

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK NIKEL TERHADAP
SIFAT TARIK, KEKERASAN, DAN KEMAGNETAN
KOMPOSIT KARET/NIKEL**

(Skripsi)

Oleh:

Abdillah Izha Ansory

1815021030



**TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK NIKEL TERHADAP SIFAT
TARIK, KEKERASAN, DAN KEMAGNETAN KOMPOSIT
KARET/NIKEL**

(Skripsi)

Oleh

ABDILLAH IZHA ANSORY

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik**



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

2025

ABSTRACT

By

Abdillah Izha Ansory

The development of flexible magnetic materials based on natural rubber is an interesting alternative to replace conventional rigid metal-based magnets. This study aims to create a natural rubber-based magnetic composite with the addition of nickel powder as a magnetic filler. With the concentration of nickel powder used is 3.26 phr, 6.52 phr, and 9.78 phr. The composite manufacturing process includes mixing natural rubber latex with nickel powder, molding, drying overnight, pressing with a load of 12 tons for 10 minutes, and drying in an oven for 15 minutes at a temperature of 100 ° C. Characterization is carried out through tensile testing, hardness testing (Shore C), magnetic testing, and observation of optical structures. The results show that the highest tensile properties are obtained in composites with a nickel content of 6.52 phr. Meanwhile, the highest hardness (Shore C) and magnetism are achieved in composites with a nickel content of 9.78 phr. Optical observations to show that the distribution of nickel particles in the composite and show an optimal balance between mechanical and magnetic properties.

Keywords: Natural rubber composite, Nickel, Mechanical properties

ABSTRAK

Oleh

Abdillah Izha Ansory

Pengembangan material magnetik fleksibel berbasis karet alam menjadi alternatif menarik untuk menggantikan magnet konvensional berbasis logam yang kaku. Penelitian ini bertujuan untuk membuat komposit magnet berbasis karet alam dengan penambahan serbuk nikel sebagai pengisi magnetik. Dengan konsentrasi serbuk nikel yang digunakan adalah 3,26 phr, 6,52 phr, dan 9,78 phr. Proses pembuatan komposit meliputi pencampuran lateks karet alam dengan serbuk nikel, pencetakan, pengeringan semalaman, pengepresan dengan beban 12 ton selama 10 menit, dan pengeringan dalam oven selama 15 menit pada suhu 100°C. Karakterisasi dilakukan melalui uji tarik, uji kekerasan (Shore C), pengujian kemagnetan, dan pengamatan struktur optik. Hasil menunjukkan bahwa sifat tarik tertinggi diperoleh pada komposit dengan kandungan nikel 6,52 phr. Sementara itu, kekerasan (Shore C) dan kemagnetan tertinggi tercapai pada komposit dengan kandungan nikel 9,78 phr. Pengamatan optik untuk menunjukkan bahwa sebaran partikel nikel pada komposit dan menunjukkan keseimbangan optimal antara sifat mekanik dan kemagnetan.

Kata Kunci: Komposit karet alam, Nikel, Sifat Mekanik

Judul Skripsi

**: PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK NIKEL
TERHADAP SIFAT TARIK, KEKERASAN,
DAN KEMAGNETAN KOMPOSIT
KARET/NIKEL**

Nama Mahasiswa

: Abdullah Isha Ansory

Nomor Pokok Mahasiswa : **1815021030**

Jurusan

: Teknik Mesin

Fakultas

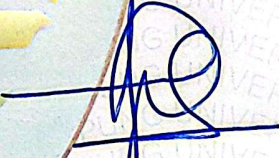
: Teknik

MENYETUJUI

Komisi Pembimbing 1

Komisi Pembimbing 2


Dr. Eng. Shirley Savetlana S.T., M.Met
NIP 19740201 199910 2 001

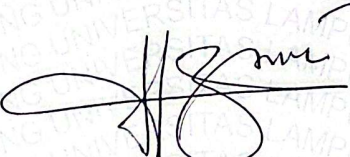

Zulhanif, S.T., M.T.
NIP 19730402 200003 1 002

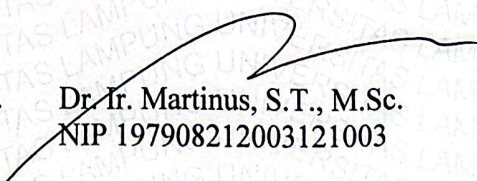
Ketua Jurusan

Ketua Program Studi

Teknik Mesin

S1 Teknik Mesin


Prof. Ir. Gusri A. Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 197108171998021003


Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc.
NIP 197908212003121003

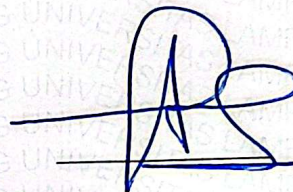
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

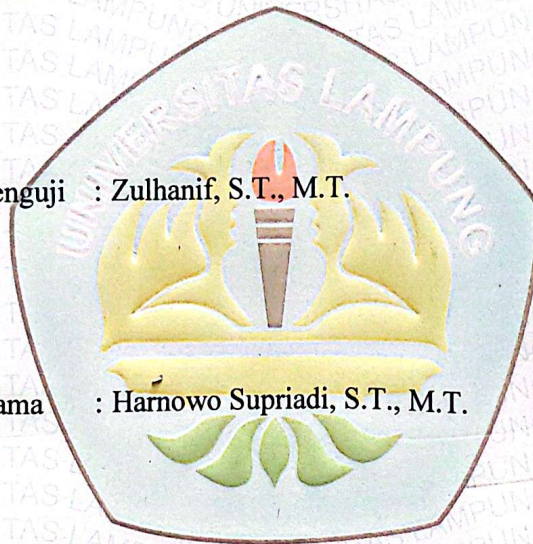
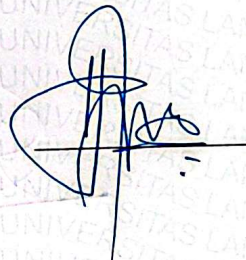
Ketua Penguji : Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.met



Anggota Penguji : Zulhanif, S.T., M.T.



Penguji Utama : Harnowo Supriadi, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 04 Juni 2025

PERNYATAAN PENULIS

Skripsi Dengan Judul " **PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK NIKEL TERHADAP SIFAT TARIK, KEKERASAN, DAN KEMAGNETAN KOMPOSIT KARET/NIKEL**" Dibuat Sendiri Oleh Penulis Dan Bukan Hasil Plagiat Dari Siapapun Sebagaimana Diatur Dalam Pasal 36 Peraturan Akademik Universitas Lampung Dengan Surat Keputusan Rektor No. 13 Tahun 2019.

Bandar Lampung, 04 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



ABDILLAH IZHA ANSORY

NPM 1815021030

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Sungai Langka pada 01 Februari 2000 dan beralamatkan di Desa Sungai Langka, Kec. Gedong Tataan, Kab. Pesawaran. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan bapak Sudarno dan ibu Sri Werning. Dalam hal pendidikan penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 02 Sungai Langka, Kec. Gedong Tataan pada tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di SMP Negeri 1 Gedong Tataan pada tahun 2015 serta Sekolah Menengah Atas diselesaikan di SMK Negeri 1 Gedong Tataan tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur PMPAP sebagai mahasiswa penerima beasiswa dan menyelesaikan Pendidikan S1 dengan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada tanggal 04 Juni 2025.

Pengalaman penulis dalam bidang organisasi HIMATEM (2020-2021). Penulis aktif dalam kegiatan akademik, riset dan pengabdian di Universitas Lampung. Pada tahun 2024 penulis melakukan penelitian Skripsi pada peminatan Material Komposit dengan judul “**Pengaruh Penambahan Serbuk Nikel Terhadap Sifat Tarik, Kekerasan, Dan Kemagnetan Komposit Karet/Nikel**” dibawah bimbingan Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.met dan Zulhanif, S.T., M.T.

MOTTO HIDUP

”Dari banyaknya jenis warisan, Warisan paling mahal ialah Pendidikan”
(Bapak & Ibu)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(Q.S Al-Insyirah: 6)

PERSEMBAHAN



Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sngat kukasihi dan kusayangi

Ibunda dan Ayahanda Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada ibu Sri Werning dan Ayah Sudarno yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat ayah dan ibu bahagia, yang selalu membuatku termotivasi, selalu mendoakanku, menasihatiku serta selalu meridhoiku dalam melakukan hal yang lebih baik.

SANWACANA

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil' alamiin, segala puji bagi ALLAH SWT rabb semesta alam, atas segala rahmat dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Penambahan Serbuk Nikel Terhadap Sifat Tarik, Kekerasan, Dan Kemagnetan Komposit Karet/Nikel”** adalah salah satu syarat untuk mendapatkan gelar **Sarjana Teknik (S.T)** di Universitas Lampung.

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Teknik Univertitas Lampung
2. Bapak Prof. Ir. Gusri A. Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung
3. Bapak Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Lampung
4. Ibu Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met. dan Bapak Zulhanif, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing terimakasih atas kesediaanya memberikan bimbingan, saran dan bantuan dalam proses menyelesaikan skripsi ini
5. Bapak Harnowo Supriadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran selama proses pengujian
6. Bapak Sudarno dan Ibu Sri Werning tercinta yang tak berhenti memberikan do'a dan dukungan untuk anaknya dalam menyelesaikan Pendidikan S1

7. Saya ucapkan yang setulusnya kepada sosok-sosok luar biasa yang senantiasa hadir memberikan semangat dan motivasi selama perjalanan perkuliahan ini. Kebaikan yang telah diberikan, semoga berbalas kebaikan pula dari Tuhan Yang Maha Kuasa.
8. Admin jurusan Teknik Mesin Mas Martha, Mas Salam , Mas David dan teman-teman Teknik Mesin angkatan 2018
9. Semua pihak yang membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, itu dikarenakan kemampuan penulis yang terbatas. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun untuk dapat memperbaiki penulisan ini dimasa yang akan datang. Terakhir penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca dan penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, 04 Juni 2025

Penulis,

Abdillah Izha Ansory

NPM. 1815021030

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Hipotesis	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karet Alam	6
2.2 Sifat Karet Alam	8
2.2.1 Sifat Fisika Karet Alam.....	8
2.2.2 Sifat Kimia Karet Alam	8
2.3 Proses Penggumpalan Karet Alam.....	8
2.3.1 Asam Formiat.....	9
2.4 Nikel.....	9
2.5 Komposit.....	11
2.5.1 Komposit Partikel (<i>particle composite</i>)	12
2.6 Magnet Komposit.....	13
2.7 Logam Magnet	14
2.7.1 Magnet permanen.....	14
2.7.2 Elektromagnet	15

