

## **TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KADAR KARET *BROWN CREPE* DAN KARET  
REKLIM TERHADAP SIFAT MEKANIK *OUTSOLE* SANDAL  
GUNUNG DI CV. X MOJOKERTO, JAWA TIMUR**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI  
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI  
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

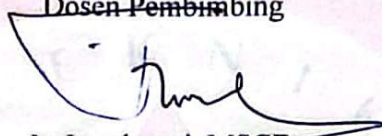
**2023**

**PENGESAHAN JUDUL**  
**PENGARUH KADAR KARET *BROWN CREPE* DAN KARET REKLIM**  
**TERHADAP SIFAT MEKANIK *OUTSOLE* SANDAL GUNUNG**  
**DI CV. X MOJOKERTO, JAWA TIMUR**

Disusun Oleh:

Della Juni Fortuna  
NIM 2003039

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik  
Dosen Pembimbing

  
Ir. Iswahyuni, MSCE.

NIP. 19580912 198703 2 001

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli madya Diploma III (D3)

Politeknik ATK Yogyakarta

Tanggal : 16 Agustus 2023.....

TIM PENGUJI

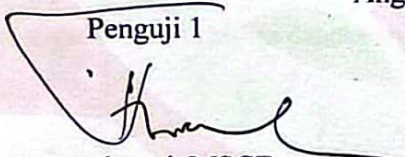
Ketua

  
Midarto Dwi Wibowo, S.T., M.T.

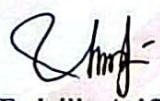
NIP. 19820922 200804 1 002

Anggota

Penguji 1

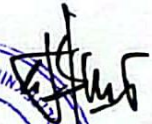
  
Ir. Iswahyuni, MSCE.  
NIP. 19580912 198703 2 001

Penguji 2

  
Uma Fadzilia Arifin, M.T.  
NIP. 19931216 201901 2 002

Yogyakarta, 16 Agustus 2023.....  
direktur Politeknik ATK Yogyakarta



  
Drs. Sugiyanto, S.Sn., M.Sn  
NIP. 196601011994031008

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah dan terima kasih penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Drs. Sugiyanto, S.Sn., M.Sn., selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Dr. Ir.R.L.M. Satrio Ari Wibowo, S.Pt., M.P., IPU., ASEAN Eng., selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta
3. Bapak Suharyanto, S.T. M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik Politeknik ATK Yogyakarta.
4. Ir. Iswahyuni, MSCE. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Abah Ghoni selaku pemilik perusahaan dan seluruh karyawan di CV Mojokerto.
6. Teman-teman dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan kepada setiap pembaca.

Yogyakarta, Juli 2023

Penulis

## MOTTO

Setiap ahli pasti pernah menjadi pemula, jadi mulailah!

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi. Tidak ada mimpi yang patut untuk diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan.” (Maudy Ayunda)



## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan pertolongan-Nya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Sholawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Sebagai bentuk hormat, Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, terima kasih atas pengorbanan dan jerih payah serta do'anya yang selalu mengiringi penulis.
2. Diri penulis sendiri, terima kasih telah kuat, berani, belajar secara perlahan, dan tidak menyerah dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bu Ir. Iswahyuni, M.S.C.E. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan memberikan saran untuk penulis.
4. Nugra Sentono Putra telah menemani dan mendukung penulis pada hari-hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan Tugas Akhir. Terima kasih telah menjadi rumah dan senantiasa sabar menghadapi penulis.
5. Okky yang sudah menjadi teman terbaik untuk penulis selama menempuh pendidikan di Politeknik ATK Yogyakarta.
6. Rahma, Adinda, Fitrah, Diana dan Hafid teman magang penulis. Terimakasih atas dukungan, bantuan, saran, dan pengertian selama magang.

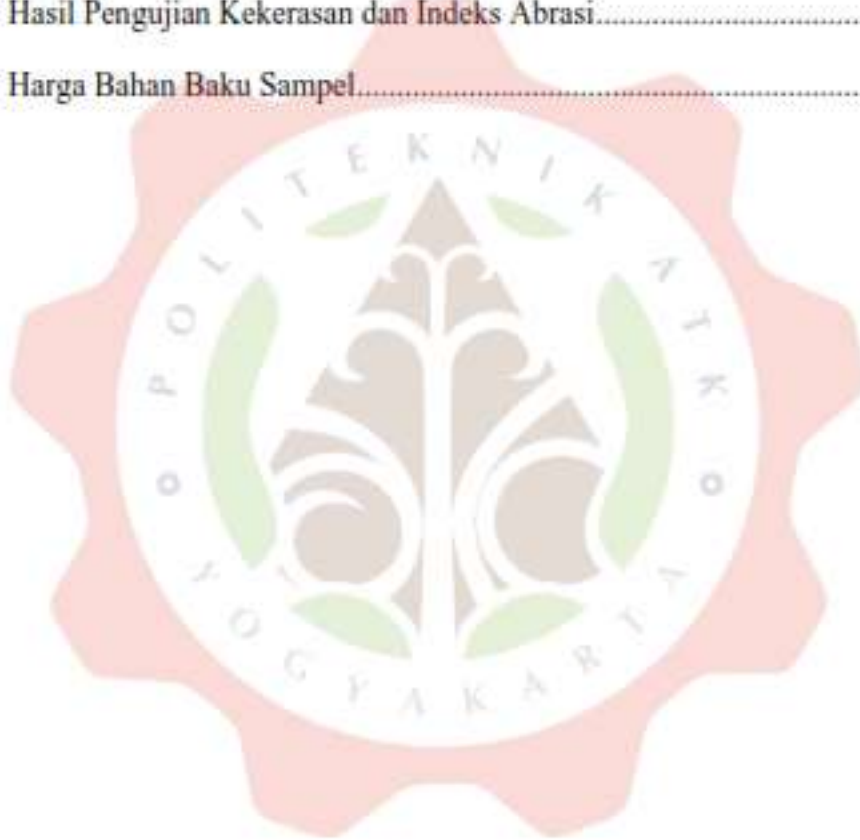
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PENGESAHAN JUDUL .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Permasalahan.....	4
C. Tujuan Tugas Akhir.....	4
D. Ruang Lingkup .....	5
E. Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. <i>Brown Crepe</i> .....	7
B. Limbah Karet.....	7
C. Karet Reklam .....	8
D. <i>Outsole</i> Sandal Gunung.....	9
E. Kompon Karet .....	9

