

TUGAS AKHIR

PENGARUH DOSIS KOMPON KADALUARSA TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPON DAN VULKANISAT BAN-DALAM DI PT. YZ



Disusun Oleh:

YUDHA AZZHARO
NIM. 2203015

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R I
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA
2025

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH DOSIS KOMPON KADALUARSA TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPON DAN VULKANISAT BAN DAN-DALAM
DI PT. YZ
Disusun Oleh :
YUDHA AZZHARO
NIM. 2201003
Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik
Pembimbing

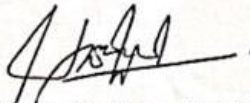


Andri Saputra, M.Eng.
NIP. 199301222020121002

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:

28 Juli 2025
TIM PENGUJI

Ketua Pengiji



Muh. Wahyu Sya'bani, S.T. M.Eng.
NIP.198206062008041003

Penguji I

Penguji II



Dr. Eng. Raden Bagus Seno Wulung, ST, MT.
NIP. 198001132003121001



Andri Saputra, M.Eng.
NIP. 199301222020121002

Yogyakarta, 28 Juli 2025
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H.
NIP. 198402262010121002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur senantiasa Penulis jatikan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya Tugas Akhir ini Penulis persembahkan kepada:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Sutrisno dan Ibu Sunarsih, yang sudah kebersamaian masa kecil Penulis sampai saat ini walaupun sekadar dalam benak Penulis, *in memory of my parents*.
2. Kepada seluruh keluarga besar Hj. Taryunah, Terkhusus kakak Penulis, Bagus Laksono, atas segala bentuk motivasi, materi, dukungan, dan do'a yang selalu mengiringi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Andri Saputra, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah sabar memimbing, memberikan masukan, dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Kepada pembimbing lapangan di PT. YZ, Bapak Dony Tyastono, Bapak Byan Christus Lee, dan Mr. Mike yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama pelaksanaan praktik kerja industri.
5. Kepada teman & sahabat seperjuangan Viola, Windi, Shelma, Imam, Eza, Cinta, Ludfy, Danang, Dina, Mufi, Anisa, Dafa, Andrian, Abdul, Andre, Ifwa, Danu, dan Ikhsan yang sudah memberikan pengalaman hidup baru bagi Penulis.
6. Kepada seluruh rekan kerja di PT. YZ atas bimbingan dan pendampingan selama menjalankan praktik kerja industri.
7. Kepada seluruh rekan BEM, Duta Kampus, dan TPKP Angkatan 2022 yang telah menemani, mendukung, dan menjadi bagian penting dalam perjalanan dari masa orientasi kampus hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Dosis Kompon Kadaluarsa Terhadap Karakteristik Vulkanisat dan Kompon Karet Ban-Dalam di PT. YZ.”**

Tugas Akhir ini disusun untuk mencapai gelar Ahli Madya Diploma III (D3) pada program studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari bimbingan berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H. selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta;
2. Yuli Suwarno, ST., M.Sc. selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta;
3. Dr. Wisnu Pambudi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik;
4. Andri Saputra, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir;
5. Dosen, Asisten Dosen, dan Staf Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta;
6. Pimpinan dan Staf karyawan di PT. YZ, Khususnya Donny Tystono dan Bryan Christus Lee selaku atasan Departemen Quality and Technology.

Penulisan Tugas Akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan di dalamnya. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Pembaca.

Yogyakarta, 17 Juli 2025



Yudha Azzharo

MOTTO

“Masa depan mu adalah hasil dari apa yang kamu lakukan sekarang”

“Tuhan itu segalanya, dan segalanya adalah Tuhan”

“From every wound, a new spell is born”
(Harry Potter - *Deathly Hallows*)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
MOTTO	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
INTISARI.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Tugas Akhir	3
D. Manfaat Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Karet.....	5
1. Karet Alam	6
2. Karet Sintetis.....	8
3. Karet Produksi Pada Ban-Dalam	9
B. Kompon Karet.....	12

C. Ban-dalam	14
BAB III MATERI DAN METODE	17
A. Lokasi dan Waktu	17
B. Materi Karya Akhir	17
C. Prosedur Kerja.....	18
1. Formulasi	19
2. Penimbangan dan Pencampuran	20
3. Pengujian Karakteristik Kompon Karet	21
4. Pencetakan Vulkanisat	22
5. Pengujian Vulkanisat	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Pengaruh Dosis Kompon Kadaluarsa Terhadap Karakteristik Kompon Ban- Dalam	24
B. Pengaruh Dosis Kompon Kadaluarsa Terhadap Karakteristik Vulkanisat Ban- Dalam	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Karakteristik Karet Alam dan Karet Sintetis.....	11
Tabel 2. Syarat Sifat Fisik SNI Ban-Dalam Kendaraan Bermotor	16
Tabel 3. Formulasi Bahan Pada Proses Pencampuran	18
Tabel 4. Hasil Uji t_{c10} dan t_{c90} Terhadap Kompon Karet	22
Tabel 5. Hasil Uji Karakteristik Kompon Produksi Ban-Dalam	24
Tabel 6. Hasil Uji Karakteristik Vulkanisat Ban-Dalam	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kimia karet alam.....	7
Gambar 2. Struktur kimia karet IIR	10
Gambar 3. Alur proses percobaan.....	19
Gambar 4. Alur proses pencampuran.....	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus	35
Lampiran 2 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus	36
Lampiran 3 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus	37
Lampiran 4 Blangko Konsultasi dan Bimbingan Tugas Akhir	38
Lampiran 5 Lembar Penilaian Prakerin	39
Lampiran 6 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan November – Desember	40
Lampiran 7 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan Desember - Januari	41
Lampiran 8 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan Januari – Februari	42
Lampiran 9 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan Februari - Maret	43
Lampiran 10 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan Maret - April	45
Lampiran 11 Lembar Kerja Harian Prakerin Bulan April - Mei	46

INTISARI

Kompon karet kadaluarsa merupakan limbah padat dari industri manufaktur yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara tepat. Meskipun demikian, kompon tersebut masih memiliki nilai guna dan dapat dimanfaatkan kembali dalam proses produksi ban-dalam sebagai upaya efisiensi bahan baku serta pengurangan limbah industri. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis kompon kadaluarsa terhadap karakteristik kompon dan vulkanisat ban dalam, serta menentukan batas optimal penggunaannya berdasarkan standar SNI 6700:2012. Kompon kadaluarsa dicampurkan dengan kompon segar pada berbagai dosis (0, 50, 100, 150, dan 200 phr), kemudian diuji sifat komponnya (viskositas *mooney*, dan torsi minimum) serta sifat vulkanisatnya (kekuatan tarik, perpanjangan putus, kekerasan, dan gravitasi spesifik). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel kontrol (0 phr) memiliki kekuatan tarik 7,401 N/mm² dan elongasi 640,06%, namun belum memenuhi syarat minimal SNI ($\geq 8,3$ MPa dan 650–750%). Sementara itu, sampel 150 phr menghasilkan kekuatan tarik 7,959 N/mm² dan elongasi 680,368%, yang mendekati kriteria teknis, dengan sifat kompon (viskositas dan torsi minimum) yang masih dapat diterima. Beberapa sampel lain seperti 50 phr dan 100 phr juga menunjukkan sifat elongasi dan kekerasan yang sesuai, meskipun kekuatan tariknya belum memenuhi standar. Dosis 150 phr dinilai sebagai batas optimal karena menunjukkan keseimbangan antara sifat mekanik vulkanisat dan karakteristik kompon yang masih stabil. Penelitian ini membuktikan bahwa kompon kadaluarsa masih dapat dimanfaatkan secara terbatas dalam formulasi ban dalam, asalkan proses pencampurannya homogen dan terkontrol.

Kata kunci: ban dalam, dosis kompon kadaluarsa, karakteristik kompon dan vulkanisat ban dalam, SNI 6700:2012.

