet alam diantaranya yaitu :

2.2.1. Bahan Olah Karet

Bahan olah karet adalah lateks kebun yang digumpalkan. Bahan olah karet dibagi menjadi 4 macam yaitu :

2.2.1.1. Lateks kebun

Lateks kebun adalah cairan yang dihasilkan bidang sadap pohon karet. Cairan getah lateks kebun ini belum mengalami penggumpalan atau tidak ditambah bahan penggumpal. Lateks kebun mempunyai standar sebagai berikut :

- a. Disaring dengan saringan berukuran 40 mesh.
- b. Tidak terdapat kotoran (kayu dan daun).
- c. Tidak tercampur bubuk lateks, air, ataupun serum lateks.
- d. Berwarna putih dan berbau karet segar.

2.2.1.2. *Sheet* angin

Sheet angin adalah bahan olah karet yang dibuat dari lateks yang sudah disaring dan digumpalkan menggunakan asam formiat. *Sheet* angin mempunyai standar yaitu :

- a. Harus ada penggilingan pada gumpalan lateks untuk mengeluarkan air.

- b. Tidak boleh terkena sinar matahari dan air saat penyimpanan.

2.2.1.3. *Lump* segar

Lump segar adalah bahan olah karet dari penggumpalan lateks secara alamiah. *Lump* segar mempunyai standar yaitu :

- a. Tidak ada kotoran dan penyimpanan tidak terendam air dan sinar matahari secara langsung.
- b. Tingkat ketebalan 40 ml dan 60 ml.

2.2.2. Karet Alam Konvensional

Ada beberapa jenis-jenis karet alam konvensional yaitu :

- a. *Ribbed smoked sheet (Rss)*
- b. *White crepe* dan *pale crepe*
- c. *Estate brown crepe*
- d. *Compo crepe*
- e. *Thin brown crepe*
- f. *Thin brown crepe remills*
- g. *Thick blanket crepes ambers*
- h. *Flat bark crepe*
- i. *Pure smoked blanket crepe*
- j. *Off crepe*

2.2.3. Lateks Pekat

Lateks pekat adalah jenis karet yang berbentuk cairan pekat (tidak berbentuk lembaran) ataupun padat lainnya. Lateks pekat memiliki standar yaitu :

- a. Berwarna putih dan berbau karet segar.
- b. Tidak terdapat kotoran (kayu dan daun).
- c. Mempunyai kadar kering 60 %.
- d. Tidak tercampur bubur lateks dan air.
- e. Disaring dengan saringan 40 mesh.

2.2.4. Karet Bongkah

Karet bongkah adalah karet remah yang telah dikeringkan dan dibentuk dengan ukuran yang sudah ditentukan. Karet bongkah memiliki kualitas dengan warna tersendiri.

2.2.5. Karet Spesifikasi Teknis

Karet ini dibuat dengan cara khusus, sehingga terjamin kualitas dan mutu teknisnya.

2.2.6. *Tyre Rubber*

Tyre rubber adalah karet alam yang dihasilkan sebagai barang setengah jadi sehingga bisa langsung dipakai oleh konsumen. *Tyre rubber* biasanya digunakan dalam pembuatan ban atau barang yang

menggunakan karet. *Tyre rubber* memiliki kelebihan yaitu daya campur yang baik sehingga mudah digabung dengan karet sintetis.

2.2.7. Karet *Reklim*

Karet *reklim* adalah karet yang diolah kembali atau barang-barang yang terbuat dari karet, misalnya ban mobil bekas. Daya tahan karet *reklim* terhadap bensin atau minyak pelumas lebih besar dibandingkan dengan karet alam. Karet *reklim* juga memiliki kekurangan yaitu kurang kenyal dan kurang tahan terhadap gesekan.

2.3. Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis

Perbedaan karet alam dengan karet sintetis dapat dijelaskan dari beberapa sifat-sifat mekanik yaitu :

2.3.1. Kelebihan Karet Alam dari Segi Sifat Mekanik

Karet alam memiliki kelebihan dibandingkan karet sintetis diantaranya yaitu :

- a. Memiliki daya elastisitas yang tinggi.
- b. Proses pembentukannya yang mudah dan cepat.
- c. Memiliki daya keausan yang tinggi.
- d. Tidak mudah panas.
- e. Memiliki daya tahan tinggi terhadap keretakan.

2.3.2. Kelebihan Karet Sintetis dari Segi Sifat Mekanik

Karet sintetis memiliki kelebihan diantaranya yaitu :

- a. Tahan terhadap berbagai zat kimia atau minyak
- b. Tahan terhadap panas.
- c. Memiliki ketahanan abrasi.
- d. Tahan elastis rendah.
- e. Fleksibel pada temperatur rendah.

2.4. Bahan Penyusun Kompon atau Komposit Karet Alam

Bahan penyusun kompon adalah bahan yang berada di dalam kompon tersebut. Bahan penyusun kompon dibagi menjadi dua, yaitu bahan pokok dan bahan tambahan.

2.4.1. Bahan Pokok Kompon

Bahan pokok adalah bahan pokok (utama) yang diperlukan dalam setiap kompon karet. Bahan pokok kompon dibagi menjadi yaitu :

2.4.1.1. Bahan pemercepat (*Accelerator*)

Bahan pemercepat adalah bahan yang berguna sebagai pemercepat proses vulkanisasi. Bahan pemercepat terdiri atas dua macam yaitu bahan pemercepat organik (karbonat, kapur dan magnesium). Bahan pemercepat anorganik seperti *MBTS* (*Merkapto Dibenzothylazole Disulfida*) dan *TMTD* (*Tentra Metil Tiuram Disulfida*).

2.4.1.2. Bahan pengaktif (Aktivator)

Bahan pengaktif adalah bahan yang berguna untuk meningkatkan proses pemercepat. Bahan pemercepat tidak bekerja secara baik tanpa bahan pengaktif (ZnO).

2.4.1.3. Bahan pelunak (*Plastizer*)

Bahan pelunak adalah bahan yang berguna untuk menurunkan viskositas karet menjadi mudah tercampur dengan bahan-bahan lainnya. Bahan ini digunakan saat penggilingan atau proses *mixer* sehingga dapat melunakkan karet mentah dapat mudah diolah. Bahan pelunak yang biasanya digunakan adalah asam stearat. Kegunaan lain bahan pelunak antara lain :

- a. Memudahkan pencampuran bahan pengisi kedalam kompon karet.
- b. Mempersingkat dan memudahkan proses pembuatan bentuk kompon karet.

2.4.1.4. Bahan antioksidan

Bahan antioksidan adalah bahan yang ditambahkan agar kompon tidak mudah lengket dan lunak serta menjadi keras dan tidak retak-retak ataupun rapuh. Karet alam telah memiliki bahan antioksidan alami, tetapi kadarnya rendah sehingga tidak cukup untuk melindungi kompon karet terhadap proses oksidasi.

2.4.1.5. Bahan pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi adalah bahan yang ditambahkan pada kompon agar memodifikasi atau memperbaiki sifat mekaniknya, memperbaiki karakteristik pengolahan. Bahan pengisi yang sering digunakan pada karet alam adalah polimer (karbon hitam dan silica).

