

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN KOMPON *REJECT* TERHADAP

SIFAT MEKANIK VULKANISAT *SIDEWALL* BAN LUAR DI

PT XYZ



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN KOMPON *REJECT* TERHADAP SIFAT MEKANIK JENIS *SIDEWALL* BAN LUAR DI PT XYZ

Disusun oleh:

NAUFAL ABDUL HAFIZH

NIM. 2203044

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing.

Pani Satwikanitva, M.Eng

NIP. 19870910 202012 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: 29 Juli 2025

TIM PENGUJI

Ketua

Uma Fadzilia Arifin, M.T.

NIP. 19931216 201901 2 002

Anggota

Penguji II,

Dr. Eng. Raden Bagus Seno Wulung, ST, MT

NIP. 19910602 202202 2 001

Penguji III,

Pani Satwikanitva, M.Eng

NIP. 19870910 202012 2 001

Yogyakarta, 29 Juli 2025

Dekan Politeknik ATK Yogyakarta



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

NIP. 19840226 201012 1 002

PERSEMBAHAN

Puji Syukur selalu terpanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya. Sholawat serta salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Huda dan Ibu Erny, serta kakak dan adik kandung saya mas rijal, adek akmal, akbar, Terima kasih atas doa yang tak pernah putus, semoga apa yang telah kucapai hari ini dapat menjadi secuil kebanggaan dan kebahagiaan untuk kalian, sebagaimana kalian selalu menjadi alasan terkuatku untuk terus melangkah.
2. Ibu Pani Satwikanitya, M. Eng selaku pembimbing Tugas Akhir yang bersedia memberikan bimbingan, saran, serta masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini sampai selesai.
3. Bapak/Ibu dosen prodi TPKP yang membantu serta memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
4. Mr Han, Miss Kuang, Mr Zhang, Bapak Donny, Koh Bryan dan seluruh teman-teman serta staf PT. Matahari Tire Indonesia yang memberikan banyak ilmu selama melaksanakan magang di PT. Matahari Tire Indonesia.
5. Teman-teman Kontrakan Bu Haji Danu, Andre, Ifwa, Nopek, Dafa, Yuda, Eza, Imam, Iksan, teman-teman di tempat saya prakerin Dzuria, Lutfi, Alvitara, Tria, Okta, lek Anjar PT. Matahari Tire Indonesia yang selalu membantu selama prakerin berlangsung.

6. Seseorang dengan NIM 2203002 yang selalu ada untuk saya, Terima kasih telah sabar mendengar keluh kesahku, menemaniku melewati hari-hari panjang penuh tugas dan ujian, serta selalu percaya pada langkahku, bahkan ketika aku sendiri meragukannya.
7. Diri sendiri yang selalu semangat, mampu untuk melawan rasa malas dan selalu bangkit apapun itu masalah nya.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt. atas ridho-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan permasalahan penggunaan kompon *reject* ban luar jenis *sidewall* terhadap sifat mekanik. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik kompon jenis *sidewall*, serta untuk memenuhi pernyataan kelulusan dan perolehan gelar Ahli Madya Diploma III (D3) program studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik (TPKP), Politeknik ATK Yogyakarta.

Pembuatan Tugas Akhir ini juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H., selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Yuli Suwarno, S.T., M.Sc., selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik ATK Yogyakarta, Nurwantoro, S.Kom., M.M., selaku Pembantu Direktur 2 Politeknik ATK Yogyakarta, dan Risang Pujiyanto, S.H., M.PA., selaku Pembantu Direktur 3 Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Dr. Wisnu Pambudi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik.
4. Pani Satwikanitya selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
5. Dr. Ratri Retno Utami, S.TP., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Pimpinan dan *staff* karyawan di PT. XYZ, terkhusus kepada Mr. Dave, Mr. Han, Mr Zhang, Pak Donny, dan Koh Bryan.

Demikian, semoga Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta memberikan manfaat untuk pembaca mengenai pemecahan masalah penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik

Yogyakarta, Juli 2024

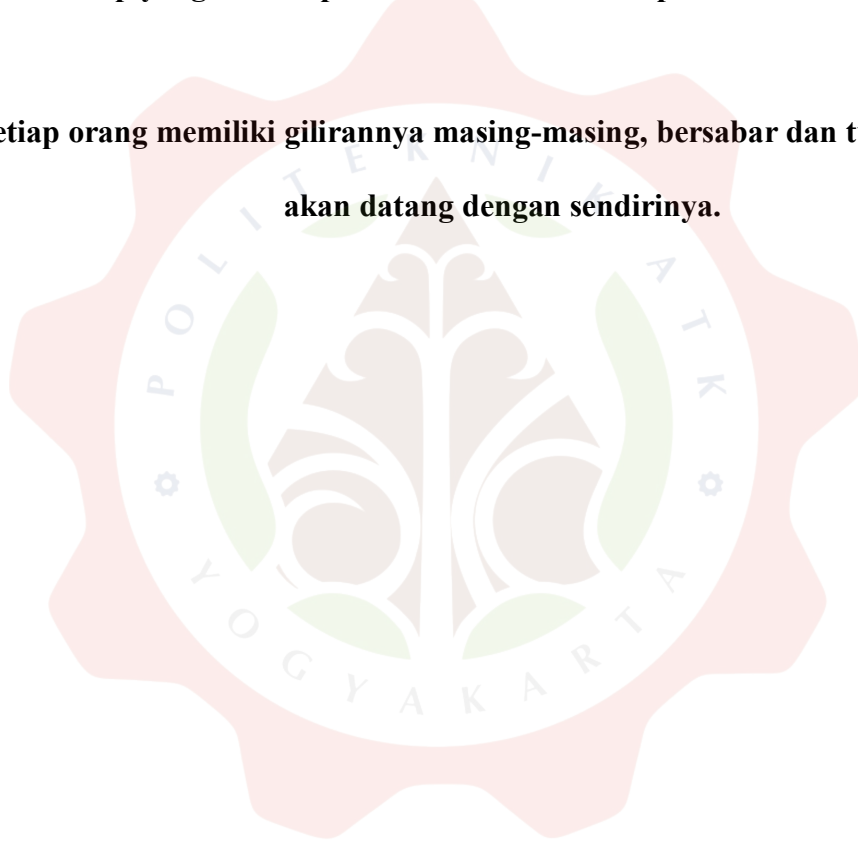
Penulis

MOTTO

"Inna ma'al usri yusra"("Sesungguhnya, bersama kesulitan ada kemudahan")

Hidup yang tidak dipertaruhkan tidak akan pernah di menangkan

Setiap orang memiliki gilirannya masing-masing, bersabar dan tunggulah itu akan datang dengan sendirinya.

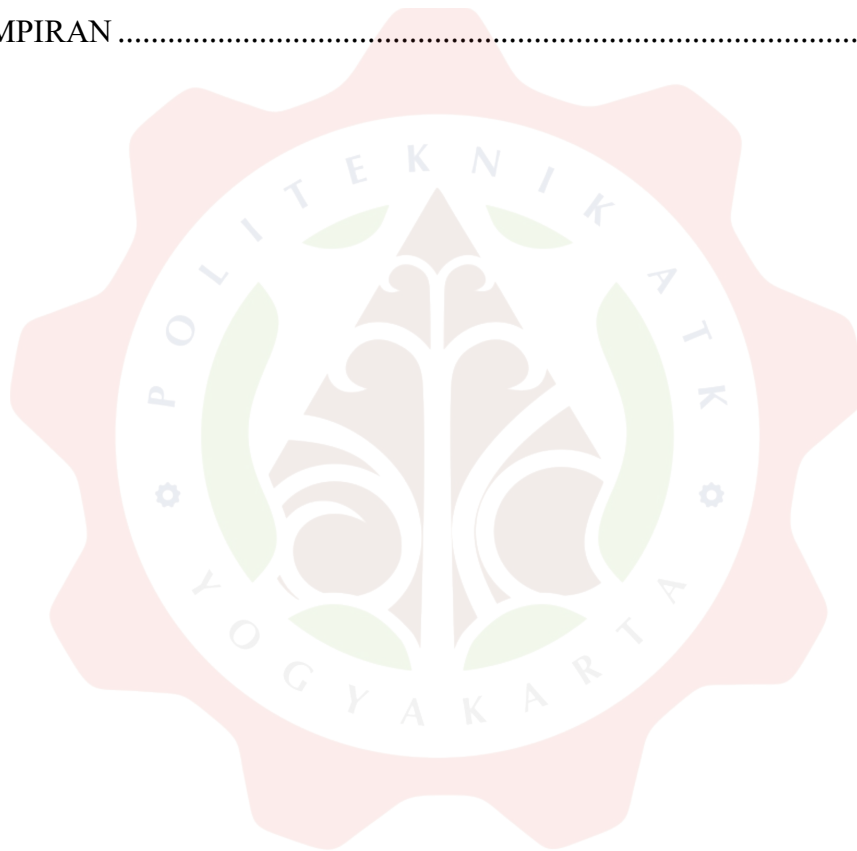


DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	1
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
MOTTO.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Tugas Akhir	4
D. Manfaat Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Karet	6
1. Karet alam.....	7
2. Karet Sintetis.....	8