2.8 Sifat Kemagnetan	15
2.8.1 Diamagnetik	15
2.8.2 Paramagnetik	16
2.8.3 Ferromagnetik	16
2.9 Proses <i>Curing</i>	17
2.10 Magnetometer	18
2.11 Uji Tarik	19
2.12 Uji Kekerasan	22
2.13 Pengamatan Mikroskop Optik	23
III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat Penelitian	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.3 Pelaksanaan Penelitian	34
3.3.1 Persiapan Bahan Karet Alam	34
3.3.2 Persiapan Variasi Campuran Spesimen	35
3.3.3 Proses Pembuatan Spesimen	36
3.4 Pengujian Komposit	37
3.4.1 Pengujian Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	37
3.4.2 Uji Kekerasan Durometer Shore C	40
3.4.3 Uji Kuat Medan Magnet	43
3.4.4 Pengamatan Mikroskop Optik	46
3.5 Diagram Alir Penelitian	48
IV. PEMBAHASAN	49
4.1 Pembahasan	49
4.1.1 Uji Tarik	49
4.1.2 Uji Kekerasan	83
4.1.3 Uji Kuat Magnet	87
4.1.4 Pengamatan Mikroskop Optik	94
V. KESIMPULAN DAN SARAN	99
5.1 Kesimpulan	99
5.2 Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Molekul Karet Alam (Riyanto, 2018).....	6
Gambar 2. 2 Logam Nikel (Zulfikar, 2015).....	10
Gambar 2. 3 konfigurasi elektron dan ion nikel (Chistianti, 2012)	10
Gambar 2. 4 Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya (Riyanto, 2018).....	12
Gambar 2. 5 Komposit Partikel (Riyanto, 2018)	12
Gambar 2. 6 Sifat Kemagnetan Diamagnetik (Wahyudi, 2018).....	15
Gambar 2. 7 Sifat Kemagnetan Paramagnetik (Wahyudi, 2018).....	16
Gambar 2. 8 Sifat Kemagnetan Ferromagnetik (Wahyudi, 2018).	17
Gambar 2. 9 fitur aplikasi phyhox	18
Gambar 2. 10 Grafik tegangan-regangan (Habibi, T. 2006).....	19
Gambar 2. 11 Bentuk Dumbbel Standar (ASTM) D 412 (Kwon et al., 2020)	20
Gambar 2. 12 Skema Uji Tarik (Habibi, 2006).....	21
Gambar 3. 1 Karet alam (lateks kebun)	25
Gambar 3. 2 Serbuk logam Nikel.....	26
Gambar 3. 3 Asam Formiat.....	27
Gambar 3. 4 Timbangan digital	28
Gambar 3. 5 Stopwatch.....	28
Gambar 3. 6 Cetakan Spesimen	29
Gambar 3. 7 Sprayer	30
Gambar 3. 8 Oven microwave	31
Gambar 3. 9 Alat Press	31
Gambar 3. 10 Mikrometer.....	32
Gambar 3. 11 Jangka Sorong Digital	33
Gambar 3. 12 Magnet.....	34

Gambar 3. 13 Bentuk Dumbbel Pengujian ASTM D-412 die D (Habibi, 2006)...	38
Gambar 3. 14 Pengujian Tarik Komposit (https://elsa.brin.go.id).....	39
Gambar 3. 15 Alat uji durometer shore C	41
Gambar 3. 16 Skema Uji Kekerasan	42
Gambar 3. 17 Magnetometer berbasis aplikasi	44
Gambar 3. 18 Pemberian medan magnet dari luar	45
Gambar 3. 19 Alat Pengamatan Mikroskop Optik.....	46
Gambar 3. 20 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 4. 1 Komposit Uji Tarik Komposit Ka-Ni	50
Gambar 4. 2 Komposit Karet Tanpa Pengisi Setelah Uji Tarik	50
Gambar 4. 3 Uji Tarik Komposit Ka-1	51
Gambar 4. 4 Uji Tarik Komposit Ka-2	52
Gambar 4. 5 Uji Tarik Komposit Ka-3	52
Gambar 4. 6 Uji Tarik Komposit Ka-4	53
Gambar 4. 7 Uji Tarik Komposit Ka-5	54
Gambar 4. 8 Grafik Rata-rata Uji Tarik Komposit Karet Tanpa Pengisi	55
Gambar 4. 9 Komposit Ka-Ni 3.26 phr Setelah Uji Tarik	56
Gambar 4. 10 Uji Tarik 3.26 phr Ka-Ni 1.....	57
Gambar 4. 11 Uji Tarik 3.26 phr Ka-Ni 2	57
Gambar 4. 12 Uji Tarik 3.26 phr Ka-Ni 3.....	58
Gambar 4. 13 Uji Tarik 3.26 phr Ka-Ni 4.....	59
Gambar 4. 14 Uji Tarik 3.26 phr Ka-Ni 5.....	60
Gambar 4. 15 Rata-rata Uji Tarik Ka-Ni 3.26 phr	61
Gambar 4. 16 Komposit Ka-Ni 6.52 phr Setelah Uji Tarik	62
Gambar 4. 17 Uji Tarik 6.52 phr Ka-Ni 1	63
Gambar 4. 18 Uji Tarik 6.52 phr Ka-Ni 2.....	64
Gambar 4. 19 Uji Tarik 6.52 phr Ka-Ni 3.....	64
Gambar 4. 20 Uji Tarik 6.52 phr Ka-Ni 4.....	65
Gambar 4. 21 Uji Tarik 6.52 phr Ka-Ni 5	66
Gambar 4. 22 Rata-rata Uji Tarik Ka-Ni 6.52 phr	67
Gambar 4. 23 Komposit Ka-Ni 9.78 phr Setelah Uji Tarik	69
Gambar 4. 24 Uji Tarik 9.78 phr Ka-Ni 1	69

Gambar 4. 25 Uji Tarik 9.78 phr Ka-Ni 2	70
Gambar 4. 26 Uji Tarik 9.78 phr Ka-Ni 3	71
Gambar 4. 27 Uji Tarik 9.78 phr Ka-Ni 4.....	72
Gambar 4. 28 Uji Tarik 9.78 phr Ka-Ni 5.....	73
Gambar 4. 29 Rata-rata Uji Tarik Ka-Ni 9.78 phr	74
Gambar 4. 30 Rata-rata Kekuatan Tarik Komposit Nikel/Karet	76
Gambar 4. 31 Rata-rata Modulus Young Komposit Nikel/Karet	77
Gambar 4. 32 Rata-rata Elongation Komposit Nikel/Karet	79
Gambar 4. 33 Rata-rata Yield Strength Komposit Nikel/Karet	81
Gambar 4. 34 Komposit Uji Kekerasan Shore C Durometer	83
Gambar 4. 35 Rata-rata Hasil Uji Kekerasan Shore C	85
Gambar 4. 36 Rata-rata Uji Kuat Magnet Ka-Ni 3.26 phr	88
Gambar 4. 37 Rata-rata Uji Kuat Magnet Ka-Ni 6.52 phr	89
Gambar 4. 38 Rata-rata Uji Kuat Magnet Ka-Ni 9.78 phr	91
Gambar 4. 39 Rata-rata Uji Magnet Komposit Nikel/Karet Alam	92
Gambar 4. 40 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik Komposit Karet Tanpa Pengisi dengan Pengamatan Mikrostruktur	94
Gambar 4. 41 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik Komposit Ka-Ni 3.26 phr dengan Pengamatan Mikrostruktur	95
Gambar 4. 42 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik Komposit Ka-Ni 6.52 phr dengan Pengamatan Mikrostruktur	96
Gambar 4. 43 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik Komposit Ka-Ni 9.78 phr dengan Pengamatan Mikrostruktur	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Karet Alam (Saputra, 2016).....	7
Tabel 2. 2 Sifat Fisik Nikel (Callister, W, D., 1980)	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Karet Alam (Saputra, 2016)	25
Tabel 3. 2 Spesifikasi Nikel (Ni) (Callister, W, D., 1940).....	26
Tabel 3. 3 Spesifikasi Asam Formiat	27
Tabel 3. 4 Spesifikasi Timbangan Digital.....	28
Tabel 3. 5 Spesifikasi Stopwatch	29
Tabel 3. 6 Spesifikasi Cetakan Spesimen	29
Tabel 3. 7 Spesifikasi sprayer	30
Tabel 3. 8 Spesifikasi Oven Microwave	31
Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Press.....	32
Tabel 3. 10 Spesifikasi Mikrometer	32
Tabel 3. 11 Jangka Sorong Digital.....	33
Tabel 3. 12 Spesifikasi Magnet.....	34
Tabel 3. 13 Bahan Dan Variasi Campuran Pembuatan Spesimen	35
Tabel 3. 14 Dimensi ukuran dumbbell.....	38
Tabel 3. 15 Spesifikasi Alat Uji Tarik	39
Tabel 3. 16 Spesimen Uji Kekuatan Tarik	40
Tabel 3. 17 Spesifikasi Durometer Shore C.....	41
Tabel 3. 18 Spesimen Uji Kekerasan	43
Tabel 3. 19 Spesifikasi magnetometer berbasis aplikasi.....	44
Tabel 3. 20 Spesimen uji kuat medan magnet	46
Tabel 3. 21 Spesifikasi Alat Mikroskop Optik	47

Tabel 3. 22 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik	47
Tabel 4. 1 Hasil Rata-rata Uji Tarik Komposit Karet Tanpa Pengisi	55
Tabel 4. 2 Hasil Rata-rata Uji Tarik Komposit Ka-Ni 3.26 phr	61
Tabel 4. 3 Hasil Rata-rata Uji Tarik Spesimen Ka-Ni 6.52 phr	67
Tabel 4. 4 Hasil Rata-rata Uji Tarik Komposit Ka-Ni 9.78 phr	74
Tabel 4. 5 Nilai Rata-rata Uji Tarik Komposit Ka-Ni	76
Tabel 4. 6 Uji Kekerasan Komposit Ka-Ni	84
Tabel 4. 7 Rata-rata Uji Kekerasan Shore C	85
Tabel 4. 8 Rata-rata Hasil Uji Kuat Magnet Ka-Ni 3.26 phr	87
Tabel 4. 9 Rata-rata Hasil Uji Kuat Magnet Ka-Ni 6.52 phr	89
Tabel 4. 10 Rata-rata Hasil Uji Kuat Magnet Ka-Ni 9.78 phr	90
Tabel 4. 11 Hasil Rata-rata Uji Kuat Magnet	91

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karet alam *Hevea brasiliensis* merupakan salah satu jenis polimer alami yang saat ini banyak digunakan dalam industri sebagai produk akhir karet. Karet dihasilkan dari pohon karet dengan struktur molekul $-\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-$. Karet alam disebut juga polimer isoprena dalam bentuk aslinya yaitu 1,4-poliisoprena. Secara kimia, karet merupakan molekul dengan ikatan yang membentuk matriks (Hakim et al., 2020). Molekul karet yang membentuk ikatan matriks dapat digunakan sebagai material komposit

Banyak penelitian yang masih dilakukan mengenai komposit karet, termasuk komposit magnet. Keuntungan dari komposit nanopartikel dari logam magnetik dapat dibentuk menjadi bentuk yang kompleks karena dari bahan karet dan memiliki sifat magnetik yang baik dari bahan pengisi (Giyanto & Muljadi, 2020). Produk komposit magnet merupakan salah satu inovasi besar dalam kemajuan bidang ini. Komposit magnet dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi gaya, suhu, tekanan, dll (El-Nashar et al., 2006). Komposit magnet dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi yang sangat sederhana dan dapat diterapkan sehingga dapat diperoleh magnet komposit yang ringan, elastis dan kuat (Wicaksono et al., 2013). Komposit magnet bisa menggunakan bahan pengisi partikel logam seperti besi, nikel dan cobalt. Penggunaan bahan Ni (nikel) sebagai pengisi komposit magnet ini, karena memiliki sifat yang stabil dari segi kemagnetannya. Logam Ni (nikel) termasuk kedalam ferromagnetik yaitu mempunyai sifat kemagnetan

yang besar yaitu 0,61 Tesla (T). selain itu, logam Ni (nikel) memiliki banyak muatan negatif dan susunan elektron di dalam atom nikel belum sepenuhnya terisi, sehingga nikel mudah tertarik oleh magnet (Chistianiti., 2012).

