

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KARET REKLIM SEBAGAI
FILLER TERHADAP SIFAT MEKANIK PRODUK COVER
CONVEYOR BELT DI PT KARET NGAGEL SURABAYA
WIRA JATIM**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R I
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA
INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2025

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KARET REKLIM SEBAGAI
FILLER TERHADAP SIFAT MEKANIK PRODUK *COVER*
CONVEYOR BELT DI PT KARET NGAGEL SURABAYA
WIRA JATIM**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R I
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA
INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN KARET REKLIM SEBAGAI *FILLER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK PRODUK *COVER CONVEYOR BELT* DI
PT KARET NGAGEL SURABAYA WIRA JATIM**

Disusun Oleh:

NABILAH TSABITAH

NIM. 2203046

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing

Dr. Ratri Retno Utami, S. TP, MT.

NIP. 19820331 200803 2 001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan
memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli
Madya Diploma III (D3) Politeknik ATK Yogyakarta

Tanggal: 07 Agustus 2025

TIM PENGUJI

Ketua

Yuli Suwarno, S. T., M.Sc.

NIP. 19810704 200803 1 001

Anggota

Diana Ross Arief, M.A.

NIP. 19861231 201402 2 001

Dr. Ratri Retno Utami, S. TP, MT.

NIP. 19820331 200803 2 001

Yogyakarta, 08 Agustus 2025

Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H.

NIP. 198402262010121002

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Penambahan Karet Reklamasi sebagai *Filler* terhadap Sifat Mekanik Produk *Cover Conveyor Belt* di PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim”. Penulisan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Ahli Madya Diploma III dari Politeknik ATK Yogyakarta.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Yuli Suwarno, S. T., M.Sc selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Wisnu Pambudi, M.Sc selaku Kepala Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik.
4. Dr. Ratri Retno Utami, S. TP, MT selaku pembimbing Tugas Akhir.
5. Pimpinan, *staff*, dan karyawan di PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi setiap pembaca.

Yogyakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR ISTILAH	xi
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	4
C. Tujuan Tugas Akhir	4
D. Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Karet	6
B. Limbah Karet	8
C. Karet Reklamasi.....	9

D. Pembuatan Karet Reklam.....	9
E. Komponen Karet.....	11
1. Bahan pengisi (<i>filler</i>)	11
2. Bahan pengaktif (<i>activator</i>).....	12
3. Bahan pencepat (<i>accelerator</i>)	13
4. Bahan pemvulkanisasi (<i>vulcanizing agent</i>).....	13
5. Bahan bantu olah (<i>processing aids</i>).....	13
F. Conveyor Belt.....	14
G. Sifat mekanik conveyor belt	16
1. Kekerasan.....	16
2. Kekuatan tarik	17
3. Ketahanan abrasi.....	17
4. <i>Tear strength</i>	18
5. <i>Elongation at break</i>	19
H. Analisis statistik	19
I. Standar DIN 22102 part 1 grade Y	21
BAB III METODE TUGAS AKHIR.....	23
A. Metode Pengumpulan Data.....	23
1. Metode pengumpulan data primer	23
2. Metode pengumpulan data sekunder	25

B. Lokasi dan Waktu Pengumpulan Data	25
C. Materi Tugas Akhir	25
1. Peralatan yang digunakan untuk percobaan dan produksi	25
2. Bahan yang digunakan untuk percobaan	32
D. Metode percobaan	38
E. Rancangan percobaan dan analisis statistik	46
F. Proses Pembuatan <i>Cover Conveyor Belt</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Hasil Percobaan	50
1. Penyusunan formulasi	50
2. Hasil uji rheologi	51
3. Hasil uji kekerasan (<i>hardness</i>)	54
4. Hasil uji <i>tensile strength</i>	56
5. Hasil uji <i>tear strength</i>	57
6. Hasil uji abrasi (<i>abrasion loss</i>)	59
7. Hasil uji elongasi (<i>elongation</i>)	61
B. Pembahasan	62
1. Uji rheologi	62
2. Pengaruh penambahan karet reklim terhadap sifat mekanik	65

3. Menentukan formulasi yang tepat dan memenuhi standar DIN 22102 part I grade Y	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
A. Kesimpulan.....	77
B. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	83



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar peralatan.....	26
Tabel 2 Daftar bahan.....	33
Tabel 3 Formulasi kompon untuk percobaan.....	41
Tabel 4 Hasil analisis waktu vulkanisasi optimum (t_{c90})	51
Tabel 5 Hasil analisis torsi maksimum (MH)	52
Tabel 6 Hasil analisis kekerasan.....	55
Tabel 7 Hasil analisis <i>tensile strength</i>	56
Tabel 8 Hasil analisis <i>tear strength</i>	58
Tabel 9 Hasil analisis abrasi.....	60
Tabel 10 Hasil analisis elongasi	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagian-bagian <i>conveyor belt</i>	16
Gambar 2 Diagram alir proses percobaan	39
Gambar 3 Diagram alir pembuatan <i>cover conveyor belt</i>	49



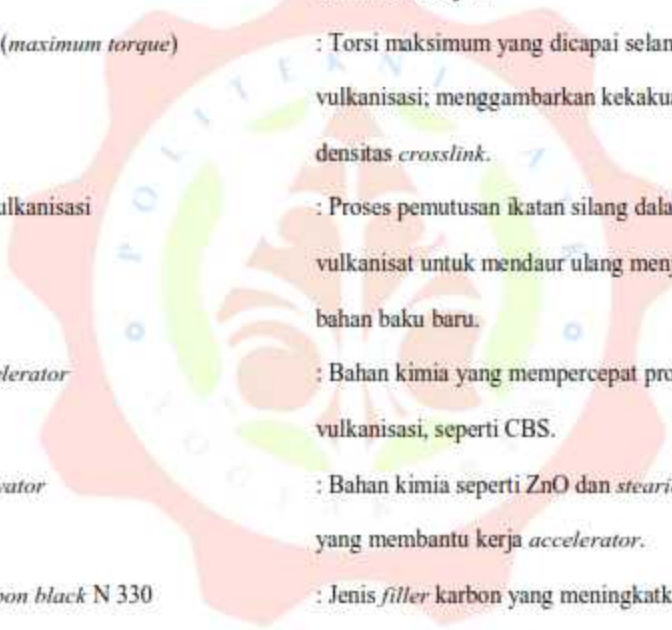
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil uji rheometer waktu vulkanisasi optimum (t_{c90})	83
Lampiran 2 Analisis statistik waktu vulkanisasi optimum (t_{c90})	83
Lampiran 3 Hasil uji rheometer torsi maksimum (MH)	85
Lampiran 4 Analisis statistik torsi maksimum (MH)	85
Lampiran 5 Hasil uji kekerasan (Shore A)	87
Lampiran 6 Analisis statistik uji kekerasan	87
Lampiran 7 Hasil uji <i>tensile strength</i> (Mpa)	88
Lampiran 8 Analisis statistik uji <i>tensile strength</i>	89
Lampiran 9 Hasil uji <i>tear strength</i> (N/mm)	90
Lampiran 10 Analisis statistik uji <i>tear strength</i>	90
Lampiran 11 Hasil uji abrasi (mm^3)	91
Lampiran 12 Analisis statistik uji abrasi	92
Lampiran 13 Hasil uji elongasi (%)	93
Lampiran 14 Analisis statistik uji elongasi	93
Lampiran 15 Standar DIN 22102 part 1	94
Lampiran 16 Daftar pertanyaan wawancara	95
Lampiran 17 Surat keterangan melaksanakan magang	96
Lampiran 18 Sertifikat magang	98
Lampiran 19 Lembar harian magang	99
Lampiran 20 Lembar penilaian magang	101
Lampiran 21 Lembar bimbingan Tugas Akhir	103
Lampiran 22 Hasil uji plagiarisme (turnitin)	103

DAFTAR ISTILAH



Karet reklim	: Karet hasil daur ulang dari limbah karet vulkanisat yang digunakan sebagai <i>filler</i> dalam formulasi karet.
Phr (<i>parts per hundred rubber</i>)	: Satuan untuk menyatakan jumlah bahan tambahan per 100 bagian berat karet dasar.
Vulkanisasi	: Proses pematangan karet dengan bahan kimia (seperti sulfur) untuk membentuk ikatan silang.
<i>Crosslinking</i>	: Ikatan silang antar molekul karet yang terjadi selama proses vulkanisasi.
Kompon karet	: Campuran karet dasar dengan bahan tambahan (<i>filler, activator, accelerator, dll.</i>) sebelum vulkanisasi.
<i>Filler</i>	: Bahan kimia tambahan sebagai bahan pengisi dan penguat.
<i>Tensile strength</i>	: Kekuatan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum putus, diukur dalam MPa atau N/mm ² .
<i>Tear strength</i>	: Ketahanan material terhadap perambatan sobekan.
<i>Hardness</i> (kekerasan)	: Tingkat kekerasan vulkanisat karet, diukur menggunakan durometer Shore A.