F. Sifat Mekanik <i>Outsole</i> .....	12
<b>BAB III METODE TUGAS AKHIR</b> .....	<b>15</b>
A. Metode Pelaksanaan Tugas Akhir .....	15
B. Lokasi Pelaksanaan .....	17
C. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir.....	18
D. Tahapan Proses Produksi.....	24
E. Metode Penyelesaian Masalah .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>32</b>
A. Kemampuan Proses Kompon <i>Outsole</i> Sandal Gunung .....	32
B. Pengaruh Penambahan Karet <i>Brown Crepe</i> dengan Karet Reklam Terhadap Kekerasan dan Indeks Abrasi .....	33
C. Pengaruh Penambahan Karet <i>Brown Crepe</i> Terhadap Kuat Tarik.....	35
D. Pengaruh Penambahan Karet <i>Brown Crepe</i> Terhadap Perpanjangan Putus.....	36
E. Perbandingan Harga Bahan Baku .....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>39</b>
A. Kesimpulan .....	39
B. Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Mesin dan alat yang digunakan .....	18
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan untuk kompon percobaan.....	22
Tabel 3. 3 Formulasi kompon untuk percobaan .....	28
Tabel 4. 1 Hasil uji Rheometer.....	32
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kekerasan dan Indeks Abrasi.....	34
Tabel 4. 3 Harga Bahan Baku Sampel.....	38





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses untuk Percobaan.....	26
Gambar 4. 1 Hasil Uji Kuat Tarik .....	35
Gambar 4. 2 Hasil Uji Perpanjangan Putus .....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Konsultasi Tugas Akhir .....	45
Lampiran 2. Setifikat Magang .....	46
Lampiran 3. Lembar Kerja Harian Magang Kerja .....	47
Lampiran 4. Perhitungan Indeks Abrasi .....	50
Lampiran 5. Hasil pengujian rheometer sampel 1 .....	51
Lampiran 6. Hasil pengujian rheometer sampel 2 .....	52
Lampiran 7. Hasil pengujian rheometer sampel 3 .....	53
Lampiran 8. Hasil pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus sampel 1 .....	54
Lampiran 9. Hasil pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus sampel 2 .....	55
Lampiran 10. Hasil pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus sampel 3 .....	56
Lampiran 11. Perhitungan Harga Bahan Baku .....	57

## INTISARI

CV. X Mojokerto merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri pengolahan karet yang menggunakan bahan dasar limbah karet. Salah satu produk yang dihasilkan adalah *outsole* sandal gunung. Permasalahan di perusahaan yaitu keterbatasan salah satu bahan baku limbah karet yang akan berdampak pada proses produksi, sehingga diperlukan formulasi baru dengan campuran karet *brown crepe*. Penambahan bahan dasar karet *brown crepe* akan meningkatkan total harga bahan baku, karena harga karet alam relatif lebih mahal dibandingkan dengan harga karet limbah. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan karet *brown crepe* dan karet reklim terhadap sifat mekanik produk *outsole* sandal gunung dan menentukan formulasi yang tepat dengan memperhatikan harga bahan baku. Metode yang dilakukan dalam penyelesaian masalah adalah percobaan dan pengujian. Percobaan dilakukan dengan penambahan karet *brown crepe* dengan variasi 0 bagian seratus karet (bsk), 5 bsk, dan 10 bsk. Pengujian mekanik yang dilakukan yaitu uji kekerasan, kuat tarik, perpanjangan putus, dan ketahanan abrasi. Standar yang digunakan sebagai acuan adalah standar CV X Mojokerto, SNI 778:2017 Sol Karet Cetak dan ISO 4649:2010. Hasil percobaan menyatakan bahwa penambahan karet *brown crepe* dapat menaikkan nilai kuat tarik dan perpanjangan putus, tetapi menurunkan nilai kekerasan dan indeks abrasi. Selain itu, penambahan karet *brown crepe* juga menaikkan harga bahan baku. Formulasi *outsole* sandal gunung terbaik yaitu sampel 1 (0 bsk *brown crepe*) memiliki nilai kekerasan 70,3 shore A ; indeks abrasi 34,86% ; nilai kuat tarik 2,477 N/mm<sup>2</sup> ; perpanjangan putus 45,56% ; dan total harga bahan baku terendah Rp 4.423,40.

**Kata Kunci :** *brown crepe*, harga bahan baku, *outsole* sandal gunung, sifat mekanik

## ABSTRACT

*CV. X Mojokerto is one of the companies engaged in the rubber processing industry that uses basic materials of rubber waste. One of the products produced is a mountain sandal outsole. The limitation of one of the raw materials for rubber waste will have an impact on the production process, so a new formulation with a mixture of brown crepe rubber is needed. The addition of brown crepe rubber base material will increase the total price of raw materials, because the price of natural rubber is relatively more expensive compared to the price of waste rubber. The purpose of writing this Final Project is to determine the effect of adding brown crepe rubber with reclaim rubber on the mechanical properties of mountain sandal outsole products and determine the right formulation by taking into account the price of raw materials. The methods carried out in solving problems are trial and testing. The experiment was carried out with the addition of brown crepe rubber with variations of 0 part hundred rubber (phr), 5 phr, and 10 phr. The mechanical tests carried out are tests of hardness, tensile strength, break elongation, and abrasion resistance. The standards used as a reference are CV X Mojokerto standard, SNI 778:2017 Printed Rubber Soles and ISO 4649:2010. The experimental results stated that the addition of brown crepe rubber can increase the value of tensile strength and break elongation, but reduce the value of hardness and abrasion index. In addition, the addition of brown crepe rubber also increases the price of raw materials. The best mountain sandal outsole formulation is sample 1 (0 bsk brown crepe) has a hardness value of 70.3 shore A; abrasion index 34.86% ; tensile strength value 2.477 N/mm<sup>2</sup> ; breakout extension 45.56% ; and the lowest total raw material price of Rp 4,423.40.*

*Keywords : Brown Crepe, raw material price, mountain slipper outsole, mechanical properties*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Industri manufaktur memegang peranan yang penting pada suatu negara karena dapat menggambarkan keadaan perekonomian negara. Industri manufaktur berkembang pesat di Indonesia, salah satunya adalah industri alas kaki. Pada tahun 2020 industri alas kaki di Indonesia masih menempati 4 (empat) besar produksi terbesar secara global (Kementerian Perindustrian, 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), hingga triwulan III-2023 menunjukkan adanya potensi besar industri alas kaki dilihat dari nilai penjualan domestiknya yang mencapai Rp5,07 triliun. Dengan keadaan tersebut perusahaan yang bergerak di bidang industri alas kaki harus mampu menangkap kebutuhan pasarnya dalam hal kualitas produk, harga, fleksibilitas, dan kecepatan (Slack, dkk., 2003).