B. Kompon	9
1. Uji <i>Rheometer</i>	10
2. Uji Kekerasan.....	11
C. Bahan Aditif.....	12
1. Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	12
2. Bahan Pemlastis (<i>Plasticizer</i>)	12
3. Bahan Antioksidan	13
4. Bahan penggiat (<i>Activator</i>).....	13
5. Bahan Pencepat (<i>Accelerator</i>).....	13
6. Bahan Pemvulkanisasi (Belarang).....	13
D. Ban Luar	14
1. Komponen Penyusun Struktur Ban Luar Radial.....	15
2. Proses Pembuatan Ban Luar Radial	19
3. Prinsip Kerja Ban Luar Radial	21
4. Keunggulan dan Kekurangan Ban Luar Radial	22
E. Pengujian Mekanik.....	23
BAB III MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
B. Materi Penelitian	26
C. Prosedur Kerja.....	29
D. Metode Pengambilan Data.....	32
1. Observasi	33
2. Percobaan.....	33
3. Dokumentasi	34
4. Studi pustaka	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Pengaruh Penggunaan Kompon <i>Reject</i> Terhadap Pengujian Rheologi.....	37
B. Pengaruh Penggunaan Kompon <i>Reject</i> Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat	40
1. Nilai Kekerasan	41

2. Nilai Kekuatan Tarik.....	44
3. Nilai Perpanjangan Putus.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
A. Kesimpulan.....	52
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

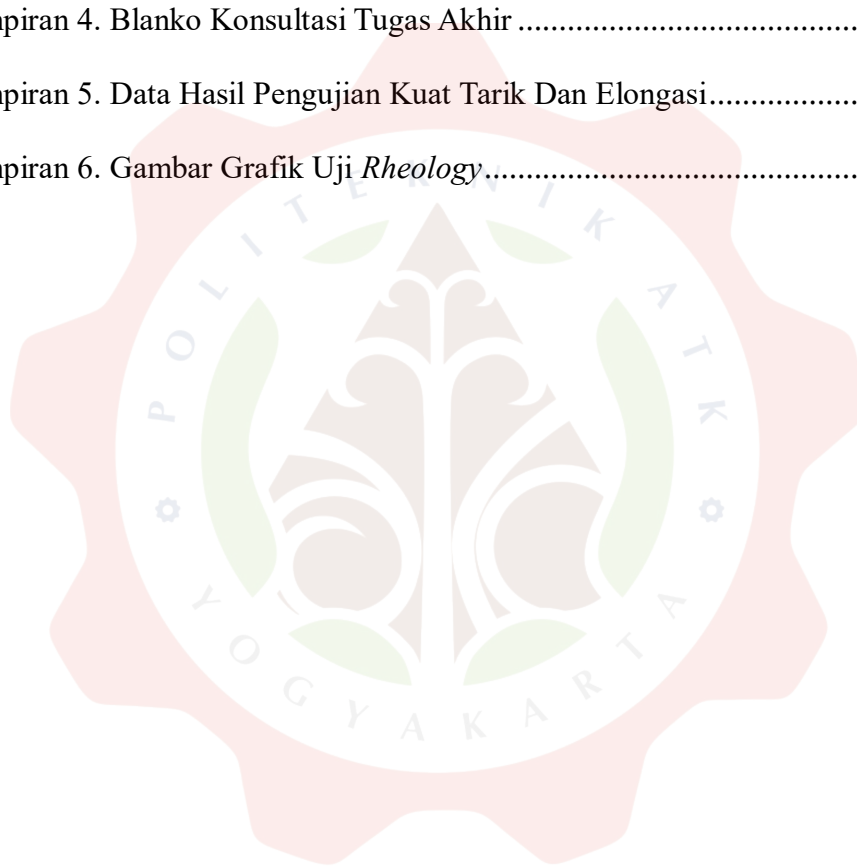
Tabel 2. 1 Standar Mutu Perusahaan.....	24
Tabel 3. 1 Formulasi Kompon Sidewall.....	27
Tabel 3. 2 Tabel Variasi Jumlah Berat Kompon Reject.....	28
Tabel 4. 1 Spesifikasi kompon standar dan kompon reject	35
Tabel 4. 2 Spesifikasi kompon reject	36
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Rheology.....	37
Tabel 4. 4 Standar Mutu Uji Rheology PT. XYZ	39
Tabel 4. 5 Syarat Mutu Pengujian Mekanik PT. XYZ	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi ban Radial Ply.....	15
Gambar 2. 2 Komponen Penyusun Ban Radial.....	16
Gambar 2. 3 Diagram alir proses pembuatan ban	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penyelesaian Masalah Dalam Tugas Akhir.....	30
Gambar 3. 2 Spesimen uji kekuatan Tarik dan perpanjangan putus.....	32
Gambar 4. 1 pengaruh variasi kompon reject terhadap kekerasan	41
Gambar 4. 2 Grafik nilai kuat tarik.....	44
Gambar 4. 3 Fishbone diagram	46
Gambar 4. 4 Nilai Perpanjangan Putus.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Penilaian Magang.....	59
Lampiran 2. Lembar Kerja Harian Prakerin.....	60
Lampiran 3. Surat Keterangan Magang	72
Lampiran 4. Blanko Konsultasi Tugas Akhir	73
Lampiran 5. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Dan Elongasi.....	74
Lampiran 6. Gambar Grafik Uji <i>Rheology</i>	79



INTISARI

Kompon *reject* merupakan hasil *mixing* yang tidak memenuhi spesifikasi mutu perusahaan, namun masih mengandung bahan aktif yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku, jika tidak dimanfaatkan maka akan berpotensi menjadi limbah yang mengakibatkan produktifitas berkurang dan tidak ada tempat untuk menampung. Oleh karena itu diperlukan evaluasi teknis untuk menentukan batas penggunaan kompon reject yang masih aman dan layak digunakan, tanpa menurunkan mutu produk. Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui batas penggunaan kompon reject yang masih aman dan layak digunakan tanpa menurunkan kualitas produk. Sampel dibuat dalam lima variasi berat kompon *reject* dengan total berat tetap 200 gram, yaitu R0 (0 gram kompon reject), R10 (10 gram), R20 (20 gram), R30 (30 gram), dan R40 (40 gram). Pengujian dilakukan terhadap sifat rheologi (ML, MH, TC10, dan TC90) serta sifat mekanik (kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus). Hasil menunjukkan bahwa formulasi dengan penambahan 10 gram kompon reject (R10) masih memenuhi seluruh standar mutu internal perusahaan, sedangkan formulasi dengan penambahan 20 gram ke atas menunjukkan penurunan kualitas, terutama pada nilai kuat tarik dan perpanjangan putus. Dengan demikian, batas penggunaan kompon reject yang masih aman dan layak digunakan dalam formulasi *sidewall* adalah sebesar 10 gram dari total berat campuran, agar efisiensi bahan baku dapat tercapai tanpa mengorbankan kualitas produk.

Kata Kunci: kompon *reject*, *sidewall*, *rheology*, sifat mekanik, vulkanisat

ABSTRACT

This final project was conducted to evaluate the effect of using reject compound on the mechanical properties of sidewall rubber vulcanizates for outer tires at PT XYZ. Reject compound is a result of the mixing process that does not meet the company's quality specifications but still contains active ingredients that can potentially be reused as raw material. The aim of this study is to determine the limit of reject compound usage that remains safe and feasible without compromising product quality. Samples were prepared in five variations of reject compound weight with a fixed total weight of 200 grams, namely R0 (0 grams of reject compound), R10 (10 grams), R20 (20 grams), R30 (30 grams), and R40 (40 grams). Tests were conducted on rheological properties (ML, MH, TC10, and TC90) and mechanical properties (hardness, tensile strength, and elongation at break). The results showed that the formulation with 10 grams of reject compound (R10) still met all internal quality standards of the company, while formulations with 20 grams or more showed a decline in quality, particularly in tensile strength and elongation. Therefore, the safe and acceptable limit for using reject compound in the sidewall formulation is 10 grams from the total compound weight, to achieve raw material efficiency without sacrificing product quality.