ABSTRACT

Expired rubber compound is a solid waste generated by the manufacturing industry that poses environmental risks if not properly managed. Nevertheless, it still holds potential value and can be reutilized in inner tube production as a means of raw material efficiency and industrial waste reduction. This study aims to determine the effect of expired compound dosage on the characteristics of inner tube compounds and vulcanizates, as well as to identify the optimal usage limit based on SNI 6700:2012. Expired compounds were blended with fresh compounds in varying doses (0, 50, 100, 150, and 200 phr), and then tested for their compound properties (mooney viscosity, and minimum torque) and vulcanizate properties (tensile strength, elongation at break, hardness, and specific gravity). The control sample (0 phr) recorded a tensile strength of 7.401 N/mm² and an elongation of 640.06%, which did not meet the SNI minimum requirements (≥ 8.3 MPa and 650–750%). In contrast, the 150 phr sample achieved a tensile strength of 7.959 N/mm² and an elongation of 680.368%, approaching the technical criteria, with compound properties that remained acceptable. Other samples, such as 50 phr and 100 phr, also exhibited acceptable hardness and elongation, although their tensile strength was slightly below the standard. The 150 phr dosage was considered optimal as it demonstrated a good balance between mechanical performance and compound stability. This study confirms that expired rubber compound can still be utilized in limited quantities for inner tube formulations, provided that the mixing process ensures proper homogeneity and control.

Keywords: *compound and vulcanizate characteristics, expired compound dosage, inner tuber.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Efisiensi bahan baku dan pengelolaan limbah menjadi tantangan penting dalam industri manufaktur ban-dalam. Kenaikan harga bahan baku utama seperti karet alam dan sintetis serta tingginya ketergantungan pada impor mendorong industri untuk mencari alternatif yang lebih ekonomis. Salah satu alternatif tersebut adalah pemanfaatan limbah karet ban bekas (*expired rubber compound*), yaitu stok lama atau sisa produksi yang masih dapat diproses ulang. Setioningsih (2023) menyatakan bahwa limbah dari karet ban bekas sangat besar di Indonesia dan dapat menyebabkan masalah lingkungan jika tidak ditangani segera.

Dalam proses produksi ban-dalam di PT. YZ kompon kadaluarsa dari produksi yang dihasilkan mencapai $\pm 200 - 250$ kg per bulan. Limbah ini berasal dari sisa campuran yang tidak terpakai dalam *batch* produksi, maupun dari hasil penyimpanan yang melewati batas waktu teknis. Saat ini, kompon kadaluarsa belum dimanfaatkan kembali secara optimal. Sebagian besar hanya disimpan di gudang limbah dalam jangka waktu lama, dan akhirnya dibuang melalui mitra pengelola limbah industri. Praktik ini selain menimbulkan kerugian ekonomi, juga menghasilkan limbah padat yang berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Dengan demikian, muncul

kebutuhan untuk mengevaluasi potensi teknis dan ekonomis pemanfaatan kompon kadaluarsa ini agar dapat dimasukkan kembali ke dalam proses produksi.

Pemanfaatan kompon kadaluarsa dari limbah ban bekas telah banyak diteliti, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ajam *et al.* (2016) dimana penambahan reclaimed rubber hingga sebesar 20 % hingga 50 % dari total bahan karet masih mampu mempertahankan sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan kekerasan pada tingkat yang mendekati bahan virgin. Studi lainnya yang telah melakukan percobaan dengan bahan kadaluarsa dilakukan oleh Fazli (2020) yang mereview penggunaan *waste material* dalam termoplastik elastomer menunjukkan bahwa kualitas produk tetap stabil pada konsentrasi hingga dosis tertentu. Meskipun telah ada beberapa penelitian yang mengkaji daur ulang karet bekas, kajian yang secara spesifik meneliti pengaruh variasi dosis kompon kadaluarsa terhadap sifat mekanik ban-dalam dengan pendekatan praktik industri aktual masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, Penulis memilih topik ini sebagai fokus Tugas Akhir guna menjawab kebutuhan tersebut melalui pendekatan yang terukur dan terstandar. Pendekatan dalam percobaan ini merujuk pada metode yang mengedepankan sistematika, kuantifikasi data, serta kepatuhan terhadap standar mutu nasional yang berlaku, dalam hal ini merujuk pada SNI 6700:2012. Melalui metode tersebut, setiap parameter mekanik seperti kekuatan tarik, viskositas, dan karakteristik fungsional lainnya akan diukur menggunakan alat uji yang sesuai standar laboratorium, sehingga hasil yang diperoleh memiliki tingkat akurasi dan presisi tinggi. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya menjamin integritas ilmiah dari hasil penelitian, tetapi juga

memastikan bahwa rekomendasi penggunaan ulang material bekas dilakukan secara bertanggung jawab, efisien, dan tetap memenuhi aspek keselamatan, keberlanjutan, serta efektivitas biaya dalam industri manufaktur ban.

B. Rumusan Masalah

Pemecahan masalah pada Tugas Akhir ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh dosis kompon kadaluarsa terhadap karakteristik kompon ban-dalam (viskositas *mooney* & torsi minimum)?
2. Bagaimana pengaruh dosis kompon kadaluarsa terhadap karakteristik vulkanisat ban-dalam (kekuatan tarik, perpanjangan putus, kekerasan, dan gravitasi spesifik)?

C. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan pemecahan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dosis kompon kadaluarsa terhadap karakteristik kompon ban-dalam (viskositas *mooney* & torsi minimum).
2. Mengetahui pengaruh dosis kompon kadaluarsa terhadap karakteristik vulkanisat ban-dalam (kekuatan tarik, perpanjangan putus, kekerasan, dan gravitasi spesifik).

D. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi ilmiah kepada PT. YZ mengenai pengaruh variasi penambahan kompon kadaluarsa terhadap sifat mekanik ban-dalam, seperti kekuatan tarik, daya regang, dan kekerasan, berdasarkan metode uji standar SNI 6700:2012.

2. Memberikan alternatif solusi pada PT. YZ dalam pengelolaan limbah kompon secara lebih produktif dan ramah lingkungan.
3. Menjadi sumber referensi teknis untuk pengembangan kurikulum kampus Politeknik ATK Yogyakarta atau penelitian lanjutan dalam bidang teknik material dan polimer.
4. Meningkatkan wawasan mahasiswa terhadap pendekatan pemanfaatan ulang material industri dan analisis mutu berbasis standar nasional (SNI).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karet

Dalam industri manufaktur berbasis polimer, khususnya yang menggunakan material karet, pemahaman terhadap karakteristik bahan baku dan formulasi kompon karet menjadi hal yang sangat penting dalam menjamin mutu produk serta efisiensi proses produksi (Setyawan et al., 2020). Karet yang berasal dari alam dan sintetis, dikenal memiliki sifat elastisitas, ketahanan terhadap tekanan, dan fleksibilitas yang tinggi, hal ini menjadikannya bahan baku utama dalam berbagai aplikasi industri seperti otomotif, konstruksi, serta alat-alat kesehatan (Rizal et al., 2022). Namun, untuk memperoleh performa yang optimal pada penggunaan akhir, karet mentah harus melalui tahap formulasi menjadi kompon karet, yaitu campuran antara polimer karet dengan bahan tambahan seperti pengisi (*filler*), akselerator, antioksidan, minyak pelunak, dan zat vulkanisasi, yang disesuaikan dengan spesifikasi teknis dan fungsi dari produk yang dihasilkan (Formela, 2022).