Abrasi (<i>abrasion</i>)	: Ketahanan material terhadap aus atau pengikisan karena gesekan.
Rheometer	: Alat untuk mengukur karakteristik vulkanisasi karet seperti waktu <i>curing</i> (t_{c90}) dan torsi maksimum (MH).
Tc90 (waktu vulkanisasi optimum)	: Waktu yang dibutuhkan agar 90% reaksi vulkanisasi terjadi.
MH (<i>maximum torque</i>)	: Torsi maksimum yang dicapai selama vulkanisasi; menggambarkan kekakuan dan densitas <i>crosslink</i> .
Devulkanisasi	: Proses pemutusan ikatan silang dalam karet vulkanisat untuk mendaur ulang menjadi bahan baku baru.
<i>Accelerator</i>	: Bahan kimia yang mempercepat proses vulkanisasi, seperti CBS.
<i>Activator</i>	: Bahan kimia seperti ZnO dan <i>stearic acid</i> yang membantu kerja <i>accelerator</i> .
<i>Carbon black N 330</i>	: Jenis <i>filler</i> karbon yang meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan aus pada karet.
DIN 22102 part 1 grade Y	: Standar kualitas internasional untuk produk <i>cover conveyor belt</i> berbahan karet.
<i>Universal testing machine</i> (UTM)	: Alat uji mekanik untuk tarik dan sobek.
Durometer Shore A	: Alat ukur kekerasan vulkanisat karet.

INTISARI

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar *filler* karet reklm komersial, olahan perusahaan, dan campuran keduanya (rasio 1:1) terhadap sifat mekanik produk *cover conveyor belt*, serta menentukan formulasi yang sesuai standar DIN 22102 part 1 grade Y. Penelitian dilakukan dengan tiga variasi phr (10, 15, dan 20) untuk masing-masing jenis reklm. Evaluasi meliputi uji kekerasan, kuat tarik, ketahanan sobek, abrasi, dan elongasi berdasarkan standar ASTM. Hasil menunjukkan bahwa formulasi dengan karet reklm olahan perusahaan, khususnya pada phr 15, memberikan sifat mekanik terbaik dan memenuhi standar. Sebaliknya, formulasi campuran dua jenis reklm menunjukkan penurunan performa mekanik, dan kekerasan relatif tidak berbeda signifikan antar formulasi.

Kata kunci: karet reklm, *cover conveyor belt*, *filler*, sifat mekanik, formulasi karet

ABSTRACT

This final project aims to determine the effect of varying levels of commercial reclaimed rubber, company-processed reclaimed rubber, and their 1:1 mixture on the mechanical properties of conveyor belt covers, and to identify a formulation that meets DIN 22102 part 1 grade Y. Three phr variations (10, 15, and 20) were applied to each type. Mechanical properties including hardness, tensile strength, tear strength, abrasion resistance were, and elongation at break evaluated based on ASTM standards. Results showed that the company-processed reclaimed rubber at 15 phr provided the best overall performance and met the standard. In contrast, formulations with mixed types of reclaimed rubber tended to reduce mechanical performance, while hardness remained relatively consistent across formulations.

Keywords: reclaimed rubber, cover conveyor belt, filler, mechanical properties, rubber formulation

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri manufaktur memegang peranan yang penting pada suatu negara karena dapat menggambarkan keadaan perekonomian negara. Sampai saat ini, industri manufaktur Indonesia masih sebagai pilar utama perekonomian. Industri manufaktur karet adalah salah satu industri yang didorong oleh pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional karena potensi dari komoditas karet di Indonesia masih sangat menjanjikan. Meskipun persaingan global terus meningkat, indeks keunggulan komparatif ekspor karet alam menunjukkan bahwa Indonesia masih berada di posisi yang kompetitif di pasar utama seperti AS, Jepang, dan China (Agustina et al., 2024). Tantangan perubahan perdagangan pasca-ACFTA juga telah memicu peningkatan kualitas dan efisiensi dalam industri ini (Abdul, 2022).

PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim yang berlokasi di Surabaya, Jawa timur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri pengolahan karet dengan produk utama adalah *conveyor belt*. Perusahaan tersebut memanfaatkan limbah karet padat yang dihasilkan untuk dibuat menjadi karet reklim dengan metode devulkanisasi dan dimanfaatkan sebagai bahan aditif yaitu *filler* atau bahan pengisi. PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim menghasilkan limbah dalam satu hari sebanyak kurang lebih 7 kg atau 0,1% dari total produksi dalam satu hari yaitu sebesar 7.056 kg. Karet reklim

dibuat dengan cara devulkanisasi melalui pemutusan jaringan tiga dimensi vulkanisasi baik dengan energi mekanis maupun panas untuk mengembalikan plastisitas karet sehingga dapat diolah dan divulkanisasi lagi (Wicaksono et al., 2004). Pemanfaatan limbah karet padat dapat memberikan dampak positif sehingga mengurangi pencemaran limbah yang dihasilkan oleh industri karet. Produk PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim yang menggunakan *filler* karet reklim adalah produk *cover conveyor belt* yang merupakan lapisan bagian luar pada *conveyor belt*.

Karet reklim digunakan sebagai salah satu *filler* yang dicampurkan dalam kompon *cover*. Menurut Setyowati et al. (2006) kelebihan dari karet reklim adalah terkait keseragaman kualitas terutama dibandingkan karet alam mentah, sehingga mempermudah standarisasi dalam formulasi berbasis karet seperti sol sepatu dan *conveyor belt*. Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk menemukan metode baru dalam daur ulang limbah karet (Formela et al., 2015). Limbah karet padat dapat diubah bentuknya dan digunakan sebagai *filler* untuk menggantikan sebagian karet baru pada kompon karet. Penggunaan kembali limbah karet sebagai bahan baku produk dapat membantu pemecahan masalah limbah padat karet, sekaligus memperbaiki karakteristik proses seperti keseragaman dan kestabilan dimensi produk akhir (Setyowati et al., 2006). Karet reklim dapat bercampur lebih cepat dan menghasilkan panas lebih sedikit dibandingkan dengan karet baru, sehingga energi pencampuran yang dibutuhkan juga lebih sedikit (Syabani et al., 2018). Akan tetapi, karakteristik mekanis dari vulkanisasi karet reklim ini lebih

rendah dibandingkan dengan karet baru. Oleh karena itu, karet reklim jika berperan sebagai elastomer atau karet pengganti dapat dimanfaatkan untuk pembuatan barang-barang karet yang tidak menuntut kekuatan tinggi, seperti alas kaki, matras, peredam getaran, karpet mobil, dan pelapis lantai (Setyowati et al., 2006). Sifat fisis dan karakteristik pemrosesan dari karet reklim dapat diperbaiki melalui pencampuran karet baru. Pemanfaatan limbah karet oleh produsen penghasil limbah secara langsung dapat mengurangi jumlah output limbah yang dikeluarkan ke lingkungan sehingga dapat menciptakan industri *zero waste*.

Produksi lapisan *cover conveyor belt*, menggunakan karet alam (NR) dan *styrene-butadiene rubber* (SBR) sebagai bahan utama karena sifat mekaniknya yang baik. Namun, tingginya biaya bahan baku karet serta meningkatnya tuntutan akan keberlanjutan mendorong *problem solving* ke arah pemanfaatan karet reklim sebagai alternatif bahan pengisi (*filler*) dalam formulasi produk *cover conveyor belt*. Penggunaan karet reklim dapat memberikan keuntungan ekonomi dan lingkungan, seperti mengurangi limbah industri dan mendukung prinsip ekonomi sirkular. Namun, tantangan utama dari penggunaan karet reklim adalah adanya potensi penurunan sifat mekanik pada produk akhir. Oleh karena itu, pengembangan formulasi yang tepat sangat diperlukan agar karet reklim dapat berperan sebagai *filler* tanpa mengorbankan kualitas mekanik dari lapisan *cover conveyor belt*. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi karet yang digunakan sebagai *cover conveyor belt*, dengan penambahan karet reklim sebagai *filler*, baik dari

sumber komersial maupun olahan sendiri. Evaluasi formulasi ini mengacu pada standar DIN 22102 part 1 grade Y, yang mengatur sifat mekanik minimum untuk aplikasi berat seperti pada industri pertambangan dan konstruksi. Parameter seperti *tensile strength*, *elongation at break*, *tear strength*, *hardness* dan *abrasive wear* menjadi fokus utama dalam pengujian. Melalui tugas akhir ini diharapkan dapat diperoleh formulasi untuk produk *cover conveyor belt* yang ramah lingkungan dan memenuhi standar DIN 22102 part 1 grade Y, sehingga dapat diaplikasikan secara praktis dalam industri *conveyor belt* dan berkontribusi terhadap inovasi material berbasis daur ulang.

B. Permasalahan

1. Bagaimana pengaruh variasi kadar *filler* karet reklim komersial, olahan perusahaan, dan campuran keduanya terhadap sifat mekanik produk *cover conveyor belt*?
2. Bagaimana formulasi kompon *cover conveyor belt* yang memenuhi standar DIN 22102 part 1 grade Y?

C. Tujuan Tugas Akhir

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar *filler* karet reklim komersial, olahan perusahaan, dan campuran keduanya terhadap sifat mekanik produk *cover conveyor belt*.
2. Menentukan formulasi kompon produk *cover conveyor belt* yang tepat untuk mendapatkan produk yang memenuhi standar DIN 22102 part 1 grade Y.