Dalam komposit magnet, polimer karet sebagai matriks dan partikel serbuk logam sebagai pengisi akan mempengaruhi kemampuan dari sifat fisik dari komposit magnet (Kruželák et al., 2016). Komposit magnet dengan matriks karet sebagai pengikat logam harus memiliki kekuatan mekanik seperti kekuatan tarik dan elastisitas (Shimada, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh (Waluyo T, et al., 2000) bahwa komposit magnet dengan 50 % serbuk magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ menunjukkan kekuatan tarik sebesar 3,84 MPa, sedangkan komposit magnet dengan 30 % serbuk magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ menunjukkan kekuatan tarik sebesar 2,27 MPa. Pada penelitian (Habibi, 2006) dengan penambahan serbuk barium ferit BaFe_2O_3 dengan 85% menunjukkan kekuatan tarik 1.822 MPa, sedangkan dengan 60 % menunjukkan kekuatan tarik sebesar 1.569 MPa. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Prabhahar et al., 2020) dengan penambahan serbuk magnet Fe_3O_4 – Titania (TiO_2) dengan 1.0 % menunjukkan kekuatan tarik sebesar 60 MPa, sedangkan dengan 0.5 % menunjukkan kekuatan tarik sebesar 44 MPa. Jadi dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi bahan pengisi logam dapat meningkatkan kekuatan tarik dari komposit magnet, namun hasilnya sangat bergantung pada jenis dan konsentrasi bahan pengisi yang digunakan.

Hal tersebut mendorong penulis melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Serbuk Nikel Terhadap Sifat Tarik, Kekerasan dan Kemagnetan Komposit Karet/Nikel”. Dipilihnya karet alam merupakan salah satu sumber daya alam Indonesia dan mudah didapat. Bahan pengisi komposit magnet yang digunakan pada penelitian ini menggunakan logam Ni (nikel) dan diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit karet tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi fokus kajian penelitian yaitu berkaitan dengan pengembangan proses untuk pembuatan komposit magnet menggunakan karet alam sebagai matriks. Sehingga mendapatkan material magnet yang elastis dan tidak kaku.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan serbuk nikel terhadap sifat tarik, kekerasan dan kemagnetan komposit karet/nikel
2. Mengamati persebaran dari partikel pada karet melalui pengamatan mikroskop optik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan karet alam sebagai matriks komposit magnet dengan pembuatan yang mudah.
2. Memberi kontribusi ilmiah untuk pengembangan komposit magnet dengan bahan pengisi serbuk logam magnet.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batas masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian hanya fokus pada pengaruh penambahan nikel terhadap sifat mekanik seperti sifat tarik, kekerasan dan kemagnetan.

2. Pengujian kemagnetan dilakukan dengan pengukuran sederhana menggunakan alat gaya tarik magnet untuk mengetahui ketertarikan terhadap magnet.
3. Bahan matriks yang digunakan yaitu karet alam dan bahan pengisi yaitu hanya serbuk logam nikel.
4. Metode pembuatan dilakukan secara sederhana dengan proses manual.
5. Pembuatan komposit menggunakan variasi 3.26 phr, 6.52 phr & 9.78 phr.

1.6 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan magnet komposit dengan menggunakan bahan pengisi dari serbuk nikel.
2. Mengetahui sifat mekanik dari komposit magnet dengan bahan pengisi serbuk nikel.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan uraian sistematik penelitian ini.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka memuat teori-teori yang relevan dan mendukung permasalahan yang diajukan.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Berisi hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian, meliputi lokasi penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian, proses pembuatan, dan diagram alur pelaksanaan penelitian.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil dan pembahasan data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi referensi yang digunakan pada penulisan laporan tugas akhir.

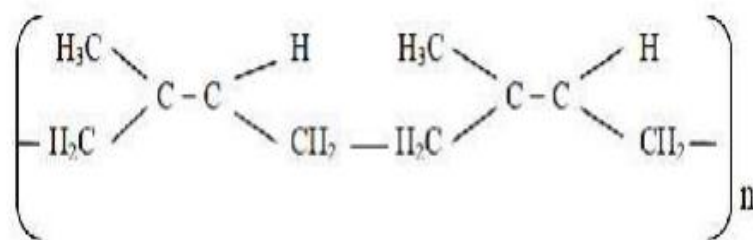
LAMPIRAN

Berisi pelengkap laporan penelitian tugas akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet Alam

Karet alam adalah bahan yang dapat dihasilkan dari alam yang berasal dari tanaman pohon karet *Para Havea Brisiliensis* atau sering dikenal sebagai istilah lateks, untuk mendapatkan getah karet itu sendiri dilakukan dengan cara dilukai (penyadapan). Karet (lateks) suatu istilah yang sering disebut getah yang dikeluarkan oleh pohon karet. Karet (lateks) kebun merupakan getah karet yang masih berupa cairan yang belum mengalami penggumpalan, baik itu dengan tambahan zat kimia atau tanpa bahan pemantap (*zat antikoagulan*) (Riyanto, 2018).



Gambar 2. 1 Struktur Molekul Karet Alam (Riyanto, 2018)

Negara penghasil karet alam terbesar yang mampu menghasilkan 70% produksi karet dunia antara lain Indonesia, Thailand, dan Malaysia. Di Indonesia, tanaman karet jenis ini tumbuh paling baik di lahan dengan ketinggian antara 600 hingga 700 meter di atas permukaan laut. Di dataran

tinggi, tanaman karet tumbuh lambat dan kurang produktif. Tanaman karet jenis ini juga bisa ditanam pada tanah yang kurang subur untuk jenis tanaman lainnya. Pada tanah yang subur, tanaman karet akan siap dipanen setelah 4-5 tahun. Pada tanah yang kesuburannya rendah, pohon karet baru dapat dipanen mulai umur tujuh tahun. Lateks berkualitas baik memiliki kekuatan rekat seperti lem kayu dan memiliki konsistensi lengket berwarna putih. Lateks sering digunakan untuk membuat ban, karet gelang, dan produk lain yang memerlukan fleksibilitas tinggi. Lateks taman merupakan getah pohon Hevea dan memiliki warna putih susu serta sifat koloid. Fase penguraian lateks terdiri dari molekul hidrokarbon yang tersusun dari unit isoprena (C_5H_8) membentuk poliisoprena (C_5H_8) (partikel karet), yang terurai dalam media cair yang disebut serum (partikel non-karet) membentuk karet. Mengubah lateks menjadi kental lateks alami. Dalam kondisi baik, lateks Hevea mengandung bahan-bahan berikut:

Tabel 2. 1 Komposisi Karet Alam (Saputra, 2016)

No	Spesifikasi	Keterangan (%)
1	Karet Hidrokarbon	36
2	Protein	1,4
3	Phospholipid & Lipid Netral	1,6
4	Karbohidrat	1,6
5	Senyawa organik lain	0,4
6	Senyawa anorganik	0,5
7	Air	58,5

Lateks kebun diolah lebih lanjut menjadi lateks pekat untuk produksi produk berwarna (balon, sarung tangan). Dapat juga digunakan sebagai bahan baku karet alam termodifikasi fasa lateks seperti, lateks Protein Rendah (*Deproteinized Natural Rubber*, *Epoxidized Natural Rubber*) Lateks diperlukan untuk menghasilkan produk yang tahan lama dan elastis (Tanjung, 2020).

2.2 Sifat Karet Alam

Menurut (Saputra, 2016), karet alam memiliki sifat alami yang berupa sifat fisika dan kimia. Berikut ini sifat-sifat karet alam secara umum diuraikan di bawah ini.

2.2.1 Sifat Fisika Karet Alam

- a. Setelah mengeras, warnanya putih sampai coklat.
- b. Pemanasan meningkatkan elastisitas karet.
- c. Tidak larut dalam air.
- d. Sensitif terhadap fluktuasi suhu.

2.2.2 Sifat Kimia Karet Alam

- a. Mudah teroksidasi di udara
- b. Ketika karet alam dibakar, dihasilkan CO_2 dan H_2O .

2.3 Proses Penggumpalan Karet Alam

Proses penggumpalan pada karet alam terjadi akibat terjadinya penguatan partikel karet sehingga mengakibatkan hilangnya interaksi antara karet dengan bahan pelindungnya. Proses penggumpalan karet dapat terjadi secara alami dengan bantuan sinar matahari dan udara. Hal ini disebabkan adanya oksidasi pada karet alam. Ketika diberikan bahan kimia, ikatan hidrogen antara air dan protein mengikat partikel karet, melapisinya dan mengentalkan karet. Berikut ini bahan kimia yang bisa digunakan sebagai bahan penggumpalan karet alam:

2.3.1 Asam Formiat

Asam formiat merupakan bahan untuk penggumpalan yang menghasilkan karet dengan kualitas baik. Bahan ini telah memenuhi standar dengan SNI-06-2047-1998. Asam formiat digunakan sebagai penggumpalan dengan standar dosis untuk setiap 1 liter karet alam dibutuhkan 20 ml (Saputra, 2016).

2.4 Nikel

Nikel adalah logam keras berwarna putih keperakan. Logam ini ulet, mudah dibentuk, dan bersifat magnetik. Nikel pertama kali ditemukan pada tahun sekitar tahun 1751, namun telah digunakan dalam paduan tahun sejak zaman kuno. Nikel memiliki ketahanan korosi atmosfer yang tinggi dan bahkan nikel tahan terhadap serangan asam yang mengoksidasi nikel, seperti asam nitrit. Nikel memiliki sifat fisik, seperti terlihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. 2 Sifat Fisik Nikel (Callister, W, D., 1980)

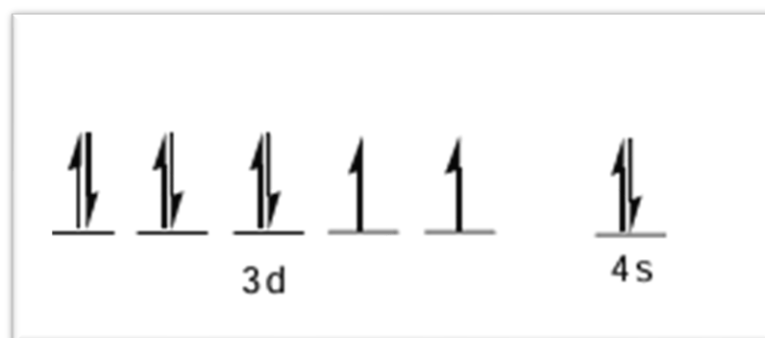
1	Massa Jenis (g/cm^3)	8.90
2	Massa Atom	58,69
3	Nomor Atom	28
4	Titik Lebur	1455 °C
5	Kekerasan (Mohs)	4.0

Nikel dapat dikomersilkan dalam berbagai bentuk seperti ferronikel dan nikel 99%. Nikel juga digunakan dalam material elektronik, material *aerospace* dan *chemical processing equipment*. Nikel digunakan dalam bahan elektronik sebagai anoda, katoda, dan *current collector* (Zulfikar, 2015). Dibawah ini merupakan gambar dari logam nikel



Gambar 2. 2 Logam Nikel (Zulfikar, 2015)

Nikel merupakan logam transisi yang termasuk dalam periode ke-4 pada tabel periodik unsur. Nikel memiliki elektron $3d^8$ di kulit terluarnya. Konfigurasi elektron ion ketika nikel membentuk senyawa kompleks. Dibawah ini merupakan konfigurasi elektron dan ion nikel



Gambar 2. 3 konfigurasi elektron dan ion nikel (Chistianti, 2012)

Jika nikel membentuk bilangan koordinasi yang kompleks biasanya dengan 6 atau 4, sehingga memungkinkan pembentukan senyawa dengan struktur oktahedral, tetrahedral, atau bidang persegi. Ion nikel memiliki orbital d yang belum terisi penuh elektron sehingga memungkinkannya membentuk senyawa kompleks dengan ligan. Orbital-orbital ini bertindak sebagai penerima pasangan elektron dari ligan dan membentuk senyawa kompleks ketika kosong konfigurasi elektroniknya (Chistianti, 2012).