2.4.2. Bahan Tambahan Kompon

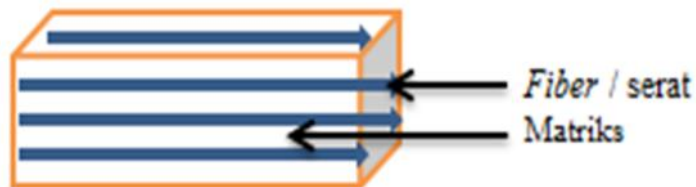
Bahan tambahan kompon adalah bahan yang ditambahkan pada pembuatan barang jadi karet untuk menghasilkan barang jenis tertentu. Bahan tambahan dibagi menjadi dua yaitu bahan pewarna dan bahan pewangi (Djoehana, 1995).

2.5. Komposit

Komposit adalah penggabungan antara dua bahan material atau lebih yang berbeda. Bahan atau material ini digabung menjadi satu atau proses pencampuran dari dua material atau lebih menjadi satu. Bahan pembentuk komposit pada umumnya diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu bahan dengan fasa *kontinyu* disebut matrik, dan bahan dengan fasa *diskontinyu* disebut penguat, contohnya pasir, karbon hitam, dan silika (Zainuri, 2008). Menurut jenis bahan pokok penyusunnya komposit dibagi menjadi tiga yaitu.

2.5.1. Komposit Serat

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari serat dan matriks (bahan dasar) yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat yang ditambahkan bahan resin sebagai bahan perekat. Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). Skema struktur untuk komposit serat (*fiber*) dapat dilihat gambar 2.4.



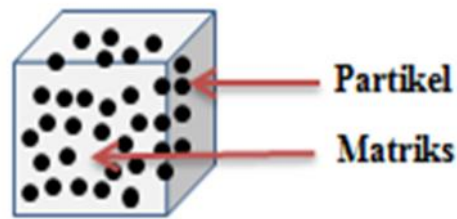
Gambar 2.4. Skema komposit serat

Gambar 2.4 menjelaskan skema struktur komposit serat (*fiber*), dalam komposit ini biasanya matriks yang digunakan adalah *resin* atau *epoxy*.

2.5.2. Komposit Partikel

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

Skema struktur untuk komposit partikel dapat dilihat gambar 2.5.

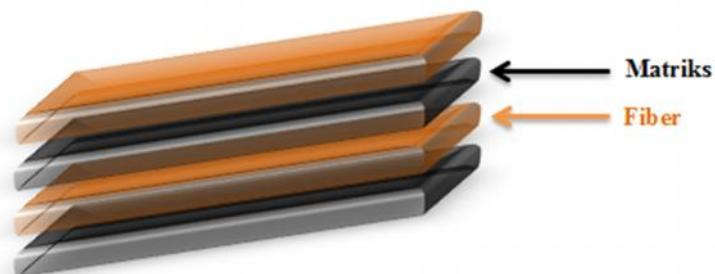


Gambar 2.5. Skema struktur komposit partikel.

Gambar 2.5 menjelaskan skema struktur partikel yang dimasukkan ke dalam *matriks* sehingga menjadi bahan pengisi. Komposit partikel biasanya menggunakan bahan-bahan seperti : karbon hitam, *flay ash*, arang biji sawit dan silika.

2.5.3. Komposit Lapis

Komposit lapis adalah yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisan memiliki karakteristik sifat yang berbeda-beda. Komposit lapis terdiri dari lapisan serat dan matriks. Skema struktur komposit belapis ditunjukkan gambar 2.6.



Gambar 2.6. Skema struktur komposit lapis.

2.6. Metode Pencampuran Komposit Partikel

Komposit karet alam atau kompon adalah suatu campuran antara karet alam dengan berbagai bahan pokok kompon dan bahan tambahan kompon untuk memperoleh hasil akhir suatu produk karet tertentu. Untuk menghasilkan komposit karet alam atau kompon karet alam menggunakan dua metode pencampuran yaitu metode pencampuran otomatis dan metode pencampuran manual.

2.6.1. Pencampuran Metode Otomatis

Pencampuran metode otomatis adalah metode pencampuran karet alam dengan karbon (bahan pokok kompon) secara homogen dengan menggunakan mesin pencampur otomatis karet alam (*rubber mixing machines*).

Pencampuran metode otomatis biasanya digunakan pada industri yang mengolah karet alam menjadi suatu produk, seperti yang ditunjukkan gambar 2.7.



Gambar 2.7. Pencampuran metode otomatis karet alam

(<http://www.anandnvh.com/infrastructure.html>)

Gambar 2.7 menjelaskan pencampuran metode otomatis digunakan pada industri-industri besar karet alam. Pencampuran metode otomatis menghasilkan bentuk lembaran-lembaran kompon karet secara otomatis atau bentuk lembaran kompon secara langsung, tidak perlu pengerjaan lanjutan. Hal ini dikarenakan pencampuran metode otomatis memiliki mesin-mesin diantaranya yaitu *mixer*, mesin *extruder*, dan mesin *open mill*. Mesin-mesin tersebut menjadi satu perangkat mesin otomatis, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.8.



Gambar 2.8. Mesin pencampur secara otomatis.

(<http://www.alibaba.com>)

a. Mesin *mixer* karet

Mesin *mixer* karet adalah suatu mesin pencampur bahan-bahan antara bahan satu dengan bahan lainnya sehingga bergabung menjadi homogen. Bahan-bahan tersebut diantaranya yaitu karet alam, bahan pokok kompon dan bahan tambahan kompon.

b. Mesin *ekstruder* karet

Mesin *Ekstruder* adalah mesin digunakan untuk membentuk kompon atau mencetak kompon menjadi panjang dengan profil bulat atau empat persegi panjang , yang padat atau berongga. Bentuk akhir kompon sama dengan bentuk penampang rongga matriks (*die*) yang digunakan.

c. Mesin kalender karet

Mesin kalender karet adalah mesin untuk membuat kompon karet yang panjang dan lembaran kompon dengan ukuran tebal atau tipis. Mesin kalender karet bekerja dengan cara menekan kompon karet di antara roll-roll dengan mengatur arah dan besar putaran serta jarak roll. Putaran roll pada mesin kalender yang berbeda mengakibatkan friksi, putaran roll yang sama akan mengakibatkan penekanan, pelapisan, dan penghalusan permukaan kompon (Viktor, 2013).

2.6.2. Pencampuran metode Manual

Pencampuran metode manual adalah suatu pencampuran karet alam dengan karbon (bahan pokok kompon) secara homogen dengan menggunakan alat pencampur manual. Alat pencampuran metode manual yaitu *mixer*, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.9.



Gambar 2.9. Alat *mixer*

Gambar 2.9 menjelaskan alat *mixer* berguna sebagai alat pencampuran antara karet alam dengan karbon hitam dan asam formiat. Pencampuran metode manual membutuhkan pengerjaan lanjutan yaitu pembentukan lembaran kompon dengan cetakan yang ditekan menggunakan alat *press*, seperti yang ditunjukkan gambar 2.10.



Gambar 2.10. Alat *Press*

Gambar 2.10 menjelaskan alat *press* digunakan dalam pembentukan lembaran kompon pada cetakan.