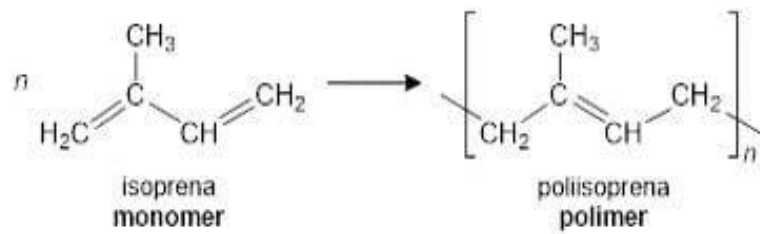
Karet sebagai komoditas industri strategis, memiliki peran vital dalam menunjang kebutuhan sehari-hari manusia, karena digunakan dalam produk-produk penting seperti ban kendaraan, pembungkus kabel listrik, sol sepatu, alat medis, kursi, selang, sekat, pelapis kaca mobil, oil seal, dan berbagai komponen lain yang membutuhkan sifat lentur dan tahan getaran (Putranto, 1981). Oleh karena itu, keberadaan industri karet memberikan kontribusi signifikan terhadap sektor transportasi, energi, dan manufaktur

modern. Secara umum, jenis karet dibedakan menjadi dua, yaitu karet alam (*natural rubber*/NR) dan karet sintetis (*synthetic rubber*/SR), yang masing-masing memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, serta keunggulan tersendiri dalam aplikasi tertentu (Setyawan et al., 2020).

1. Karet Alam

Karet alam merupakan salah satu polimer alami yang diperoleh dari tanaman *Hevea Brasiliensis*. Sejak ditemukannya proses vulkanisasi pada tahun 1839, bahan ini telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti pembuatan ban kendaraan, selang, alas kaki, perlengkapan rumah tangga, alat olahraga, keperluan militer, dan peralatan medis. Menurut Honggokusumo (2011), karet alam tersusun atas monomer isoprena (C_5H_8) yang terikat satu sama lain melalui ikatan 1,4 kepala ke ekor, membentuk rantai panjang poliisoprena $(C_5H_8)_n$, di mana n menyatakan derajat polimerisasi atau jumlah unit isoprena yang bergabung dalam struktur polimer.

Secara struktur, karet alam terdiri atas molekul *cis*-1,4-poliisoprena. Umumnya memiliki berat molekul dalam kisaran 10^4 hingga 10^7 , dengan indeks distribusi berat molekul antara 1,0 hingga 2,5. Rantai molekulnya yang fleksibel menjadikan karet alam memiliki sifat elastisitas yang sangat tinggi serta tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi. Struktur kimia dari isoprena (2-metil-1,3-butadiena) dan *cis*-1,4-poliisoprena dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kimia karet alam.
(Sumber: Koko, 2022)

Selain didukung oleh teori klasik, relevansi sifat mekanik dan termal karet alam juga telah dibuktikan melalui pendekatan simulasi molekuler terkini. Wang et al. (2022) menggunakan model molekuler *cis*-1,4 *polyisoprene* untuk menganalisis sifat termomekanik dan gaya gesekan dalam komposit karet yang diperkuat *graphene*, menunjukkan bahwa struktur molekul NR masih mampu menahan gaya eksternal dengan respons yang stabil. Penelitian lain oleh Sharma (2022) menegaskan bahwa simulasi dinamika molekuler terhadap karet alam murni memberikan hasil yang sangat mendekati performa aktualnya di dunia nyata. Hal ini menandakan bahwa sifat elastis dan kekuatan tarik karet alam sangat ditentukan oleh integritas struktur molekulnya, termasuk panjang rantai dan derajat pencabangan, serta kondisi pencampuran dan vulkanisasi. Dengan demikian, pemahaman mendalam terhadap struktur molekul karet alam sangat penting dalam merancang formulasi kompon ban-dalam, terutama saat mempertimbangkan penggunaan kembali bahan seperti kompon kadaluarsa. Untuk melihat keunggulann dan kekurangan dari jenis karet alam dan jenis karet terdapat pada tabel 1.1 perbandingan karakteristik karet alam dan karet sintetis.

2. Karet Sintetis

Karet sintetis mulai dikembangkan sebagai solusi atas keterbatasan suplai dan ketidakstabilan harga karet alam yang bergantung pada faktor geografis dan musim. Permintaan industri yang semakin meningkat terhadap bahan elastomer dengan sifat khusus seperti ketahanan terhadap panas, minyak, ozon, dan pelarut memperkuat urgensi pengembangan bahan alternatif ini. Sejak awal abad ke-20, upaya substitusi karet alam dengan karet sintetis telah dilakukan, khususnya untuk memenuhi kebutuhan sektor otomotif dan manufaktur (Li, 2016).

Saat ini, telah tersedia lebih dari 20 jenis karet sintetis yang mayoritas berupa kopolimer, yaitu polimer yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih jenis monomer untuk menghasilkan sifat fisik dan kimia tertentu. Salah satu karet sintetis pertama dan paling luas penggunaannya adalah *Styrene-Butadiene Rubber* (SBR), yang mulai diproduksi secara besar-besaran pada masa Perang Dunia II melalui program *General Purpose Synthetic Rubber* (GR-S). SBR dikenal memiliki karakteristik yang cukup mirip dengan karet alam, terutama dalam aspek ketahanan aus dan stabilitas dimensi pada suhu tinggi, sehingga sangat cocok untuk aplikasi pada produk ban.

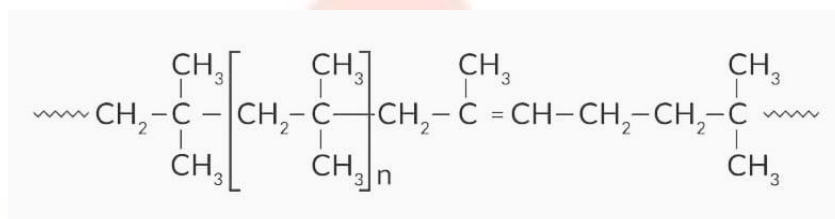
Proses produksi SBR dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yakni polimerisasi emulsi dan polimerisasi larutan. Teknologi polimerisasi larutan (*Solution-SBR*) memungkinkan kontrol struktur molekul secara lebih akurat, sehingga menghasilkan performa unggul dalam hal hambatan gulir rendah, traksi pada permukaan basah, dan ketahanan aus kualitas yang dibutuhkan dalam pengembangan ban hemat energi

(Sumitomo, 2004). Selain SBR, terdapat pula jenis karet sintetis lain seperti *acrylonitrile-butadiene rubber* (NBR) yang tahan terhadap minyak, *ethylene-propylene-diene monomer* (EPDM) yang unggul terhadap cuaca dan ozon, *butyl rubber* (IIR) dengan permeabilitas gas yang rendah, serta *chloroprene rubber* (CR) atau *Neoprene* yang dikenal tahan terhadap suhu tinggi dan pelarut kimia. Keunggulan sifat-sifat tersebut diperoleh melalui pengaturan komposisi monomer dan perbandingannya dalam proses sintesis. Sebagai contoh, peningkatan fraksi monomer stirena dalam SBR dapat meningkatkan kekakuan dan ketahanan aus, sementara kandungan butadiena memberikan fleksibilitas dan ketahanan terhadap suhu rendah (Li *et al*, 2016). Pada perkembangannya, teknologi penggabungan *solution*-SBR dengan filler silika semakin banyak dimanfaatkan dalam formulasi ban modern karena dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar tanpa mengurangi performa traksi. Oleh karena itu, pengembangan SBR sebagai karet sintetis menjadi elemen penting dalam inovasi ban ramah lingkungan dan berdaya guna tinggi (Zhou *et al.*, 2023).

3. Karet Produksi Pada Ban-Dalam

Dalam proses produksi ban dalam di PT.YZ, *Isobutylene-Isoprene Rubber* (IIR) digunakan sebagai bahan dasar utama dalam formulasi kompon karet. Pemilihan IIR didasarkan pada keunggulannya dalam menahan permeasi gas, yang memungkinkan tekanan udara dalam ban dalam tetap stabil dalam jangka waktu lama (Fan, 2019). *Butyl rubber* (IIR) adalah karet sintetis, berupa kopolimer dari isobutilena dengan sedikit isoprena.