Pada tahun 2021 produksi karet di Indonesia mencapai 3,14 juta ton, jumlah tersebut naik 0,64% dari tahun sebelumnya (BPS, 2021). Berdasarkan data tersebut, industri karet mengalami peningkatan setiap tahun sehingga limbah yang terbuang juga semakin meningkat. CV X yang berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri pengolahan karet menggunakan bahan utama limbah karet. Perusahaan tersebut memanfaatkan limbah karet padat yang dihasilkan dari pabrik karet lain. Limbah padat karet yang dihasilkan dari produk ban, *scrab outsole*, *phylon*, dan *seal*.

Adanya pemanfaatan limbah karet padat dapat memberikan dampak positif sehingga mengurangi pencemaran limbah yang dihasilkan oleh industri karet. Salah satu produk yang dihasilkan adalah *outsole* sandal gunung. *Outsole* sandal gunung merupakan salah satu bagian bawah sandal yang menjadi unsur penentu kualitas sandal gunung. Kualitas *outsole* karet sebagai alas kaki yang sangat ditentukan oleh sifat fisiknya, antara lain: kekuatan tarik, perpanjangan putus, kekerasan, bobot jenis, dan kuat sobek (Rahmawati, 2009).

Karet limbah digunakan sebagai pengganti sebagian karet alam dan karet sintetis dalam campuran karet. Menurut penelitian Nelson & Kutty (2002) menunjukkan bahwa penggunaan karet limbah diperlukan proporsi yang tepat untuk mencapai sifat yang optimal. Permasalahan di perusahaan yaitu ketersediaan salah satu jenis karet limbah yang tidak menentu yaitu limbah kompon *seal*. Kompon *seal* merupakan jenis karet limbah yang berasal dari produk *seal*. Menurut penelitian Suharman dan Harun (2017) jenis karet yang digunakan untuk membuat produk *seal* adalah karet alam bersifat elastis dan memiliki daya rekat yang baik.

Keterbatasan bahan baku kompon *seal* akan berdampak pada proses produksi, sehingga diperlukan formulasi baru dengan campuran karet alam. Karet alam yang biasa digunakan perusahaan adalah karet *brown crepe*. Penambahan bahan dasar karet *brown crepe* akan meningkatkan total harga bahan baku, karena harga karet alam relatif lebih mahal dibandingkan dengan harga karet limbah. Peningkatan harga bahan baku akan berdampak juga pada keuntungan

perusahaan. Menurut Waryanto dan Nasrulloh (2014) apabila harga jual produk lebih rendah dari harga pokok produksi, perusahaan dapat mengalami kerugian.

Kualitas produk merupakan salah satu hal yang penting dalam suatu proses produksi (Kamaludin dan Sulistiono). Perusahaan harus fokus pada proses produksinya agar tetap efektif dan efisien untuk mewujudkan kualitas dan mutu produk seperti yang dibutuhkan pasar. Produk *outsole* sandal gunung dengan formulasi bahan kompon seal memiliki nilai kekerasan rata-rata 49 *shore A*. Nilai kekerasan tersebut masih kurang untuk kelas produk *outsole* sandal gunung. Oleh karena itu, untuk mencari alternatif formulasi *outsole* sandal gunung diperlukan percobaan agar mendapatkan kualitas produk yang lebih baik dan harga bahan baku yang terjangkau. Berdasarkan paparan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan percobaan yang berjudul "Pengaruh Kadar Karet *Brown Crepe* dan Karet Reklam Terhadap Sifat Mekanik *Outsole* Sandal Gunung di CV X Mojokerto"

## B. Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi kadar karet *brown crepe* dan karet reklim terhadap kemampuan proses kompon karet *outsole* sandal gunung?
2. Bagaimana pengaruh variasi kadar karet *brown crepe* dan karet reklim terhadap sifat mekanik *outsole* sandal gunung?
3. Bagaimana formulasi kompon *outsole* sandal gunung yang lebih baik dan harga bahan baku lebih terjangkau?

## C. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penulisan Tugas Akhir berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan diantaranya sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar karet *brown crepe* dan karet reklim terhadap kemampuan proses kompon karet *outsole* sandal gunung.
2. Mengetahui pengaruh variasi kadar karet *brown crepe* dan karet reklim terhadap sifat mekanik *outsole* sandal gunung.
3. Menentukan formulasi kompon *outsole* sandal gunung yang tepat untuk mendapatkan produk yang lebih baik dan harga bahan baku lebih terjangkau.



#### D. Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah untuk penulisan Tugas Akhir diantaranya sebagai berikut :

1. Objek pembahasan yang dilakukan hanya meliputi seputar *outsole* sandal gunung.
2. Formulasi yang digunakan mengacu dari CV. X Mojokerto berbahan dasar *brown crepe* dan limbah karet.
3. Bahan yang digunakan dari gudang CV. X Mojokerto, Jawa Timur.
4. Proses pembuatan sampel dilakukan di CV. X Mojokerto, Jawa Timur.
5. Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian fisis Politeknik ATK Yogyakarta, pengujian mekanik yaitu uji kekerasan, kuat tarik, perpanjangan putus, dan ketahanan abrasi.
6. Variasi perbandingan bsk penambahan karet *brown crepe* dan karet reklim yaitu 0 : 25 ; 5 : 20 ; dan 10 : 15.

#### E. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Tugas Akhir diantaranya sebagai berikut :

1. Dapat menambah referensi dan pengetahuan baru mengenai variasi kadar karet *brown crepe* yang diformulasikan dengan karet reklim.

2. Dapat memberikan saran pada perusahaan untuk formulasi kompon dengan sifat fisis *outsole* sandal gunung yang lebih baik dan harga pokok produksi terjangkau.
3. Sebagai sarana bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan khususnya pembuatan formulasi dan fungsi setiap bahan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Brown Crepe*

*Brown Crepe* yaitu jenis *crepe* yang berwarna coklat dan dihasilkan oleh perkebunan besar. Menurut Semegen (2003), *Brown Crepe* adalah kombinasi antara 80% lateks ter Vulkanisir dan 20% lateks tidak ter Vulkanisir. *Brown Crepe* diperoleh dari hasil samping pembuatan set yang yang tidak diasap (*unsmoked sheet*) dan set yang diasap (*smoked sheet*). Pengolahan karet *crepe* adalah mengubah lateks segar dari kebun menjadi lembaran *crepe* melalui proses penyaringan, pengenceran, pembekuan, penggilingan, dan pengeringan.