2.5 Komposit

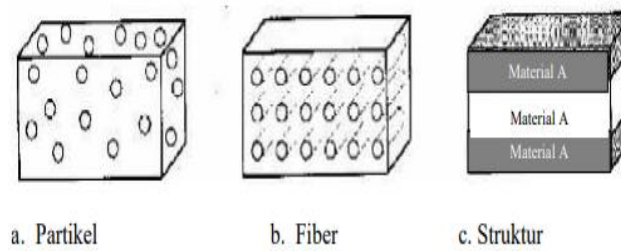
Material komposit merupakan material yang terbentuk dari gabungan dua komponen atau lebih melalui pencampuran heterogen, yang masing-masing komponen mempunyai sifat mekanik yang berbeda. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan logam, kekuatan penyesuaian (penyesuaian) yang lebih tinggi, ketahanan lelah yang lebih tinggi, kekuatan spesifik (modulus/densitas) yang lebih tinggi dibandingkan logam, ketahanan terhadap korosi, dan sifat insulasi termal bahan listrik. Ini adalah penghalang dan juga dapat digunakan untuk memperbaiki stres dan kerusakan akibat korosi (Choir, 2018). Dalam hal material komposit, ada dua hal yang perlu diperhatikan untuk membentuk produk yang efektif:

- a. Komponen penguat harus mempunyai modulus yang lebih tinggi dari komponen matriks.
- b. Ikatan permukaan yang kuat antara tulangan dan matriks memungkinkannya menahan gaya geser antara dua permukaan komponen.

Pilihan dalam pembuatan komponen yang diperkuat dari material komposit ditentukan oleh penerapan material tersebut untuk memberikan sifat yang diinginkan. Secara umum sifat-sifat material komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

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

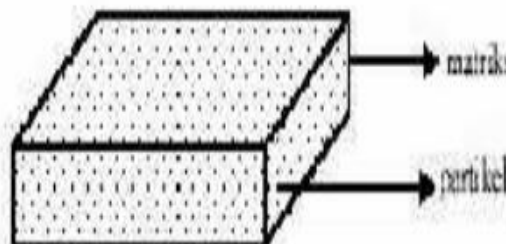
Secara umum, pemilihan material matriks dan partikel berperan penting dalam menentukan sifat mekanik dan sifat material komposit. Penggabungan matriks dan serat dapat menghasilkan material komposit dengan kekuatan lebih tinggi dibandingkan material tradisional.



Gambar 2. 4 Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya (Riyanto, 2018)

Material komposit memiliki kepadatan yang jauh lebih rendah dibandingkan material tradisional. Hal ini memiliki implikasi penting pada situasi aplikasi, karena material komposit memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dibandingkan material tradisional. Implikasi kedua adalah produk komposit yang dihasilkan memiliki bobot lebih ringan.

2.5.1 Komposit Partikel (*particle composite*)



Gambar 2. 5 Komposit Partikel (Riyanto, 2018)

Komposit partikel adalah material komposit yang menggunakan partikel atau bubuk sebagai penguat dan tersebar secara merata ke seluruh matriks. Komposit partikel adalah produk yang diproduksi dengan menempatkan partikel dan sekaligus mengikatnya ke matriks bersama dengan satu atau lebih faktor pemrosesan seperti panas, tekanan, kelembapan, dan katalis. Komposit partikel ini berbeda dari jenis serat acak karena bersifat isotropik. Kekuatan komposit serat

dipengaruhi oleh tegangan kohesif ketika fasa partikel dan matriks terikat dengan baik.

2.6 Magnet Komposit

Magnet komposit merupakan bahan magnet yang dicampur atau diikat dengan bahan pengikat bukan magnet. Magnet komposit adalah bahan magnetik yang dicampur atau diikat dengan bahan pengikat non-magnetik. Ketika polimer digunakan sebagai pengikat, magnet komposit elastis dapat diperoleh. Jumlah elemen serbuk magnet dalam komposit sangat menentukan kekuatan medan magnet. Di sisi lain, pengikat berfungsi untuk melindungi dan mengikat bubuk magnet. Bahan pengikat mempengaruhi sifat mekanik seluruh material komposit. Magnet komposit yang dibuat dengan mencampurkan bubuk magnet dan bahan pengikat. Sifat fleksibilitas Magnet komposit ditentukan oleh bahan polimer yang digunakan. Penggunaan polimer memberikan elastisitas seperti karet alam (Wicaksono et al., 2013). Adanya fraksi bahan pengikat non-magnetik, berarti bahwa sifat magnet komposit akan lebih rendah dibandingkan dengan magnet sinter. Namun, material komposit magnetik memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Jenis bahan magnet dan pengikat serta metoda pemrosesan magnet komposit dapat divariasi sesuai kebutuhan.
2. Mempunyai sifat mekanik yang sangat baik
3. Dapat diproduksi dalam bentuk tiga dimensi yang kompleks.
4. Perubahan bentuk akibat pemrosesan bahan sangat kecil.
5. Proses pembuatan bahan relatif lebih mudah dibanding magnet sinter.

Daya tarik magnet komposit tidak hanya terbatas pada sifat magnetiknya yang kuat, tetapi juga pada kemampuannya untuk memberikan kekuatan mekanik dan ringan. Hal ini membuatnya menjadi pilihan ideal untuk penggunaan dalam peralatan elektronik yang semakin ringan dan efisien. Selain itu,

magnet komposit juga menunjukkan potensi besar dalam pengembangan teknologi medis, sensor, dan perangkat penyimpanan energi (Habibi, 2006).

2.7 Logam Magnet

Medan magnet adalah ruang di sekitar magnet, dan gaya tarik/menolaknya juga dirasakan oleh magnet lain. Kita sering mendengar kata “magnet” dalam kehidupan sehari-hari, namun ketika mendengar kata magnet, kita cenderung mengira bahwa magnet selalu mengacu pada benda yang menarik. Untuk dapat mengangkat benda yang terbuat dari logam (misal obeng besi) hanya menggunakan magnet, misal. Hal ini memudahkan untuk mengambil benda yang jatuh di tempat yang sulit. Faktanya, bahan magnet digunakan pada perangkat yang umum digunakan seperti bel, telepon, generator, meteran listrik, dan kompas. Umumnya medan magnet berada di sekitar kutub magnet. Medan magnet terdiri dari garis-garis virtual fluks magnet yang berasal dari partikel bermuatan yang bergerak atau berputar. Setiap magnet memiliki dua kutub: utara (Utara) dan selatan (S). Kutub magnet adalah area di ujung magnet yang gaya magnetnya paling kuat. Magnet terbagi menjadi dua kelompok yaitu:

2.7.1 Magnet permanen

Magnet permanen tidak bergantung pada pengaruh dari luar untuk menghasilkan medan magnetnya. Magnet ini dapat dihasilkan dari alam atau dapat terbuat dari bahan feromagnetik (bahan yang merespon kuat terhadap medan magnet).

2.7.2 Elektromagnet

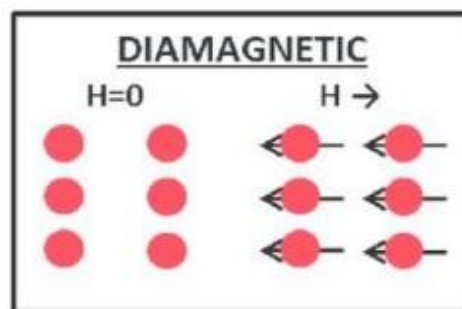
Elektromagnet adalah magnet yang menghasilkan medan magnet ketika arus listrik mengalir melaluinya. Semakin besar arus yang diberikan maka semakin besar pula medan magnet yang dihasilkan (Ningsih, 2018).

2.8 Sifat Kemagnetan

Sifat kemagnetan dari bahan material magnet dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.8.1 Diamagnetik

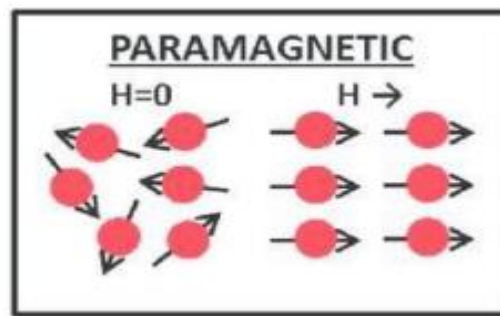
Bahan diamagnetik adalah bahan yang menolak medan magnet dari luar. Ketika bahan ini mendapatkan medan magnet, maka akan timbul medan magnet dengan arah berlawanan. Bahan diamagnetik bisa dikatakan juga bahan logam yang tidak memiliki medan magnet murni. Contoh bahan diamagnetik antara lain bismut, perak, emas, tembaga, dan seng. Berikut ini adalah gambar dari sifat kemagnetan diamagnetik



Gambar 2. 6 Sifat Kemagnetan Diamagnetik (Wahyudi, 2018).

2.8.2 Paramagnetik

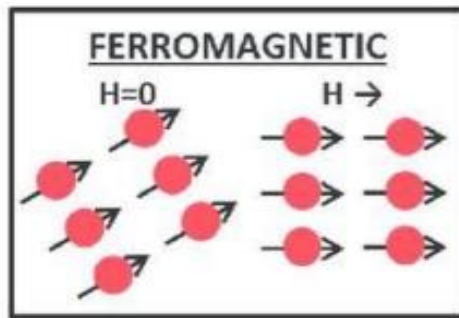
Bahan paramagnetik adalah bahan yang memiliki elektron tidak berpasangan, bahan tersebut akan tertarik pada medan magnet luar, sehingga menciptakan momen magnet. Ketika mendapatkan medan magnet dari luar, atom/molekul akan mengikuti medan magnet dari luar, sehingga menciptakan gaya tarik menarik namun gaya yang dihasilkan lemah. Apabila medan magnet dari luar dihilangkan, atom/molekul ini kembali ke keadaan acaknya dan material kehilangan sifat kemagnetannya (Wahyudi, 2018). Contoh bahan diamagnetik antara lain alumunium, magnesium dan wolfram. Berikut ini adalah gambar dari sifat kemagnetan paramagnetik



Gambar 2. 7 Sifat Kemagnetan Paramagnetik (Wahyudi, 2018).