Berdasarkan struktur ikatan yang hampir jenuh dan adanya gugus metil yang tersusun rapat dalam rantai polimernya, *butyl rubber* memiliki kemampuan menahan udara (*air retention*) serta ketahanan panas dan ozon yang sangat baik dibandingkan dengan berbagai jenis karet lainnya, termasuk karet alam (NR) dan *styrene-butadiene rubber* (SBR) (Sukhareva, 2023). Struktur kimia karet IIR terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia karet IIR.
(Sumber: Kulakowski, 2022)

Hal ini menjadikan IIR sebagai material ideal untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap kebocoran udara. Selain itu, struktur kimia IIR yang stabil juga memberikan daya tahan tinggi terhadap panas, ozon, dan oksidasi, dimana Sifat ini sangat penting dalam lingkungan kerja ban dalam yang mengalami tekanan dan deformasi termal secara berulang. IIR juga memiliki elastisitas tinggi dan fleksibilitas pada suhu rendah, yang membantu mencegah keretakan getas saat digunakan dalam suhu dingin (Fan, 2019). Pengembangan lebih lanjut melalui pencampuran dengan nanokatalis seperti *clay* telah terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan gas *barrier* dari IIR hingga sekitar 22% dibandingkan IIR murni (Liang, 2005). Untuk memahami keunggulan dan keterbatasan masing-masing jenis karet,

berikut ditampilkan perbandingan karakteristik karet alam dan karet sintetis pada Tabel

1.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Karet Alam dan Karet Sintetis

Sifat	Karet Alam	SBR	NBR	EPDM	IIR
Struktur Kimia	cis-1,4-Polyisoprene	Kopolimer styrene & butadiena	Kopolimer akrilonitril & butadiena	Kopolimer etilena, propilena, dan diena	Kopolimer isobutilena dengan sedikit isoprena
Elongasi putus (%)	600–800%	300–500%	200–300%	300–500%	400–600%
Kekuatan tarik (MPa)	15–25	15–20	10–20	10–15	8–12
Tahanan abrasi	Sangat baik	Baik	Baik	Cukup	Sedang
Tahanan panas	Sedang ($\pm 70^{\circ}\text{C}$)	Hingga 100°C	Hingga 110°C	Hingga 150°C	Cukup baik (hingga 120°C)
Tahanan minyak	Buruk	Buruk	Sangat baik	Buruk	Cukup baik
Tahanan cuaca/ozon	Buruk	Buruk–Sedang	Sedang	Sangat baik	Sangat baik
Ketahanan terhadap <i>aging</i>	Kurang	Baik	Baik	Sangat baik	Baik
Permeabilitas gas	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Sangat rendah (unggul)
Harga bahan baku	Fluktuatif	Stabil	Stabil	Stabil	Cukup mahal
Aplikasi umum	Ban, sarung tangan	Ban, sol sepatu	Selang, seal	Seal pintu, radiator	Ban dalam, selang vakum, liner tangki

B. Kompon Karet

Kompon karet adalah campuran kompleks yang terdiri dari karet alam atau sintetis, bahan pengisi, akselerator, antioksidan, dan zat vulkanisasi seperti sulfur. Dalam produksi ban-dalam, kompon ini dirancang untuk memiliki sifat fleksibilitas tinggi, tahan terhadap tekanan angin internal, dan tahan terhadap panas serta gesekan (Suharto, 2016). Penggunaan kompon kadaluarsa, meskipun tidak umum dalam praktik produksi utama, telah menjadi fokus penelitian karena limbah karet vulkanisasi diketahui masih memiliki potensi teknis yang dapat direkayasa ulang melalui perlakuan khusus tanpa menurunkan standar keamanan maupun performa produk (Wahyuni, 2023).

Kompon yang melewati batas waktu simpan umumnya diklasifikasikan sebagai *kompon kadaluarsa*, yaitu kompon yang telah mengalami perubahan sifat fisik dan/atau kimia akibat proses *aging* selama penyimpanan. Kriteria kompon kadaluarsa antara lain ditandai oleh perubahan warna, peningkatan viskositas *mooney*, penurunan plastisitas, serta menurunnya reaktivitas terhadap akselerator (Lingaraju, 2024). Kompon kadaluarsa umumnya tidak lagi digunakan dalam produksi primer karena penurunan mutu. Namun demikian, dalam konteks efisiensi sumber daya dan pengurangan limbah industri, terdapat potensi besar untuk memanfaatkan kompon kadaluarsa sebagai bahan baku sekunder. Jika kompon tersebut diformulasikan ulang secara tepat dan dicampur dengan komponen baru dalam dosis tertentu, masih dimungkinkan untuk menghasilkan produk ban-dalam dengan sifat mekanik yang sesuai standar teknis. Pendekatan ini tidak hanya dapat mengurangi biaya produksi, tetapi juga mendukung penerapan

prinsip industri berkelanjutan melalui pengurangan limbah padat dan pemanfaatan kembali material sisa (Suharto, 2016).

Dalam proses produksi ban dalam, kompon karet harus diformulasikan secara tepat agar memenuhi standar karakteristik teknis yang mendukung proses pencampuran, pencetakan, dan vulkanisasi. Salah satu parameter utama adalah viskositas *mooney* (MV), yang menggambarkan viskositas atau kekentalan kompon sebelum vulkanisasi. Nilai MV yang ideal menunjukkan kemudahan alir dan kestabilan proses pada suhu pengolahan. Menurut Hermawan (2019), kompon dengan viskositas *mooney* terlalu tinggi akan menyulitkan proses pencampuran dan pembentukan, sedangkan viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan deformasi pada produk akhir. Selain itu, torsi maksimum yang diperoleh dari uji *rheometer*, mencerminkan tingkat kekakuan akhir setelah vulkanisasi. Nilai torsi maksimum yang optimal menunjukkan pembentukan struktur ikatan silang (*crosslink*) yang kuat, yang penting untuk kekuatan dan daya tahan ban dalam terhadap tekanan dan deformasi (Formela, 2022).

Dua parameter penting lainnya adalah kekerasan dan gravitasi spesifik. Kekerasan yang diukur menggunakan skala *shore A*, memberikan informasi mengenai fleksibilitas dan kekakuan permukaan kompon. Nilai kekerasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ban dalam menjadi kaku dan mudah retak, sedangkan nilai yang terlalu rendah dapat menurunkan ketahanan terhadap beban (Setyawan et al, 2020). Pengujian kekerasan merupakan salah satu metode untuk menilai sejauh mana suatu material tahan terhadap penetrasi atau deformasi plastis ketika diberi gaya/tekanan tertentu. Pada material karet, termasuk ban dalam, kekerasan berperan penting dalam

menggambarkan tingkat kekakuan material serta kepadatan ikatan silang (*crosslink density*) yang terbentuk selama proses vulkanisasi (Hashim, 1997). Meskipun pengujian kekerasan tidak dicantumkan secara spesifik dalam SNI 6700:2012 sebagai parameter uji ban dalam, pengujian ini tetap relevan dan sering digunakan dalam praktik industri sebagai data pendukung evaluasi sifat fisik vulkanisat. Kekerasan dapat memberikan indikasi tambahan terhadap kestabilan dimensi, ketahanan terhadap deformasi, serta potensi performa jangka panjang dari produk karet saat digunakan di lapangan (Coran, 2003).

Gravitasi spesifik merupakan parameter penting yang menggambarkan kepadatan relatif dari kompon karet dan memberikan indikasi tidak langsung terhadap homogenitas dispersi bahan pengisi seperti karbon hitam, minyak, dan bahan tambahan lainnya dalam matriks polimer. Meskipun pengujian ini tidak tercantum secara eksplisit dalam SNI 6700:2012, pengujian gravitasi spesifik tetap dilakukan sebagai bagian dari pengendalian mutu internal untuk menjamin keseragaman formulasi bahan baku (Coran, 2003).

C. Ban-dalam

Ban-dalam (*inner tube*) merupakan salah satu komponen vital dalam sistem kendaraan bermotor, terutama kendaraan roda dua dan sepeda motor. Fungsinya adalah untuk mempertahankan tekanan udara di dalam ban luar, sehingga dapat menopang beban kendaraan dan menjaga kenyamanan dan kestabilan saat berkendara. Dalam

kondisi operasional, ban-dalam juga harus mampu menghadapi tekanan internal yang tinggi dan perubahan suhu selama pergerakan kendaraan (Vijayaram, 2009).