*Brown Crepe* adalah salah satu produk karet olahan yang termasuk dalam jenis karet alam konvensional. Kekurangan karet ini terbuat dari bahan yang kurang baik atau jelek seperti digunakan untuk pembuatan *off crepe* serta sisa lateks, *lump* atau koagulum yang berasal dari prakoagulasi, dan *scrap* atau lateks kebun yang sudah kering diatas bidang penyadapan.

#### B. Limbah Karet

Limbah karet merupakan salah satu bahan limbah yang telah didaur ulang dan digunakan di berbagai bidang seperti teknik sipil, produksi ban, komposit polimer, sumber energi dan banyak lagi (Nuzaimah, 2018). Beberapa literatur menunjukkan bahwa kemajuan besar telah dicapai dalam pengelolaan berkelanjutan dari limbah karet. Limbah karet dapat dicampur dengan karet murni

atau dengan jenis matriks lain untuk menghasilkan senyawa baru tanpa menghasilkan penurunan sifat mekanik dan fisik yang signifikan. Daur ulang karet lebih hemat energi dan mengurangi pencemaran lingkungan (Akbas et al., 2017).

Menurut Nuzaimah (2018), penambahan limbah karet telah meningkatkan sifat komposit tersebut seperti peningkatan kekuatan tarik, modulus, perpanjangan pirus, meningkatkan fleksibilitas, dan memiliki isothermal yang lebih baik. Berdasarkan beberapa penemuan ini menunjukkan penggunaan limbah karet telah terbukti berhasil dan studi terus bermunculan. Jenis limbah karet yang digunakan perusahaan meliputi kompon mati, limbah *phylon*, karet reklim, limbah karet dari sarung tangan lateks.

### C. Karet Reklim

Karet reklim merupakan karet daur ulang dari barang-barang karet bekas, terutama dari ban mobil bekas (Fikri, 2015). Karet ini dapat juga dibilang karet hasil pengolahan *scrab* yang sudah divulkanisir. Pada tahun 1846 Alexander Parkes adalah orang yang pertama kali mengusahakan jenis karet reklim. Hingga saat ini karet reklim tetap dibutuhkan, bahkan dalam jumlah yang besar.

Karet reklim banyak digunakan sebagai bahan campuran karena memiliki daya lekat yang cukup baik. Produk yang dihasilkan juga lebih kuat dan memiliki daya tahan yang baik. Kelemahan dari karet ini adalah kurang kenyal dan kurang tahan gesekan. Karet reklim dapat dimanfaatkan untuk pembuatan barang-barang

karet yang tidak menuntut kekuatan tinggi, sebagai contoh karpet dan *outsole* (Setyowati *et al.*, 2006).

#### **D. *Outsole* Sandal Gunung**

Sandal gunung merupakan salah satu jenis sandal yang memiliki alas kaki yang terbuka pada bagian jari kaki atau tumit pemakainya (Guswandina dkk., 2023 ). Sandal gunung adalah sandal yang mirip dengan sepatu. Sandal gunung didesain dengan tujuan memberikan kenyamanan, kekuatan, dan juga perlindungan kaki ketika digunakan bertualang di alam bebas.

*Outsole* sandal gunung merupakan bagian terluar dari sandal gunung berfungsi sebagai tapak yang bersentuhan langsung dengan permukaan. *Outsole* sandal gunung berguna untuk memberikan traksi atau cengkraman yang baik antara kaki pengguna dengan permukaan yang dilalui. *Outsole* sandal gunung memiliki karakteristik diantaranya yaitu tahan terhadap gesekan, daya cengkram yang kuat, anti slip, ringan, tahan lama, dan mampu menyerap guncangan saat berjalan di permukaan yang tidak rata.

#### **E. Kompon Karet**

Kompon karet adalah campuran dari karet dengan berbagai bahan kimia untuk memperoleh hasil akhir atau vulkanisat setelah melalui proses tertentu (Handoko, 2003). Kompon karet pada umumnya mengandung bahan aditif karet 3 jenis atau lebih. Masing-masing jenis bahan aditif memiliki fungsi sendiri dan

mempunyai pengaruh terhadap sifat yang berbeda. Berikut bahan-bahan aditif yang biasa digunakan untuk pembuatan kompon karet :

### 1. Bahan Pemvulkanisasi (*Vulcanizing Agent*)

Bahan vulkanisasi adalah bahan aditif karet yang dapat bereaksi dengan gugus aktif molekul karet selama proses vulkanisasi dan membentuk *cross linking* antara molekul karet, sehingga dapat terbentuk jaringan tiga dimensi. Jenis aditif ini adalah *sulphur*, *sulphur donor*, atau oksida logam. Bahan aditif yang pertama digunakan sebagai bahan vulkanisasi adalah *sulphur* (Alfa, 2005).

### 2. Pengecepat (*accelerator*)

*Accelerator* merupakan bahan aditif karet untuk memperlancar reaksi vulkanisasi kompon oleh *sulphur* dan memungkinkan vulkanisasi berjalan cepat atau pada *temperature* yang lebih rendah. Penggunaan *accelerator* ini dapat dikombinasikan 2 atau lebih bahan pengecepat (Alfa, 2005). Dilihat dari fungsinya, pengecepat terbagi menjadi 2 yaitu pengecepat *primer* yang berguna untuk menghasilkan pravulkanisasi yang lambat dan pengecepat *sekunder* yang berguna untuk menghasilkan pravulkanisasi cepat.

### 3. Bahan penggiat (*activator*)

Bahan penggiat adalah aditif yang berfungsi untuk mengintensifkan reaksi vulkanisasi. Dalam reaksi vulkanisasi dengan *accelerator*, bahan kimia ini berperan sebagai aktivator untuk optimal percepatan bahan, karena pada umumnya *accelerator* tidak dapat berjalan secara optimal tanpa *activator*.

*Activator* dibagi menjadi dua kelompok, yaitu anorganik berupa oksida logam ( $ZnO$ ,  $PbO$ , dan  $Mg$ ) dan organik berupa asam lemak rantai panjang (stearat dan oleat). Menurut Alfa (2005) Seng Oksida ( $ZnO$ ) dan asam stearat adalah *activator* yang paling umum digunakan.