Keywords: *reject compound, sidewall, mechanical properties, rheology, vulcanizate*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri Industri karet memiliki peran penting dalam mendukung sektor transportasi dan manufaktur, salah satunya melalui produksi ban kendaraan. Ban berfungsi menopang beban, meneruskan gaya gerak, meredam kejutan, serta menjaga kestabilan dan kenyamanan saat berkendara. Berdasarkan konstruksinya, ban dibedakan menjadi ban bias dan ban radial, sementara berdasarkan penggunaannya terdiri dari ban penumpang, truk, *off-road*, dan sebagainya (Helexa *et al.*, 2024). Secara umum, ban tersusun atas beberapa komponen utama, yaitu *tread*, *belt*, *carcass*, *inner liner*, dan *sidewall*, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik untuk menunjang performa ban.

Sidewall merupakan bagian penting pada ban yang berfungsi melindungi struktur internal seperti *belt* dan *carcass* dari kerusakan mekanis akibat benturan dan gesekan, serta membantu meredam getaran dan deformasi saat ban berputar (Lv *et al.*, 2023). Oleh karena itu, formulasi kompon *sidewall* harus memenuhi standar mutu agar menghasilkan produk yang aman dan berkinerja baik. Dalam praktiknya, proses produksi kompon *sidewall* di PT XYZ sering kali menghasilkan kompon *reject* akibat kontaminasi, cacat visual, atau melebihi batas waktu penyimpanan. Namun hingga saat ini, perusahaan belum memiliki standar baku terkait pemanfaatan kompon *reject* dalam

formulasi baru, sehingga penggunaan kompon *reject* yang masih didasarkan pada pengalaman operator tanpa dasar teknis yang jelas.

Pemanfaatan kompon *reject* sebenarnya dapat menjadi strategi efisiensi bahan baku, namun penggunaannya harus dibatasi agar tidak menurunkan sifat mekanik produk. Kompon *reject* yang disimpan terlalu lama dapat mengalami degradasi sifat fisik dan kimia, sehingga berisiko menurunkan kualitas produk akhir. Ketidaksesuaian komposisi dalam proses mixing juga dapat menghasilkan batch yang tidak memenuhi standar mutu internal, seperti parameter pengujian dengan standar uji kekerasan 55–58 Shore A dan karakteristik rheometer dengan nilai MH 5,5–11,5 dN.m, T10 20–31 detik, serta T90 50–78 detik.

Kompon yang tidak sesuai standar pengujian akan dikategorikan sebagai *reject*, meskipun belum melewati masa simpan maksimal 5 hari. Kompon *reject* yang tidak segera digunakan kembali akan disimpan dalam waktu lama hingga melewati masa simpan optimal dan menjadi kadaluarsa (Nambiathodi *et al.*, 2021). Hal ini menimbulkan permasalahan berupa fluktuasi mutu mixing, berpotensi nya menjadi limbah, serta peningkatan biaya produksi yang tinggi. Padahal, kompon *reject* yang belum divulkanisasi masih mengandung *filler* dan bahan aditif yang berpotensi dimanfaatkan kembali. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian untuk menentukan batas komposisi optimal kompon *reject* yang masih dapat digunakan tanpa menurunkan sifat mekanik produk secara signifikan.

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa ketiadaan standar baku dalam penggunaan kompon *reject* pada proses *mixing* di PT XYZ merupakan akar permasalahan yang memicu serangkaian konsekuensi, mulai dari fluktuasi (ketidakstabilan) mutu hasil *mixing*, semakin seringnya batch yang tidak memenuhi standar kualitas (menjadi kompon *reject*). Situasi ini tidak hanya berdampak pada rendahnya efisiensi penggunaan bahan baku, tetapi juga berpotensi menjadi limbah serta menimbulkan biaya produksi yang tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu kajian untuk menentukan komposisi optimal penggunaan kompon *reject* dalam proses *mixing*, sehingga dapat dijadikan acuan standar perusahaan guna menjamin mutu standar sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Tugas Akhir ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam mengatasi permasalahan tersebut, sekaligus mendukung peningkatan efisiensi produksi dan pemanfaatan bahan baku secara lebih optimal di lingkungan PT XYZ.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pemecahan masalah Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap hasil rheology dan sifat mekanik seperti kekuatan tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan pada kompon sidewall?
2. Bagaimana batas penggunaan kompon *reject* yang masih layak digunakan agar hasil rheology dan sifat mekanik tetap memenuhi standar mutu perusahaan?

C. Tujuan Tugas Akhir

Pemecahan masalah dalam Tugas Akhir ini bertujuan:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap hasil rheology dan sifat mekanik seperti kekuatan tarik, perpanjangan putus dan kekerasan pada kompon *sidewall*
2. Mengetahui batas penggunaan kompon *reject* yang masih aman dan layak digunakan berdasarkan hasil pengujian *rheology* dan sifat mekanik, serta masih sesuai dengan standar mutu perusahaan

D. Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah diuraikan, Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yang bernilai baik secara praktis maupun akademis. Manfaat tersebut meliputi aspek penerapan hasil penelitian di lingkungan industri, pengembangan kompetensi mahasiswa, serta kontribusi terhadap institusi pendidikan. Adapun manfaat secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan.

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan dalam menetapkan standar baku penggunaan kompon *reject*, sehingga mutu hasil *mixing* menjadi lebih konsisten, pemanfaatan bahan baku lebih optimal,

2. Bagi mahasiswa.

Sebagai pembelajaran untuk meningkatkan pengetahuan dan analisis pada pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik.

3. Bagi Akademik

Dapat menambah literatur dan referensi bagi mahasiswa atau peneliti yang tertarik untuk mengembangkan studi tentang daur ulang kompon karet dan peningkatan efisiensi produksi di industri karet.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karet

Karet adalah polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi kesusuan yang diperoleh dari getah tumbuhan, tetapi dapat juga diproduksi secara sintetis. Pohon karet atau *Hevea brasiliensis* merupakan sumber utama dari getah yang dihasilkan dengan cara melukai kulit pohon. Getah (*lateks*) tersebut dapat diolah menjadi lembaran karet (*sheet*), bongkahan, atau karet remah (*crumb rubber*) yang merupakan bahan baku industri karet (Purwanta *et al.*, 2008).

Kebutuhan akan produk olahan karet terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dunia (Vachlepi & Wijaya, 2013). Barang-barang yang memerlukan komponen dari karet antara lain adalah ban mobil, pembungkus kawat listrik, telepon, sepatu, dan alat-alat kedokteran. Beberapa peralatan rumah tangga yang menggunakan bahan baku karet seperti untuk sol sepatu, kursi, sekat, penahan getaran, pelapis kaca mobil, ban, dan *oil seals* (Hanifarianty & Fathurrohman, 2023).

Dalam industri karet, terdapat dua jenis karet yang paling umum digunakan sebagai bahan baku utama, yaitu karet alam (*natural rubber*) dan karet sintetis (*synthetic rubber*). Kedua jenis karet ini memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, sehingga sering dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan spesifikasi produk akhir. Pemahaman mengenai sifat masing-masing jenis karet menjadi penting untuk menentukan formulasi kompon

yang tepat guna memperoleh performa yang optimal pada produk karet yang dihasilkan. Berikut ini adalah penjelasan mengenai kedua jenis karet tersebut.

1. Karet alam

Karet alam (*natural rubber*) adalah *polimer isoprena* (C_5H_8) diperoleh dari penyadapan getah pohon *Hevea brasiliensis* yang menggumpal dan mengalami proses pengeringan. Metode yang umum digunakan untuk memperoleh karet dari *lateks* adalah koagulasi (penambahan asam seperti asam format). Karet alam secara umum mengandung beberapa senyawa kimia yang kompleks di dalamnya. Adapun kandungan senyawa kimianya yaitu karet, protein, *hidrokarbon*, *lipid polar*, *lipid netral*, *karbohidrat*, dan garam anorganik (Salomez *et al.*, 2014). Produk yang dibuat dari karet alam antara lain isolator alat masak, bahan pembuatan alas kaki, aksesoris olahraga, dan perlengkapan otomotif. Pada perlengkapan otomotif karet dapat digunakan sebagai ban, komponen peredam getaran, dan komponen penutup tangki seperti *rubber seal* (Yonmitra & Mulyadi, 2024). Selain itu, menurut Puspitasari (Puspitasari *et al.*, 2018) produk karet alam dapat diaplikasikan dalam sektor infrastruktur dan konstruksi antara lain karet sebagai bahan aditif untuk pembuatan aspal karet (*rubberized asphalt*), karet untuk bantalan dermaga (*dock fender*), karet bantalan untuk bangunan tahan gempa (*seismic bearing*), karet untuk bantalan rel kereta api (*rail pad*), dan karet bantalan untuk perletakan jembatan dan jalan layang (*elastomeric bearing pad*).