Material utama yang digunakan dalam produksi ban-dalam adalah karet, baik karet alam (NR – *Natural Rubber*) maupun karet sintetis seperti SBR (*Styrene-Butadiene Rubber*) atau karet butil (IIR - *Isobutylene Isoprene Rubber*). Pemilihan jenis karet tergantung pada kebutuhan spesifik seperti elastisitas, ketahanan terhadap panas, permeabilitas udara, dan biaya produksi. Karet butil sering digunakan karena memiliki sifat kedap udara yang sangat baik, sementara karet alam unggul dalam fleksibilitas dan ketahanan sobek (Mowbray, 2014). Dalam praktik industri, produksi ban-dalam melibatkan formulasi kompon karet yang kompleks. Formulasi ini menggabungkan berbagai bahan aditif seperti pengisi, akselerator, antioksidan, dan agen vulkanisasi. Kompon yang sudah tercampur memiliki umur simpan tertentu, setelah itu sifat-sifatnya mulai menurun akibat reaksi degradasi oksidatif, penguapan minyak, atau penggumpalan material.

Dengan demikian, memahami karakteristik ban-dalam, material penyusunnya, serta tantangan dalam pengelolaan kompon kadaluarsa menjadi penting dalam pengembangan teknologi manufaktur yang efisien dan ramah lingkungan. (Pramanik, 2022). Untuk menjamin mutu dan keamanan produk ban dalam, acuan teknis seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) menjadi rujukan utama dalam proses pengujian dan formulasi. SNI 6700:2012, yang merupakan revisi dari SNI 06-6700-2002, disusun agar mampu mengikuti perkembangan teknologi dan kebutuhan industri, serta selaras dengan standar internasional. Standar ini mencakup metode pengujian serta klasifikasi

ban dalam berdasarkan jenis bahan, yakni karet alam (kelas A) dan karet butil (kelas B) (BSN, 2012).

SNI mencakup ketentuan penting mengenai pengujian teknis, persyaratan mutu, serta penandaan produk. Setiap ban dalam wajib memenuhi persyaratan visual, yaitu bentuk dan ketebalan yang seragam serta bebas dari cacat seperti retak, goresan, atau cacat permukaan lainnya. Selain aspek tampak luar, SNI juga menetapkan bahwa ban dalam harus memenuhi syarat fisis dan mekanik, seperti kuat tarik yang cukup, perpanjangan putus (elongasi) yang tinggi, dan kedap udara yang baik. Pengujian terhadap sifat-sifat ini dilakukan untuk menjamin bahwa ban dalam mampu bertahan dalam tekanan tinggi, aman digunakan, dan memiliki performa yang stabil selama masa pakai. Syarat sifat fisik SNI ban-dalam kendaraan bermotor seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Sifat Fisik SNI 6700:2012 Ban-Dalam Kendaraan Bermotor

Jenis uji		Syarat Sifat Fisik	
		Kelas A : Karet alam	Kelas B : Karet butil
kuat tarik	Perpanjangan putus	Min. 500%	Min 450 %
	Kuat tarik badan	Min. 11,8 Mpa (120 kgf/cm ²)	Min. 8,3 Mpa (85kgf/cm)
	Kuat tarik sambungan	Min. 8,3 Mpa (85 kgf/cm ²)	Min. 3,4 Mpa (35 kgf/cm ²)
Uji kemuluran tetap		Maks. 25%	Maks. 35%
pengusangan	Penurunan kuat tarik	Maks. 10%	-

BAB III

MATERI DAN METODE

Tugas Akhir ini merupakan karya akhir penyelesaian masalah tentang identifikasi pengaruh dosis penambahan kompon kadaluarsa terhadap karakteristik kompon dan vulkanisat ban-dalam di PT. YZ.

A. Lokasi dan Waktu

Tugas Akhir dilaksanakan pada 15 Maret 2025 hingga 25 Juni 2025 yang terdiri dari proses komponding dan pencetakan spesimen uji di PT. YZ dan proses pengujian di Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Instrumentasi dan Polimer, Politeknik ATK Yogyakarta.

B. Materi Karya Akhir

Karya akhir ini menghasilkan produk berupa kompon karet untuk ban-dalam. Untuk mencapai performa yang optimal, percobaan kali ini menggunakan mesin sebagai berikut; mesin *two roll mill* Gotack GT-7014 asal Taiwan, *hydraulic hot press* GT-7010, penimbang otomatis *Sartorius* (Jerman) mesin uji viskositas *MonTech MV One* (Jerman), *moving die rheometer* (MDR) merk *MonTech MDR 3000*, uji kekerasan menggunakan *durometer shore A* dari *Mitutoyo* (Jepang), dan nilai spesifik gravitasi ditentukan menggunakan densimeter digital dari *Mettler Toledo* (Swiss). Mesin pengujian vulkanisat menggunakan mesin *unit testing machine* (UTM) dengan model

GF-C01/Merk *Gester*. Bahan dan formulasi yang digunakan pada percobaan kali ini terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan dan Formulasi Percobaan

Bahan	Formula si (1)	Formula si (2)	Formula si (4)	Formula si (6)	Formula si (7)
IIR1675	100	100	100	100	100
Asam sterarat	1	1	1	1	1
Antioxidant	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lilin mikrokristal	1	1	1	1	1
Resin petroleum	3	3	3	3	3
Zinc oxide	5	5	5	5	5
Carbon black 1	50	50	50	50	50
Carbon black 2	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
Naphthenic oil	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09
Anti Scorch Agent	61,17	61,17	61,17	61,17	61,17
Sulfur	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Accelerator 1	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Accelerator 2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Accelerator 3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Kompon kadaluarsa	0	50	100	150	200

C. Prosedur Kerja

Proses pembuatan kompon karet dalam karya akhir ini diawali dengan penimbangan bahan baku sesuai formulasi, kemudian dilanjutkan dengan pencampuran menggunakan mesin *two roll mill* pada suhu 90-112 °C hingga homogen. Setelah kompon terbentuk, bahan diuji menggunakan alat laboratorium untuk mendapatkan nilai karakteristik teknis, yaitu viskositas *mooney*, torsi maksimum, kekerasan dan gravitasi spesifik. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis untuk memastikan

kualitas kompon memenuhi standar teknis produksi ban dalam. Alur proses percobaan dalam Tugas Akhir ini ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur proses percobaan

1. Formulasi

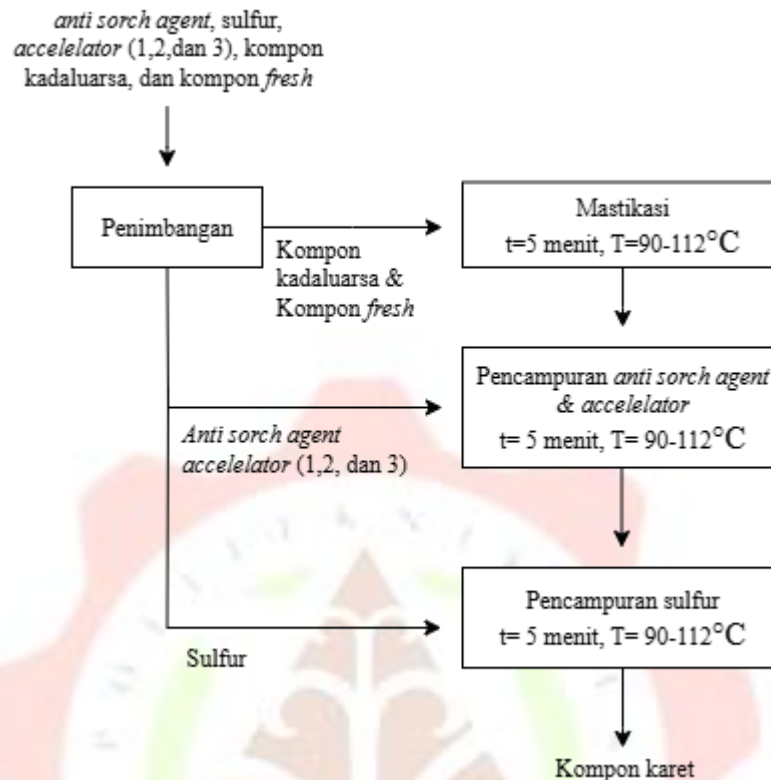
Untuk mengevaluasi pengaruh variasi bahan terhadap karakteristik dan mekanik kompon karet, dilakukan tujuh formulasi berbeda yang disusun berdasarkan perbandingan proporsi masing-masing bahan. Untuk mengetahui pengaruh variasi bahan terhadap karakteristik kompon karet dan vulkanisat ban-dalam, dilakukan penyusunan lima formulasi berdasarkan perbedaan dosis bahan kompon kadaluarsa, yaitu 0 phr, 50 phr, 100 phr, 150 phr, dan 200 phr. Seluruh formulasi menggunakan karet butil (IIR 1675) sebagai bahan dasar elastomer dengan komposisi tetap, sementara bahan tambahan lainnya seperti karbon hitam, parafin, minyak pelunak,

akselerator, antioksidan, dan sulfur dijaga konstan agar tidak memengaruhi hasil akhir. Formulasi percobaan ini ditunjukkan pada Tabel 3.