Untuk proses pelapasan kadar air yang terjadi pada kompon menggunakan proses *curing* menggunakan *furnace*, seperti yang ditunjukkan gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Furnace*

2.7. Karbon Hitam

Karbon hitam saat ini banyak digunakan dalam industri yang berguna sebagai pengisi dan penguat untuk barang produk karet. Produk-produk yang dihasilkan antara lain seperti ikat pinggang, selang gasket, perangkat getaran isolasi, sepatu, dan ban kendaraan. Khususnya pada ban kendaraan karbon hitam dimanfaatkan untuk mengurangi kerusakan pada ban. Kerusakan ini disebabkan terjadinya panas. Karbon hitam yang berada pada karet berguna sebagai *pigmen* dan pelindung panas sehingga mengurangi kerusakan termal yang terjadi pada tapak ban dan kawasan sabuk ban.

Produk-produk yang sudah dijelaskan, karbon hitam mempunyai berbagai spesifikasi, ukuran partikel, struktur dan luas permukaan yang menjadi fungsi penting sebagai pigmen dari karet, plastik, dan produk-produk lainnya.

Karbon hitam adalah sebuah bentuk dari unsur karbon yang diproduksi dengan pembakaran parsial atau pirosilis terkontrol dari hidrokarbon. Proses penghasilan karbon hitam melalui beberapa cara yaitu :

2.7.1. *The Furnace Black*

Furnace black process adalah proses pembuatan karbon hitam yang menggunakan bahan minyak serta mesin reaktor tertutup. Pada proses pembuatannya, mesin reaktor tertutup tersebut dikontrol temperatur serta tekanannya. Hal ini dikarenakan di dalam reaktor terdapat gas berupa karbon monoksida dan hidrogen. Keuntungan hasil pembuatan karbon hitam dengan metode ini memiliki diameter partikel yang kecil, sehingga kecilnya partikel membuat percampuran mudah masuk dan merata saat percampuran dengan bahan lain. karbon hitam hasil metode ini sangat baik digunakan sebagai bahan penguat atau pengisi karet alam.

2.7.2. *Thermal Black Process*

Proses pembuatan karbon hitam dengan metode ini yaitu menggunakan gas alam (*methane*) atau minyak sebagai bahan bakunya. Proses kerjanya dengan menggunakan sepasang tungku dengan cara gas alam dimasukkan ke dalam tungku api dengan posisi sejajar serta tidak boleh terdapat udara. Panas dari proses tersebut mengurai gas alam menjadi karbon hitam dan hidrogen.

2.7.3. *The Acetylene Black Process*

Metode pembuatan karbon hitam ini dengan cara menggunakan asetilen dan mengalami proses termal (kecuali karbon hitam diubah menjadi serbuk).

2.7.4. *The Lampblack Process*

Metode pembuatan karbon hitam ini menggunakan media wajan besi yang dipanaskan. Hasil dari wajan tersebut menghasilkan karbon hitam.

2.7.5. *The Channel Process*

Metode pembuatan karbon hitam ini dengan media umpan (gas alam). prosesnya dengan cara pembakaran menggunakan jumlah udara yang dibatasi (Wang, 2003).

Beberapa metode yang sudah dijelaskan, menghasilkan karbon hitam dengan kualitas yang berbeda-beda. Metode dengan hasil terbanyak dan waktu produksinya relatif lebih cepat serta menghasilkan partikel yang sangat kecil adalah *furnace black process*.

Karbon hitam adalah 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 yang berbeda. Untuk tipe, standart, dan ukuran karbon hitam ditunjukkan tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tipe-tipe karbon hitam (Wang, 2001)

ASTM Desination	Type Code	Type	Particle size (nm)
N110	SAF	Super Abrasion Furnace	20-25
N220	ISAF	Intermidiate Superabrision Furnace	24-33
N330	HAF	High Abrasion Furnace	28-36
N300	EPC	Easy Processing Channel	30-35
N550	FEF	Fast Extrusion Furnace	39-55
N683	HMF	General Purpose Furnace	48-73
N770	SRF	Semi-Reinforcing Furnace	70-96

2.8. Kekuatan Tarik

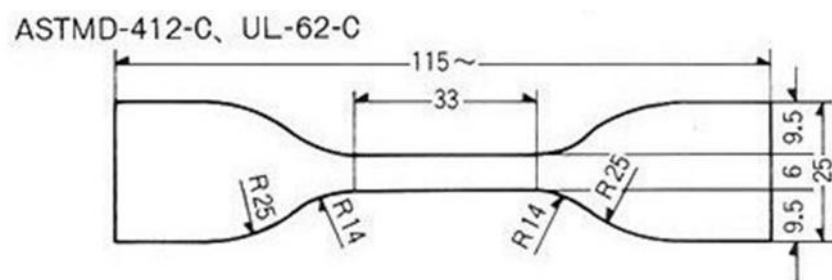
Kekuatan tarik adalah salah satu pengujian tegangan regangan dalam sifat mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan atau material terhadap gaya tarik. Pengujian kekuatan tarik pada komposit karet menggunakan standart pengujian ASTM D 412. Pengujian ini mengacu pada analisa sifat uji tarik karet vulkanisir dan elastomer termoplastik.

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 2.3.

Tabel 2.3. Dimensi ukuran bentuk spesimen *dumbbel* uji tarik.

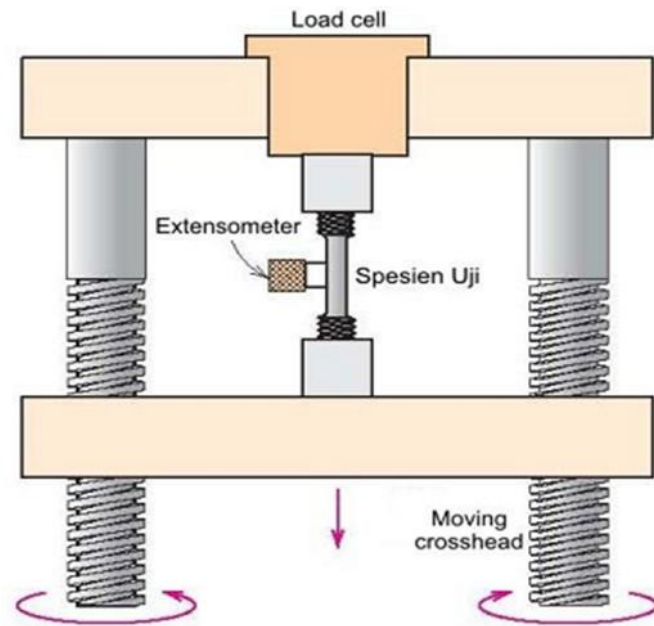
Dimensi	Toleransi	Die C (mm)
A	± 1	25 mm
B	Max	40 mm
C	Min	115 mm
D	$\pm 6^B$	32 mm
D - E	± 1	13 mm
F	2	19 mm
G	± 1	14 mm
H	± 2	25 mm
L	± 2	33 mm
W	$\pm 0.5 - 0.00$	6 mm
Z	± 1	13 mm

Tabel 2.3 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 2.12.