Karet alam tidak tahan terhadap minyak, asam pengoksidasi, dan akan mengembang jika terkena senyawa hidrokarbon aromatik, alifatik, dan hidrokarbon halogen (Fachry *et al.*, 2014). Namun, karet alam memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu daya elastis atau daya lenting yang sempurna, memiliki plastisitas yang baik, daya aus yang tinggi, tidak mudah panas, dan daya tahan tinggi terhadap keretakan (Omar *et al.*, 2025). Hal ini memberikan kemudahan pada proses produksi dan pemakaiannya, baik dalam bentuk karet atau kompon maupun dalam bentuk vulkanisat.

2. Karet Sintetis.

Karet sintetis merupakan karet yang sebagian besar dibuat dengan menggunakan bahan baku minyak bumi. Karet sintetis dengan bahan baku dari minyak bumi memiliki sifat yang tahan lama terhadap suhu tinggi, minyak, pengaruh udara dan bahkan ada yang kedap gas (Boon *et al.*, 2022). Salah satu jenis karet sintetis yang sering digunakan yakni karet *Styrene Butadiene Rubber* (selanjutnya disebut SBR).

Karet SBR adalah kopolimer dari *styrene* dan *butadiene*. SBR merupakan jenis karet sintetis yang tingkat konsumsinya paling banyak digunakan. 70% pengguna utama dari SBR adalah industri otomotif yang memproduksi ban. Kebanyakan SBR yang diproduksi dari emulsi (selanjutnya disebut E-SBR) mengandung 24% *styrene*. E SBR yang mengandung 40-46% *styrene* memiliki kualitas sifat yang lebih kaku. Polimerisasi emulsi dilakukan dalam dua macam kondisi yaitu panas (25-50°C) atau dingin (5-25°C). SBR yang di polemeriasasi dalam kondisi

dingin secara umum memiliki berat molekul yang lebih besar dan ikatan antar molekul yang lebih padat dibandingkan pada kondisi panas. Sehingga, memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik dan ketahanan aus serta kekuatan tarik yang lebih besar (Panda *et al.*, 2024). Jenis karet sintetis lain selain dari SBR yaitu, NBR yang merupakan kopolimer dari *acrylonitrile* dan *butadiene* dengan sifat khusus yang tahan terhadap pelarut non polar, minyak, dan pelumas mesin. Sifat NBR tergantung pada kadar *acrylonitrile* yang dimilikinya. Ketahanan terhadap pelarut non polar akan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan *acrylonitrile* (Murugan *et al.*, 2017).

B. Kompon

Kompon adalah campuran karet mentah dengan bahan kimia yang diproses pada temperatur, tekanan, dan waktu tertentu, untuk menghasilkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan. Karet alam adalah karet yang dibuat dari getah pohon karet (*hevea brasilia*). Proses selanjutnya adalah mastikasi karet alam supaya dapat diproses dengan lebih mudah kemudian dicampur pengisi seperti *black carbon*, *white carbon* atau *silica*, zat pewarna, *sulfur* dan dibentuk dengan memberikan beban, dan di vulkanisasi oleh reaksi penyilangan sambil dipanaskan (Suchat & Boonrasri, 2024).

Proses pencampuran kompon merupakan tahapan krusial dalam industri karet karena berperan dalam menentukan homogenitas campuran, kestabilan kimia, dan performa mekanik dari produk vulkanisat. Keberhasilan dalam proses ini sangat bergantung pada ketepatan formulasi, pemilihan bahan baku,

serta kendali proses seperti suhu, tekanan, dan waktu *mixing* (Hasan *et al.*, 2017).

Namun, dalam praktiknya, proses pencampuran sering menghadapi kendala teknis yang menyebabkan hasil kompon tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Ketidaksesuaian tersebut dapat disebabkan oleh variasi suhu, kesalahan takaran bahan, pencampuran yang tidak homogen, atau kegagalan dalam parameter mutu seperti hasil uji *rheometer* dan kekerasan awal. Kompon yang dihasilkan dari kondisi tersebut biasanya tidak langsung dibuang, melainkan disimpan terlebih dahulu. Akan tetapi, jika tidak segera digunakan, kompon tersebut akan melewati batas masa simpan yang diperbolehkan dan dinyatakan kadaluarsa. Dalam konteks inilah muncul istilah *kompon reject*, yaitu kompon hasil pencampuran yang tidak memenuhi standar mutu perusahaan, baik akibat cacat proses maupun karena melewati masa simpan.

Kompon *reject* adalah kompon hasil proses pencampuran (*mixing*) yang tidak memenuhi standar mutu perusahaan, sehingga tidak dapat langsung digunakan dalam proses produksi ban (Lestari & Hasan Junaidy, 2019). Berdasarkan penelitian di industri ban, khususnya yang terjadi di PT XYZ, terdapat dua klasifikasi utama penyebab kompon dinyatakan sebagai *reject*, yaitu:

1. Uji *Rheometer*

Uji *rheometer* digunakan untuk mengevaluasi karakteristik vulkanisasi (*cure characteristics*) dari kompon, termasuk parameter penting

seperti t_{90} (waktu vulkanisasi optimum) dan MH (*maximum torque*) yang menunjukkan tingkat ikatan silang. Apabila nilai t_{90} dan MH berada di luar batas yang ditetapkan perusahaan, maka kompon tersebut dikategorikan sebagai *reject* (Cifriadi *et al.*, 2025). Selain itu, kompon dapat dikategorikan sebagai *reject* apabila terjadi kontaminasi atau terdapat cacat proses selama tahap pencampuran. Upaya pemanfaatan kembali kompon *reject* ini diharapkan dapat mengurangi potensi timbulnya limbah padat, menekan biaya penggunaan bahan baku, serta mendukung keberlanjutan proses produksi di perusahaan (Kumar *et al.*, 2024).

2. Uji Kekerasan

Selain sifat vulkanisasi, perusahaan juga menetapkan standar mutu terkait kekerasan vulkanisat yang diukur menggunakan durometer Shore-A. Kekerasan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi mengindikasikan adanya ketidakseimbangan dalam jumlah penggunaan kompon *reject* (Ghorai *et al.*, 2019). Kompon dengan kekerasan di luar rentang standar langsung dikategorikan sebagai kompon *reject* karena berisiko menghasilkan produk akhir yang tidak memenuhi spesifikasi mekanik (El' Arisie, 2020).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kompon *reject* masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali dalam batas komposisi tertentu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Abraham *et al.*, 2011) menemukan bahwa penggunaan kompon *reject* hingga batas tertentu tidak secara signifikan menurunkan sifat tarik dan perpanjangan putus vulkanisat. Menurut (Ren *et al.*, 2023) bahwa pencampuran kompon *reject* dengan karet

alam dapat tetap mempertahankan sifat mekanik apabila proses pencampurannya dikontrol dengan baik.

C. **Bahan Aditif**

1. Bahan Pengisi (*Filler*)

Modifikasi untuk meningkatkan kekuatan mekanik kompon karet dilakukan dengan menambahkan bahan pengisi. Bahan pengisi pada matriks polimer mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kekuatan suatu bahan, salah satunya adalah meningkatkan sifat mekanik polimer. Perpaduan antara matriks polimer dan bahan pengisi membentuk suatu jaringan (*filler network*) interaksi antara permukaan karet yang kemudian menguat membentuk struktur kompleks. Penambahan bahan pengisi juga dianggap sebagai salah satu cara untuk mengurangi kerapuhan karet. Bahan pengisi yang umum digunakan pada produk karet jadi adalah silikon dioksida dan karbon hitam (Kim *et al.*, 2022).

2. Bahan Pemlastis (*Plasticizer*)

Penambahan bahan pemlastis dapat menurunkan viskositas karet sehingga karet menjadi lebih ulet dan memudahkan pencampuran bahan aditif ke dalam kompon karet. Produk pemlastis yang banyak digunakan untuk kompon karet berasal dari minyak bumi, seperti parafinik, naftenik, dan aromatik yang diperoleh dengan melakukan epoksidasi minyak nabati menggunakan metode *refluks* (Satwikanitya *et al.*, 2023).