#### 4. Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi ditambahkan dalam pembuatan kompon karet untuk memperbaiki kekerasan karet dan memperbesar volume kompon karet. Bahan pengisi berfungsi sebagai penguat (*reinforcing*) yang dapat memperbaiki sifat fisik barang karet seperti meningkatkan ketahanan sobek dan ketahanan kikis serta tegangan putus dan memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005). Bahan pengisi karet yang umum digunakan adalah karbon hitam, silika, kaolin, dan magnesium oksida. Karbon hitam dan silika adalah bahan pengisi karet yang paling banyak digunakan karena memiliki kemampuan menguatkan, menambah kekerasan, dan meningkatkan ketahanan aus dari produk karet.

Terdapat 2 jenis *filler*, yaitu *filler* aktif dan *filler non aktif*. *Filler* aktif, seperti karbon hitam dan silika, memiliki permukaan yang sangat reaktif dan dapat membentuk ikatan kimia dengan polimer karet. Sedangkan *filler non-aktif*, seperti kaolin dan magnesium oksida, tidak memiliki sifat reaktif dan tidak membentuk ikatan kimia dengan polimer karet (De & White, 2001).

### 5. Bahan bantu olah (*processing aids*)

Bahan bantu olah (*rubber processing aids*) salah satunya berfungsi mempermudah pencampuran bahan kimia terutama bahan pengisi dengan karet saat pembuatan kompon karet. Bahan bantu olah dapat diklasifikasikan menjadi *homogenizing agent*, *peptizer*, *tackifiers*, *dispersing agent* dan *plasticizer* (bahan pelunak) (Puspitasari dan Cifriadi, 2012). Berdasarkan sumber bahan baku, jenis *processing aids* yaitu pelunak petroleum, bahan pelunak ester, resin, karet cair, asam lemak dan turunannya, lilin hidrokarbon dan polietilen, dan vulkanisat minyak nabati atau faktis (Alfa, 2005).

### F. Sifat Mekanik *Outsole*

Sifat mekanik merupakan sifat yang menyatakan kemampuan suatu material atau komponen untuk menerima beban, gaya, dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material (Hidayat, 2019). Beberapa sifat mekanik produk karet yang penting antara lain :

#### 1. Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis (Suharto dan Sedyono, 2021). Nilai kekerasan semakin besar menunjukkan bahwa karet semakin tidak elastis. Kekerasan (*hardness*) dilakukan untuk mengetahui besarnya vulkanisat karet, diuji dengan kekuatan tertentu menggunakan alat durometer *shore* (Sidebang dan Bukit, 2018). Nilai kekerasan dari kompon karet berkaitan dengan jumlah *filler* dan *softener* (Yuniari, 2006).



## 2. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik merupakan gambaran kekuatan ikatan antar molekul material ketika ditarik berlawanan arah, sehingga terjadi pergeseran antar molekul mengikuti arah penarikan (Nasruddin dan Susanto, 2020). Pengujian kuat tarik karet umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin *tensile strength*. Kuat Tarik karet dinyatakan dalam satuan tekanan seperti *megapascal* (MPa) atau *Newton* per milimeter persegi ( $N/mm^2$ ).

## 3. Perpanjangan putus

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji ketika diregangkan sampai putus, dinyatakan dalam persen (%) dari panjang potongan uji sebelum diregangkan (Hasan dkk., 2019). Perpanjangan putus pada vulkanisat karet dipengaruhi oleh ikatan silang. Apabila nilai kekerasan karet tinggi, maka jumlah ikatan silang di antara rantai polimer semakin banyak sehingga menyebabkan perpanjangan putusnya menurun (Hasan dkk., 2019). Dengan demikian, semakin elastisnya vulkanisat akan semakin besar nilai perpanjangan putusnya.

## 4. Ketahanan kikis

Ketahanan kikis merupakan kesanggupan karet bertahan terhadap gesekan dengan benda lain. Pengujian ketahanan kikis karet dilakukan dengan menggesekkan karet pada suatu pengikis atau sebaliknya, nilai ketahanan kikis adalah volume karet yang dapat dikikis oleh pengikis

(Luftinor, 2015). Semakin sedikit jumlah volume yang terkikis menunjukkan vulkanisat karet semakin baik (Syabani dkk., 2017).



## BAB III

### METODE TUGAS AKHIR

#### A. Metode Pelaksanaan Tugas Akhir

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan Tugas Akhir yaitu dengan cara memanfaatkan informasi dan pengamatan yang diperoleh secara langsung pada saat kegiatan magang. Tugas Akhir ini berupa *problem solving* yang digunakan untuk memecahkan permasalahan di perusahaan. Berikut metode yang digunakan untuk memperoleh data :

##### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer. Data primer merupakan data yang didapat secara langsung dari perusahaan. Sumber data diperoleh dengan cara sebagai berikut :

##### a. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung proses produksi *outsole* sandal gunung. Observasi dilakukan di bagian unit produksi dari proses komponding menggunakan mesin *kneader* hingga proses pencetakan produk.

##### b. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan data dengan mengajukan pertanyaan kepada kepala produksi dan pembimbing lapangan. Kemudian hasil wawancara ditulis dan disederhanakan menjadi poin-poin sebagai informasi dan data penunjang penulisan Tugas Akhir.

Hasil wawancara yang didapatkan diantaranya yaitu parameter suhu, waktu, jenis material, dan karakteristik material yang ditambahkan.

c. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data berupa gambar, foto, dan arsip yang berkaitan dengan tinjauan spesifikasi proses pembuatan kompon di pabrik menggunakan media kamera.

d. Percobaan (*Trial*)

Percobaan dilakukan dengan skala produksi dengan mengikuti alur proses pembuatan kompon karet hingga pencetakan produk *outsole* sandal gunung di perusahaan. Kemudian dilakukan pengujian di Politeknik ATK Yogyakarta.

2. Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk memperoleh data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan sebagai teori pendukung yang relevan dengan pokok pembahasan dalam Tugas Akhir. Materi yang didapatkan melalui studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi untuk mendukung dan memperkuat opini mengenai solusi yang digunakan dan analisis hasil percobaan. Data sekunder diperoleh dengan cara sebagai berikut :

a. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data sekunder dengan cara mencari informasi melalui buku dan literatur pendukung lainnya yang berkaitan dengan tema yang diambil.

b. Studi Daring

Studi daring merupakan teknik pengumpulan data sekunder dengan cara mencari informasi melalui *e-book*, *e-journal*, majalah *online*, *paper*, dan penelitian sebelumnya serta naskah-naskah lainnya yang berkaitan dengan tema yang sudah diambil.