D. Manfaat Tugas Akhir

1. Bagi civitas akademika Politeknik ATK Yogyakarta

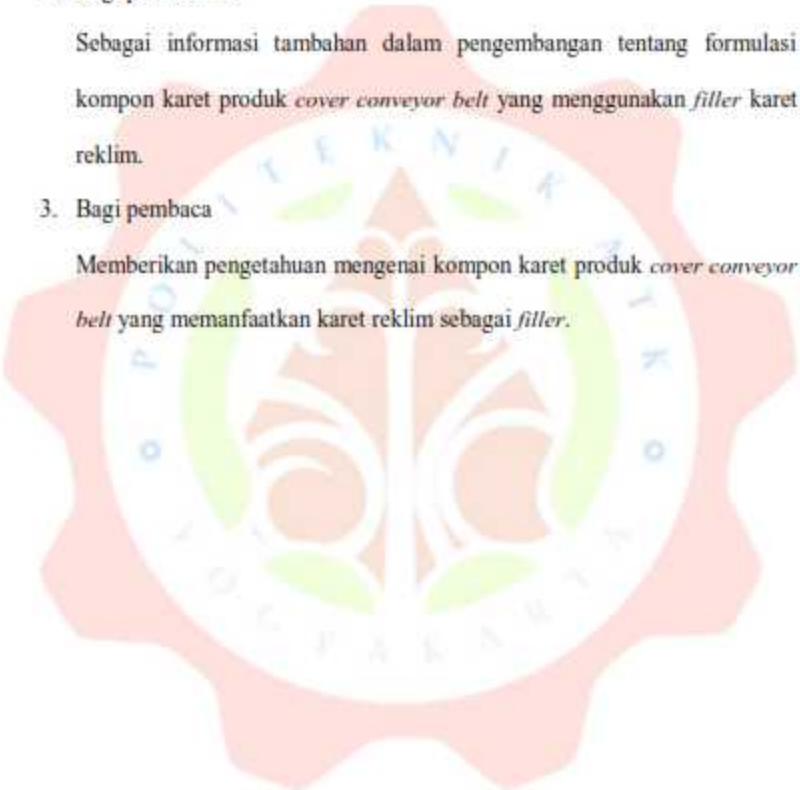
Memberikan tambahan referensi bagi kalangan akademisi untuk keperluan studi pada bidang pembuatan kompon karet produk *cover conveyor belt*.

2. Bagi perusahaan

Sebagai informasi tambahan dalam pengembangan tentang formulasi kompon karet produk *cover conveyor belt* yang menggunakan *filler* karet reklm.

3. Bagi pembaca

Memberikan pengetahuan mengenai kompon karet produk *cover conveyor belt* yang memanfaatkan karet reklm sebagai *filler*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karet

Karet merupakan salah satu komoditas potensial pada sektor perkebunan yang memiliki potensi pasar yang cukup luas, terutama di pasar dunia. Pohon karet jenis *Hevea Brasiliensis* adalah salah satu yang paling banyak ditanam di Indonesia dan tumbuh dengan subur (Andriyanto et al., 2001).

Karet terbagi menjadi dua jenis yaitu karet sintetis dan karet alam. Karet sintetis diperoleh dari turunan minyak bumi dan gas alam, sedangkan karet alam diperoleh dari kumpulan elastomer poliisoprena yang disintetis oleh beberapa tanaman tropis tertentu (Andriyanto & Fendiyanto, 2019). Karet alam diperoleh dari getah karet (*lateks*) beberapa jenis pohon karet seperti *Hevea Brasiliensis* dan *Parthenia Argentatum* yang diproses dengan koagulasi, pengeringan, koagulasi elektrik, dan proses lainnya. Karet alam merupakan polimer hidrokarbon alami yang mempunyai sifat elastis dengan kemuluran yang tinggi saat dilakukan penarikan pada arah berlawanan. Karet alam memiliki daya lenting yang sempurna dan apabila dilakukan pemampatan maka karet alam akan kembali pada keadaan semula (Syamsul et al., 2019). Karet alam yang diekstraksi dari *Hevea brasiliensis* memiliki garis rantai panjang dengan struktur susunan isoprene cis-1,4 antara terminal trans dan gugus terminal lainnya (Yong et al., 2025).

Karet alam sebagai bahan baku memiliki keunggulan yaitu memiliki sifat mekanik yang sangat baik antara lain kuat tarik (*tensile strength*), modulus kuat sobek (*tear strength*), kekerasan (*hardness*), dan memiliki fleksibilitas serta plastisitas yang baik. Sifat fleksibilitas yang dihasilkan karena adanya kandungan fosfolipid (asam lemak) dan protein yang terikat pada kedua ujung struktur poliisoprena (Astrid et al., 2014). Sedangkan kelemahan karet alam antara lain tidak tahan terhadap bahan kimia, pelarut organik, perubahan cuaca, serangan ozon, sinar matahari, oksigen, sinar UV, dan kelembaban.

Pemilihan karet alam dalam bentuk karet mentah seperti karet sit asap (RSS), karet remah (SIR), karet *brown creep*, hingga karet sit angina merupakan langkah awal sebelum dilakukan proses produksi. Hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas produk. Kualitas karet mentah dinilai dari beberapa sifat teknis seperti indeks ketahanan plastis (PRI), nilai plastisitas awal (P0), kadar kotoran, kadar abu, dan kadar zat menguap. Pengujian sifat teknis karet penting dilakukan sebelum proses produksi dimulai dikarenakan sifat-sifat tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas barang jadi karet yang dihasilkan (Falaah et al., 2013).

Karet sintetis umumnya mempunyai sifat tahan minyak, harga relatif murah, ketahanan panas baik, ketahanan terhadap *swelling* pada pelarut tinggi, ketahanan abrasi dan air baik. Karet sintetis lebih banyak dikembangkan daripada karet alam. Contohnya adalah karet sintetis alam *butyl*, *styrene*

butadiene (SBR), polibutadiena, dan *ethylene propylene* (Rahmawati et al., 2024).

B. Limbah Karet

Limbah karet merupakan salah satu bahan limbah yang telah didaur ulang dan digunakan diberbagai bidang seperti teknik sipil, produksi ban, komposit polimer, sumber energi dan lain-lain (Nuzaimah et al., 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.

Menurut Nuzaimah et al. (2018) penambahan limbah karet telah meningkatkan sifat komposit tersebut seperti kekuatan tarik, modulus, perpanjangan putus, fleksibilitas, dan titik isothermal. 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. Limbah *phylon* adalah hasil produk yang sudah tidak terpakai, bisa karena sejak awal produk sudah cacat sehingga tidak lolos *quality control* atau produk hasil pakai yang sudah dibuang.

C. Karet Reklam

Alexander Parkes adalah orang yang pertama kali mengembangkan jenis karet reklam pada tahun 1846. Hingga saat ini karet reklam tetap dibutuhkan, bahkan dalam jumlah yang besar. Karet reklam merupakan karet daur ulang yang dibuat dari karet tervulkanisasi (Wicaksono et al., 2004). Proses pembuatan karet reklam dapat dilakukan dengan cara mekanis dan kimia. Beberapa cara pembuatan karet reklam adalah dengan devulkanisasi ultrasonik, devulkanisasi termal, devulkanisasi kimia serta dengan metode kemomekanikal dan termomekanikal. Karet reklam dapat difungsikan sebagai bahan pengisi atau *filler*.

Karet reklam 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 reklam dapat dimanfaatkan untuk pembuatan barang-barang karet yang tidak menuntut kekuatan tinggi (Setyowati et al., 2006).

D. Pembuatan Karet Reklam

Industri barang jadi karet umumnya menghasilkan limbah padat berupa skrap yang berasal dari proses *trimming*. Sebagai contoh pada industri *rubber roll* dihasilkan limbah padat berupa skrap yang berasal dari proses *trimming* produk akhir. Limbah ini biasa diolah kembali menjadi karet reklam yang dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk mengganti sebagai karet baru dalam pembuatan kompon karet atau sebagai *filler* untuk produk yang

berwarna hitam. Proses pengolahan skrap karet menjadi karet reklim disebut proses rekliming (*reclaiming*). Proses ini menggunakan energi mekanik dan panas serta bahan kimia sebagai *reclaiming agent* (Setyowati et al., 2006).

Dasar proses tersebut merupakan proses devulkanisasi atau depolimerisasi vulkanisat karet yang mengalami pemutusan rantai sulfur sehingga terbentuk kembali ikatan rangkap (tak jenuh) baru dan keadaan ini memungkinkan karet reklim dapat divulkanisasi kembali (Setyowati et al., 2006). Proses *reclaiming* diawali dengan penambahan bahan kimia dan panas, terjadi pelunakan dan pengembangan (*swelling*) serta depolimerisasi (devulkanisasi) kemudian perlakuan akhir berupa pemisahan (*refining*). Perubahan yang terjadi selama rekliming tidak dapat diikuti secara bertahap, oleh karena itu hanya perubahan secara menyeluruh yang dapat diikuti, misalkan perubahan pada komposisi ekstraknya dan perubahan kandungan ikatan tidak jenuh. Bila kondisi rekliming tidak ketat, terbentuk sedikit ikatan tidak jenuh (Setyowati et al., 2006). Menurut Setyowati et al. (2006) pada saat proses devulkanisasi terjadi degradasi (kerusakan) struktur dimana pemutusan rantai molekul vulkanisat yang berasal dari karet alam terjadi lebih intensif daripada vulkanisat yang berasal dari karet sintetis *Styrene Butadiene Rubber* (SBR). Pemutusan rantai yang terjadi juga tergantung dari cara proses reklimingnya, pada umumnya pemutusan rantai karet alam maupun SBR dengan cara *thermomechanical* lebih besar dibandingkan dengan cara *dispersion* maupun *water-cooking*.