2.8.3 Ferromagnetik

Bahan ferromagnetik adalah bahan yang mudah tertarik oleh medan magnet dari luar dan dapat mempertahankan sifat magnetnya bahkan setelah medan magnet tersebut dihilangkan. Bahan ferromagnetik tersebut mempunyai domain magnet, yaitu daerah dimana momen magnet atom-atom dalam bahan tersebut sejajar satu sama lain. Ketika medan magnet diterapkan, domain-domain ini menyelaraskan dan menghasilkan medan magnet yang kuat (Fauzan, 2012). Contoh bahan ferromagnetik antara lain besi, cobalt dan nikel. Berikut ini adalah gambar dari sifat kemagnetan ferromagnetik



Gambar 2. 8 Sifat Kemagnetan Ferromagnetik (Wahyudi, 2018).

2.9 Proses *Curing*

Proses curing merupakan suatu proses *polimerisasi* atau pemanasan pada material komposit agar material komposit mempunyai kekuatan ikatan yang tinggi terhadap matriks dan dilakukan pada suhu diatas suhu ruangan. Proses *curing* untuk diatas suhu ruangan ini dapat dilakukan dengan menggunakan oven listrik atau *furnace* (Utomo, 2021). Meningkatnya suhu, aktivitas molekul dan polimerisasi juga meningkat, sehingga terjadi peningkatan sifat mekanik. Dengan meningkatnya sifat mekanik, material akan berubah menjadi elastis, kaku dan kuat. Proses *curing* dilakukan dengan memanaskan bahan uji hingga suhu tertentu. Proses *curing* pada komposit karet dapat digunakan suhu yang bervariasi sesuai dengan bahan pengisi yang diberikan. Pada komposit karet magnet menggunakan variasi suhu berkisar antara 150°C– 170°C dengan waktu 5 – 30 menit sesuai ketebalan bahan. Selain itu, proses *curing* dapat digunakan untuk pelapasan kadar air yang terjadi pada kompon menggunakan menggunakan *furnace* (Prastyadi, 2017).

2.10 Magnetometer

Magnetometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah medan magnet. Instrumen ini pertama kali diperkenalkan oleh Karl Friedrich Gauss pada tahun 1833, untuk mengukur medan magnet bumi. Satuan medan magnet internasional adalah Tesla. Magnetometer dibagi menjadi dua jenis: Tipe pertama adalah magnetometer skalar yaitu magnetometer yang hanya mengukur kekuatan total medan magnet. Jenis kedua adalah magnetometer vektor, yaitu magnetometer yang mengukur besar dan arah medan magnet pada tiga koordinat yaitu komponen XYZ atau HDZ (Bangkit & Ruhimat, 2015).



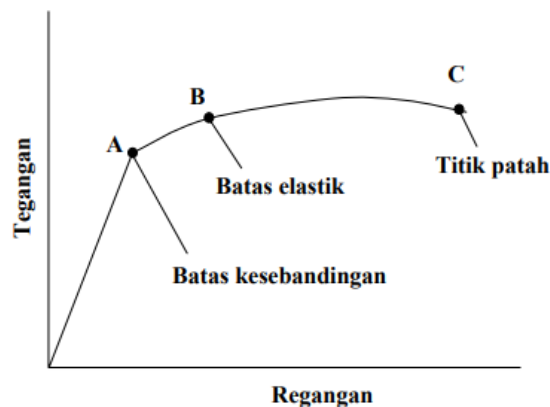
Gambar 2. 9 fitur aplikasi *phyphox*

Pada penelitian ini menggunakan magnetometer skalar yang hanya mengukur kekuatan total medan magnet. Alat ukur yang digunakan pada kuat medan magnet menggunakan aplikasi *phyphox*. *Phyphox* (*Physical Telephone Experiments*) merupakan aplikasi yang dapat membantu dalam beberapa percobaan di bidang fisika. Aplikasi ini dirilis di Google Play Store dan Apple APP Store pada tanggal September 2016. Aplikasi *Phyphox* pertama kali dikembangkan oleh University of Aachen dan menggunakan smartphone sebagai sensornya (Amin, 2023). *Phyphox* merupakan program aplikasi yang sedang dikembangkan lebih lanjut untuk digunakan sebagai alat bantu

percobaan dengan material fisik. Aplikasi ini mengintegrasikan sensor berbeda pada *smartphone* dan laptop sebagai dasar pengukuran eksperimental. Sensor aplikasi *Phyphox* dapat terbaca dengan jelas, data ditampilkan secara grafis, dan memiliki banyak fitur inovatif (Harjono, 2021). Oleh sebab itu pada penelitian ini, pengukuran kuat medan magnet yang dilakukan menggunakan aplikasi *phyphox* pada fitur magnetometer sebagai alat maupun sensor.

2.11 Uji Tarik

Uji tarik adalah uji mekanis statis di mana beban diterapkan pada kedua ujung sampel, dan gaya tariknya adalah P (Newton). Tujuannya untuk mengukur sifat mekanik tarik (*tensile strenght*) dari material komposit yang diuji. Pertambahan panjang (Δl) yang disebabkan oleh gaya tarik yang diterapkan pada benda uji disebut deformasi (Nayiroh, 2020).

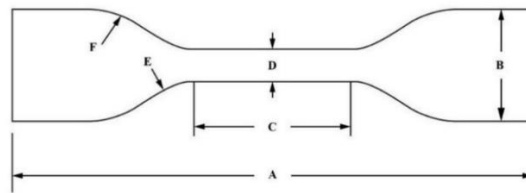


Gambar 2. 10 Grafik tegangan-regangan (Habibi, T. 2006)

Gambar 2.9. Menunjukkan grafik tegangan-regangan untuk pengujian uji tarik. Pada grafik berupa garis lurus sampai ke titik A merupakan regangan akan linier terhadap tegangan dikenal sebagai hukum Hooke. Ini adalah perilaku yang sama seperti pegas koil untuk tegangan kecil. Pada titik B

merupakan batas elastis bahan. Jika batang ditarik melebihi titik ini, batang tidak akan kembali ke panjang semula dan akan berubah bentuk secara permanen. Jika beban yang lebih besar diterapkan, pada akhirnya akan gagal, seperti yang ditunjukkan pada titik C.

Regangan adalah perbandingan pertambahan panjang dengan panjang awal. Regangan merupakan ukuran elastisitas suatu bahan, dan nilainya biasanya dinyatakan dalam persentase. Ada dua contoh bentuk untuk pengujian tarik komposit karet yaitu bentuk *dumbbel* dan bentuk *straight*. Bentuk *dumbbel* paling umum digunakan, tetapi bentuk *straight* digunakan jika bentuk *dumbbel* tidak dapat dibentuk atau dibuat. Bentuk *dumbbel* seperti yang ditunjukkan gambar dibawah ini:



Gambar 2. 11 Bentuk Dumbbel Standar (ASTM) D 412 (Kwon et al., 2020)

Dimana:

A = Panjang total

B = Lebar total

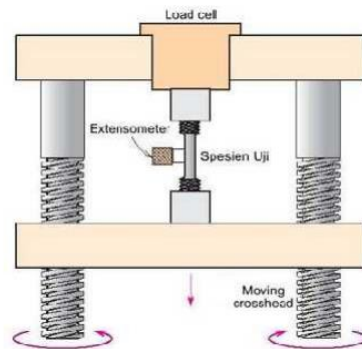
C = Panjang pengukuran

D = Lebar pengukuran

E = Radius kurva penampang dalam

F = Radius kurva penampang luar

Untuk pengujian kekuatan tarik biasanya menggunakan beban searah atau dua arah pada kedua ujung material atau sampel yang akan ditarik. Skema uji tarik ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 12 Skema Uji Tarik (Habibi, 2006)

Kekuatan tarik diukur dengan menarik benda uji dengan dimensi yang seragam. Tegangan tarik σ adalah gaya yang diterapkan sebagai F dibagi luas penampang sebagai A .

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana:

σ = kekuatan tarik (kg/ mm²)

F = gaya tarik (N)

A = luas peampang awal (mm²)

Regangan (ε) adalah perbandingan pertambahan panjang dengan panjang awal. Pertambahan panjang yang disebabkan oleh gaya tarik yang diterapkan pada benda uji disebut deformasi.

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \quad (2)$$

Dimana:

l_0 = panjang mula – mula

l = panjang akhir

ε = nilai kemuluran

Ketika suatu bahan dikasih beban tarik yang disebut tegangan, maka bahan tersebut akan memanjang (regangan). Kurva tegangan-regangan menggambarkan karakteristik dan sifat mekanik suatu bahan tersebut. Maka perbandingan tegangan (σ) terhadap regangan (ε) disebut modulus tarik E (Pratama, E. A., 2017).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

2.12 Uji Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan material terhadap goresan dan penetrasi permukaan. Definisi lainnya adalah ukuran ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan durometer Shore C sesuai dengan standar ASTM D2240. Uji kekerasan shore untuk melakukan uji kekerasan suatu material. Pengujian ini menggunakan alat pengukur tekanan, durometer shore Tipe C. Durometer shore C untuk plastik atau karet keras. Shore C menggunakan pendorong berbentuk kerucut yang ditahan oleh pegas yang dapat diatur. Nilai Shore C menunjukkan kedalaman penetrasi yang diberikan penekan ke permukaan bahan uji.

Alat uji kekerasan pada penelitian ini menggunakan durometer sebagai alat pengujiannya, dan metode kekerasan Shore C merupakan metode durometer yang digunakan untuk bahan polimer seperti komposit yang mengandung matriks polimer. Pada pengujian menggunakan durometer jarum yang menekan bahan uji akan menunjukkan nilai kekerasan secara langsung. Nilai

kekerasan yang ditunjukkan pada durometer mengindikasikan seberapa keras material tersebut (Firdaus et al., 2019).

2.13 Pengamatan Mikroskop Optik

Pengamatan mikroskop optik bertujuan untuk menentukan dan mengamati ukuran struktur dan bentuk butiran suatu material, serta kerusakan yang disebabkan oleh proses deformasi, perbedaan komposisi, dan perlakuan panas. Pengamatan metalografi terhadap makrostruktur pada perbesaran antara 10x dan 100x dan mikrostruktur pada perbesaran lebih besar dari 100x (Saputra et al., 2019).