Gambar 2.12. Dimensi dan bentuk *dumbbel* ASTM-D 412

Gambar 2.12 menunjukkan skema *dumbbel* beserta dimensinya menurut standar ASTM-D412. Hasil pembentukan *dumbbel* disimpan di dalam suhu ruang 24 jam. Proses pengujian kekuatannya, *dumbell* dijepit pada *grip* mesin uji dan ditarik dengan tingkat kecepatan 500 mm/menit

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 2.13. Skema uji tarik

(Viktor, 2013)

Proses uji tarik menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimum yaitu gaya yang diberikan (F) untuk material uji dibagi dengan luas permukaan (A_0) material uji, seperti yang ditunjukkan persamaan 2.1.

$$\sigma_{\text{Maks}} = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan :

$$\sigma_{\text{Maks}} = \text{Tegangan maksimum (MPa)}$$

$F =$ Gaya (N)

$A_0 =$ Luas permukaan (mm^2)

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang (L) material uji atau spesimen dibagi dengan panjang awal (L_0) spesimen, seperti yang ditunjukkan persamaan 2.2.

$$\epsilon_{\text{Maks}} = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.2}$$

Keterangan :

$\epsilon =$ Regangan maksimum (%).

$\Delta L =$ Pertambahan panjang (mm).

$L_0 =$ Panjang awal (mm).

Panjang total adalah pertambahan panjang keseluruhan spesimen (L) yang terjadi saat pertambahan panjang spesimen (L) ditambah dengan panjang awal spesimen (L_0), seperti yang ditunjukkan persamaan 2.3.

$$L = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.3}$$

Keterangan :

$L =$ Panjang total (mm)

$\Delta L =$ Pertambahan panjang (mm)

$L_0 =$ Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas (E) adalah kekuatan suatu bahan atau ketahanan material uji terhadap deformasi elastis. *Modulus elastisitas* ditentukan pada sepanjang

garis elastis yang terjadi digaris tegangan (σ_{elastis}) dibagi dengan regangan ($\epsilon_{\text{elastis}}$), seperti yang ditunjukkan persamaan 2.4.

$$\mathbf{E} = \frac{\sigma_{\text{elastis}}}{\epsilon_{\text{elastis}}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.4}$$

Keterangan :

\mathbf{E} = modulus elastisitas (GPa)

σ_{elastis} = Tegangan elastis (MPa)

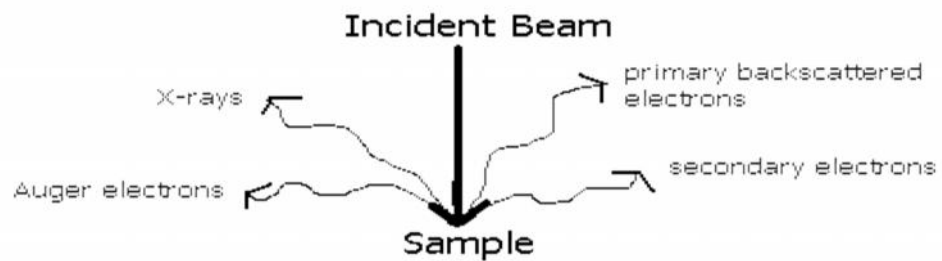
$\epsilon_{\text{elastis}}$ = Regangan elastis (%)

2.9. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk teknik pemeriksaan dan analisa permukaan berguna untuk mengetahui struktur mikro suatu material. *SEM* biasanya digunakan untuk menentukan faktor kegagalan spesimen, meliputi tekstur, morfologi, dan komposisi permukaan partikel.

SEM terdiri dari dua komponen utama yaitu *electron column* dan *display console*. *Electron column* adalah model *electron beam scanning*. *Display console* adalah elektron sekunder. Pancaran elektron energi tinggi dihasilkan oleh *electron gun* yang kedua tipenya berdasar pada pemanfaatan kuat arus. Proses detektor di dalam *SEM* adalah proses mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi, arah tersebut memberi informasi profil permukaan benda

seperti seberapa landai dan ke mana arah kemiringannya ditunjukkan pada gambar 2.14



Gambar 2.14. Skema *SEM* berkas elektron berenergi tinggi mengenai permukaan spesimen.

(<https://www.purdue.edu/epps/rem/rs/sem.htm>)

Untuk material bukan logam seperti isolator, hal ini berguna untuk profil permukaan dapat diamati dengan jelas, sehingga permukaan material tersebut harus dilapisi dengan logam. Metode pelapisan yang umumnya dilakukan adalah *evaporasi* dan *sputtering*. Film tipis logam dibuat pada permukaan material dapat memantulkan berkas elektron (Abdullah, 2008).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pengujian yang menggunakan sampel dan alat yang akan dijelaskan di bawah ini.

3.1. Waktu dan Tempat

Waktu dan tempat pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

a) Persiapan dan Pembuatan

Tahap persiapan dan tahap pembuatan komposit karet alam-karbon hitam dilakukan pada tanggal 20 September 2015 sampai 5 Januari 2016, di Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Lampung.

b) Pembentukan dan Pengujian

Waktu pembentukan *dumbbel*, pengujian kekuatan tarik dan Pengamatan melalui *Scanning Elektron Microscopy (SEM)* pada tanggal 22-25 Januari 2016, di Laboratorium Sentra Teknologi Polimer Puspitek (BPPT) Serpong, Tangerang Selatan, Banten.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah

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) Karbon hitam

Karbon hitam adalah salah satu bahan utama dan bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini. Jenis karbon hitam yang digunakan adalah tipe HAF N330. Karbon hitam berfungsi sebagai penguat dalam komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.2.



Gambar 3.2. Karbon hitam HAF N330

c) Asam formiat atau *Formic acid* (HCOOH)

Asam formiat adalah bahan penggumpal dalam pembuatan karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam. Asam formiat berfungsi katalis dalam komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.3.



Gambar 3.3. Asam formiat

3.2.2. Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah

a) Alat *mixer* manual

Mixer manual adalah alat yang digunakan saat pembuatan komposit karet alam atau alat pencampur karet alam dengan karbon hitam, seperti yang ditunjukkan gambar 3.4.



Gambar 3.4. Alat *mixer*

b) Timbangan digital

Timbangan digital adalah salah satu alat yang digunakan dalam penelitian ini, timbangan digital berfungsi sebagai menimbang atau menentukan variasi pencampuran bahan-bahan komposit seperti : karet alam, karbon hitam dan cairan asam formiat, seperti yang ditunjukkan gambar 3.5.



Gambar 3.5. Timbangan digital

c) Cetakan

Cetakan adalah alat yang digunakan dalam pembuatan komposit yang berfungsi sebagai wadah pembentuk campuran menjadi bentuk lembaran komposit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.6.



Gambar 3.6. Cetakan baja

d) Alat *press*

Alat *press* adalah alat yang digunakan saat pembentukkan lembaran kompon. Alat *press* berfungsi sebagai menekan atau meng*press* cetakan yang berisi campuran karet alam, karbon hitam dan asam formiat dengan menggunakan beban sebesar 8 ton, seperti yang ditunjukkan gambar 3.7.



Gambar 3.7. Alat *press* 12 Ton,

e) Saringan 100 *mesh*

Saringan 100 *mesh* adalah alat yang digunakan untuk menyaring karet alam dari kotoran karet seperti bubuk lateks, kayu tatal penyadapan, seperti yang ditunjukkan gambar 3.8.