E. Kompon Karet

Kompon karet adalah campuran antara karet mentah dengan bahan-bahan kimia yang ditentukan komposisinya dan pencampurannya dilakukan dengan cara penggilingan pada suhu 70-80 °C. Komposisi kompon karet berbeda-beda tergantung pada barang jadi karet yang akan dibuat. Sebelum bahan baku karet dicampur dengan bahan pembantu, terlebih dahulu bahan baku karet tersebut dilunakan (mastikasi) atau diplastisasi dengan cara digiling (Prasetya et al., 2013).

Karet tidak dipergunakan dalam bentuk mentah untuk pembuatan barang jadi karet karena tidak kuat, mudah teroksidasi, dan tidak elastis. Oleh karena itu, karet mentah perlu dicampur dengan bahan kimia karet seperti bahan aditif dan pengisi. Campuran tersebut disebut kompon karet, kemudian divulkanisasi untuk mendapatkan sifat fisik yang lebih kuat, elastis dan tidak mudah teroksidasi. 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 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 (Marlina et al., 2015). 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.

2. Bahan penggiat (*activator*)

Bahan penggiat adalah aditif yang berfungsi untuk mengintensifkan reaksi vulkanisasi. Saat reaksi vulkanisasi dengan *accelerator*, bahan kimia ini berperan sebagai *activator* untuk mengoptimalkan penggunaan *accelerator*, 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 (stearate dan oleat). Menurut (Bahri & Sugiyono, 2014) Seng Oksida (ZnO) dan asam stearat adalah *activator* yang paling umum digunakan.

3. Bahan pencepat (*accelerator*)

Accelerator merupakan bahan aditif karet untuk memperlancar reaksi vulkanisasi kompon oleh sulfur dan memungkinkan vulkanisasi berjalan cepat atau pada temperatur yang lebih rendah. Penggunaan *accelerator* ini dapat dikombinasikan oleh 2 atau lebih bahan pencepat (Bahri & Sugiyono, 2014). Berdasarkan fungsinya, pencepat terbagi menjadi dua yaitu pencepat primer yang berguna untuk menghasilkan waktu pravulkanisasi yang lambat dan pencepat sekunder yang berguna untuk menghasilkan waktu pravulkanisasi yang cepat.

4. 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 3 dimensi. Jenis aditif ini adalah sulfur, sulfur donor, atau oksida logam. Bahan aditif yang utama digunakan sebagai bahan vulkanisasi adalah sulfur (Bahri & Sugiyono, 2014).

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, 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 (Bahri & Sugiyono, 2014).

F. Conveyor Belt

Conveyor merupakan suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai industri untuk mentransportasikan barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. *Conveyor* dalam kondisi tertentu banyak digunakan karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Secara umum jenis *conveyor* yang ada di industri adalah:

- a. *Belt conveyor* (menggunakan *belt* yang bergerak secara kontinu di atas *roller*).
- b. *Roller chain conveyor* (menggunakan rantai dan *sprocket* dengan *roller* sebagai penopang beban).
- c. *Bucket conveyor* (ember (*bucket*) terpasang pada rantai atau sabuk dan bergerak vertikal atau miring).
- d. *Vibrating conveyor* (menggunakan getaran (*vibrasi*) untuk menggerakkan material sepanjang permukaan).
- e. *Gravity conveyor* (mengandalkan gravitasi dan benda bergerak sendiri di jalur miring).

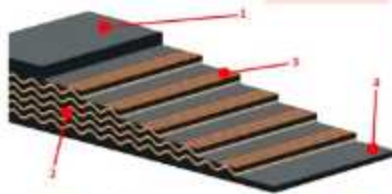
Benda kerja merupakan faktor utama dalam menentukan jenis *conveyor* dalam hal ini, benda yang diproses berupa material setengah jadi, oleh sebab itu

harus dijaga kualitasnya pada saat melewati *conveyor*. Oleh karena itu jenis *conveyor* yang digunakan adalah *roller chain conveyor* dengan *belt* pemindah.

Conveyor belt adalah sistem mekanik yang digunakan mengangkat unit atau curah dengan kapasitas besar. Material sabuk yang dapat digunakan untuk *coveyor belt* antara lain karet, plastik, kulit, ataupun logam. Hal ini tergantung dari jenis barang yang dipindahkan. Prinsip kerja dari *conveyor belt* yaitu putaran yang dihasilkan oleh motor akan menggerakkan *drive/head pulley*. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan *conveyor belt*.

Conveyor belt atau *fabric conveyor belt* tersusun dari dua komponen yaitu *carcass* dan *cover*. *Carcass* adalah komponen yang terdiri dari susunan *fabric* dan *chusion* sedangkan, *cover* adalah lapisan karet luar pada *conveyor belt*. *Carcass* berfungsi untuk menyalurkan dan menyerap gaya tarik dari katrol penggerak, juga menyerap dampak yang sebagian timbul ketika material dimuat ke *belt*, dan sebagian lagi ketika material melewati *roller* penopang. *Carcass* terdiri dari satu atau lebih lapisan kain tekstil dengan kart disetiap sisinya yang disebut *chusion* untuk memberikan daya rekat dan kelenturan. Konstruksi febrik yang paling umum adalah Polyamide-Polyamide (NN), Polyester-Polyester (EE atau PP), dan Polyester-Polyamide (EP). Fungsi dari *cover* adalah melindungi *carcass* dan memberikan gesekan yang diperlukan antara *belt* dan katrol penggerak serta antara *belt* dan material. *Cover* harus tahan terhadap pengaruh material yang diangkut dan lingkungan sekitar. Produk *cover conveyor belt* biasanya terbuat dari kompon yang

menggunakan campuran antara karet alam dan karet sintesis contohnya yaitu karet SIR dan karet SBR dengan penambahan bahan aditif (*filler, plasticizer, anti ozon, anti degradant, activator, accelerator, dan vulcanizing agent*). Kebutuhan *cover* dalam satu buah *conveyor belt* adalah tergantung dari panjang dan lebar dari *conveyor belt* pesanan konsumen tersebut.



Gambar 1 Bagian-bagian *conveyor belt*

Keterangan:

- 1: lapisan *cover* atas
- 2: lapisan *carcass* (*fabric* dan *cousion*)
- 3: lapisan *fabric*
- 4: lapisan *cover* bawah

G. Sifat mekanik *conveyor belt*

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

1. Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis (Suharto & Sedyono, 2021). Nilai kekerasan semakin

besar menunjukkan bahwa karet semakin tidak elastis. Uji kekerasan (*hardness*) dilakukan untuk mengetahui besarnya vulkanisat karet, diuji dengan kekuatan tertentu menggunakan alat durometer shore. 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 & Susanto, 2020). Pengujian kuat tarik karet umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Kuat tarik karet dinyatakan dalam suatu tekanan seperti megapascal (MPa) atau Newton per millimeter persegi (N/mm^2).

3. Ketahanan abrasi

Ketahanan abrasi (*abrasion resistance*) menggambarkan tingkat ketahanan produk terhadap gesekan dengan benda lain, dimana pada saat yang bersamaan terjadi kehilangan bagian permukaan bahan akibat gesekan (Nasruddin, 2018). Abrasi berarti tergores atau terkikis. Mengetahui abrasivitas material merupakan hal yang penting untuk merancang peralatan dengan benar agar melindungi dari keausan. Abrasi adalah gabungan dari beberapa karakteristik material yang berbeda, termasuk kekuatan, kekerasan dan bentuk partikel. Tingkat keausan abrasi

juga dipengaruhi secara langsung dengan tekanan dan kecepatan pergerakan partikel yang melintasi permukaan.

4. *Tear strength*

Uji *tear strength* merupakan gaya persatuan ketebalan yang dibutuhkan untuk menyebabkan *tear* pada karet ketika ditarik dengan arah yang tegak lurus terhadap bidang potong. Uji *tear strength* mewakili tingkat ketahanan terhadap perambatan retak pada karet. Uji *tear strength* dapat dilakukan dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Ada berbagai jenis bentuk potongan uji yang digunakan untuk melakukan uji *tear strength* (Suliknyo, 2017). Bentuk potongan uji yang digunakan untuk melakukan uji *tear strength* ada berbagai jenis yaitu tipe C (*angle test specimen*) berbentuk menyerupai segitiga atau "L" dengan sudut tajam untuk memulai sobekan, tipe B (*trouser test specimen*) berbentuk menyerupai celana panjang kecil (dua cabang) digunakan untuk sobekan merambat, tipe T (*die T specimen*) berbentuk seperti huruf T umum digunakan untuk uji kuat sobek (*tear strength*), dan tipe A (*die A specimen*) berbentuk standar *dumbbell* dengan lekukan tapi dilengkapi takik awal sobek.

Kekuatan *tear* rentan terhadap terjadinya pemotongan, sehingga pengujian menggunakan potongan uji dengan sudut yang tepat akan memberikan reproduktivitas hasil tes yang lebih baik. Sifat mekanis yang berpengaruh pada kesesuaian sebuah polimer untuk beberapa aplikasi tentunya termasuk ketahanan *tear* (Shakir & Abdul-Ameer, 2018).

5. *Elongation at break*

Elongation at break, atau regangan putus, merupakan pengukuran persentase perubahan panjang suatu spesimen sebelum putus di bawah beban tarik. Nilai ini dihitung dengan rumus (1):

$$\text{Elongation at Break (\%)} = \frac{L_{\text{putus}} - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

dimana L_0 adalah panjang awal spesimen dan L_{putus} panjang saat putus. Elongasi putus mencerminkan fleksibilitas dan kapasitas deformasi material sebelum mengalami kerusakan.