3. Bahan Antioksidan

Bahan antioksidan adalah bahan aditif yang bertujuan memberikan perlindungan pada produk jadi karet terhadap kerusakan. Kerusakan bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor cahaya matahari yang dapat dicegah dengan penggunaan *paraffine wax*, faktor ozon dapat dicegah dengan penggunaan *Para-Phenylenediamines* (PPDs), dan faktor oksidasi dapat dicegah dengan penggunaan *Trimethyl dihydroquinoline* (TMQ).

4. Bahan penggiat (*Activator*)

Bahan penggiat pada karet berfungsi untuk meningkatkan kecepatan reaksi vulkanisasi berupa proses pembentukan ikatan silang antara molekul-molekul karet yang dijembatani oleh belerang. Oleh karena itu, vulkanisasi yang terjadi pada karet lebih efisien dan menghasilkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan (Saputra *et al.*, 2023).

5. Bahan Pncepat (*Accelerator*)

Bahan pncepat akan berfungsi pada proses vulkanisasi dengan meningkatkan laju reaksi antara molekul karet dan belerang yang nantinya membentuk ikatan silang. Penggunaan bahan pncepat dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik karet, seperti kekuatan tarik, elastisitas, serta tahan terhadap panas dan bahan kimia.

6. Bahan Pemvulkanisasi (Belerang)

Belerang merupakan komponen kunci dalam proses vulkanisasi karet, yaitu pembentuk reaksi kimia yang menghubungkan molekul-

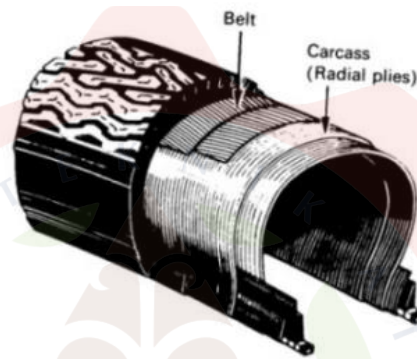
molekul karet untuk menghasilkan bahan yang lebih tahan lama dan fleksibel. Fungsi belerang pada karet adalah untuk menciptakan ikatan silang antar molekul karet, sehingga meningkatkan kekuatan dan elastisitas material. Jumlah yang digunakan dapat mempengaruhi sifat produk akhir, dengan jumlah belerang yang lebih banyak menghasilkan bahan yang lebih keras dan tahan lama.

D. Ban Luar

Ban luar adalah komponen paling luar dari ban yang bersentuhan langsung dengan permukaan jalan, berfungsi sebagai pelindung ban dari benturan dan tusukan serta memberikan kestabilan dan daya cengkram kendaraan terhadap permukaan jalan. Penelitian mengungkapkan bahwa ban merupakan bagian penting kendaraan yang menutupi velg roda, melindungi roda dari aus dan kerusakan, sekaligus meredam getaran akibat ketidakrataan permukaan jalan serta menjaga kestabilan kendaraan pada saat bergerak (Wazdi *et al.*, 2024). Komponen ban luar, yang sering disebut tread atau telapak ban, langsung berinteraksi dengan tanah sehingga harus tahan terhadap berbagai kondisi medan, mulai dari permukaan halus hingga kasar dan berlumpur pada ban *off-road*. Selain fungsi protektif, ban luar juga berperan dalam meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan kendaraan (Ufriandi, 2021). Sifat fisik ban luar seperti ketebalan dinding samping dan kaku-lentur ban juga memengaruhi performa ban saat digunakan, dimana ban radial umumnya memiliki dinding samping yang lebih lentur dan telapak yang lebih kaku dibandingkan ban bias .

1. Komponen Penyusun Struktur Ban Luar Radial

Ban radial merupakan jenis ban pneumatik yang memiliki konstruksi khusus dengan susunan benang *kord* (*ply cord*) yang tersusun secara melintang pada sudut 90 derajat terhadap pusat ban, berbeda dengan ban bias yang susunan kordnya bersilangan diagonal.



Gambar 2. 1 Konstruksi ban Radial Ply

Sumber: (Dahlan, 2019)

Struktur ini dilengkapi dengan sabuk baja (*steel belt*) yang terletak di bawah tapak ban (*tread*), berfungsi memperkuat dan menstabilkan tapak agar tetap rata saat bersentuhan dengan permukaan jalan (Dedy Krisbianto & Silalahi, 2023). Konstruksi unik ini memberikan ban radial sejumlah keunggulan seperti kestabilan tinggi saat kecepatan tinggi, daya cengkeram optimal, serta tingkat kenyamanan dan umur pakai lebih baik dibandingkan ban bias. Semua komponen ini terintegrasi membentuk sistem yang harmoni untuk mendukung performa kendaraan. Berikut adalah beberapa komponen penyusun ban luar radial (Wazdi *et al.*, 2024):



Gambar 2. 2 Komponen Penyusun Ban Radial

Sumber: (Ombro, 2024)

a. *Tread* (Telapak)

Tread merupakan bagian terluar dari ban yang secara langsung bersentuhan dengan permukaan jalan. Fungsinya sangat penting dalam menyediakan daya cengkeram yang optimal, baik pada kondisi jalan kering maupun basah, melalui pola alur (*pattern*) yang dirancang khusus. Selain itu, *tread* juga berfungsi melindungi struktur internal ban dari kerusakan akibat benturan, tusukan benda asing, dan abrasi yang terjadi selama penggunaan. Bagian ini juga berperan dalam menyalurkan tenaga dari mesin kendaraan ke permukaan jalan serta mendisipasi panas yang dihasilkan dari gesekan. Penelitian terkini dalam lima tahun terakhir seringkali berfokus pada pengembangan pola tapak ban dan komposisi materialnya untuk meningkatkan traksi, mengurangi hambatan gulir (*rolling resistance*), dan memperpanjang usia pakai ban.

b. *Sidewall* (Dinding Samping)

Sidewall adalah bagian ban yang terletak di antara telapak ban (*tread*) dan bead, membentuk sisi samping ban. Komponen ini terbuat dari lapisan karet tebal yang berfungsi sebagai pelindung utama bagi struktur *carcass* di dalamnya dari benturan samping, gesekan, dan paparan lingkungan seperti sinar UV yang dapat menyebabkan retakan. Kelenturan *sidewall* sangat berkontribusi pada kenyamanan berkendara karena mampu menyerap guncangan dan getaran dari permukaan jalan. Selain itu, dinding samping ini juga menjadi lokasi pencetakan berbagai informasi penting mengenai ban, seperti merek, ukuran, indeks beban, dan simbol kecepatan.

c. *Belt*

Belt adalah lapisan penguat yang ditempatkan di antara telapak ban (*tread*) dan *carcass*. Pada ban radial, belt umumnya terbuat dari beberapa lapisan kawat baja yang disusun menyilang secara diagonal mengelilingi lingkaran ban. Keberadaan *belt* ini sangat krusial untuk menjaga kekakuan dan stabilitas area tapak ban, sehingga distribusi tekanan ke permukaan jalan menjadi lebih merata. Hal ini secara signifikan meningkatkan daya cengkeram, stabilitas saat melaju pada kecepatan tinggi, dan performa menikung. Selain itu, *belt* juga memberikan perlindungan tambahan bagi *carcas* dari tusukan benda asing dan membantu mengurangi deformasi ban yang berlebihan, berkontribusi pada efisiensi bahan bakar.

d. *Casing*

Carcass, atau sering disebut casing, adalah kerangka dasar dan inti kekuatan dari ban radial. Komponen ini terdiri dari lapisan-lapisan benang kuat (biasanya terbuat dari serat *polyester* atau rayon) yang disusun secara radial, yaitu tegak lurus dari satu sisi *bead* ke sisi *bead* lainnya. Fungsi utama *carcas* adalah untuk menahan tekanan udara tinggi di dalam ban, menjaga bentuk ban, dan menopang seluruh beban kendaraan. Susunan benang radial ini memberikan kelenturan yang memungkinkan ban menyesuaikan diri dengan permukaan jalan, sekaligus berperan dalam meredam getaran untuk kenyamanan berkendara yang lebih baik.

e. *Inner Liner*

Inner liner adalah lapisan karet tipis dan kedap udara yang melapisi bagian paling dalam dari ban, berfungsi mirip dengan ban dalam pada sistem ban *tubless*. Terbuat dari material karet butil yang memiliki permeabilitas gas sangat rendah, *inner liner* secara efektif mencegah rembesan atau kebocoran udara dari dalam ban. Ini memastikan tekanan angin ban tetap stabil selama penggunaan, yang krusial untuk keamanan, performa, dan efisiensi bahan bakar kendaraan.