Gambar 3.8. Saringan 100 *mes*

f) *Furnace*

Furnace adalah mesin pemanas yang berfungsi sebagai pelapasan cairan air pada lembaran kompon atau proses *curing*, seperti yang ditunjukkan gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Furnace*

3.2.3. Pada penelitian ini alat-alat uji yang digunakan adalah

a) Alat uji tarik

Alat uji tarik adalah alat uji yang berfungsi untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari setiap spesimen karet alam dan spesimen variasi pencampuran komposit karet alam-karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 %. Alat uji tarik yang digunakan PUSPITEK Serpong adalah Shimadzu dengan tipe AG-50kNXPlus, seperti yang ditunjukkan gambar 3.10.



Gambar.3.10. Mesin uji tarik (Shimadzu AG - 50 kNXPlus)

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

Alat uji *SEM* berfungsi sebagai alat melihat faktor-faktor kegagalan yang terjadi pada sampel atau spesimen karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam dengan metode analisa morfologi permukaan pada daerah perputusan. Alat *SEM* yang digunakan di PUSPITEK Serpong adalah *SEM* Jeol JSM dengan tipe 6510 LA, seperti yang ditunjukkan gambar 3.11.



Gambar.3.11. *SEM* Jeol JSM-6510LA

Pada pengujian dengan alat *SEM* Jeol JSM-6510LA menggunakan pelapisan dengan unsur emas, *accelarated voltage* sebesar 20 kV dan pembesaran 17 x sampai 200 x. Untuk analisa morfologinya menggunakan daya 100 μm .

3.3. Metode Penelitian

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

3.3.1. Studi Literatur

Pada penelitian ini, proses yang dilakukan dengan mengumpulkan data-data awal sebagai studi literatur. Studi literatur bertujuan untuk mengenal dan mencari tahu permasalahan yang dihadapi, serta menyiapkan rencana penelitian yang akan dilakukan. Pada rencana penelitian yang pertama yaitu melakukan pengambilan data-data penelitian yang sudah ada. Data-data penelitian ini sebagai pembanding hasil pengujian yang akan dilakukan. Rencana penelitian ke dua yaitu melakukan survey lapangan (kebun karet) dan pengenalan sifat karet secara bentuk dan fisik. Rencana penelitian yang ke tiga yaitu melakukan cara pengambilan getah karet alam dan proses-proses kerja yang akan dilakukan. Rencana penelitian yang ke empat yaitu melakukan pengujian material uji dan mengolah data-data hasil pengujian. Rencana penelitian yang ke lima yaitu melakukan kesimpulan dan saran yang ada dipenelitian.

3.3.2. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan ditimbang dan diukur sesuai dengan variasi campuran, seperti yang ditunjukkan tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi campuran karet alam dengan karbon hitam

Kode	Bahan Komposit		Total
	Karet alam dan Asam formiat (Ka dan Af)	Karbon hitam (Kh)	
1.Ka-Kh	1200 gr	20 % (300 gr)	1500 gr
2.Ka-Kh	1125 gr	25 % (375 gr)	1500 gr
3.Ka-Kh	1050 gr	30 % (450 gr)	1500 gr
Ka	1500 gr	-	1500 gr

Keterangan :

1.Ka-Kh = (Spesimen variasi pencampuran karbon hitam 20 % dari total 1500 gr)

2.Ka-Kh = (Spesimen variasi pencampuran karbon hitam 25 % dari total 1500 gr)

3.Ka-Kh = (Spesimen variasi pencampuran karbon hitam 30 % dari total 1500 gr)

Ka = (Spesimen tanpa variasi pencampuran karbon hitam)

3.3.3. Persiapan Pembuatan Sampel

- a) Penyadapan pohon karet alam menggunakan pisau sadap karet dan ditampung menggunakan wadah penampung dan menunggu sekitar 1 jam.
- b) Setelah getah karet alam (lateks kebun) diperoleh disaring dengan saringan 100 *mesh*.
- c) Persiapan karbon hitam dan asam formiat.

- d) Persiapan alat-alat yang digunakan seperti mesin *mixer*, wadah untuk proses *mixer*, timbangan digital, *stop watch*, pengaduk, alat *shop press*, saringan 100 *mesh*, cetakan, alumunium foil.

3.3.4. Proses Pembuatan Sampel

- a) Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bahan uji ditimbang menggunakan timbangan digital.
- b) Karet alam cair atau (lateks kebun) dimasukkan kedalam wadah untuk proses *mixer* selama 2 menit.
- c) Masukkan karbon hitam ke dalam alat *mixer*. Melakukan proses *mixer* hingga tercampur rata dengan lateks kebun dengan waktu percampuran selama 15 menit. Proses percampuran menggunakan variasi karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 %.
- d) Masukkan larutan asam formiat sebanyak 26.4 gr, dan 24.75 gr, dan 23.1 gr dalam percampuran lateks kebun dan karbon hitam dan dilakukan proses *mixer* selama 3 menit.
- e) Setelah karet alam dan karbon hitam tercampur rata maka proses percampuran dihentikan.
- f) Siapkan cetakan yang sudah dilapisi dengan *alumunium foil*, selanjutnya masukkan campuran tersebut ke dalam cetakan.
- g) Lakukan proses *press* di alat *shop press* menggunakan pembebanan delapan (8) Ton selama 30 menit, seperti yang ditunjukkan gambar 3.12.



Gambar 3.12. Proses pengepresan variasi campuran

- h) Selanjutnya melakukan pengangkatan sampel dan lepaskan dari cetakan setelah itu diamkan spesimen selama 24 jam.
- i) Hasil spesimen yang sudah dicetak dan *curing*, seperti yang ditunjukkan gambar 3.13.



Gambar 3.13. Hasil pencetakan komposit menjadi bentuk kompon

- j) Selanjutnya dilakukan proses *curing* di dalam *furnace* pada komposit karet alam-karbon hitam dengan suhu 150 °C selama 30 menit.

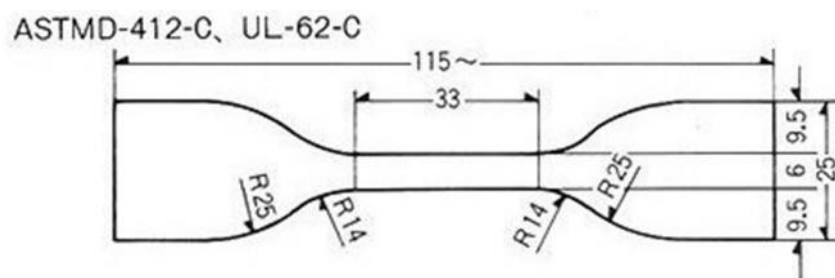
3.4. Pengujian Komposit

Setelah spesimen uji selesai dibuat, selanjutnya melakukan pengujian.

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

3.4.1. Pengujian Uji Tarik

Uji tarik dalam penelitian ini mengacu pada karet vulkanisir dan elastomer termoplastik dengan standar uji ASTM D-412. Sebelum melakukan pengujian sampel atau spesimen dibentuk *dumbbel* menggunakan alat yaitu *cutter dumbbel*. Bentuk dari *dumbbel*, seperti yang ditunjukkan gambar 3.14.



Gambar 3.14 Bentuk *dumbbel Die C* uji tarik (ASTM-D412)

Adapun prosedur-prosedur dalam pengujian adalah sebagai berikut :

1. Persiapan sampel atau spesimen uji adalah
 - a) Menyiapkan sampel uji dan kondisioning sesuai dengan intruksi dan kondisioning pengujian.
 - b) Melakukan pengukuran sampel dengan alat ukur yang sesuai.
 - c) Mencatat dalam buku rekaman analisis.