Menurut Nasruddin et al. (2023), pada vulkanisat karet, nilai elongasi putus yang tinggi menunjukkan elastisitas yang baik dan energi putus yang tinggi, yang berarti lebih tahan terhadap deformasi ekstrem sebelum gagal.

H. Analisis statistik

Penelitian eksperimental memerlukan rancangan percobaan untuk mengatur perlakuan serta pengambilan data agar hasil bersifat objektif dan dapat dianalisis secara valid. Beberapa jenis rancangan percobaan umum sebagai berikut:

1. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Setiap perlakuan diberi secara acak terhadap satuan percobaan yang bersifat homogen. RAL sesuai digunakan apabila pengaruh lingkungan tidak perlu dipertimbangkan atau dianggap seragam.

2. Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Setiap perlakuan dikelompokkan berdasarkan kondisi lingkungan atau sifat tertentu yang dapat memengaruhi hasil. RAK tepat diterapkan jika satuan percobaan memiliki variasi alami.

3. Rancangan Faktorial

Beberapa faktor perlakuan dikombinasikan untuk melihat pengaruh tunggal maupun interaksinya. Rancangan ini umum digunakan untuk mengevaluasi dua atau lebih variabel bebas sekaligus.

4. Rancangan Split Plot dan Split-Split Plot

Perlakuan dibagi menjadi petak utama dan petak bagian, umumnya digunakan dalam percobaan berskala besar dengan lebih dari satu tingkat perlakuan.

Penelitian tugas akhir ini dapat disesuaikan menggunakan RAL apabila semua perlakuan dianggap berada pada kondisi homogen. Namun, penggunaan RAK menjadi lebih sesuai jika jenis karet reklim dianggap sebagai kelompok, sedangkan kadar phr sebagai perlakuan dalam masing-masing kelompok.

Hipotesis statistik yang dapat dirumuskan secara umum mencakup:

- o H_0 (hipotesis nol): Seluruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap sifat mekanik produk.
- o H_1 (hipotesis alternatif): Terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan terhadap sifat mekanik produk.

Analisis data dilakukan menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah. Apabila hasil menunjukkan pengaruh yang signifikan, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji Duncan guna menentukan perlakuan yang berbeda nyata.

I. Standar DIN 22102 part 1 grade Y

Standar DIN 22102 part 1 adalah standar internasional yang diterbitkan oleh *Deutsches Institut für Normung* (DIN) Jerman, yang mengatur spesifikasi mutu dan persyaratan teknis untuk *cover conveyor belt* berbahan karet. Standar ini secara luas dijadikan acuan di industri tambang, manufaktur, maupun sektor logistik, karena menetapkan parameter minimum untuk kualitas *conveyor belt* yang aman dan handal dalam mengangkut material. David, (2021) menyatakan bahwa meskipun standar ISO telah banyak diadopsi secara global, standar DIN 22102 masih sering dijadikan rujukan di Eropa karena detail klasifikasinya, khususnya grade Y yang dirancang untuk ketahanan abrasi tinggi pada aplikasi *conveyor belt* di industri pertambangan dan material abrasif lainnya.

Standar DIN 22102 part 1 grade Y merujuk pada jenis *cover conveyor belt* yang dituntut memiliki sifat ketahanan abrasi yang tinggi dan ketahanan terhadap tekanan mekanik, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi berat yang memerlukan perlindungan dari keausan. Grade ini direkomendasikan untuk *conveyor* yang mengangkut material kasar, tajam, atau abrasif seperti batu bara, pasir, dan agregat.

Beberapa parameter penting dalam DIN 22102 part 1 grade Y meliputi:

1. Ketahanan abrasi (*Abrasion Resistance*), yang diukur dalam kehilangan volume (mm^3) pada uji DIN abrasi; untuk grade Y, nilai maksimum yang diperbolehkan adalah 150 mm^3 .
2. Kekuatan tarik minimum (*Minimum Tensile Strength*) adalah 20 N/mm^2 .
3. Perpanjangan putus minimum (*Minimum Elongation at Break*) adalah 400%.

Mengacu pada standar ini penting dalam percobaan dan pengembangan *cover conveyor belt*, karena memastikan produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan internasional dan mampu bersaing di pasar global. Produk yang mengacu spesifikasi grade Y pada DIN 22102 part 1, maka akan menghasilkan produk *cover conveyor belt* yang memiliki ketahanan sesuai untuk lingkungan kerja yang abrasif dan menuntut performa mekanik tinggi.

BAB III

METODE TUGAS AKHIR

A. Metode Pengumpulan Data

Tugas akhir yang disusun bertujuan untuk memecahkan permasalahan di perusahaan dengan mengembangkan solusi yang sudah ada saat pelaksanaan prakerin. Adapun metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir Pengaruh Penambahan Karet Reklamasi Sebagai *Filler* Terhadap Sifat Mekanik produk *Cover Conveyor Belt* di PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim adalah dengan menggunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Metode pengumpulan data primer

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang diperoleh secara langsung dari pihak perusahaan. Metode pengumpulan data primer dilakukan percobaan skala laboratorium dan observasi baik di lapangan maupun di laboratorium. Metode yang digunakan dalam memperoleh data primer adalah:

a. Percobaan

Percobaan merupakan teknik pengumpulan data primer yang dilakukan melalui eksperimen skala laboratorium, meliputi tahap pembuatan formulasi, proses pencampuran (*komponding*), pencetakan spesimen, dan pengujian spesimen uji. Variabel bebas dalam percobaan ini terdiri atas jenis karet reklamasi (*komersial*, olahan perusahaan, dan campuran

keduanya) serta kadar phr (10, 15, dan 20) yang digunakan dalam formulasi kompon. Variabel terikat berupa sifat mekanik vulkanisat karet, yaitu kekerasan, kuat tarik, kuat sobek, abrasi, dan elongasi. Sampel uji berupa spesimen karet vulkanisat hasil pencampuran dan pemrosesan sesuai formulasi, dengan masing-masing perlakuan diuji sebanyak tiga kali ulangan untuk meningkatkan validitas data.

b. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data primer yang dilakukan dengan cara mengamati seluruh kegiatan dan objek yang berkaitan dengan bahan, proses pembuatan kompon, proses pencetakan, hingga proses pengujian.

c. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data primer yang dilakukan dengan cara bertanya langsung kepada staff, karyawan, maupun operator berkaitan dengan objek yang sedang diamati, yaitu 1 orang staff bagian *quality control*, 2 orang karyawan bagian *Research and Development (R&D)*, dan 3 orang operator mesin (*internal mixer, two roll mill*, dan *hot press*).

d. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data beberapa gambar, foto, arsip, maupun bagan yang berkaitan dengan tinjauan spesifikasi proses pembuatan kompon di pabrik menggunakan media kamera maupun media fotocopy.

e. Praktik kerja langsung

Praktik kerja langsung yaitu dengan melaksanakan praktik kerja lapangan dan mengikuti alur proses pembuatan kompon karet *chusion* dan *cover* di PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim.

2. Metode pengumpulan data sekunder

Metode ini merupakan kegiatan pengumpulan data yang dilakukan secara tidak langsung melalui studi pustaka. Studi pustaka merupakan pengumpulan data dengan mencari data dan informasi melalui dokumen yang berisi teori-teori yang relevan yang mendukung penulisan Tugas Akhir.

B. Lokasi dan Waktu Pengumpulan Data

Lokasi pengumpulan data dilakukan di PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim, bertempat di Jl. Mastrip No. 7 Kecamatan Karang Pilang Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Pengumpulan data (magang) dilakukan pada 04 November 2024 – 05 Mei 2025.

C. Materi Tugas Akhir

Materi yang digunakan dalam Tugas Akhir ini terkait dengan peralatan dan material yang digunakan dalam proses pembuatan kompon *cover conveyor belt*.

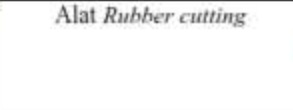
1. Peralatan yang digunakan untuk percobaan dan produksi

Peralatan yang digunakan dalam percobaan dan produksi ini berfungsi untuk menunjang proses komponding, *shaping*, vulkanisasi, serta pengujian sifat mekanik pada spesimen uji. Daftar berikut memuat peralatan yang digunakan untuk percobaan dan produksi.