**B. Lokasi Pelaksanaan**

Kegiatan magang dilaksanakan di salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri karet yaitu CV. X yang berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur. Pengambilan data dilakukan selama pelaksanaan magang dan pengambilan data tambahan dilakukan pengujian di *Workshop* Karet dan Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada tanggal 22 Februari sampai 24 Juni 2023 (4 bulan).

### C. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir






Materi yang digunakan dalam Tugas Akhir ini terkait dengan peralatan dan material yang digunakan dalam proses pembuatan kompon *outsole* sandal gunung.

1. Peralatan yang digunakan untuk percobaan dan produksi

Tabel 3. 1 Mesin dan alat yang digunakan

No	Nama Alat	Fungsi
1.	<p><i>Kneader</i> (<i>Yi Tzung</i> kapasitas 75 kg)</p> 	<p>Mesin penggiling tertutup yang berfungsi untuk mencampurkan bahan karet dan bahan aditif menjadi kompon karet yang homogen.</p>
2.	<p>Mesin pemotong lembaran kompon (<i>Hernsun Trading CO</i> model No. CY-C20)</p> 	<p>Berfungsi untuk memotong lembaran kompon yang akan dicetak.</p>
3.	<p>Timbangan lantai (<i>henherr</i>)</p> 	<p>Berfungsi untuk menimbang bahan baku atau kompon yang berkapasitas besar.</p>

Lanjutan Tabel 3. 1 Mesin dan alat yang digunakan

No	Nama Alat	Fungsi
4.	<p><i>Neraca analitik</i></p> 	<p><i>Berfungsi untuk menimbang bahan aditif.</i></p>
5.	<p><i>Rheometer</i></p> 	<p>Berfungsi untuk menguji tingkat kematangan, waktu pematangan, homogenitas suatu kompon, dan nilai torsi kompon.</p>
6.	<p><i>Jangka sorong</i></p> 	<p>Berfungsi untuk mengukur tebal sampel dan vulkanisat.</p>
7.	<p><i>Thermogun</i></p> 	<p>Berfungsi untuk mengetahui suhu proses komponding ataupun pencetakan.</p>
8.	<p><i>Universal Testing Machine</i></p> 	<p>Berfungsi untuk pengujian kuat Tarik dan perpanjangan putus.</p>

Lanjutan Tabel 3. 1 Mesin dan alat yang digunakan

No	Nama Alat	Fungsi
9.	Durometer 	Berfungsi untuk mengukur nilai kekerasan produk karet.
11.	Cetakan plating tipis 	Berfungsi untuk mencetak plating tipis sebagai sampel uji.
12.	Cetakan plating tebal 	Berfungsi untuk mencetak plating tebal sebagai sampel uji.
10.	Thickness gauge 	Berfungsi untuk mengukur tebal kompon atau sampel uji.
13.	Mesin cetak sampel uji 	Berfungsi untuk mencetak sampel uji.



Lanjutan Tabel 3. 1 Mesin dan alat yang digunakan



No	Nama Alat	Fungsi
14.	Press molding outsole <i>(Wooil)</i> 	Berfungsi untuk mencetak produk.
15.	<i>Din abrasion tester</i> 	Berfungsi untuk uji ketahanan abrasi
16.	<i>Trimming (Yoo Sung Mi Gong)</i> 	Berfungsi untuk memotong tepi sol yang berlebih.

## 2. Bahan

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan untuk kompon percobaan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi dan Fungsi
1.	Kompon mati 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limbah yang berasal dari kompon yang sudah mati.</li> <li>- Berfungsi sebagai bahan dasar</li> <li>- Spesifikasi : berwarna hitam keabuan, berbentuk lembaran, bersifat keras, dan sukar tercampur.</li> </ul>
2.	Limbah <i>Phylon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limbah karet yang berasal dari limbah EVA.</li> <li>- Berfungsi sebagai bahan dasar</li> <li>- Spesifikasi : berwarna hitam, berbentuk lembaran, fleksibel, dan ringan.</li> </ul>
3.	Karet reklim 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karet reklim dengan kandungan 30% serbuk ban dan 70% kalsium.</li> <li>- Berfungsi sebagai bahan dasar</li> <li>- Spesifikasi : berwarna hitam keabuan, berbentuk lembaran, tidak elastis, dan mudah aus.</li> </ul>
4.	<i>Brown Crepe</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karet alam jenis <i>crepe</i></li> <li>- Berfungsi sebagai bahan dasar (karet alam)</li> <li>- Spesifikasi : berwarna coklat, berbentuk lembaran, elastis, dan bau menyengat.</li> </ul>
5.	Karet limbah sarung tangan 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limbah karet yang berasal dari sarung tangan lateks.</li> <li>- Berfungsi sebagai bahan dasar.</li> <li>- Spesifikasi : berwarna krem coklat, berbentuk bongkahan, bersifat elastis, dan fleksibel.</li> </ul>

Lanjutan Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan untuk kompon percobaan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi dan Fungsi
6.	Serbuk ban 	- Serbuk berwarna hitam yang berasal dari limbah ban. - Berfungsi sebagai bahan pengisi / <i>filler</i> penguat
7.	Serbuk <i>outsole</i> 	- Serbuk berwarna hitam keabuan yang berasal dari 30% limbah scrap <i>outsole</i> dan 70% kalsium. - Berfungsi sebagai bahan pengisi non penguat.
8.	Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai bahan pengisi non penguat.
9.	Kaolin	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai bahan pengisi non penguat.
10.	<i>Minarex Oil H</i>	- Cairan pekat berwarna hijau kehitaman - Berfungsi sebagai bahan pemlastis.
11.	ZnO	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai bahan penggiat.
12.	Asam stearat	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai bahan penggiat.
13.	<i>Homogenizing agent (H40MSF)</i>	- Biji berwarna hitam - Berfungsi sebagai homogenizer atau menghomogenkan campuran
14.	<i>Tetramethyl Thiuram Disulfide (TMTD)</i>	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai <i>accelerator</i> primer
15.	<i>N-Cyclohexyl-2-Benzothiazole Sulfenamide (CBS)</i>	- Serbuk berwarna putih - Berfungsi sebagai <i>accelerator</i>
16.	<i>2-merkaptobenzotiazol (MBT)</i>	- Serbuk berwarna putih kekuningan - Berfungsi sebagai <i>accelerator</i>
17.	Sulfur	- Serbuk berwarna kuning dengan bau menyengat - Berfungsi sebagai pemvulkanisasi

#### D. Tahapan Proses Produksi

Proses pembuatan kompon *outsole* gunung di CV X Mojokerto sebagai berikut :

##### 1) Penimbangan bahan

Penimbangan bahan karet dan bahan aditif untuk kompon percobaan dengan basis karet 85 kg. Perhitungan berat bahan menggunakan persamaan (1).