- d) Memasang sampel pada *specimen holder* atau *grip* yang sesuai dengan sampel uji dengan baik dan benar dan mengisi *logbook* alat tersebut.
2. Persiapan alat uji dan pengujian sampel atau spesimen adalah
- a) Periksa alat uji tarik yang digunakan.
 - b) Hidupkan *power* alat uji tarik dengan menekan tombol *Power On* pada *Power Supply* kemudian pada *Power Switch (Autograph)*.
 - c) Menunggu sampai beberapa menit, sampai tampilan pada screen tampil secara sempurna.
 - d) Menghidupkan komputer uji tarik kemudian buka software *Trapezium X*.
 - e) Menunggu mesin sampai 15 menit, setelah itu lakukan kalibrasi alat.
 - f) Kalibrasi (*E-CAL*) dapat dilakukan dengan software *Trapezium X* atau pada *lcd* panel.
 - g) Kalibrasi (*E-CAL*) dilakukan dengan cara klik (*Test*)-(Sensor)-(Calibration) atau klik kanan tampilan sensor (*Calibration*).
 - h) Kalibrasi (*E-CAL*) dengan *lcd panel* dengan cara klik (*Claribation*)-(E-CAL).
 - i) Measang *Grip* atau *holder* yang sesuai dengan pengujian yang dilakukan
 - j) Mengatur limit *Switch Knob*.
 - k) Mengerakkan *Crosshead* ketitik awal pengujian.

- l) Membuat metode uji dengan meng-klik (*select a method and test*).
- m) Pilih dan atur jenis pengujian yang dilakukan yaitu *tensile*.
- n) Mengatur jumlah spesimen, kecepatan uji, data-data yang diinginkan sampai tampilan grafik yang ditampilkan pada laporan uji, seperti ditunjukkan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Jumlah spesimen uji tarik.

Nama sampel	Variasi (%)	Kecepatan (mm/menit)	Jumlah spesimen
(Ka)	-	500	5
(1 Ka-Kh)	20	500	5
(2 Ka-Kh)	25	500	5
(3 Ka-Kh)	30	500	5
Total			20

- o) Setelah metode uji dibuat kemudian klik *finish*.
- p) Memasang sampel uji pada *Grip* atau *Holder* dengan baik dan benar yang sesuai dengan pengujian.
- q) Mengatur agar beban kembali keposisi Nol.
- r) Melakukan pengujian dengan tombol (*Start*).
- s) Bila mesin saat pengujian tidak berhenti sendiri klik tombol (*stop the test*)
- t) Setelah semua spesimen di uji, simpan file pengujian dengan cara pilih (*File-Save As-Test*) kemudian klik *Save*.

Uji tarik dilakukan pada sampel karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam variasi 20 %, 25 % dan 30 %, seperti yang ditunjukkan gambar 3.15.



Gambar 3.15. Uji tarik komposit.

3.4.2. Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM dilakukan untuk menghasilkan pemeriksaan dan analisa kegagalan yang terjadi pada permukaan spesimen. Adapun langkah-langkah prosedur *SEM* adalah sebagai berikut :

1. Pelapisan spesimen atau sampel
 - a) Pelapisan sisi-sisi spesimen dengan unsur emas untuk membantu konduktivitas spesimen uji
 - b) Proses pelapisan permukaan spesimen uji dengan unsur emas mesin menggunakan mesin *auto coather*.
2. Cara menghidupkan alat *SEM*
 - a) Menyalakan power pada regulator *Automatic Voltage Regulator (Power Box)*
 - b) Hidupkan *step down stabilizer* 2 KVA dan 5 KVA dan tunggu hingga output tegangan stabil ± 100 VAC.
 - c) Hidupkan *Chiller*

- d) Hidupkan *SEM* dengan putar kunci pada “Main Power” dari posisi *Off* ke *On* kemudian *Start* (tahan 2 detik) kemudian kembalikan ke posisi *On*
 - e) Hidupkan *PC*.
3. Cara memasang sampel atau spesimen uji.
- a) Pasang sampel pada *specimen holder*. Kemudian mengatur tinggi permukaan sampel dengan tinggi permukaan *specimen holder*. Kemudian kencangkan skrup.
 - b) Jika tinggi permukaan sampel di atas tinggi *specimen holder* masukkan nilai kelihan tinggi pada *specimen height* dalam standart setup menu.
 - c) Tempelkan *carbon tape* antara *specimen* dan *holder* untuk penghantar elektrik. (didaerah perpatahan pengujian tarik).
 - d) Klik *Vent* dan tunggu hingga lampu indikator *vent* berhenti berkedip.
 - e) Putar *Z* pada posisi 20 mm.
 - f) Buka *specimen chamber*.
 - g) Masukkan sampel.
 - h) Klik *Evac* dan tunggu hingga status *Ready* dan *HT Off*.
4. Cara pengamatan *SEM*.
- a) Pastikan *SEM* sudah siap.
 - b) Klik *HT Off* sehingga icon berubah *HT On*.