Tabel 1 Daftar peralatan

No	Nama Alat	Fungsi
1.	<i>Rubber cutting</i> 	Mesin pemotong karet yang berfungsi untuk memotong bongkahan karet menjadi potongan karet yang lebih kecil dan sesuai dengan yang dibutuhkan suatu formulasi.
2.	<i>Internal mixer</i> 	Mesin penggiling tertutup yang berfungsi untuk mencampurkan karet dengan bahan aditif menjadi kompon karet yang homogen.
3.	<i>Two roll mill</i> 	Mesin penggiling terbuka yang berfungsi untuk mencampurkan kompon karet dengan bahan aditif yaitu sulfur.
4.	Timbangan digital	Alat timbangan yang berfungsi untuk menimbang bahan aditif yang digunakan untuk membuat sebuah

		kompon.
5.	Mesin <i>Batch off</i> 	Mesin <i>batch off</i> yang berfungsi untuk mendinginkan dan mengeringkan lembaran kompon karet, mesin ini juga berfungsi untuk memotong, melipat, dan menyimpan lembaran kompon karet.
6.	Mesin <i>Hot press</i> 	Mesin <i>press</i> yang berfungsi untuk pematangan suatu produk karet menjadi produk jadi karet.
7.	Mesin <i>Boiler</i> 	Mesin boiler yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap yang digunakan sebagai sumber energi mesin-mesin yang ada di pabrik.
8.	Mesin <i>Calendering</i>	Mesin <i>calendering</i> yang berfungsi untuk menjadikan kompon karet menjadi lembaran tipis sesuai dengan yang dibutuhkan suatu

		produk dan juga digunakan untuk penggabungan antara lembaran <i>fabric</i> dengan lembaran kompon <i>cousion</i> .
9.	Mesin <i>Spindle frame</i> 	Mesin <i>spindle frame</i> yang berfungsi untuk mengaitkan gulungan <i>steel cord</i> yang akan digunakan untuk pembuatan <i>conveyor belt steel cord</i> .
10.	Mesin <i>Crane</i> 	Mesin <i>crane</i> berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan gulungan <i>green belt</i> maupun <i>conveyor belt</i> yang sudah jadi.
11.	Mesin Kompresor 	Mesin kompresor yang berfungsi untuk memberikan tekanan fluida atau gas untuk mesin uji rheologi.
12.	Alat <i>Rubber cutting</i> 	Alat potong yang berfungsi untuk memotong vulkanisat karet menjadi spesimen uji.

		
13.	DIN abrasion 	Mesin DIN abrasion yang berfungsi untuk menguji ketahanan abrasi suatu produk karet.
14.	Rheometer 	Mesin rheometer yang berfungsi untuk menganalisis sifat aliran dan deformasi material, untuk mengetahui tingkat homogenitas suatu kompon, dan juga untuk mengetahui waktu pematangan kompon karet yang optimal.
15.	Universal testing machine (UTM)	Mesin uji tarik yang berfungsi untuk menguji ketahanan tarik suatu vulkanisat karet, menguji ketahanan sobek suatu vulkanisat, menguji elongasi suatu vulkanisat, menguji pilling suatu conveyor belt, dan menguji pull out suatu conveyor belt steel cord.

		
16.	Durometer shore A 	Alat uji kekerasan yang berfungsi untuk menguji tingkat kekerasan suatu vulkanisat karet.
17.	Mesin Building 	Mesin <i>building</i> yang berfungsi untuk menyatukan antar <i>ply</i> dalam <i>conveyor belt</i> dan digunakan untuk memotong bagian pinggir produk <i>conveyor belt</i> .
18.	Mesin <i>Fabric cutting</i> 	Mesin <i>fabric cutting</i> yang berfungsi untuk memotong <i>fabric</i> sesuai dengan lebar dan panjang yang dibutuhkan.
19.	Neraca analitik	Alat yang berfungsi untuk menimbang bahan aditif dan

		spesimen uji abrasi.
20.	Jangka sorong 	Alat yang berfungsi untuk mengukur tebal spesimen uji dan mengukur tebal produk <i>conveyor belt</i> .
21.	Alat Thermogun 	Alat yang berfungsi untuk mengetahui suhu aktual proses komponding dan proses press.
22.	Cetakan plat tipis 	Berfungsi untuk mencetak plat tipis sebagai spesimen uji.
23.	Cetakan uji abrasi 	Berfungsi untuk mencetak spesimen

		uji abrasi.
24.	Alat Cutter 	Berfungsi untuk preparasi spesimen uji <i>peel off</i> dan spesimen uji <i>pull out</i>

Sumber gambar: PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim

2. Bahan yang digunakan untuk percobaan

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi karet dasar, karet reklim, dan berbagai bahan aditif yang dibutuhkan untuk formulasi kompon karet. Daftar berikut memuat jenis, spesifikasi, dan fungsi bahan yang digunakan.

Tabel 2 Daftar bahan

No.	Nama Bahan	Definisi, Fungsi, dan Spesifikasi
1.	Karet SIR 10 	a. Karet alam standar Indonesia (<i>Standard Indonesian Rubber</i>) b. Berfungsi sebagai bahan dasar utama karet dengan sifat elastisitas tinggi c. Berwarna coklat pucat, padat elastis, lentur, lengket saat hangat (35-50 °C), tersusun dari is-1,4-poliisoprena, dan mudah teroksidasi
2.	Karet reklim komersial 	a. Karet daur ulang yang dibeli dari pihak ketiga b. Berfungsi sebagai <i>filler</i> atau pengganti sebagai karet baru c. Berwarna hitam, padat, teksturnya lebih kasar, berbentuk lembaran, mengandung sisa bahan kimia, dan degradasi sebagian ikatan silang
3.	Karet reklim olahan perusahaan 	a. Karet limbah yang didaur ulang sendiri di pabrik b. Berfungsi sebagai <i>filler</i> atau pengganti sebagai karet baru c. Berwarna hitam, teksturnya lebih halus, lebih mudah disobek dengan tangan,

		mengalami pemutusan ikatan silang sebagian, dan mengandung sisa bahan kimia
4.	Limbah karet 	a. Sisa produksi karet vulkanisat atau produk karet bekas dari sisa potongan pinggir dari <i>conveyor belt</i> b. Berfungsi sebagai bahan baku untuk pembuatan karet reklim
5.	Serbuk limbah karet 	a. Limbah karet yang dihancurkan menjadi bubuk halus (~60-80 mesh) b. Berfungsi sebagai <i>filler</i> atau bahan baku karet reklim
6.	Zink Oxide (ZnO) 	a. Senyawa anorganik putih b. Berfungsi sebagai <i>activator</i> vulkanisasi, meningkatkan efektivitas kerja <i>accelerator</i> c. Berukuran ~0,1-5 μm, berwarna putih, bubuk halus, tidak larut air, berat jenis tinggi (~5,6 g/cm^3), dan bereaksi dengan asam lemah (stearat) menjadi kompleks aktif dalam vulkanisasi
7.	Stearic acid (asam stearat)	a. Asam lemak jenuh padat berwarna putih b. Berfungsi sebagai ko-

		aktivator vulkanisasi dan pengemulsi c. Berbentuk kristal/pelet (100-500 μm), berwarna putih, titik leleh $\pm 69-70^\circ\text{C}$, larut dalam pelarut organik, dan bereaksi dengan ZnO membentuk sabun Zn-stearat
8.	<i>Carbon black N 330</i> 	a. Partikel karbon hasil pembakaran tidak sempurna bahan organik b. Berfungsi sebagai <i>filler</i> utama, meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan abrasi c. Berukuran $\sim 27-30$ nm (diameter agregat), berwarna hitam pekat, ringan, mudah terdispersi, non-reaktif secara kimia, dan bersifat polar secara permukaan
9.	<i>Minarex oil B</i> 	a. Minyak proses berbasis aromatik dari minyak bumi b. Berfungsi sebagai <i>plasticizer</i>, meningkatkan fleksibilitas dan memudahkan proses pencampuran c. Berbentuk cairan kental, berwarna coklat kekuningan,

		viskositas sedang (~100-200 cSt), tidak mudah menguap, dan stabil secara kimia
10.	<i>Microcrystalin wax</i> (MC wax) 	a. Lilin mikrokristalin dari hasil samping pemurnian minyak b. Berfungsi sebagai anti ozon dan anti retak, perlindungan terhadap penuaan permukaan karet c. Berukuran 100-500 μm (butiran), berwarna putih, padat, tidak lebur pada suhu 60-90 $^{\circ}\text{C}$, tidak larut dalam air, dan relatif non-reaktif
11.	<i>Petroleum R</i> 	a. Resin hidrokarbon dari fraksi ringan minyak bumi b. Berfungsi sebagai peningkat adhesi dan kekuatan tarik antar lapisan c. Berukuran 0,1-1 mm (butiran), berwarna kuning kejinggaan, padat getas, titik lunak $\pm 90-110$ $^{\circ}\text{C}$, larut dalam pelarut aromatik, dan tidak reaktif secara kimia
12.	<i>N-1,3-dimethylbutyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine</i> (6 PPD)	a. Granule berwarna coklat kemerahan b. Berfungsi sebagai pelindung dari retak karena ozon,

		panas, dan oksidasi c. Berukuran ~0,5 mm (butiran), berwarna abu gelap, padat, larut dalam minyak, tidak larut dalam air, dan bereaksi dengan ozon serta radikal bebas
13.	<i>N-Cyclohexyl-2-Benzothiazole Sulfenamide</i> (CBS) 	a. Accelerator vulkanisasi b. Berfungsi sebagai <i>accelerator</i>, mempercepat proses vulkanisasi dan mengontrol waktu pengikatan silang c. Berukuran ~100 μm, berwarna putih keabu-abuan, larut dalam pelarut organik, tidak larut dalam air, dan mempercepat reaksi sulfur pada suhu <i>curing</i> tertentu
14.	Sulfur 	a. Unsur non-logam padat berwarna kuning b. Berfungsi sebagai agen pembentuk ikatan silang (<i>crosslinking</i>) dalam vulkanisasi c. Berukuran ~10-200 μm, berwarna kuning terang, bubuk padat, tidak larut dalam air, mudah meleleh (113-120 $^{\circ}\text{C}$).