##### 2) Pencampuran bahan (*mixing*)

Pencampuran bahan-bahan dilakukan dengan mesin tertutup yaitu *kneader*. Pencampuran bahan dilakukan sebanyak dua kali :

###### a. *Mixing* I

Tahap *mixing* I menggunakan mesin *kneader* dilakukan selama 7-10 menit. Pada tahap ini bahan baku yang dimasukkan adalah kompon mati, limbah *phylon*, *brown crepe*, karet reklim, karet limbah sarung tangan, *minarex oil* 5 bsk, asam stearat, ZnO, *homogenizing agent*. Setelah kompon sudah homogen, kompon dikeluarkan dan masuk ke dalam tahap *mixing* II.

###### b. *Mixing* II

Pada tahap *mixing* II dilakukan dengan mesin *kneader*. Dalam tahap ini yaitu pemasukan bahan pengisi kalsium, kaolin, serbuk ban, serbuk sol, *minarex oil* 12,5 bsk, *accelerator*, dan sulfur. Proses *mixing* dilakukan selama 7-10 menit.

### 3) Pemotongan kompon *outsole* sandal gunung

Proses pemotongan kompon dilakukan dengan mesin pemotong. Kompon dipotong secara *direct* atau langsung dengan ukuran 25×4,5 cm (kecil) dan 25×6,5 cm (besar) dengan ketebalan 6 mm.

### 4) Pencetakan

Pencetakan produk dilakukan dengan mesin *hot press molding* secara manual. Suhu yang digunakan sekitar 140-150°C dengan waktu 3 menit.

### 5) Pengujian Organoleptis

Pengujian secara organoleptis meliputi uji permukaan, sobekan, dan keretakan. Apabila ada produk yang cacat secara organoleptis dipisahkan.

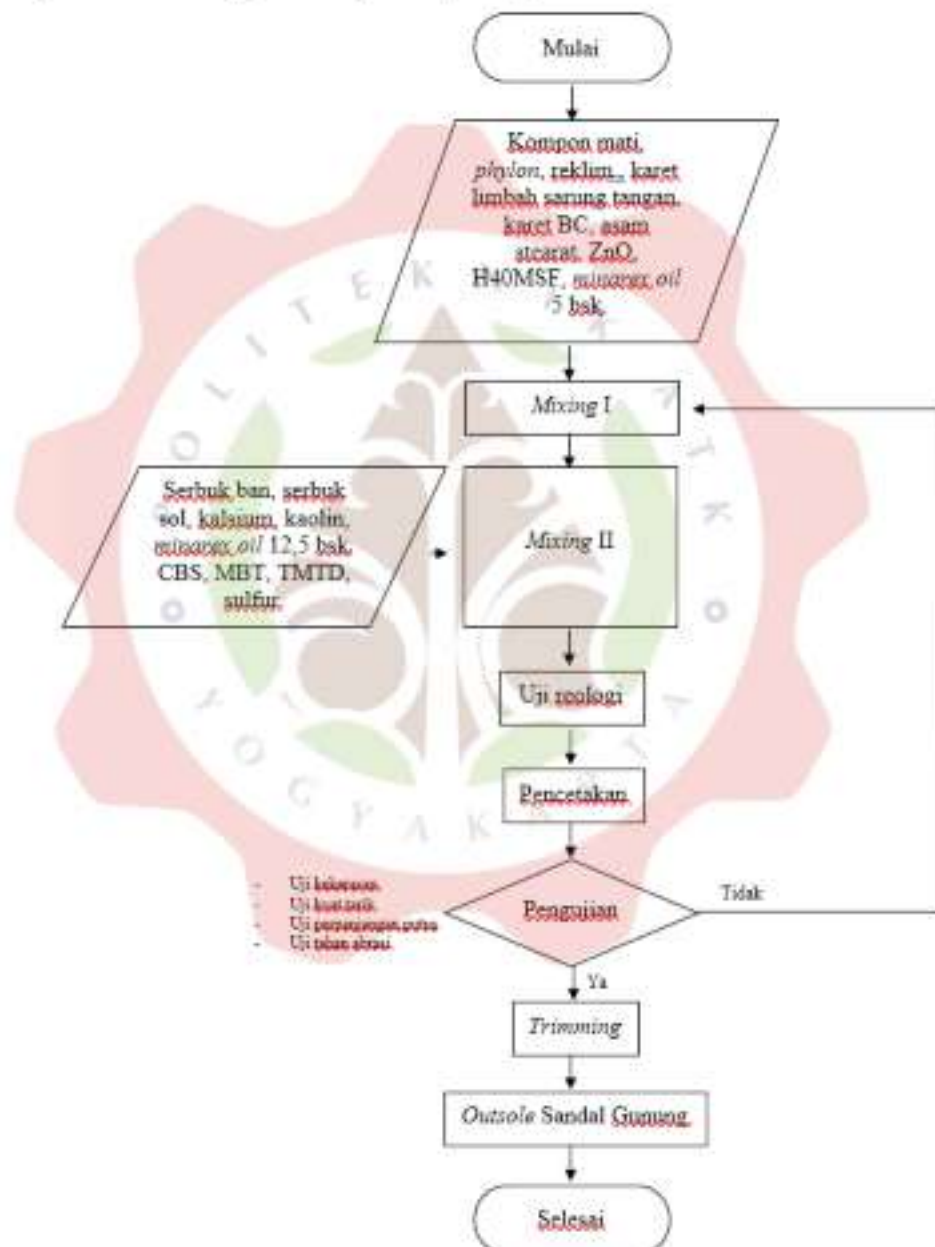
### 6) *Trimming*

Setelah dilakukan pencetakan dan pengujian organoleptis, kemudian produk dilakukan proses *trimming*. Proses *trimming* yaitu menghilangkan tepi produk *outsole* yang berlebih. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin *trimming*.