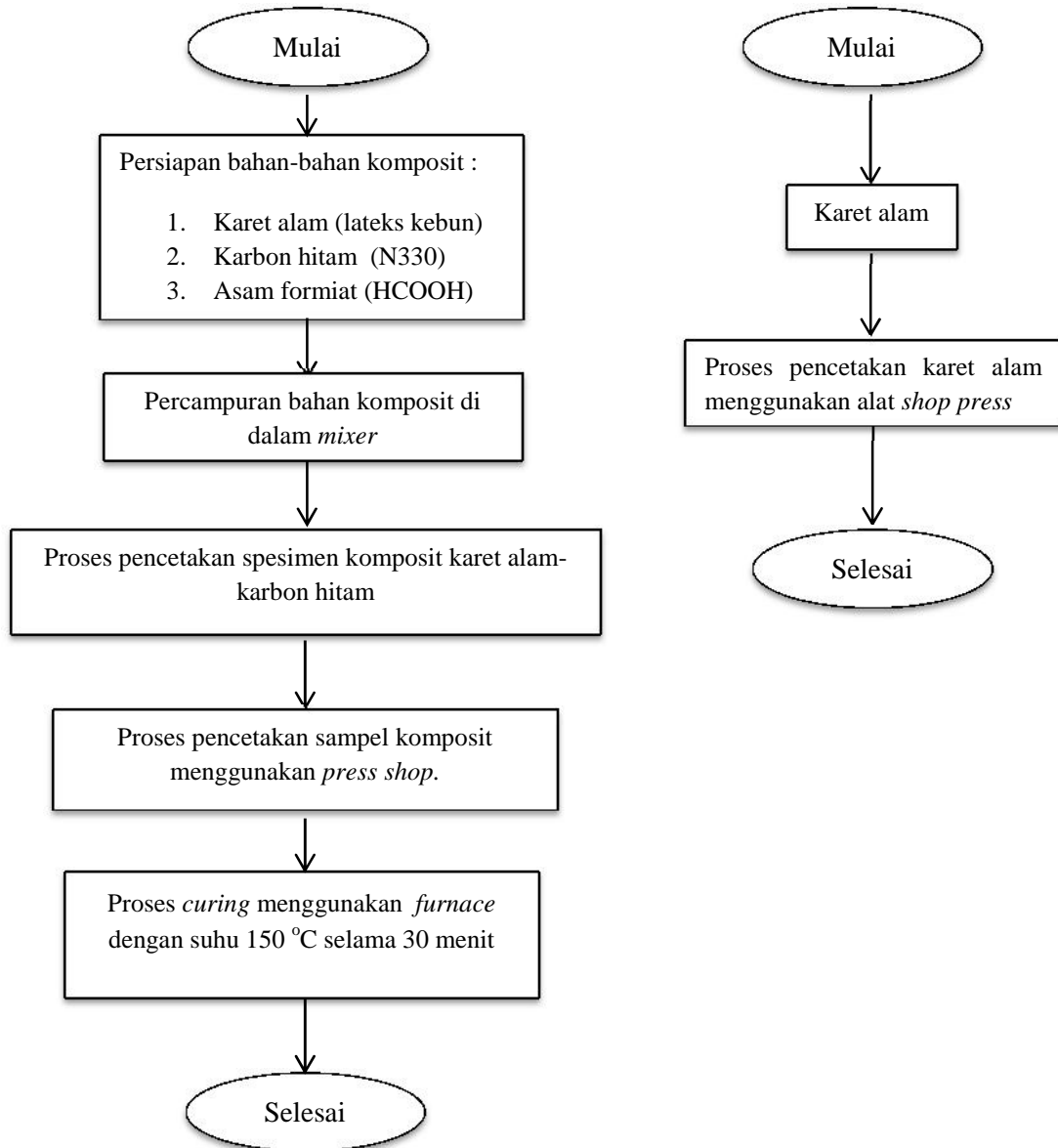
- c) Untuk memperbesar gambar klik (*Mag +*) dan memperkecil klik (*Mag -*) atau cara manual dengan memutar tombol *Knop Magnification*.
- d) Untuk mengatur fokus klik AF (otomatis) atau cara manual klik *focus*, lalu *drag* dan geser *mouse* kearah kanan dan kiri sehingga gambar menjadi *focus* atau cara manual dengan memutar tombol *knop focus*.
- e) Untuk mengatur kontras dan gelap terang gambar klik *ACB* (otomatis) atau cara manual dengan klik *kontras brightness*, lalu *drag* dan geser *mouse* kearah kanan dan kiri sesuai dengan yang diinginkan.
- f) Untuk mengatur stigmator gambar klik *AS* (otomatis) dan cara manual klik *Stig X* atau *Stig Y*. Sehingga gambar akan semakin fokus. Kemudian pencetakan hasil atau gambar *SEM* yang telah diambil. Pada penelitian ini, jumlah spesimen yang di uji *SEM* ditunjukkan tabel 3.2.

Tabel 3.3. Jumlah spesimen uji *SEM*

Nama spesimen	Variasi (%)	Pelapisan	Jumlah spesimen
(Ka)	-	Unsur emas	3
(1.Ka-Kh)	20	Unsur emas	3
(2.Ka-Kh)	25	Unsur emas	3
(3.Ka-Kh)	30	Unsur emas	3
Total			12

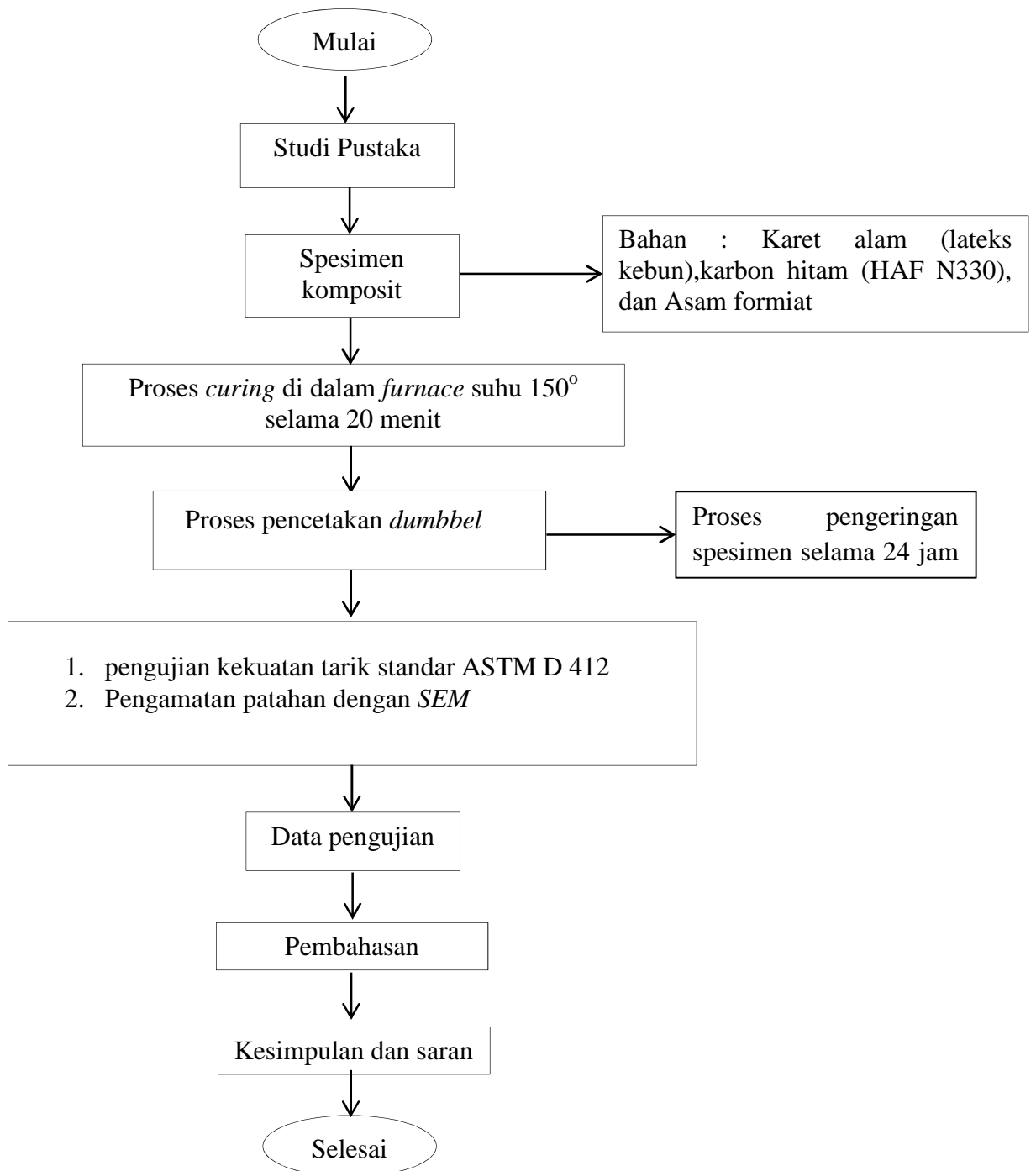
3.5. Diagram Alur Proses Pembuatan Sampel (Spesimen)

- a. Pembuatan Sampel Komposit b. Pembuatan Sampel Karet alam



Gambar 3.16. (a) dan (b) Diagram alur pembuatan sampel komposit karet alam-karbon hitam dan sampel karet alam.