Pengamatan mikroskop menggunakan alat yang disebut Mikroskop Digital USB yang menggunakan cahaya yang dipantulkan dari untuk membuat gambar. Cara kerja mikroskop adalah dengan memfokuskan sinar cahaya tampak untuk menciptakan bayangan objek yang diperbesar. Sumber cahaya adalah sinar matahari atau lampu listrik. Pembesaran mikroskop optik merupakan hasil perkalian perbesaran lensa-lensa penyusun mikroskop, yakni lensa objektif dan lensa okuler (Widodo, 2019).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dan waktu penelitian untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan spesimen dilaksanakan di Lab. Komposit Teknik Mesin Universitas Lampung.
- b. Pengambilan data uji tarik dilakukan di Pusat Riset Teknologi Pertambangan/BRIN Jl. Ir.Sutami KM 15 Tanjung Bintang, Lampung.
- c. Pengambilan data analisis *SEM* dilakukan di UPT Lab. Terpadu Sentra Inovasi dan Teknologi (LTSIT) di Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Pada penelitian ini diperlukan alat dan bahan selama proses pembuatan. Alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan uji coba agar memperoleh hasil sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun bahan yang digunakan pada proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karet Alam

Karet alam digunakan sebagai bahan utama dalam penelitian ini. Karet alam berfungsi sebagai matriks. Karet alam dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 1 Karet alam (lateks kebun)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Karet Alam (Saputra, 2016)

No	Spesifikasi	Keterangan (%)
1	Karet Hidrokarbon	36
2	Protein	1,4
3	Phospholipid & Lipid Netral	1,6
4	Karbohidrat	1,6
5	Senyawa organik lain	0,4
6	Senyawa anorganik	0,5
7	Air	58,5

2. Logam Nikel (Ni)

Logam nikel sebagai bahan pengisi dari penelitian komposit magnet. Nikel merupakan unsur kimia logam yang bersimbol Ni dalam tabel periodik, memiliki nomor atom 28. Logam nikel dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 2 Serbuk logam Nikel

Tabel 3. 2 Spesifikasi Nikel (Ni) (Callister, W, D., 1940)

1	Massa Jenis (g/cm^3)	8.90
2	Massa Atom	28
3	Nomor Atom	58,69
4	Titik Lebur	1455 °C
5	Kekerasan (Mohs)	4.0
6	Ukuran (Mikron)	20 μm

3. Asam Formiat

Asam formiat berfungsi sebagai katalis dari penelitian komposit magnet ini. asam formiat dan spesifikasinya sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Asam Formiat

Tabel 3. 3 Spesifikasi Asam Formiat

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Rumus Molekul	CH_3COOH
2	Berat Molekul	60,05 g/mol
3	Bentuk	Cairan
4	Titik Didih	118 °C

- b. Adapun alat yang digunakan pada proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Timbangan Digital

Timbangan digital merupakan alat yang digunakan untuk menimbang variasi campuran bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Timbangan digital dan spesifikasinya sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Timbangan digital

Tabel 3. 4 Spesifikasi Timbangan Digital

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Krisbow
2	Tipe	Scale I-2000
3	Ketelitian	0,01-500 gr
4	Kalibrasi	<i>Auto calibration</i>

2. *Stopwatch*

Stopwatch merupakan alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui waktu proses pencampuran bahan. *Stopwatch* dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 5 *Stopwatch*

Tabel 3. 5 Spesifikasi Stopwatch

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Extech
2	Akurasi waktu	1/100 Detik
3	Berat	1 kg

3. Cetakan

Cetakan sebagai alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk mencetak campuran komposit menjadi lembaran kompon. Cetakan spesimen dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 6 Cetakan Spesimen

Tabel 3. 6 Spesifikasi Cetakan Spesimen

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Bahan	Stainless
2	Panjang	15 cm
3	Lebar	10 cm
4	Tinggi	2 cm

4. *Sprayer*

Sprayer pada penelitian ini berfungsi sebagai alat spray/semprotan cairan asam formiat pada saat pembuatan spesimen komposit. *Sprayer* dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 7 *Sprayer*

Tabel 3. 7 Spesifikasi sprayer

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Bahan	Plastik
2	Kapasitas	100 ml
3	Jenis Penyemprotan	Kabut (<i>mist pray</i>)

5. *Microwave*

Oven Microwave berfungsi untuk melakukan proses *curing*/perlakuan panas spesimen komposit. Proses *curing* bertujuan untuk meningkatkan ikatan matriks karet alam. *Microwave oven* dan spesifikasinya sebagai berikut:



Gambar 3. 8 Oven *microwave*

Tabel 3. 8 Spesifikasi Oven *Microwave*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Nama alat	<i>Microwave Oven Kirin</i>
2	Tipe	Innotech
3	Temperatur	100-250 C
4	<i>Timer</i>	<i>Automatic control</i>

6. Alat Press (*Shop Press*)

Alat press berfungsi sebagai membentuk lembaran bahan uji spesimen. Alat press dan spesifikasinya pada berikut ini:



Gambar 3. 9 Alat Press

Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Press

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Nama alat	Shop Press - Krisbow
2	Type	Hidrolik
3	Kapasitas	12 Ton

7. Mikrometer

Mikrometer digunakan untuk mengukur tebal dari spesimen yang akan di uji. Berikut ini gambar dan spesifikasi dari mikrometer pada berikut ini:



Gambar 3. 10 Mikrometer

Tabel 3. 10 Spesifikasi Mikrometer

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Krisbow
2	Kapasitas Pengukuran	0 -25 mm
3	Resolusi	0.01 mm
4	Ketelitian	± 0.002 mm
5	Bahan	<i>Stainless Steel</i>

8. Jangka Sorong Digital

Jangka sorong digunakan untuk mengukur lebar dan panjang dari spesimen yang akan di uji. Berikut ini gambar dan spesifikasi dari jangka sorong pada berikut ini:



Gambar 3. 11 Jangka Sorong Digital

Tabel 3. 11 Jangka Sorong Digital

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe	Jangka Sorong Digital
2	Kapasitas Pengukuran	0 – 150 mm
3	Resolusi	0,01 mm
4	Ketelitian	$\pm 0,02$ mm
5	Bahan	<i>Stainless Steel</i>

9. Magnet

Magnet digunakan saat proses uji kuat medan magnet dengan memberikan bpengaruh medan magnet dari luar bahan uji spesimen. Berikut ini gambar dan spesifikasi dari magnet sebagai berikut:



Gambar 3. 12 Magnet

Tabel 3. 12 Spesifikasi Magnet

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe	Magnet Neodymium
2	Kuat Magnetik	1.4 T (2568,87 μ T)
3	Suhu maksimum	80 °C – 220 °C

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian yaitu terbagi menjadi 3 bagian yaitu persiapan bahan karet alam, pembuatan variasi campuran spesimen dan membuat komposit yaitu sebagai berikut:

3.3.1 Persiapan Bahan Karet Alam

1. Melakukan survey lapangan (perkebunan karet).
2. Menyadap pohon karet alam dengan pisau sadap karet, mengumpulkannya dalam wadah penampung dan menunggu sekitar 3-5 jam.

3. Melakukan penyaringan karet alam dengan saringan 100 mesh.
4. Melakukan pengambilan getah karet alam sebanyak 1000 ml yang dicampurkan cairan amonia sebanyak 2 %.
5. Menyimpan karet alam pada suhu kamar.

3.3.2 Persiapan Variasi Campuran Spesimen

Dalam penelitian ini, bahan utama yang digunakan adalah 100 ml / 92 gram karet alam cair dan menggunakan asam formiat sebagai katalis sebesar 10% (10 ml) pada setiap sampel. Sebagai bahan pengisi digunakan serbuk nikel dengan variasi massa 3 gram, 6 gram dan 9 gram. Penambahan serbuk nikel bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi bahan pengisi terhadap sifat mekanik komposit karet. Selanjutnya untuk mencari presentase serbuk nikel yang digunakan pada komposit karet digunakan rumus pada berikut ini:

$$\text{serbuk nikel (PHR)} = \frac{\text{Berat Nikel}}{\text{Berat Karet alam}} \times 100 \quad (1)$$

Degan demikian, komposit karet yang dihasilkan memiliki kandungan serbuk nikel sebesar 3.26 phr, 6.52 phr dan 9.78 phr . Berikut ini variasi campuran komposit karet dilihat pada tabel 3.13 dibawah ini:

Tabel 3. 13 Bahan Dan Variasi Campuran Pembuatan Spesimen

Kode	Bahan Komposit	
	Karet alam	Nikel
Ka-Ni	100 ml/92 gr	3.26 phr
		6.52 phr
		9.78 phr

3.3.3 Proses Pembuatan Spesimen

1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditimbang dan diukur dengan menggunakan timbangan digital.
2. Siapkan karet alam cair (lateks kebun) yang sudah diukur dengan gelas ukur sebanyak 100 ml.
3. Siapkan cairan asam formiat sebanyak 10 ml ke wadah *spray*.
4. Siapkan cetakan dari plat *stainless*, selanjutnya *spray* cairan asam formiat pada permukaan cetakan sebanyak 5 kali *spray* secara merata. Masukkan campuran karet alam atau (lateks kebun) sebanyak 50 ml tersebut ke dalam cetakan.
5. *Spray* kembali cairan asam formiat pada permukaan campuran karet alam atau (lateks kebun) sebanyak 5 kali *spray* secara merata, sehingga permukaan karet akan membeku.
6. Setelah permukaan campuran karet alam atau (lateks kebun) sedikit mengalami penggumpalan, ditaburkan serbuk nikel dengan bantuan alat penyaring agar merata. Proses penaburan serbuk nikel menggunakan variasi 3 gram, 6 gram, dan 9 gram.
7. *Spray* kembali cairan asam formiat pada permukaan campuran karet alam atau (lateks kebun) yang sudah ditaburkan serbuk nikel sebanyak 5 kali *spray* secara merata.
8. Lalu masukkan kembali campuran karet alam atau (lateks kebun) sebanyak 50 ml tersebut ke dalam cetakan yang sudah ditaburkan serbuk nikel.
9. *Spray* kembali cairan asam formiat pada permukaan campuran karet

alam atau (lateks kebun) sebanyak 5 kali *spray* secara merata, sehingga permukaan karet akan membeku.

10. Setelah itu menunggu lapisan campuran karet alam atau (lateks kebun) dan serbuk nikel membeku selama 12 jam.
11. Lalu lakukan pengepresan bahan uji selama 10 menit dengan mesin Shop Press-Krisbow yang memiliki kapasitas beban 12 ton.
12. Selanjutnya lapisan campuran karet alam cair dan serbuk nikel yang sudah menggumpal akan dilakukan proses *curing*/pemanasan di oven selama 15 menit dengan 100 °C.
13. Selanjutnya keluarkan spesimen dari oven dan lepaskan dari cetakan
14. Setelah itu diamkan spesimen pada temperatur ruang selama 24 jam.

3.4 Pengujian Komposit

Setelah spesimen uji selesai dibuat, selanjutnya melakukan pengujian. Adapun pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

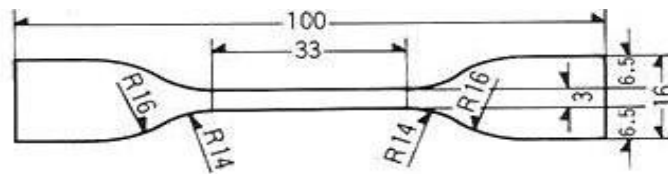
3.4.1 Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Pembuatan bentuk *dumbbell* menggunakan alat yang disebut *cutting dumbbell*. Untuk dimensi ukuran *dumbbell* ditunjukkan pada tabel 3.14 sebagai berikut:

Tabel 3. 14 Dimensi ukuran *dumbbell*

No.	Dimensi	Toleransi	Die D (mm)
1	l_0	± 2	33
2	b	± 1	16
3	A	± 0.05	3
4	h	± 1	3

Dumbbell dibentuk dari lembaran kompon atau komposit karet alam dan dibentuk menjadi 5 dalam satu variasi pengujian. Skema bentuk *dumbbell* ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Bentuk *Dumbbell* Pengujian ASTM D-412 die D (Habibi, 2006)

Standar pengujian kekuatan tarik (*Tensile strength*) komposit karet alam didasarkan pada standar (ASTM) D 412 *Type die D*. Sebelum pengujian, siapkan benda uji yang dibentuk menjadi *dumbbell* dengan ukuran panjang akhir (l), panjang pengukuran (l_0) 33 mm, lebar penampang besar (b) 16 mm, lebar penampang kecil (A) 3 mm dan tebal (h) 3 mm. Selama uji tarik, *dumbbell* dijepit pada pegangan mesin uji. Hal ini menjaga *dumbbell* tetap di tempatnya dan ditarik dengan kecepatan 500 mm/menit. Seperti yang terlihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3. 14 Pengujian Tarik Komposit (<https://elsa.brin.go.id>)

Berikut ini spesifikasi alat uji tarik pada penelitian ini yaitu pada tabel 3.15 pada berikut ini:

Tabel 3. 15 Spesifikasi Alat Uji Tarik

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Type Alat	UTM Tensilon RTG 1250
2	Akurasi Gaya	$\pm 0,5\%$
3	Kecepatan Kekuatan Uji (mm/menit)	50-500 (dapat disesuaikan)
4	Resolusi Kekuatan	5 kN

Langkah-langkah dari pengujian kekuatan tarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengukur spesimen uji meliputi daerah uji tarik.
2. Menghidupkan mesin uji tarik UTM Tensilon RTG 1250 – 5 kN.
3. Pastikan tekanan udara sesuai dengan beban maksimum pada benda uji.