f. *Bead*

Bead merupakan struktur melingkar yang terletak di tepi dalam ban, terbuat dari rangkaian kawat baja yang sangat kuat dan dibungkus

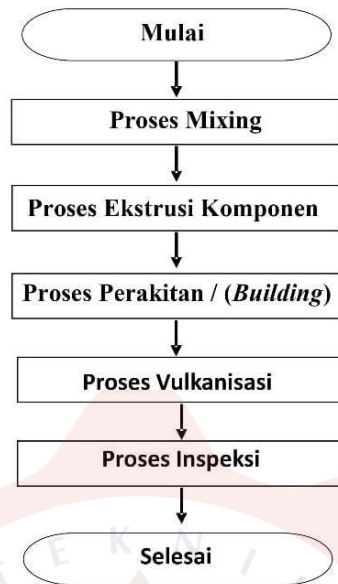
dengan lapisan karet keras. Fungsi utama *bead* adalah untuk mengikat dan mengunci ban secara erat pada pelek roda, memastikan ban terpasang dengan aman dan tidak slip saat beroperasi. *Bead* juga berperan vital dalam menyalurkan tenaga pengereman dan putaran mesin dari pelek ke permukaan jalan. Komponen pendukung *bead* meliputi *Bead Wire* (kawat baja utama), *Bead Filler* (karet keras berbentuk baja yang menstabilkan area *bead*), dan *Bead Chafer* (lapisan karet yang melindungi kawat *bead* dari keausan).

g. *Shoulder*

Shoulder pada ban adalah area transisi yang menonjol antara telapak ban (*tread*) dan dinding samping (*sidewall*). Bagian ini berperan penting dalam disipasi panas yang dihasilkan ban saat bergerak, membantu stabilitas ban saat menikung dengan memberikan cengkeraman lateral, serta mendukung struktur keseluruhan ban dalam transisi tekanan antara telapak dan dinding samping. Desainnya juga memengaruhi pola keausan ban.

2. Proses Pembuatan Ban Luar Radial

Proses produksi ban radial secara umum terbagi menjadi empat tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap perakitan bahan mentah, tahap vulkanisasi, dan tahap inspeksi (Astra Otoshop, 2024).



Gambar 2. 3 Diagram alir proses pembuatan ban

a. Tahap Pencampuran

Pada tahap ini, semua bahan dan komponen ban disiapkan terlebih dahulu. Proses dimulai dengan pencampuran karet alami dan sintetis bersama bahan kimia pendukung untuk membentuk compound.

b. Tahap Ekstrusi

Selanjutnya, dibuat pula lapisan *carcass* (*ply*) yang berfungsi sebagai kerangka ban, tapak ban (*tread*), lalu dinding samping (*sidewall*) yang digunakan untuk menopang *tread* dan informasi pada ban, serta *bead* yang berupa kawat baja berlapis karet sebagai pengikat ban pada *velg*.

c. Tahap Perakitan Ban Mentah (*Green Tire Building*)

Di fase ini, komponen-komponen yang telah diproduksi dirakit pada mesin pembuat ban. Setiap bagian disusun secara sistematis menurut

spesifikasi konstruksi ban radial hingga terbentuk ban mentah yang berbentuk silinder atau menyerupai bentuk ban yang siap digunakan.

d. Tahap Vulkanisasi (*Curing*)

Proses vulkanisasi dilakukan dengan memasukkan ban mentah ke dalam cetakan khusus. Ban kemudian dipanaskan dengan tekanan sekitar 24 kg/cm^2 pada suhu sekitar 182°C selama waktu tertentu. Proses ini membuat bahan karet menyatu secara kimiawi sekaligus membentuk pola tapak dan tanda pengenal pada sisi ban.

e. Tahap Inspeksi (*Inspection*)

Setelah vulkanisasi, ban menjalani pemeriksaan kualitas yang ketat. Inspeksi mencakup pengecekan visual, pengukuran dimensi, dan pengujian performa untuk memastikan ban memenuhi standar dan bebas dari cacat sebelum dikirim ke penyimpanan atau distribusi.

3. Prinsip Kerja Ban Luar Radial

Prinsip kerja ban radial didasarkan pada konstruksi lapisan benang yang disusun secara radial atau tegak lurus terhadap garis tengah ban, sehingga lapisan benang membentuk sudut sekitar 90° terhadap rotasi ban. Struktur ini membuat dinding samping ban lebih lentur, sementara tapak ban diperkuat dengan sabuk baja (*steel belt*) yang meningkatkan kekakuan dan kestabilan ban saat melaju (Ufriandi, 2021). Dengan konstruksi seperti ini, ban radial mampu mendistribusikan beban dan tekanan dengan lebih

merata, memberikan daya cengkram optimal, serta menahan tekanan samping dengan baik saat melewati tikungan. Fleksibilitas dinding samping ini juga memungkinkan ban untuk meredam getaran dengan lebih efektif, sehingga pengendaraan menjadi lebih nyaman dan stabil, terutama pada kecepatan tinggi. Selain itu, konstruksi ban radial mengurangi tahanan gulir dan keausan tidak merata, sehingga umur pakai ban lebih panjang dan efisiensi bahan bakar lebih baik (Isuzu Indonesia, 2025). Keseluruhan prinsip kerja ini menghasilkan ban yang memberikan performa tinggi, keamanan, kenyamanan, serta daya tahan yang lebih unggul dibandingkan ban bias.

4. Keunggulan dan Kekurangan Ban Luar Radial

Ban radial memiliki sejumlah keunggulan utama yang membuatnya banyak digunakan, terutama pada kendaraan penumpang. Keunggulan tersebut antara lain kenyamanan berkendara yang lebih baik karena cengkraman ban yang kuat pada permukaan jalan, menghasilkan pengalaman yang lebih halus dan minim getaran. Ban radial juga menawarkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik berkat hambatan gulir yang rendah, serta umur pakai yang lebih panjang karena tekanan ban merata di seluruh permukaan tapak sehingga mengurangi keausan. Selain itu, ban radial memberikan stabilitas dan penanganan yang lebih responsif pada kecepatan tinggi dan saat berbelok. Konstruksi ban radial yang menggunakan sabuk kawat baja juga

membuat tapak lebih kokoh dan mampu melepas panas dengan efektif, sehingga cocok untuk kecepatan tinggi (Herdianto, 2020).

Namun, ban radial juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satu kelemahan utamanya adalah biaya produksi dan harga jual yang lebih mahal dibandingkan ban bias. Selain itu, dinding samping ban radial cenderung lebih rentan terhadap kerusakan mekanis, seperti mudah mengalami robek atau benjol ketika terkena tekanan atau benda tajam, karena adanya rongga dalam struktur rangka kawat baja yang tersusun melintang. Ketahanan ban radial pada medan off-road juga kurang optimal dibandingkan ban bias, yang lebih kuat terhadap hantaman dan beban berat karena konstruksi serat nylon dengan pola diagonal (Mulyana, 2024).

Dengan demikian, ban radial unggul dalam kenyamanan, usia pakai, dan efisiensi untuk penggunaan jalan raya dan kecepatan tinggi, namun memiliki kendala pada harga dan ketahanan dinding samping terhadap tekanan mekanis atau kondisi medan berat. Keputusan memilih ban radial perlu mempertimbangkan kebutuhan penggunaan kendaraan, apakah lebih menekankan pada performa jalan raya atau ketangguhan di medan kasar.

E. Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik ialah pengujian untuk mengetahui sifat mekanik pada suatu material. Pengujian mekanik dilakukan untuk memastikan bahwa produk karet memenuhi persyaratan teknis serta memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Pengujian dilakukan berdasarkan standar atau peraturan

perusahaan, permintaan pasar dan standar pengujian yang berlaku saat ini. Pengujian mekanik sesuai standar dilakukan dengan mengacu pada Standar mutu vulkanisat jenis *sidewall* PT XYZ yaitu sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Standar Mutu Perusahaan

No	Uraian	Satuan	Syarat Mutu
1	Kekerasan (<i>hardness</i>)	Shore-A	55-58
2	Kuat tarik (<i>tensile strenght</i>)	N/mm ²	≥12
3	Perpanjangan putus (<i>elongation at break</i>)	%	≥810

Table 2. 1 menunjukkan mengenai syarat mutu dari PT XYZ yang harus dicapai suatu produk untuk dikomersialkan. Pengujian terdiri dari uji mekanik, yakni: (1) Uji kekerasan (*hardness*) yang dilaksanakan untuk mengetahui kekerasan karet vulkanisasi, dilakukan dengan kekuatan tertentu menggunakan alat Durometer Shore-A, (2) uji kuat tarik (*tensile strength*) melibatkan peregang sampel karet hingga pecah atau berubah bentuk secara permanen, dan mengukur jumlah gaya yang diperlukan untuk melakukannya. Uji kuat tarik sangat penting dalam menentukan beban maksimum yang dapat ditahan oleh bahan karet sebelum patah, sehingga memberikan wawasan tentang daya tahan dan kemampuannya dalam menahan tekanan, (3) uji perpanjangan putus (*elongation at break*) yaitu uji dengan persentase pertambahan panjang yang dicapai suatu bahan sebelum putus. Persentase yang lebih tinggi biasanya menunjukkan kualitas bahan yang lebih baik bila dikombinasikan dengan kekuatan tarik yang baik (Nasruddin *et al.*, 2023). Dalam Tugas Akhir ini,

penilaian kualitas vulkanisat karet mengacu pada standar mutu internal (standar pabrik) PT XYZ, dengan menggunakan parameter kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus sebagai indikator utamanya.



BAB III

MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN

Tugas Akhir ini merupakan penyelesaian masalah terkait pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik ban luar pada bagian *sidewall* untuk kendaraan alat berat yang diproduksi di PT XYZ. Selain memproduksi ban luar untuk kendaraan alat berat, PT XYZ juga memproduksi berbagai jenis ban luar lainnya, seperti ban luar untuk kendaraan penumpang dan kendaraan niaga, dengan variasi konstruksi bias maupun radial sesuai kebutuhan pasar.

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tugas Akhir dilakukan di PT. XYZ pada 11 November 2024-31 Juni 2025 dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Pengujian fisis Politeknik ATK Yogyakarta pada 10 Juni 2025 hingga 12 Juni 2025.

B. Materi Penelitian

Materi tugas akhir ini berupa pembuatan kompon *sidewall* ban luar dengan menambahkan sebagian kompon baru dengan formulasi masing-masing sesuai spesifikasi pabrik ke dalam kompon *reject* yang dimana sudah melewati masa simpan optimalnya sehingga sifat fisiknya menurun. Pengujian produk tersebut dilakukan menggunakan beberapa alat dan bahan. Peralatan yang digunakan antara lain mesin *two roll mill*, mesin *rheometer*, mesin UTM (*Universal Testing Machine*) model GF-C01/Merk *Gester*, dan alat uji kekerasan. Bahan yang digunakan adalah formulasi awal dari kompon baru dan kompon *reject sidewall* ban luar. Sampel dibuat dengan lima variasi jumlah berat yang berbeda, yaitu:

Tabel 3. 1 Formulasi Kompon Sidewall

Jenis nama material	Berat (kilogram)
<i>Natural Rubber (NR)</i>	98,45
<i>Synthetic rubber</i>	80,55
<i>Filler (GZ-12)</i>	26,85
<i>Filler (carbon black)</i>	98,45
<i>Processing oil</i>	12,53
<i>Activator</i>	6,265
<i>Activator</i>	3,580
<i>Tackifier resin</i>	3,580
<i>Antioxidant</i>	7,160
<i>Anti-aging agent</i>	1,790
<i>Ozone protector (wax)</i>	6,265
<i>Sulfur (vulcanizing agent)</i>	4,142
<i>Accelerator</i>	1,488
<i>Anti-scorch agent</i>	0,298
Total	478,64

Table 3.1 adalah formulasi dari kompon *sidewall* yang di gunakan oleh PT XYZ. Tabel berikut menunjukkan komposisi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kompon *sidewall* ban pada Tugas Akhir ini. Kompon tersebut terdiri dari *natural rubber* sebagai bahan utama untuk memberikan elastisitas, *synthetic rubber* (BR9000) untuk meningkatkan ketahanan aus dan fleksibilitas. GZ-12 dan *Carbon black* (N330) digunakan sebagai *filler* penguat, sementara *high aromatic oil* berfungsi sebagai *plasticizer* agar proses pencampuran lebih mudah dan kompon menjadi lebih lentur. Bahan tambahan lainnya meliputi *zinc oxide* dan asam *stearat* sebagai *aktivator* proses vulkanisasi bedanya *zinc oxide* untuk mempercepat reaksi antara sulfur dan karet lalu asam *stearat* sebagai aktifator tambahan dan

meningkatkan efektivitas ZnO, resin sebagai *tackifier* untuk meningkatkan daya lekat antar lapisan, serta kombinasi *antioxidant*, *anti-aging agent*, dan *wax* untuk melindungi kompon dari degradasi akibat panas, oksigen, dan ozon. Proses vulkanisasi dibantu oleh sulfur sebagai agen pembentuk ikatan silang, *accelerator* untuk mempercepat vulkanisasi, dan *anti-scorch agent* guna mencegah terjadinya vulkanisasi prematur selama proses mixing.

Tabel 3. 2 Tabel Variasi Jumlah Berat Kompon Reject

Jenis Sampel	Kompon Baru (gr)	Kompon <i>reject</i> (gr)
R0	200	0
R10	190	10
R20	180	20
R30	170	30
R40	160	40

Berdasarkan Tabel 3. 2, variasi campuran antara kompon baru dan kompon *reject* digunakan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik vulkanisat. Kompon *reject* yang digunakan merupakan hasil proses mixing yang tidak memenuhi standar mutu perusahaan, baik karena tidak lolos uji rheometer maupun uji kekerasan, sehingga tidak dapat langsung digunakan dalam proses produksi. Untuk keperluan penelitian ini, campuran diambil dalam lima jenis sampel, yaitu R0, R10, R20, R30, dan R40, dengan penamaan “R” merujuk pada penggunaan kompon *recycle (reject)*, dan angka 0 menunjukkan jumlah berat kompon *reject* yang digunakan dalam satuan gram.

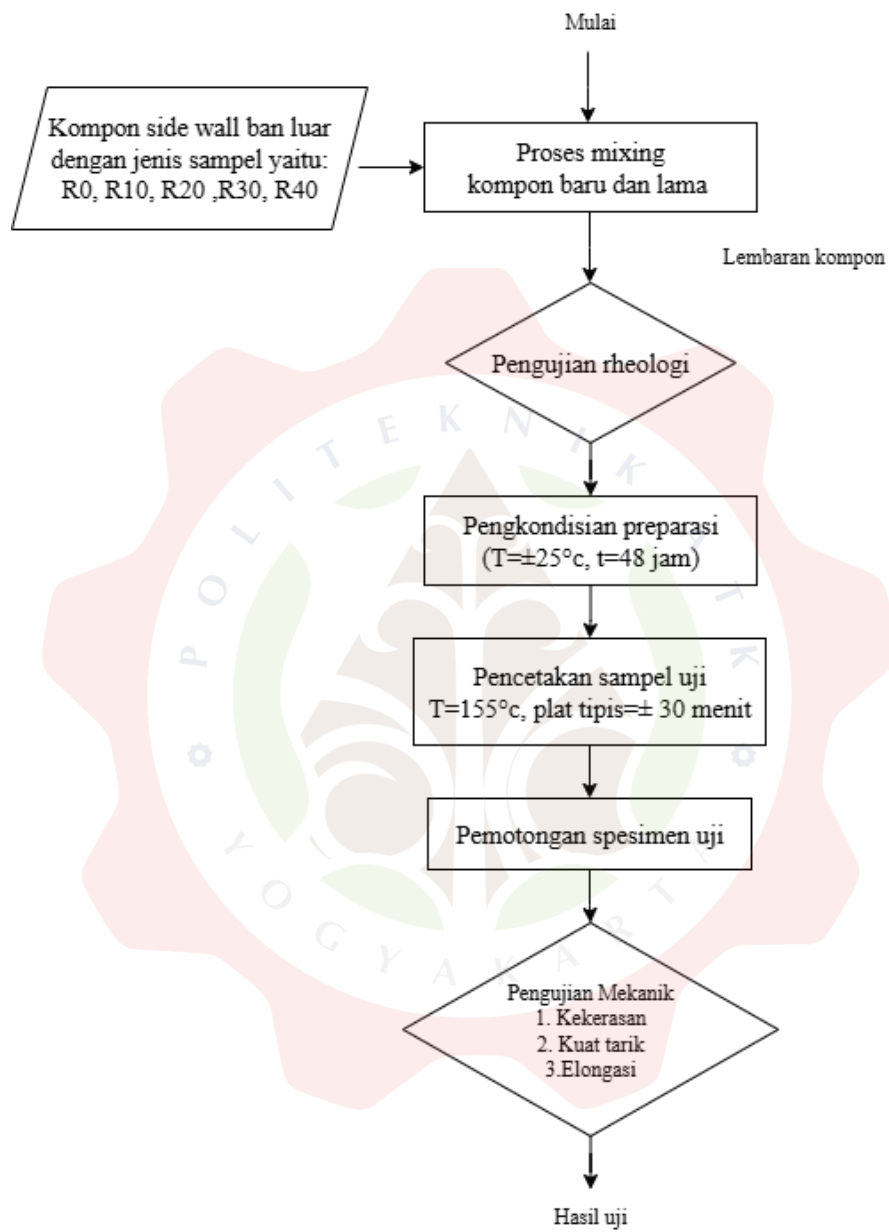
Pada sampel R0, seluruh campuran terdiri dari kompon baru dan digunakan sebagai sampel kontrol. Sedangkan pada sampel R10 hingga R40,