2. Penimbangan dan Pencampuran

Kompon baru dibuat dengan mencampurkan bahan IIR (karet), asam stearat, antioksidan, lilin mikrokristal, resin petroleum, ZnO (*zinc oxide*), *carbon black 1*, *carbon black 2*, dan *nepthanic oil*. Percobaan ini menggunakan kompon baru dan kompon kadaluarsa dengan proses penimbangan bahan dilakukan berdasarkan formulasi sebagaimana tercantum dalam Tabel 3. Setelah proses penimbangan selesai, seluruh bahan dimasukkan ke dalam mesin pencampur *two roll mill* (Gotech GT-7014). Waktu pencampuran dilakukan selama kurang lebih 15 menit mulai dari mastikasi sampai dengan penambahan sulfur, pada suhu yang dijaga stabil di kisaran 90–112°C. Urutan pencampuran dimulai dengan proses mastikasi, yaitu pencampuran antara kompon kadaluarsa dan kompon baru.

Setelah proses mastikasi selesai dan bahan-bahan tersebut tercampur merata, dilanjutkan dengan penambahan bahan aditif secara bertahap. Urutannya dimulai dari *anti-scorch agent*, kemudian *accelerator 1*, *accelerator 2*, dan *accelerator 3* secara berurutan. Tahap terakhir adalah penambahan sulfur sebagai *vulkanizing agent*, dan setelah semua bahan sudah terdispersi dengan baik dalam campuran. Alur proses pencampuran ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur proses pencampuran

3. Pengujian Karakteristik Kompon Karet

Sebelum proses pencetakan dan vulkanisasi, dilakukan serangkaian pengujian laboratorium terhadap kompon karet untuk memastikan bahwa sifat-sifat fisiknya sesuai dengan standar teknis dan stabil selama proses produksi. Pengujian pertama yang dilakukan adalah nilai viskositas *mooney* (MV) menggunakan *MonTech MV One* (Jerman), dengan berat sampel uji sebesar 25 gram. Selanjutnya, dilakukan pengujian torsi minimum menggunakan mesin yang sama dengan pengujian MV yaitu *MonTech MV one* (Jerman), dengan berat sampel uji sebesar 25 gram. Selanjutnya, penggunaan alat *Moving Die Rheometer* (MDR) untuk mengamati perilaku kompon selama proses

vulkanisasi. Dari hasil pengujian ini diperoleh parameter penting, yaitu *curing time* 90% (t_{c90}) untuk menentukan waktu proses pencetakan. Pengujian pada mesin MDR ini menggunakan sampel uji sebesar 5 gram, dan pengujian dilakukan sebanyak dua kali pada dua sampel yang berbeda, kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk memperoleh nilai pengujian yang lebih representatif.

4. Pencetakan Vulkanisat

Proses pencetakan kompon karet menjadi vulkanisat merupakan tahap penting dalam menghasilkan produk akhir yang memiliki sifat mekanik dan elastisitas sesuai dengan spesifikasi teknis. Dalam proses ini, digunakan suhu 150°C dan waktu vulkanisasi ditentukan berdasarkan parameter pengujian rheometer yang menghasilkan nilai t_{c90} . Dari nilai pengujian tersebut didapatkan waktu pencetakan masing masing sampel percobaan yang terdapat pada Tabel 4.

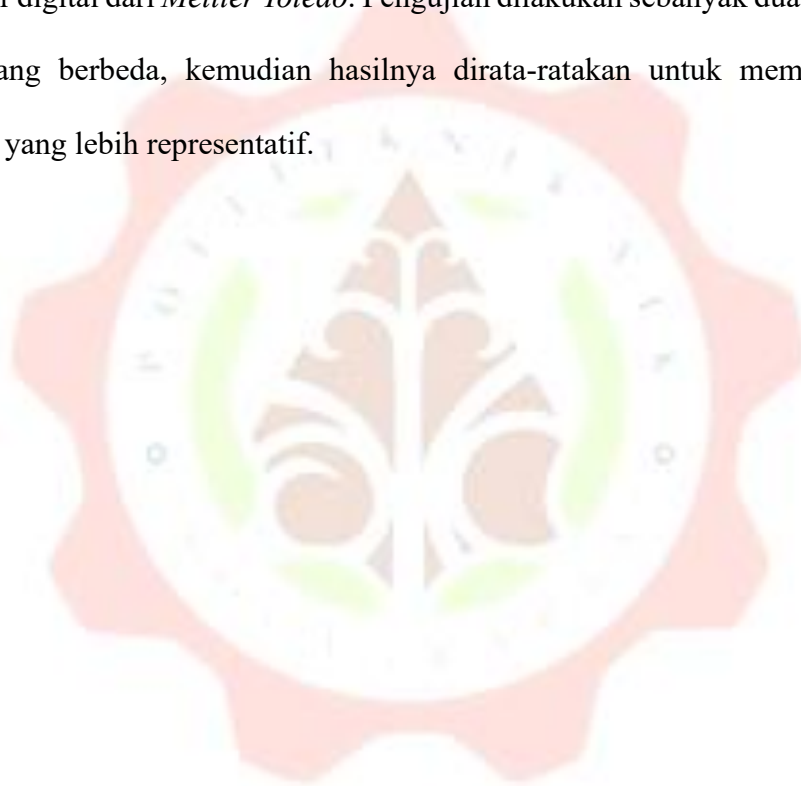
Tabel 4. Waktu Pencetakan Setiap Sampel Percobaan

Dosis (phr)	Nilai t_{c90}	Waktu pencetakan
0	259	4 menit 19 detik
50	226	3 menit 52 detik
100	238	3 menit 58 detik
150	258	4 menit 18 detik
200	318	5 menit 18 detik

5. Pengujian Vulkanisat

Setelah proses pencetakan dan vulkanisasi, vulkanisat dikarakterisasi kekuatan tarik dan perpanjangan putusnya dengan mengacu pada SNI 6700:2012. Setelah proses pencetakan dan vulkanisasi, vulkanisat dikarakterisasi kekuatan tarik dan perpanjangan

putusnya menggunakan UTM (*universal testing machine*) model GF-C01/Merk *Gester*. Sesuai SNI 6700:2012 yaitu dengan menarik spesimen berbentuk dumbbell pada kecepatan 500 mm/menit hingga putus, untuk kemudian dicatat gaya maksimum dan perubahan panjangnya, dan dilanjutkan pengujian kekerasan menggunakan alat durometer, selanjutnya dilakukan juga pengujian grafitasi spesifik (Sp. Gr) dengan densimeter digital dari *Mettler Toledo*. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali pada dua sampel yang berbeda, kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk memperoleh nilai pengujian yang lebih representatif.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Dosis Kompon Kadaluarsa Terhadap Karakteristik Kompon

Ban-Dalam

Karakteristik kompon diuji sesuai parameter yang ditetapkan oleh PT. YZ, yaitu viskositas *mooney*, dan torsi minimum. Penambahan kompon kadaluarsa dalam formulasi diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah industri, namun tetap mempertahankan atau mendekati karakteristik kompon standar dari PT. YZ. Karakteristik kompon pada berbagai dosis kompon kadaluarsa terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Kompon Pada Berbagai Dosis Kompon Kadaluarsa

Dosis kompon kadaluarsa (phr)	Viskositas money (MU)	Torsi minimum (dN.m)
0	60,0	1,5
50	52,5	1,6
100	47,0	1,5
150	47,5	1,6
200	53,0	1,8

Hasil uji viskositas Mooney pada Tabel 5. menunjukkan nilai yang tidak konsisten terhadap peningkatan dosis kompon kadaluarsa. Nilai viskositas menurun dari 60,0 MU (0 phr) menjadi 47,0 MU (100 phr), kemudian sedikit meningkat di 150 phr (47,5 MU) dan kembali naik di 200 phr (53,0 MU). Ketidakteraturan ini mengindikasikan adanya variabilitas dalam struktur internal kompon, yang dapat berasal dari ketidakseragaman pencampuran bahan kadaluarsa dengan bahan baru.