## E. Metode Penyelesaian Masalah

Penulisan Tugas Akhir ini berfokus pada upaya memperbaiki sifat fisis produk *outsole* sandal gunung dengan mempertimbangkan harga bahan baku. Pada penyelesaian masalah dilakukan percobaan dan pengujian skala laboratorium. Penulis melakukan percobaan variasi karet *brown crepe* dengan karet reklim. Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui pengaruh karet *brown crepe* sebagai bahan utama yang pada dasarnya mempengaruhi sifat

fisik produk karet. Pengujian yang dilakukan terbatas diantaranya pengujian *rheometer*, kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus. Pengujian dilakukan sesuai dengan SNI 0778:2017 dan ISO 4649:2010. Adapun tahap percobaan disajikan dalam diagram alir proses pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses untuk Percobaan

Penjabaran diagram alir gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

#### 1. Penimbangan bahan

Penimbangan bahan karet dan bahan aditif untuk kompon percobaan dengan basis karet 85 kg. Pada percobaan ini penulis melakukan percobaan dengan variasi phr (0 bsk, 5 bsk, 10 bsk) pada karet *brown crepe*. Formulasi percobaan tertera pada tabel 3.3. Analisis data yang digunakan untuk perhitungan berat bahan menggunakan persamaan 1. Perhitungan harga tiap bahan baku menggunakan persamaan 2. Kemudian semua harga bahan dijumlah untuk menghitung harga bahan baku per kg kompon menggunakan persamaan 3.

$$\text{Berat Bahan} = \frac{\text{bsk bahan}}{\text{total bsk}} \times \text{berat total kompon (kg)} \quad (1)$$

$$\text{Total Harga bahan (Rp)} = \text{berat bahan (kg)} \times \text{harga bahan/kg} \quad (2)$$

$$\text{Harga bahan baku kompon/kg} = \frac{\text{total harga bahan (Rp)}}{\text{total kompon (kg)}} \quad (3)$$

Tabel 3. 3 Formulasi kompon untuk percobaan

Bahan	Variasi (bsk)		
	1	2	3
Kompon mati	38	38	38
<i>Phylon</i>	24	24	24
<i>Brown crepe</i>	0	5	10
<b>Reklm</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
Karet limbah sarung tangan	13	13	13
<b>Total Karet</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Serbuk ban	28	28	28
Serbuk sol	39	39	39
Kalsium	37.5	37.5	37.5
Kaolin	21.5	21.5	21.5
<i>Minarex oil</i>	17.5	17.5	17.5
ZnO	0.7	0.7	0.7
Asam stearate	1	1	1
Homogenizing agent	0.26	0.26	0.26
TMTD	0.30	0.30	0.30
CBS	0.45	0.45	0.45
MBT	0.26	0.26	0.26
Sulfur	1.00	1.00	1.00
<b>Total Kompon</b>	<b>247.5</b>	<b>247.5</b>	<b>247.5</b>

## 2. Pencampuran bahan (*Mixing*)

Pencampuran bahan-bahan dilakukan dengan mesin tertutup yaitu *kneader*. Pencampuran bahan dilakukan sebanyak dua kali, berikut penjelasannya :



a. *Mixing I*

Tahap *mixing I* menggunakan mesin *kneader* dilakukan selama 7-10 menit. Pada tahap ini bahan baku yang dimasukkan adalah kompon mati, limbah *phylon*, *brown crepe*, karet reklim, karet limbah sarung tangan, *minarex oil 5* bsk, asam stearat, ZnO, *homogenizing agent*. Setelah kompon sudah homogen, kompon dikeluarkan dan masuk ke dalam tahap *mixing II*.

b. *Mixing II*

Pada tahap *mixing II* dilakukan dengan mesin *kneader*. Dalam tahap ini yaitu pemasukan bahan pengisi kalsium, kaolin, serbuk ban, serbuk sol, *minarex oil 12,5* bsk, *accelerator*, dan sulfur. Proses *mixing* dilakukan selama 7-10 menit.

3. Pengujian reologi

Setelah vulkanisat jadi dilakukan pengujian *rheometer* dengan ketebalan  $\pm 5$  mm. Pengujian *rheometer* dilakukan untuk mengetahui tingkat homogenitas, karakteristik pematangan, dan nilai torsi. Parameter suhu yang digunakan adalah 150°C.

4. Pencetakan sampel uji

Pencetakan sampel uji dilakukan dengan waktu yang telah dihitung sesuai dengan hasil uji *rheometer*. Pencetakan dengan *plating* tebal untuk spesimen uji kekerasan dan pengujian ketahanan abrasi. Pengujian kekerasan menggunakan alat durometer. Kemudian produk *plating* tebal dilakukan

pengeboran untuk membuat spesimen uji abrasi. Pencetakan *plating* tipis digunakan untuk spesimen uji kuat tarik dan perpanjangan putus. Standar sampel yang digunakan untuk kuat tarik dan perpanjangan putus adalah SNI 0778:2017 berbentuk *dumbell*.

## 5. Pengujian mekanik

Pengujian mekanik yang dilakukan adalah uji kekerasan, ketahanan abrasi, uji kuat tarik, dan uji perpanjangan putus. Pengujian dilakukan secara triplo untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dengan mengambil rata-rata dari tiga pengujian. Tahap pengujian mekanik adalah sebagai berikut :

### a. Kekerasan

Pengujian kekerasan yaitu dilakukan penekanan pada vulkanisat karet dengan alat durometer (*shore A*).

### b. Kuat Tarik

Spesimen uji untuk kuat tarik berbentuk *dumbell* yang mengacu pada SNI 0778:2017. Pengujian ini dilakukan peregangan atau penarikan spesimen uji menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik dan perpanjangan putus.

### c. Ketahanan Abrasi

Pengujian ketahanan abrasi mengacu pada ISO 4649:2010. Spesimen uji untuk ketahanan abrasi berbentuk seperti tabung. Dalam pengujian ini, spesimen uji dipasang pada *Abrasion Tester* dan diberikan gesekan dengan permukaan abrasif. Hasil pengujian didapatkan tingkat

abrasi yang terjadi pada spesimen. Hal tersebut dapat diukur dengan mengamati massa yang hilang, kemudian untuk mendapatkan nilai indeks abrasi dihitung dengan persamaan 4.

$$I_{AR} = \frac{\Delta M_r \times \rho_t}{\Delta M_t \times \rho_r} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan:

$\Delta M_r$  : selisih massa karet referensi (standar) sebelum dan setelah dilakukan abrasi (gr).

$\Delta M_t$  : selisih massa karet tes (sampel *outsole*) sebelum dan setelah dilakukan abrasi (gr).

$\rho_r$  : densitas karet referensi (standar) (g/ml).

$\rho_t$  : densitas karet tes (sampel *outsole*) (g/ml).