sebagian kompon baru digantikan oleh kompon *reject* sebanyak 10 gram, 20gram, 30gram, dan 40gram secara berturut-turut, sehingga total berat campuran pada masing-masing sampel tetap dipertahankan sebesar 200 gram. Dengan demikian, komposisi kompon baru dikurangi sesuai jumlah kompon *reject* yang ditambahkan, sehingga komposisi campuran bersifat proporsional dan tetap.

Penentuan variasi ini didasarkan pada pendekatan skala laboratorium yang disesuaikan dengan praktik pencampuran di industri. Metode ini dipilih untuk mensimulasikan skenario pengaruh kompon *reject* secara bertahap seperti yang mungkin terjadi di lapangan, serta mengevaluasi batas maksimal penggunaannya yang masih dapat diterima tanpa menurunkan standar mutu sifat mekanik yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Selain itu, penggunaan total berat campuran yang tetap memudahkan proses perbandingan antar sampel, sehingga pengaruh penggunaan kompon *reject* terhadap sifat mekanik seperti kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus dapat diamati secara lebih konsisten dan terukur.

C. Prosedur Kerja

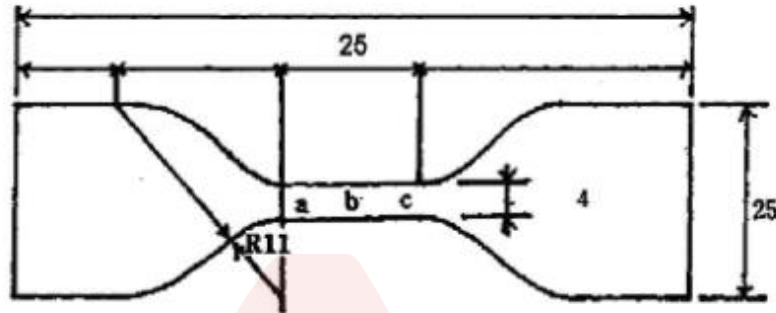
Secara garis besar, prosedur penyelesaian masalah dalam Tugas Akhir ini terdiri dari dua tahapan, yaitu pengujian *rheology*, dan pengujian mekanik menggunakan UTM. Diagram alir proses penyelesaian masalah dalam Tugas Akhir ini seperti ditampilkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penyelesaian Masalah Dalam Tugas Akhir

Gambar 3.1 ditunjukkan bahwa Tugas Akhir ini diawali dengan proses pencampuran kompon baru dan kompon *reject* dengan jenis sampel R0, R10, R20, R30, R40. Setelah proses *mixing*, kompon yang dihasilkan diuji menggunakan *rheology* untuk mengetahui karakteristik *curing*, kemudian dibentuk menjadi lembaran kompon. Lembaran tersebut selanjutnya dikondisikan pada suhu 25°C selama ± 48 jam agar sifat fisiknya stabil dan distribusi panas serta tekanan selama proses pencampuran merata. Setelah itu, dilakukan pencetakan sampel uji menggunakan cetakan plat tipis pada suhu dan waktu yang telah ditetapkan oleh perusahaan, karena perusahaan telah memiliki standar pencetakan vulkanisat sendiri yang dimana mereka telah melakukan uji coba dan sudah ditetapkan dengan suhu 155°C selama 30 menit dengan ukuran mold panjang x lebar 13 x 10,5cm dan tebal 2,5mm hingga kompon mencapai vulkanisasi sempurna. Setelah pencetakan, sampel dipotong sesuai standar spesimen uji, kemudian dilakukan pengujian mekanik yang meliputi uji kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus untuk memperoleh data hasil uji yang dianalisis pada tahap akhir penelitian.

Sampel karet dibentuk menjadi spesimen uji berbentuk dumbel, seperti yang digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Spesimen uji kekuatan Tarik dan perpanjangan putus

Selanjutnya, spesimen kompon karet dibersihkan menggunakan angin kompresor untuk menghilangkan kotoran, debu, atau zat asing lainnya yang dapat mempengaruhi hasil pengujian. Pengujian pada masing-masing spesimen kompon karet mencakup pengujian kekerasan, kekuatan Tarik dan perpanjangan putus. Pengujian kekerasan menggunakan alat durometer Shore-A lalu pengujian kekuatan tarik dan perpanjangan putus dilakukan menggunakan mesin UTM dengan menarik spesimen hingga putus, sesuai dengan prosedur standart perusahaan.

D. Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data menggunakan metode observasi, percobaan, dokumentasi serta studi pustaka. Percobaan dilakukan dengan menggunakan lima variasi sampel kompon. Pengujian terdiri dari kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan. Masing-masing sampel pengujian dilakukan sebanyak lima kali. Metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah ini sebagai berikut.

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengumpulkan data yang disertai dengan catatan dan diarahkan pada keadaan atau objek sasaran. Observasi dalam tugas akhir ini dilakukan dengan mengamati hasil mulai dari formulasi bahan, yang mencakup pemilihan jenis kompon baru yang sesuai standar, proporsi pencampuran, dan kompon *reject*, hingga proses pembuatan, pengkondisian sampel, dan hasil produksi.

2. Percobaan

Percobaan dilakukan dengan praktik langsung di Laboratorium *Mixing* PT XYZ untuk mengetahui pemecahan masalah terkait kompon *reject* yang telah melewati standar masa simpan dan mengalami penurunan kualitas fisik maupun sifat mekaniknya, seperti kekuatan tarik dan elastisitas, sehingga tidak lagi memenuhi spesifikasi produksi yang ditetapkan. Jenis kompon yang dipelajari adalah *sidewall* ban luar karena bagian ini memiliki peran penting dalam melindungi struktur ban dari kerusakan luar dan membutuhkan sifat mekanik yang baik agar performa ban tetap optimal. Percobaan dilakukan dengan membuat lima sampel kompon dengan variasi jumlah berat antara kompon baru dan kompon *reject* yang berbeda-beda, yaitu pada Tabel 3.2. Masing-masing sampel selanjutnya diuji sifat *rheology*, kekuatan tarik, perpanjangan putus, dan kekerasannya.

3. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, angka tertulis serta gambar dengan bentuk laporan dan informasi pendukung penelitian. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan dan kemudian memverifikasi informasi, seperti dokumentasi alat dan bahan, hasil percobaan serta hasil pengujian kuat tarik, perpanjangan putus, dan kekerasan.

4. Studi pustaka

Studi pustaka merupakan metode memperoleh data dengan cara pemahaman teori dari berbagai sumber terkait yang berkaitan dengan hasil Tugas Akhir. Data didapatkan dengan memeriksa dari berbagai sumber dan menyusun sumber terkait, contohnya seperti buku, jurnal dan riset-riset yang sudah pernah dilakukan. Teori pendukung yang dibutuhkan berupa: (1) Pemahaman mengenai bahan baku karet dan kompon *reject*, termasuk karakteristik fisis dan kimia yang mempengaruhi proses vulkanisasi serta sifat mekanik ban, (2) Pemahaman latar belakang permasalahan pada industri ban, khususnya terkait pemanfaatan kompon *reject* sebagai upaya efisiensi bahan baku dan mengurangi potensi limbah, (3) Pemahaman tentang metode pengujian sifat mekanik vulkanisat karet, seperti kuat tarik, perpanjangan putus, kekerasan, dan analisis *rheology*, yang menjadi dasar dalam mengevaluasi kualitas *sidewall* ban luar.