Menurut Stephen (2001), viskositas Mooney sangat sensitif terhadap tingkat pencampuran dan dispersi bahan penyusun. Ketidakhomogenan dalam pencampuran menyebabkan perbedaan lokal dalam plastisitas material, yang pada akhirnya menghasilkan pembacaan viskositas yang tidak stabil. Hal ini diperkuat oleh standar ASTM D1646 yang menegaskan bahwa nilai *mooney* akan valid dan stabil hanya apabila sampel bersifat homogen dan terkondisi dengan baik sebelum pengujian.

Torsi minimum (ML) menggambarkan kekakuan awal dari kompon sebelum proses vulkanisasi berlangsung. Nilai torsi minimum dari sampel 0 hingga 200 phr menunjukkan tren yang tidak stabil, yaitu 1,5–1,6–1,5–1,6–1,8 dN·m. *Trend* ini menunjukkan tidak adanya pola yang konsisten. Menurut Coran (2003), torsi minimum berkaitan langsung dengan viskositas awal dan sebaran bahan pengisi, sehingga perubahan kecil dalam homogenitas campuran dapat berdampak besar terhadap nilai yang dihasilkan. Ketidakhomogenan tersebut diduga kuat disebabkan oleh pencampuran kompon kadaluarsa dan kompon segar yang tidak merata. Sae-Oui et al. (2017) menegaskan bahwa aglomerasi *filler* akibat pencampuran yang tidak efisien akan meningkatkan kekakuan lokal dan menyebabkan nilai torsi yang bervariasi antar sampel.

Pada sampel 200 phr, peningkatan signifikan menjadi 1,8 dN·m dapat dihubungkan dengan dominasi kompon kadaluarsa yang menyebabkan ketidakhomogenan dalam campuran. Ketidakhomogenan ini menyebabkan distribusi bahan pengisi dan aditif yang tidak merata, sehingga meningkatkan kekakuan awal

pada pengujian. Ketidakhomogenan dalam komposisi *rubber compound* terutama pada distribusi *filler* seperti *carbon black* dan silika secara langsung memengaruhi modulus *young* dan kekuatan mekanik, karena area dengan konsentrasi *filler* tinggi menjadi lebih kaku (Bakošová *et al*, 2021).

Berdasarkan data pada Tabel 5. Hasil uji kekerasan menunjukkan ketidakteraturan. Pada dosis 0 phr (kontrol), nilai kekerasan berada di angka 59,0 *shore A*. Namun saat dosis kompon kadaluarsa ditingkatkan menjadi 50 phr, kekerasan justru menurun tajam menjadi 48,5 *shore A*. Pada dosis 100 phr, terjadi penurunan lebih lanjut hingga 47,0 *shore A*, kemudian naik kembali ke 58,0 *shore A* pada 150 phr, dan akhirnya menurun signifikan menjadi 43,0 *shore A* pada 200 phr. Ketidakstabilan ini mengindikasikan bahwa kompon tidak tercampur secara homogen, sehingga distribusi bahan aktif, seperti vulkanisasi agent dan *filler*, menjadi tidak merata pada campuran karet. Ketidakhomogenan struktur campuran berdampak pada pembentukan ikatan silang selama vulkanisasi, menurut Hayeemasae *et al.* (2021), jika bahan tidak dicampur secara merata, maka pembentukan *crosslink* tidak terjadi secara seragam di seluruh matriks karet. Ini menjelaskan mengapa pada dosis 150 phr nilai kekerasan justru meningkat kembali, yang merupakan akibat adanya konsentrasi bahan aktif yang tidak sengaja terfokus pada satu area selama proses *mixing*.

Berdasarkan Tabel 5. Hasil pengujian gravitasi spesifik menunjukkan pola yang tidak konsisten. Pada dosis 0 phr, nilainya sebesar 1,14 kg/cm³, sedikit turun menjadi 1,13 kg/cm³ pada 50 phr. Namun, pada 100 phr dan 200 phr, nilai mulai naik hingga

mencapai $1,80 \text{ kg/cm}^3$. Hal yang tidak biasa ditunjukkan pada dosis 150 phr, di mana nilai turun menjadi $1,10 \text{ kg/cm}^3$. Ketidakteraturan ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran kemungkinan tidak berlangsung secara homogen. Faktor seperti penyebaran bahan pengisi yang tidak merata dalam proses pencampuran bisa menjadi penyebab variasi ini. Menurut penelitian oleh Hassan *et al.* (2018), ketidakhomogenan sering terjadi jika proses pencampuran tidak cukup untuk mencapai dispersi yang optimal, terutama pada material dengan viskositas awal yang tinggi atau kandungan bahan kadaluarsa yang kompleks. Pola nilai gravitasi spesifik yang tidak stabil pada penelitian ini disebabkan oleh proses pencampuran yang belum sepenuhnya homogen, terutama pada dosis menengah seperti 50 dan 150 phr.

Berdasarkan data pada Tabel 5. penggunaan kompon kadaluarsa dengan dosis 50 hingga 100 phr masih menunjukkan karakteristik yang dapat diterima untuk diaplikasikan pada ban dalam, bahkan menunjukkan peningkatan dibandingkan sampel kontrol (0 phr). Nilai viskositas *mooney* pada sampel kontrol sebesar 46,5 MU, meningkat menjadi 52,5 MU pada 50 phr dan 47,0 MU pada 100 phr, yang mencerminkan kekentalan proses dan keterolahan yang masih dalam batas wajar. Nilai torsi minimum pun hanya sedikit berfluktuasi, dari $1,4 \text{ dN}\cdot\text{m}$ (kontrol) menjadi $1,6 \text{ dN}\cdot\text{m}$ (50 phr) dan $1,5 \text{ dN}\cdot\text{m}$ (100 phr), menunjukkan kekuatan awal elastomer yang relatif tetap.

B. Pengaruh Dosis Kompon Kadaluarsa Terhadap Karakteristik Vulkanisat

Ban-Dalam

Karakteristik vulkanisat diuji sesuai parameter yang ditetapkan oleh SNI dan perusahaan, yaitu kuat tarik, perpanjangan putus, kekerasan, dan grafitasi spesifik. Penambahan kompon kadaluarsa dalam formulasi diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah industri, namun tetap mempertahankan atau mendekati karakteristik vulkanisat standar dari SNI. Karakteristik vulkanisat ban-dalam seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Vulkanisat Pada Berbagai Dosis Kompon Kadaluarsa

Dosis	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Perpanjangan putus (%)	Kekerasan (<i>Shore A</i>)	Gravitasi spesifik(kg/cm)
0	7,401	640,060	59,0	1,14
50	7,565	674,411	48,5	1,13
100	6,279	691,715	47,0	1,18
150	7,959	680,368	58,0	1,10
200	4,767	953,539	43,0	1,80

Hasil pengujian pada Tabel 6. menunjukkan bahwa penambahan kompon kadaluarsa berdampak signifikan terhadap sifat mekanik vulkanisat, khususnya kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Sampel dengan dosis 50 phr dan 150 phr menunjukkan nilai kekuatan tarik yang relatif tinggi, masing-masing sebesar 7,565 N/mm² dan 7,959 N/mm². Kedua nilai ini melampaui kekuatan tarik kontrol (0 phr) sebesar 7,401 N/mm² dan mendekati atau memenuhi ambang minimal yang ditetapkan dalam SNI 6700:2012, yakni $\geq 8,3$ MPa. Walaupun secara teknis sedikit di bawah standar, peningkatan performa ini menunjukkan bahwa pada rentang dosis tersebut,

kompon kadaluarsa masih dapat terdispersi secara homogen dan berpartisipasi dalam proses vulkanisasi secara efektif.