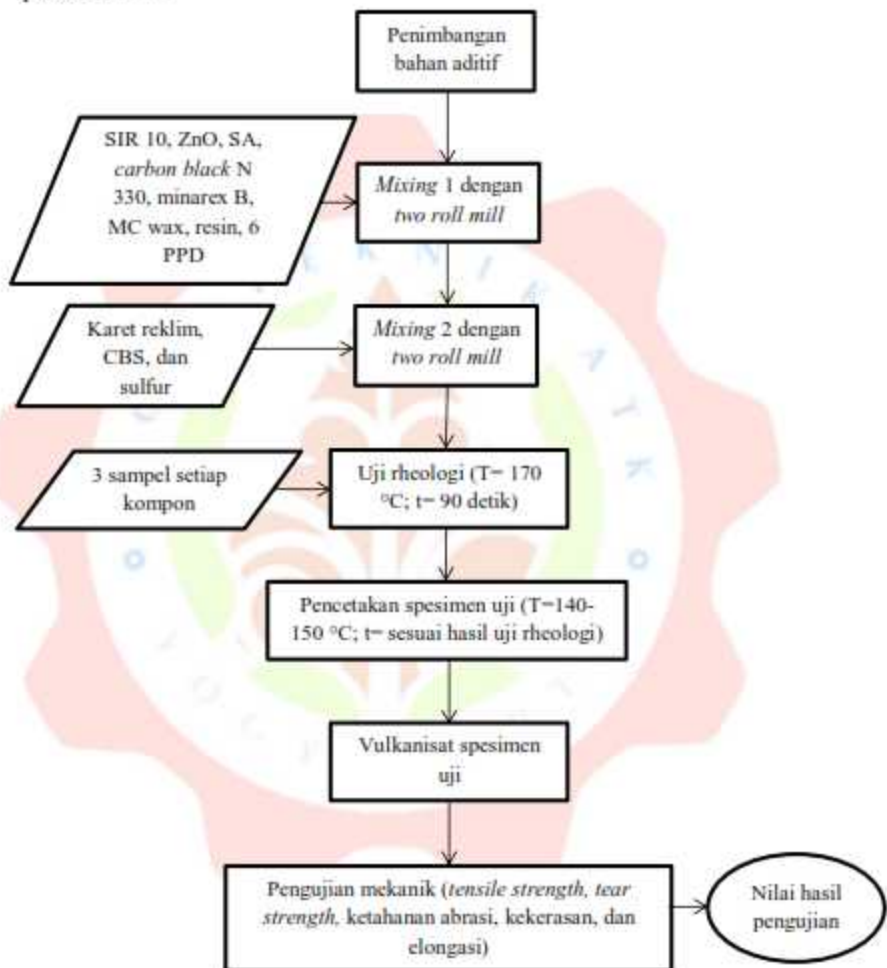
D. Metode percobaan

Penulisan Tugas Akhir ini berfokus pada upaya mengembangkan formulasi untuk produk *cover conveyor belt* dengan mengacu pada standar DIN 22102 part 1 grade Y. Hal ini didasari oleh fakta bahwa produk *cover conveyor belt* yang mengikuti standar tersebut sudah digunakan oleh beberapa *customer*, namun selama ini formulasinya belum mencakup penambahan karet reklim sebagai *filler*. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan formulasi dengan penambahan karet reklim sebagai *filler* untuk menciptakan produk yang lebih ramah lingkungan tanpa menurunkan sifat mekaniknya. Penelitian ini dilakukan melalui percobaan dan pengujian dalam skala laboratorium.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan variasi jenis karet reklim, yaitu karet reklim komersial, karet reklim olahan perusahaan, serta campuran keduanya sebagai *filler*. Karet reklim olahan perusahaan menggunakan dua metode devulkanisasi, yaitu metode *thermal* dan metode kimia. Metode *thermal* dilakukan dengan prinsip pemanasan suhu tinggi (200–300 °C) untuk memutus ikatan silang sulfur, sedangkan metode kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia yang mampu memutus ikatan tersebut.

Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui pengaruh masing-masing jenis reklim terhadap sifat mekanik produk karet. Pengujian yang dilakukan meliputi uji rheometer, kekerasan, *tensile strength*, *tear strength*, abrasi, dan elongasi. Standar yang digunakan adalah ASTM D 412 untuk *tensile strength*, ASTM D 1004 untuk *tear strength*, ASTM D 2240

untuk kekerasan (*hardness*), ASTM D 5963 untuk abrasi, dan ASTM D 412 untuk elongasi. Adapun tahapan percobaan disajikan dalam diagram alir proses berikut:



Gambar 2 Diagram alir proses percobaan

Penjabaran diagram alir adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan bahan

Penimbangan bahan karet dan bahan aditif untuk kompon percobaan dengan basis kompon 300 gram. Percobaan menggunakan variasi phr (10 phr, 15 phr, 20 phr) pada setiap masing-masing karet reklim (karet reklim komersial dan karet reklim olahan perusahaan) serta campuran keduanya. Formulasi percobaan tertera pada Tabel 3. Analisis data yang digunakan untuk perhitungan berat bahan menggunakan persamaan (2).

$$\text{Berat bahan} = \frac{\text{phr bahan}}{\text{total phr}} \times \text{berat total basis karet (gr)} \quad (2)$$

Formulasi kompon dalam percobaan ini disusun berdasarkan acuan dari standar ASTM D5963-04 Tabel A1.3 dengan penyesuaian pada jenis dan kadar karet reklim sebagai variabel utama. Setiap formulasi dibuat untuk mengevaluasi pengaruh karet reklim terhadap sifat mekanik produk *cover conveyor belt*.

Tabel 3 Formulasi kompon untuk percobaan

Nama Bahan Baku	Variasi A (phr)	Variasi B (phr)	Variasi C (phr)
SIR 10 (<i>Standart Indonesian Rubber</i>)	100	100	100
Karet reklim (komersial/olahan perusahaan/campuran keduanya)	10/ 15/ 20	10/ 15/ 20	10/ 15/ 20
Carbon Black N 330	50	50	50
ZnO	5	5	5
Stearic acid	1	1	1
Minarex B	3	3	3
Microcrystalin wax	1	1	1
Petroleum resin	1,2	1,2	1,2
6 PPD	0,5	0,5	0,5
CBS	1,5	1,5	1,5
Sulfur	2	2	2

Keterangan:

Variasi A= *filler* karet reklim komersial

Variasi B= *filler* karet reklim olahan perusahaan

Variasi C= *filler* karet reklim komersial dan olahan perusahaan dengan rasio 1 : 1

2. Pencampuran bahan (mixing)

Pencampuran bahan-bahan dilakukan dengan mesin two roll mill.

Pencampuran bahan dilakukan sebanyak dua kali, berikut penjelasannya:

a. Mixing 1

Tahap mixing 1 menggunakan mesin two roll mill, bahan yang dimasukkan adalah SIR 10, *carbon black* N 330, ZnO, *stearic acid*, *minarex* B, *microcrystalin wax*, *petroleum resin*, dan 6 PPD. Mixing dilakukan hingga semua bahan tercampur merata (homogen), setelah kompon homogen kompon masuk kedalam mixing 2.

b. Mixing 2

Tahap mixing 2 dilakukan dengan mesin two roll mill. Tahap mixing 2 yaitu memasukkan karet reklm, bahan *accelerator*, dan *vulcanizing agent*. Proses mixing dilakukan hingga bahan tercampur merata (homogen).

3. Pengujian rheologi

Setelah kompon jadi dilakukan pengujian rheologi dengan mesin rheometer. Pengujian rheologi dilakukan untuk mengetahui tingkat homogenitas, karakteristik pematangan, dan waktu pematangan. Parameter suhu yang digunakan adalah 170 °C dan parameter waktu yang digunakan adalah 90 detik. Pengujian dilakukan secara triplo untuk memperoleh hasil yang akurat dan untuk mengetahui tingkat homogenitas komponnya.

4. Pemotongan kompon karet

Pemotongan kompon karet dilakukan secara manual dengan dengan ukuran 12 x 15 cm untuk pencetakan (*hot press*) spesimen uji *tensile strength*, elongasi, dan *tear strength* serta dengan ukuran 2 x 10 cm kemudian digulung untuk pencetakan (*hot press*) spesimen uji abrasi.

5. Pencetakan spesimen uji

Pencetakan spesimen uji dilakukan dengan waktu yang telah dihitung sesuai dengan hasil uji rheologi dan suhu pencetakan sekitar 140-150 °C. Pencetakan dengan plat tipis untuk spesimen uji *tensile strength*, uji elongasi, dan uji *tear strength*. Pencetakan plat tebal untuk spesimen uji kekerasan. Pencetakan spesimen uji abrasi dengan molding khusus berbentuk tabung ukuran spesimen uji abrasi.