3.6. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.17. Diagram alur penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian tentang komposit karet alam-karbon hitam dengan metode pembuatan secara manual dan karet alam. Penelitian ini menggunakan bahan-bahan seperti : karet alam (lateks kebun), karbon hitam variasi 20 %, 25 %, dan 30 % (tipe HAF 330), dan asam formiat menghasilkan :

1. Penambahan karbon hitam meningkatkan kekuatan tarik dan *modulus elastisitas* komposit karet alam-karbon hitam dibandingkan karet alam, tetapi regangan komposit karet alam-karbon hitam lebih rendah dibandingkan karet alam. Nilai rata-rata kekuatan tarik terendah pada sampel karet alam sebesar 0.44 MPa.
2. Pada penambahan karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 % menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi terjadi pada komposit karet alam-karbon hitam 20 % sebesar 1.18 MPa. Nilai rata-rata komposit karet alam-karbon hitam 25 % sebesar 0.91 MPa dan nilai rata-rata komposit karet alam-karbon hitam 30 % sebesar 0.56 MPa.
3. Pada penambahan karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 % menghasilkan nilai rata-rata regangan menjadi menurun dibandingkan karet alam. Nilai rata-

rata regangan karet alam sebesar 442.19 %. Nilai rata-rata regangan komposit karet alam-karbon hitam 20 % sebesar 42.53% dan nilai rata-rata komposit karet alam-karbon hitam 25 % sebesar 25.19 %. Untuk nilai rata-rata regangan terendah terjadi pada komposit karet alam-karbon hitam 30 % sebesar 6.69 %.

4. Pada penambahan karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 % menghasilkan nilai rata-rata *modulus elastisitas* tertinggi terjadi pada komposit karet alam-karbon hitam 20 % sebesar 2.21×10^{-2} GPa (dalam nilai regangan 5 %). Pada komposit karet alam-karbon hitam 25 % nilai rata-rata *modulus elastisitas* sebesar 2.16×10^{-2} GPa (dalam nilai regangan 5 %) dan nilai rata-rata *modulus elastisitas* komposit karet alam-karbon hitam 30 % sebesar 1.91×10^{-2} GPa (dalam nilai regangan 5 %). Untuk nilai rata-rata *modulus elastisitas* terendah pada sampel karet alam 8.94×10^{-4} GPa (dalam nilai regangan 10 %)
5. Pada penambahan karbon hitam 20 %, 25 % dan 30 % komposit mengalami penurunan nilai kekuatan tarik dan *modulus elastisitas*. Pengamatan menggunakan foto *SEM* menunjukkan komposit karet alam-karbon hitam 20 % terlihat pencampuran terjadi secara homogen sehingga menaikkan nilai kekuatan tariknya dibandingkan dengan sampel karet alam tanpa karbon hitam. Pada gambar komposit karet alam-karbon hitam 25 % dan 30 % terlihat bahwa semakin meningkatnya kadar karbon hitam menghasilkan pencampuran yang tidak homogen.

5.2. Saran

Dari penelitian komposit karet alam-karbon hitam dengan metode pembuatan secara manual maka saran yang dapat diberikan yaitu pada proses pembuatan kompon atau komposit karet alam-karbon hitam dapat dibuat secara manual tetapi bahan-bahan dalam pembuatannya perlu di tambah. Bahan-bahan ini berguna sebagai menambah nilai kekuatan mekanik dari karet alam. Seperti bahan *accelarator*, bahan *aktivator*, bahan pelunak *plastizer*, dan bahan antioksidan (sulfur, ZnO, *coupling agent*). Hal ini berguna untuk mencegah terjadinya penggumpalan karet alam dan karbon hitam bercampur secara homogen.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Mikrajuddin dan Khairurijal. (2009). Karakterisasi Nanomaterial.

Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi. Vol.2, No.1. Hal 1-9. Bandung

Amelia, Mila. (2008). *Pengaruh Swelling Indeks Compound Terhadap Tegangan Tarik (Green Modulus 300 %) Pada Proses Benang Karet Count 37 NS 40*. (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 Elastomers-Tension*.

Bahrudin, Ida, Said Amraini. (2010). *Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropilene*. (Jurnal). Vol.9 No.2 Agustus 2010.62-68. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Riau Pekanbaru.

Bukit, Nurdin. (2011). *Pengolahan Ban Bekas Berwawasan Lingkungan Menjadi Bahan Bumper Pada Outomotif*. (Jurnal). Vol 34, Edisi Khusus 2011. Staf Pengajar Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Medan.

Goutara, B. Djamitmiko, dan W. Tjiptadi. (1985). *Dasar Pengolahan Karet Depolimerisasi Lateks Karet Alam yang Diberi Perlakuan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS)*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

<http://ditjenbun.pertanian.go.id/>. Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. (Diakses : Sabtu, 16 Mei 2015, 11:49 WIB)

<http://industrikaret.com/kompon-karet.html>. Pabrik Karet Santo Rubber. (Diakses : Jum'at, 06 Maret, 01:00 WIB)

(<http://www.anandnvh.com/infrastructure.html>). (Diakses, Sabtu, 11 Juni 2016, 02:011 WIB)

(<http://www.alibaba.com>). (Diakses, Sabtu, 11 Juni 2016, 01:021 WIB)

<https://www.bps.go.id>. Badan Pusat Statistik. (2013). *Ekspor-Impor Karet*. Badan Pusat Statistik Jakarta. (Diakses, Sabtu, 16 Mei 2015, 15:05 WIB)

<https://www.pertanian.go.id>. Direktorat Jendral Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. (2103). (Diakses : Sabtu, 16 Mei 2015, 11:13 WIB)

<https://www.purdue.edu/ehps/rem/rs/sem.htm>. (Diakses : Sabtu, 16 Mei 2015, 12:13 WIB)

James E. Mark dan Burak Erman. (2005). *Science and technology of rubber*. Elsevier Academic press Inc All rights reserved USA.

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

Setyamidjaja, Djoehana. (1995). *Karet Budidaya dan Pengolahan*. Yogyakarta
Penerbit Kanisius. Cetakan Kedua.

Surya, Indra, Ir. (2006). *Teknologi Karet*. (Bahan Ajar). Fakultas Teknik. Jurusan
Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.

Vijayakumar, K.R. Chandrasehkar, T.R. dan Varghese Philip. (2000).

Agroclimate In Natural Rubber. Rubber Research of Indi.

Viktor, Tulus. (2013). *Metoda Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. (Bahan
Ajar). Balai Besar Pendidikan Dan Pelatihan Ekspor Indonesia Direktorat
Pengembangan Ekspor Nasional Kementrian Perdagangan Republik
Indonesia.

Wang Meng Jiao, Gray A, Charles, Reznick Steve R., Khaled Mahmud, dan
Yakov Kutsovsky. (2001). *Introduction of Carbon Black*. New York

www.carboncycle.biz/carbon-black.html. (Diakses : Jum'at, 06 Maret, 03:00
WIB)

Zainuri. M. Siradj, Eddy. S, Priadi, Dedi, Zulfia, Anne, dan Darminto. (2008).

*Pengaruh Pelapisan Permukaan Partikel Sic Dengan Oksida Metal
Terhadap Modulus Elastisitas Komposit Al/Sic*. *Makara*. (Jurnal) Vol 12,
No. 2, November 2008.