4. Memasang grip spesimen.
5. Periksa data sampel pengujian yang diukur di komputer dan tentukan kecepatan pengujian.
6. Memasang benda uji pada pegangannya agar tidak terlepas pada saat pengujian.
7. Lakukan pengujian dengan menjalankan mesin uji.
8. Mengambil hasil rekaman uji pada saat penarikan.
9. Mengolah data hasil uji kekuatan tarik.

Pada penelitian ini, jumlah spesimen yang di uji kekuatan tarik ditunjukkan pada tabel 3.16 berikut ini:

Tabel 3. 16 Spesimen Uji Kekuatan Tarik

Nama Spesimen	Variasi	Jumlah Spesimen
Ka	Tanpa Pengisi	5
Ka-Ni	3.26 phr	5
	6.52 phr	5
	9.78 phr	5
Total		20

3.4.2 Uji Kekerasan Durometer Shore C

Kekerasan adalah ketahanan material terhadap goresan dan penetrasi permukaan. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan durometer Shore C sesuai dengan standar ASTM D2240. Spesimen uji yang

dipakai minimal 3 dan harus memiliki ketebalan 6 mm. Pembacaan nilai kekerasan dilakukan setelah waktu penahanan sekitar 1 detik. Pengukuran dilakukan pada 5 titik berbeda dengan jarak antar titik pengukuran tidak kurang dari 6 mm untuk menghindari pengaruh deformasi lokal. Alat uji kekerasan shore C dan spesifikasinya ditunjukkan dibawah ini:

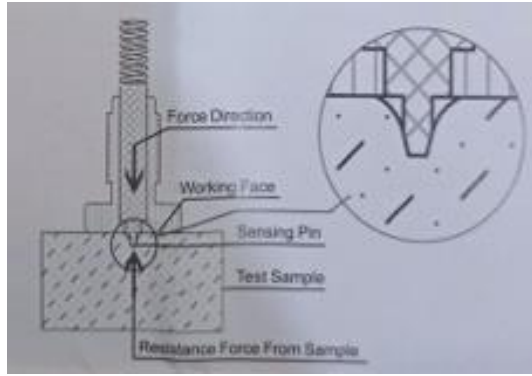


Gambar 3. 15 Alat uji durometer shore C

Tabel 3. 17 Spesifikasi Durometer Shore C

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Type Alat</i>	Digital Durometer Shore C
2	<i>Range</i>	0-100HC
3	<i>Resolution</i>	0.5HC
4	<i>Accuration</i>	± 1
5	<i>Temperature</i>	0-40 °C

Pada uji kekerasan ini dilakukan pada lima titik spesimen dengan daerah yang berbeda untuk mendapatkan nilai yang telah diuji. Skema uji kekerasan durometer Shore C pada gambar 3.16 sebagai berikut:



Gambar 3. 16 Skema Uji Kekerasan

Langkah-langkah dari uji kekerasan shore c dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat ukur dan bahan spesimen.
2. Letakkan spesimen di permukaan yang datar dan bersih.
3. Pengukuran menggunakan alat durometer yaitu dengan menekan permukaan spesimen selama 1-5 detik.
4. Sebelum pengujian pastikan durometer sudah terkalibrasi dan menunjukkan nilai 0 pada alat.
5. Uji kekerasan dilakukan pada lima titik area spesimen dengan jarak antar pengujian 6 mm.
6. Catat hasil uji kekerasan yang ditunjukkan oleh alat.
7. Lakukan uji kekerasan sesuai berapa banyak spesimen yang akan di uji.
8. Setelah pengujian selesai hitung rata-rata dari semua hasil pengukuran untuk mendapatkan nilai kekerasan spesimen.

Pada penelitian ini, jumlah spesimen yang di uji kekerasan ditunjukkan pada tabel 3.18 sebagai berikut:

Tabel 3. 18 Spesimen Uji Kekerasan

Nama Spesimen	Variasi	Jumlah Spesimen
Ka	Tanpa Pengisi	3
Ka-Ni	3.26 phr	3
	6.52 phr	3
	9.78 phr	3
Total		12

3.4.3 Uji Kuat Medan Magnet

Uji kuat medan magnet dilakukan dengan menggunakan sensor magnetometer. Alat ukur yang digunakan pada kuat medan magnet menggunakan aplikasi *phyphox*. *Phyphox* (*Physical Telephone Experiments*) merupakan aplikasi yang dapat membantu dalam beberapa percobaan di bidang fisika. Aplikasi ini mengintegrasikan sensor berbeda pada *smartphone* dan laptop sebagai dasar pengukuran eksperimental. Alat uji magnetometer berbasis aplikasi dan spesifikasinya ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 3. 17 Magnetometer berbasis aplikasi

Tabel 3. 19 Spesifikasi magnetometer berbasis aplikasi

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe	Aplikasi <i>Phyphox open source</i>
2	Akurasi	0,5 - 1,0 μT
3	Sensitivitas	0,1 – 0,5 μT

Pada uji kuat medan magnet ini dilakukan dengan cara memberi pengaruh medan magnet dari luar yang di alirkan ke spesimen penelitian. Berikut ini pemberian pengaruh medan magnet dari luar ke sebuah spesimen:



Gambar 3. 18 Pemberian medan magnet dari luar

Langkah-langkah dari uji kuat medan magnet dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan seperti magnet, penggaris dan satu batang besi sepanjang 10 cm.
2. Mempersiapkan aplikasi *phyphox* sebagai sensor magnetometer untuk mengukur kuat medan magnet.
3. Medan magnet ditempelkan pada ujung batang besi dan ujung yang satu lagi di tempelkan pada spesimen yang akan di uji.
4. Pengujian menggunakan jarak variasi 0.5 cm, 1 cm dan 1.5 cm.
5. Letakan *smartphone* sebagai alat sensor magnetometer pada spesimen sesuai dengan variasi jarak yang akan diuji.
6. Catat nilai yang ditunjukkan pada aplikasi *phyphox*.
7. Lakukan pengujian sesuai dengan banyaknya spesimen yang akan di uji.
8. Mengolah nilai dari hasil pengujian untuk menentukan kekuatan medan magnet dari spesimen.

Pada penelitian ini, jumlah spesimen yang di uji kuat medan magnet ditunjukkan pada tabel 3.20.

Tabel 3. 20 Spesimen uji kuat medan magnet

Nama spesimen	Variasi	Jumlah spesimen
Ka-Ni	3.26 phr	5
	6.52 phr	5
	9.78 phr	5
Total		15

3.4.4 Pengamatan Mikroskop Optik

Pengamatan mikroskop optik adalah alat untuk menentukan dan mengamati ukuran struktur dan bentuk butiran suatu material, serta kerusakan yang disebabkan oleh proses deformasi, perbedaan komposisi atau perlakuan panas pada suatu material. Alat uji mikroskop optik dan spesifikasinya ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 3. 19 Alat Pengamatan Mikroskop Optik

Tabel 3. 21 Spesifikasi Alat Mikroskop Optik

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Type Alat</i>	Mikroskop Optik MEIJI MT 7000
2	<i>Head</i>	Binocular CLEMEX
3	<i>Ilumination</i>	30 W <i>Vertical Kohler</i>
4	<i>Eyepieces</i>	SWH 10xFN22
5	<i>Objective</i>	Plan EPI 5x, 10x, 20x, 50x

Setelah pengamatan mikroskop optik dilakukan akan mendapatkan data hasil ditunjukkan pada tabel berikut:

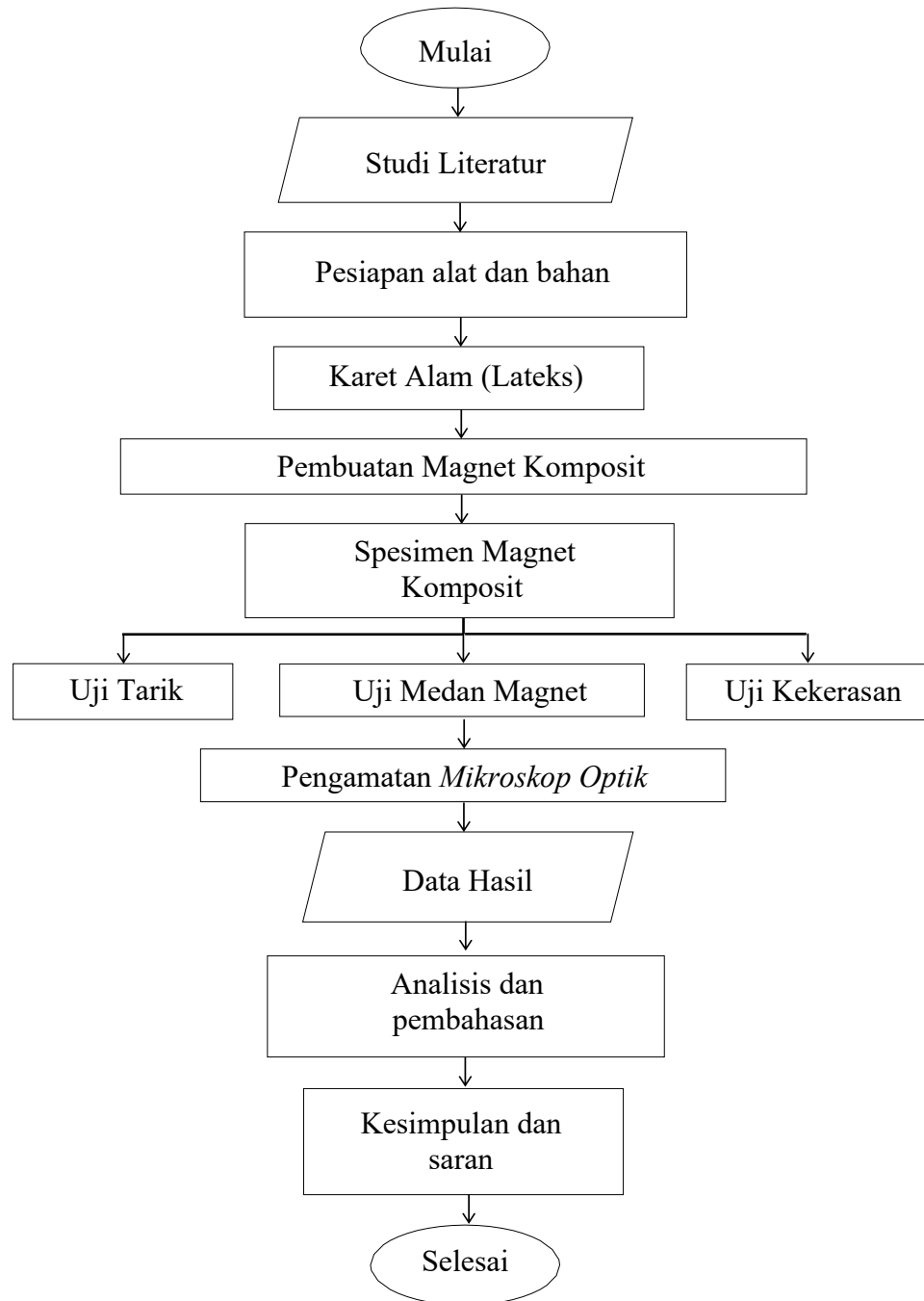
Tabel 3. 22 Hasil Pengamatan Mikroskop Optik

No.	Komposit	Mikroskop Optik
1	Ka-Ni 3.26 phr	
2	Ka-Ni 6.52 phr	
3	Ka-Ni 9.78 phr	

Adapun langkah-langkah pengamatan mikroskop optik adalah sebagai berikut.