6. Pengujian mekanik

Pengujian mekanik yang dilakukan adalah uji kekerasan, uji abrasi, uji *tensile strength*, uji *tear strength*, dan uji elongasi. Pengujian dilakukan secara triplo untuk memperoleh hasil yang 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. Pengujian kekerasan mengacu pada ASTM D 2240. Metode pengujiannya yaitu spesimen diletakkan di permukaan datar kemudian jarum indentor ditekan ke

permukaan karet dengan gaya standar, nilai kekerasan ditampilkan dalam satuan shore A (0-100). Semakin tinggi angka shore A maka semakin keras vulkanisat tersebut.

b. *Tensile strength*

Spesimen uji untuk *tensile strength* berbentuk *dumbbell* yang mengacu pada ASTM D 412. Metode pengujiannya yaitu spesimen (*dumbbell*) dijepit di kedua ujung lalu ditarik hingga putus. Pengujian ini dilakukan peregangan atau penarikan spesimen uji menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian didapatkan nilai *tensile strength* (kuat tarik).

c. *Tear strength*

Spesimen uji untuk *tear strength* mengacu pada ASTM D 1004. Metode pengujiannya yaitu spesimen tipe C (*angle test specimen*) dijepit di kedua ujung lalu dilakukan tarikan hingga sobekan merambat dan spesimen terbelah. Pengujian ini dilakukan peregangan spesimen uji menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian ini didapatkan nilai *tear strength* (kuat sobek) yaitu seberapa tahan vulkanisat terhadap perambatan sobekan dari takik.

d. Ketahanan abrasi

Pengujian ketahanan abrasi mengacu pada ASTM D 5963. Metode pengujiannya yaitu spesimen ditekan ke drum yang berputar dilapisi abrasif (amplas standar) hingga jarak tertentu. Spesimen uji untuk ketahanan abrasi berbentuk seperti tabung. Spesimen uji

dipasang pada alat *DIN abrasion* dan diberikan gesekan dengan permukaan abrasif. Hasil pengujian didapatkan tingkat abrasi (*abrasion loss*) yang terjadi pada spesimen kompon produk *cover conveyor belt*, semakin rendah nilainya maka semakin tahan aus vulkanisat tersebut. Hal tersebut dapat diukur dengan massa yang hilang, kemudian untuk mendapatkan nilai volume hilang relatif dihitung dengan persamaan (3).

$$\Delta v_{rel} = \frac{\Delta m_t \Delta m_{const}}{\rho_t \Delta m_r} \quad (3)$$

Keterangan:

Δv_{rel} : volume hilang relative (mm³)

Δm_t : massa karet spesimen uji yang hilang (mg)

Δm_{const} : massa karet referensi hilang yang telah ditentukan (mg)

ρ_t : massa jenis karet spesimen uji (mg/mm³)

Δm_r : massa jenis karet referensi yang hilang (mg)

e. *Elongation at break* (elongasi)

Spesimen uji untuk elongasi berbentuk *dumbbell* yang mengacu pada ASTM D 412. Metode pengujiannya yaitu spesimen (*dumbbell*) dijepit di kedua ujung lalu ditarik hingga putus. Pengujian ini dilakukan peregangan atau penarikan spesimen uji menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian didapatkan nilai *elongation at break* (elongasi).

E. Rancangan percobaan dan analisis statistik

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan kelompok jenis karet reklm (3 jenis) dan perlakuan jumlah karet reklm yang ditambahkan (3 variasi phr). Analisis statistik pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh signifikan dari penambahan karet reklm terhadap sifat mekanik dan rheologi vulkanisat karet. Data yang dianalisis berasal dari hasil pengujian mekanik dan rheologi terhadap sembilan variasi formulasi yang terdiri atas tiga variasi phr (10, 15, dan 20) dari tiga jenis karet reklm (A: karet reklm komersial, B: karet reklm olahan perusahaan, C: karet reklm campuran keduanya). Setiap formulasi diuji sebanyak tiga kali pengulangan untuk memastikan kevalidan data.

Nilai yang dianalisis secara statistik merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan untuk setiap parameter pengujian, yaitu kekerasan, kuat tarik (*tensile strength*), kuat sobek (*tear strength*), abrasi, elongasi, waktu vulkanisasi optimum (tc90), dan torsi maksimum (MH). Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh jenis dan kadar karet reklm terhadap sifat mekanik produk cover conveyor belt. Oleh karena itu, hipotesis disusun sebagai berikut:

- o H_0 (Hipotesis nol): Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara jenis dan kadar karet reklm terhadap sifat mekanik vulkanisat karet.
- o H_1 (Hipotesis alternatif): Terdapat perbedaan yang signifikan antara jenis dan kadar karet reklm terhadap sifat mekanik vulkanisat karet.

Perbedaan H_0 dan H_1 terletak pada fokusnya: H_0 menyatakan bahwa perlakuan tidak berdampak nyata, sedangkan H_1 menyatakan bahwa perlakuan menimbulkan pengaruh yang signifikan.

Kesimpulan hipotesis diperoleh melalui analisis statistik, yaitu ANOVA satu arah. Jika nilai signifikansi (p -value) lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap hasil. Sebaliknya, jika $p\text{-value} \geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya tidak terdapat pengaruh signifikan antar perlakuan.

Setelah data dirata-ratakan, analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) dengan metode ANOVA satu arah (*ANOVA one way*). Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antar variasi formulasi terhadap setiap parameter yang diuji. Jika hasil ANOVA *one way* menunjukkan signifikansi ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji lanjutan berupa *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

F. Proses Pembuatan *Cover Conveyor Belt*

Pembuatan *cover conveyor belt* dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu penimbangan bahan, proses komponding, proses penyatuan lembaran dengan metode *calendaring*, dan proses vulkanisasi. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan untuk memastikan hasil vulkanisat memiliki struktur dan sifat mekanik yang sesuai standar.

1. Penimbangan bahan

Seluruh bahan yang terdiri dari karet dasar dan bahan aditif lainnya ditimbang sesuai formulasi yang telah ditentukan. Penimbangan dilakukan dengan timbangan digital untuk menjamin ketepatan komposisi.

2. Proses komponding

Bahan-bahan yang telah ditimbang kemudian dicampurkan dalam *internal mixer* dan *two roll mill* pada suhu dan waktu tertentu. Proses ini bertujuan untuk memperoleh campuran yang homogen, dimana seluruh bahan aditif tersebar merata dalam matriks karet.

3. Proses *calendaring* (*shaping* dan *laminasi*)

Kompon karet yang telah dicampur kemudian dibentuk menjadi lembaran menggunakan mesin *calendaring* dan digulung untuk masuk ke proses selanjutnya.

4. Proses *building*

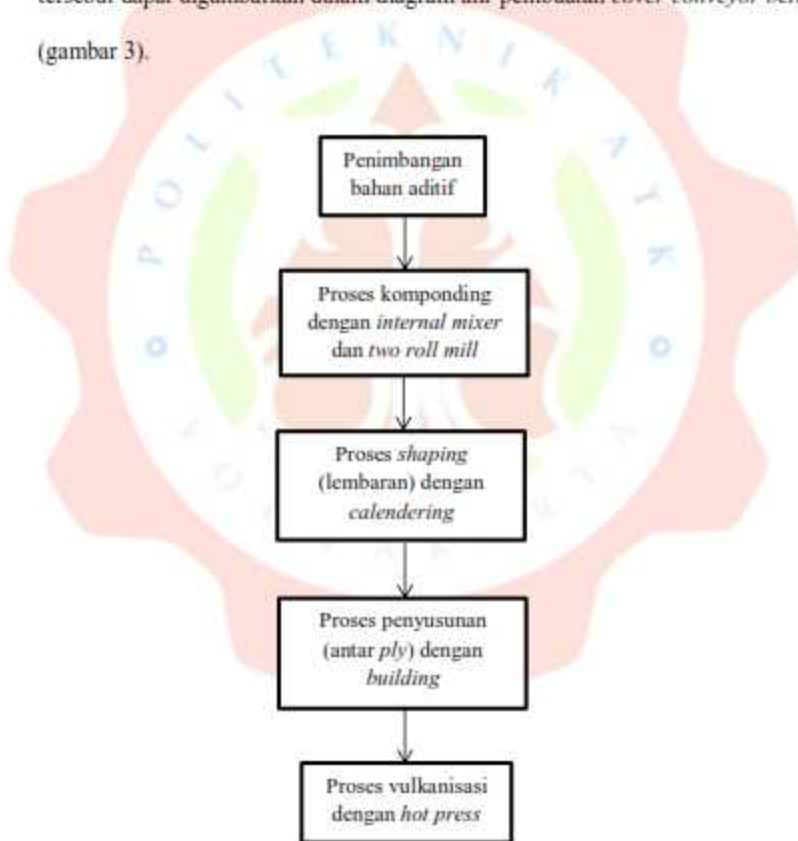
Struktur penyusun *conveyor belt* yang terdiri dari lapisan *cover* atas, lapisan *carcass* (*fabric* dan *couxion*), dan *cover* bawah disusun pada proses *building* dengan mesin *building*. Proses *building* tidak hanya menyusun struktur *conveyor belt*, namun juga melakukan proses pemotongan pinggir sesuai dengan ukuran *conveyor belt* yang dikehendaki.

5. Proses vulkanisasi (*curing*)

Green conveyor belt kemudian ditempatkan pada mesin *hot press* pada suhu dan waktu tertentu (sesuai hasil *tc90*), proses vulkanisasi

dilakukan secara bertahap yaitu setiap 7 meter. Produk *conveyor belt* yang telah melewati proses vulkanisasi kemudian dilakukan inspeksi akhir dan digulung. Proses vulkanisasi berfungsi untuk membentuk ikatan silang dan menghasilkan *conveyor belt* dengan sifat mekanik yang stabil.

Proses pembuatan produk cover conveyor belt dalam percobaan ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis. Tahapan tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir pembuatan *cover conveyor belt* (gambar 3).



Gambar 3 Diagram alir pembuatan *cover conveyor belt*