1. Pastikan lensa okuler (lensa mata) dan lensa objektif (lensa bawah) dalam kondisi bersih.
2. Letakkan sampel spesimen diatas meja preparat (stage)
3. Mengatur pencahayaan mikroskop, pastikan tidak terlalu redup maupun terang.
4. Mengatur fokus mikroskop untuk mendapatkan gambar yang jelas dan dilanjutkan dengan pengambilan gambar.
5. Pencetakan hasil atau gambar mikroskop optik yang telah diambil.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 20 Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil uji tarik komposit karet/nikel memiliki nilai tertinggi pada variasi pengisi 6.52 phr dengan dengan nilai yaitu kekuatan tarik sebesar 0.6337 ± 0.04 MPa, *yield strength* sebesar 0.23291 ± 0.02 MPa dan *elongation* sebesar 13.0 ± 0.4 %. Namun nilai tertinggi *modulus young* pada variasi 9.78 phr dengan nilai sebesar 0.0491 ± 0.01 MPa. Hal ini menunjukkan pada variasi 6.52 phr nilai kekuatan tarik, *yield strength* dan *elongation* tersebut terjadi interaksi yang optimal antara matriks karet alam dan partikel pengisi nikel, sehingga struktur komposit menjadi lebih kuat dan mampu menahan gaya tarik yang lebih besar.
2. Pada hasil uji kekerasan shore C komposit karet/nikel memiliki nilai tertinggi pada variasi pengisi 9.78 phr yaitu sebesar 62.5 ± 0.1 shore dibandingkan dengan variasi pengisi 3.26 phr dan 6.52 phr. Hal ini menunjukkan bahwa pengisi logam seperti nikel dapat berfungsi efektif sebagai penguat pada komposit berbasis karet alam.
3. Hasil pengujian magnet menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi serbuk nikel dalam komposit berbanding lurus dengan peningkatan kuat

medan magnet yang dihasilkan. Pada variasi 9.78 phr, kuat medan magnet tertinggi tercatat sebesar 281.96 μT pada jarak 0.5 cm, sedangkan variasi 3.26 phr menghasilkan kuat medan terendah sebesar 270.50 μT pada jarak yang sama. Kuat medan magnet cenderung menurun seiring bertambahnya jarak ukur, namun hasil peningkatan akibat penambahan serbuk nikel tetap konsisten.

4. Pada hasil pengamatan mikroskop optik memperlihatkan jumlah partikel sesuai dengan kenaikan presentase serbuk nikel pada komposit karet.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini ataupun untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lanjutan untuk komposit magnet tersebut sebagai bahan material disuatu dibidang yang lebih spesifik.
2. Pada proses pembuatan spesimen perlu diperhatikan agar udara yang terperangkap pada matriks bisa diminimalisir sekecil mungkin.
3. Pada proses curing perhatikan suhu yang dipakai dan berapa lama waktu yang digunakan agar tidak mengalami perubahan struktur yang mengakibatkan penurunan sifat mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, M., Fuad, A., & Diantoro, M. (2015). Pengaruh Nano Silika Terhadap Mikrostruktur, Kekuatan Tarik dan Kekuatan Kikis Komposit Karet alam/Nanosilika. Universitas Negeri Malang. 48–53.
- Amin, A. K. (2023). Pengaruh Penggunaan Aplikasi *PHYPHOX* sebagai Media Eksperimen Fisika Terhadap Minat Belajar Peserta Didik Kelas XI Di SMA NEGERI 1 Alu. *Journal GEEJ*, 7(2).
- Bangkit, H., & Ruhimat, M. (2015). Kalibrasi Magnetometer Tipe 1540 Menggunakan Kalibrator Magnetometer. *Berita Dirgantara*, 16 (2), 55–60.
- Callister, W, D. (1980). Materials Science and Eng. In *Materials Science and Engineering: A* (Vol. 42, Issue 1).
- Choir, M. J. (2018). *Analisa faktor konsebrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang berdiagonal terhadap beban.*
- Christianti, N, D. (2012). Sistetis dan Karakteristik Material Magnetik Berbasis Sernyawa Kompleks Inti Ganda Nikel II Dengan 2,2 Bipridin Menggunakan Ligan Jembatan Oksalat. Universitas Airlangga.
- El-Nashar, D. E., Mansour, S. H., & Girgis, E. (2006). Nickel and iron nanoparticles in natural rubber composites. *Journal of Materials Science*, 41(16), 5359–5364. <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0179-4>
- Fauzan, A. (2012). Pengaruh Ukuran Partikel Bonded Magnet Nd 2 Fe 14 B Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Magnet. 74–83.

- Firdaus, A., Tjahjono, A., & Saptari, S. A. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Filler Pada Komposit Batang Bambu Terhadap Nilai Kekerasan (Hardness Shore D). *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v1i2.9506>
- Giyanto, G., & Muljadi, M. (2020). Analisis densitas, kuat tarik dan kekuatan magnet dari rubber magnet yang dibuat dari Ba-Ferrite dan silicon rubber. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 227. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9074>
- Habibi, T. (2006). Pembuatan Magnet Komposit Berbasis Karet Alam dan serbuk Magnet Barium Ferrite. Universitas Negeri Semarang.
- Hakim, A. R., Citra, & Fauzi, M. D. N. (2020). Industri Pengolahan Karet di Indonesia. *Chemistry Faculty Of Math And Science Padang State University*, 1–19.
- Kruželák, J., Sýkora, R., Dosoudil, R., & Hudec, I. (2016). *Rubber composites based on polar elastomers with incorporated modified and unmodified magnetic filler. Advances in Materials Science and Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7242891>
- Kwon, J., Ock, J., & Kim, N. (2020). *Mimicking the mechanical properties of aortic tissue with pattern-embedded 3d printing for a realistic phantom. Materials*, 13(21), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ma13215042>
- Harjono. (2021). Pemanfatan Sensor Android Sebagai Media Eksperimen Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana. *Jurnal Teknodik*, 25(2), 131. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v25i2.666>
- Nayiroh, N. (2020). Studi pengaruh variasi fraksi volume filler partikel cangkang kerang hijau terhadap sifat fisis dan mekanik komposit polimer poliester.
- Ningsih, E. S. (2018). Magnet, Jenis Magnet dan Peruntukkannya dalam Pembelajaran. *Ilmu Pendidikan*, 284.
- Prabhakar, M. J., S, J. J., & R, A. P. V. (2020). *Role of Magnetite (Fe 3 O 4) - Titania (TiO 2) hybrid particle on mechanical , thermal and microwave attenuation behaviour of flexible natural rubber composite in X and Ku band*

frequencies Role of Magnetite (Fe_3O_4) -Titania (TiO_2) hybrid partic.
101.

Prastyadi, C. (2017). *Effect of Volume Fraction Variation, Temperature, Holding Time of Curing and Post-Curing on Compressive Properties of Polyester-Hollow Glass Microspheres (Hgm) Im30K Composites.*

Pratama, E, A. (2017). Kekuatan Tarik Karet Alam (*Natural Rubber*) yang di Kogulasi dengan menggunakan Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) dan Tawas. Universitas Lampung, 46(0), 71–76.

Riyanto, H. (2018). *PENGARUH PENAMBAHAN SILIKA TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SILIKA - KARET ALAM (Skripsi) Oleh : Hendy Riyanto FAKULTAS TEKNIK*

Saputra, F, A. (2013). Pengaruh Karbon Hitam Terhadap Sifat Uji Tarik Komposit Karet Alam Dengan Pencampuran Metode Manual. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Saputra, R. A., Burhanudin, Y., Wicaksono, M. A., Nur, H., & Sukmana, I. (2019). Pengaruh Ukuran Serbuk Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Magnesium Berpori Hasil Kompaksi-Sintering Untuk Aplikasi Scaffold Tulang Mampu Terdegradasi. *Jurnal Mechanical*, 10(2).

Shimada, K. (2017). *Enhancement of MCF rubber utilizing electric and magnetic fields, and clarification of electrolytic polymerization. Sensors (Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/s17040767>

Sidebang, E., & Bukit, N. (2019). Analisis Sifat Mekanik Kompon Karet. *EINSTEIN E-JOURNAL*, 6(2). <https://doi.org/10.24114/einstein.v6i2.12081>

Tanjung, R. (2020). *Pengaruh Pemanfaatan Karet (Lateks) Alam Sebagai Bahan Tambah Aspal Terhadap Stabilitas Marshall.*
<https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/16135%0Ahttps://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/16135/1/148110047> - Rifin Tanjung Fulltext.pdf

Utomo, W. B. (2021). Pengaruh Variasi jenis core, temperatur curing dan post-curing karakteristik bending komposit sandwich serat karbon dengan metode

vacuum infusion. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(2), 45–54.

Wahyudi, I. (2018). Suseptibilitas Magnetik Dan Temperatur Curie Material Alloy Feromagnetik Model Nanocube Dan NanoSphere. Suseptibilitas Magnetik Dan Temperatur Curie Material Alloy Feromagnetik Co1-Xnix Model Nanocube Dan Nanosphere, 7–9.

Waluyo, T., Sudirman., Ridwan., & Herman, A, Y. (2000). Sifat Mekanik Komposit Magnet Berbasis Heksaferit $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dengan Perekat Jaret Alam. Fakultas Tenik. Univesitas Indonesia.

Wicaksono, R., Yulianto, A., & Sulhadi (2013). Pembuatan dan karakterisasi magnet komposit berbahan dasar barium ferit dengan pengikat karet alam (Creating and characterization of composite magnet using barium ferrite with natural rubber as a binding material). *J. Sains Dasar*, 2(1), 79–84.

Widodo, M. P. (2019). Pengaruh Komposisi Filler Limbah Cangkang. In *Departemen Teknik Material*.

Zulfikar, A. (2015). Pengaruh Penambahan Nikel Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Ni Melalui Metode Pengecoran. In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*.