Sebaliknya, penurunan kekuatan tarik drastis terlihat pada dosis 100 phr (6,279 N/mm²) dan 200 phr (4,767 N/mm²), menandakan ketidakterlibatan optimal kompon kadaluarsa dalam membentuk ikatan silang. Penurunan ini umumnya disebabkan oleh tingginya tingkat degradasi termal dan oksidatif pada material yang telah lama disimpan yang menyebabkan campuran tidak homogen. Menurut Hayeemasae *et al.* (2021), akumulasi kerusakan struktur kimia akibat penyimpanan menyebabkan menurunnya efektivitas vulkanisasi dan berujung pada lemahnya struktur vulkanisat.

Pada pengujian perpanjangan putus, nilai tertinggi dicapai pada dosis 200 phr, yaitu 953,539%. Nilai yang sangat tinggi ini justru mengindikasikan dominasi sifat plastis atau lunak, akibat ketidakseimbangan ikatan silang dalam matriks karet. Menurut Prasetya *et al.* (2023), elastisitas yang berlebihan tanpa diimbangi kekuatan tarik menunjukkan struktur vulkanisat yang tidak stabil, umumnya disebabkan oleh ketidakhomogenan bahan pencampur. Perlu dicatat bahwa rentang ideal elongasi putus untuk ban dalam berkisar antara 650–750% (SNI 6700:2012), yang dipenuhi oleh sampel 50 phr (674,411%), 100 phr (691,715%), dan 150 phr (680,368%).

Berdasarkan data pada Tabel 6. Hasil uji kekerasan menunjukkan ketidakteraturan. Pada dosis 0 phr (kontrol), nilai kekerasan berada di angka 59,0 *shore A*. Namun saat dosis kompon kadaluarsa ditingkatkan menjadi 50 phr, kekerasan justru menurun tajam menjadi 48,5 *shore A*. Pada dosis 100 phr, terjadi penurunan lebih lanjut hingga 47,0

shore A, kemudian naik kembali ke 58,0 *shore A* pada 150 phr, dan akhirnya menurun signifikan menjadi 43,0 *shore A* pada 200 phr. Ketidakstabilan ini mengindikasikan bahwa kompon tidak tercampur secara homogen, sehingga distribusi bahan aktif, seperti vulkanisasi agent dan *filler*, menjadi tidak merata pada campuran karet. ketidakhomogenan struktur campuran berdampak pada pembentukan ikatan silang selama vulkanisasi, menurut Hayeemasae *et al.* (2021), jika bahan tidak dicampur secara merata, maka pembentukan *crosslink* tidak terjadi secara seragam di seluruh matriks karet. Ini menjelaskan mengapa pada dosis 150 phr nilai kekerasan justru meningkat kembali, yang merupakan akibat adanya konsentrasi bahan aktif yang tidak sengaja terfokus pada satu area selama proses *mixing*.

Berdasarkan Tabel 6. Hasil pengujian gravitasi spesifik menunjukkan pola yang tidak konsisten. Pada dosis 0 phr, nilainya sebesar 1,14 kg/cm³, sedikit turun menjadi 1,13 kg/cm³ pada 50 phr. Namun, pada 100 phr dan 200 phr, nilai mulai naik hingga mencapai 1,80 kg/cm³. Hal yang tidak biasa ditunjukkan pada dosis 150 phr, di mana nilai turun menjadi 1,10 kg/cm³. Ketidakteraturan ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran kemungkinan tidak berlangsung secara homogen. Faktor seperti penyebaran bahan pengisi yang tidak merata dalam proses pencampuran bisa menjadi penyebab variasi ini. Menurut penelitian oleh Hassan *et al.* (2018), ketidakhomogenan sering terjadi jika proses pencampuran tidak cukup untuk mencapai dispersi yang optimal, terutama pada material dengan viskositas awal yang tinggi atau kandungan bahan kadaluarsa yang kompleks. Pola nilai gravitasi spesifik yang tidak stabil pada

penelitian ini disebabkan oleh proses pencampuran yang belum sepenuhnya homogen, terutama pada dosis menengah seperti 50 dan 150 phr.

Dengan mempertimbangkan kedua parameter tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampel 150 phr merupakan variasi dosis yang paling optimal, karena menunjukkan kekuatan tarik yang tinggi (7,959 N/mm²) dan perpanjangan putus dalam kisaran ideal (680,368%). Dan pada nilai kekerasan meningkat dari 43 *shore* A (kontrol) menjadi 47–48 *shore* A, yang masih sesuai untuk aplikasi ban dalam, serta menunjukkan bahwa tambahan kompon kadaluarsa belum menyebabkan pengerasan berlebih. Sementara itu, gravitasi spesifik juga hanya naik sedikit dari 1,13 kg/cm³ menjadi 1,15–1,18 kg/cm³, menandakan peningkatan kandungan *filler* namun tetap dalam kisaran densitas standar. Hasil ini diperkuat oleh temuan Yamada *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa penyebaran filler yang baik serta aging ringan tidak selalu menurunkan kualitas vulkanisat, terutama jika proses pencampuran dilakukan dengan homogen. Hal ini mencerminkan pencampuran yang relatif homogen, keseimbangan antara kekuatan dan elastisitas, serta masih efektifnya kompon kadaluarsa untuk digunakan dalam formulasi ban dalam secara terbatas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dalam Tugas Akhir ini, maka disimpulkan bahwa:

1. Penambahan dosis kompon kadaluarsa hingga 150 phr menyebabkan peningkatan viskositas *mooney*, torsi minimum, dibandingkan dengan sampel kontrol. Namun, penambahan lebih lanjut hingga 200 phr menunjukkan tren nilai viskositas *mooney* dan torsi minimum yang menurun akibat pencampuran yang tidak homogen.
2. Penambahan kompon kadaluarsa hingga 150 phr juga meningkatkan kekuatan tarik, elongasi, kekerasan dan grafitasi spesifik dari vulkanisat. Sampel dengan dosis 150 phr menunjukkan performa terbaik dengan kekuatan tarik sebesar 7,959 N/mm² dan elongasi sebesar 680,368%, yang mendekati standar. Namun, penambahan hingga 200 phr menyebabkan penurunan tajam pada kedua parameter tersebut, yang mengindikasikan kegagalan proses vulkanisasi akibat elastisitas yang berlebihan dan lemahnya struktur ikatan silang.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh dari hasil penelitian, penulis menyadari bahwa masih terdapat ruang pengembangan lebih lanjut terhadap topik ini. Berikut beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya maupun untuk penerapan di bidang industri yang relevan:

1. Untuk hasil pencampuran yang lebih homogen, sebaiknya waktu mastikasi dan proses mixing diatur lebih teliti, terutama saat menggunakan kompon kadaluarsa dalam jumlah tinggi.
2. Penggunaan kompon kadaluarsa sebaiknya dibatasi maksimal pada dosis 150 phr, karena di atas angka tersebut, hasil uji mekanik mulai menunjukkan penurunan kualitas yang signifikan.
3. Perlu dilakukan pengujian tambahan seperti uji ketahanan sobek, penuaan panas, atau *scanning electron microscopy* (SEM) agar pengaruh struktur mikro terhadap sifat mekanik dapat diketahui lebih jelas.

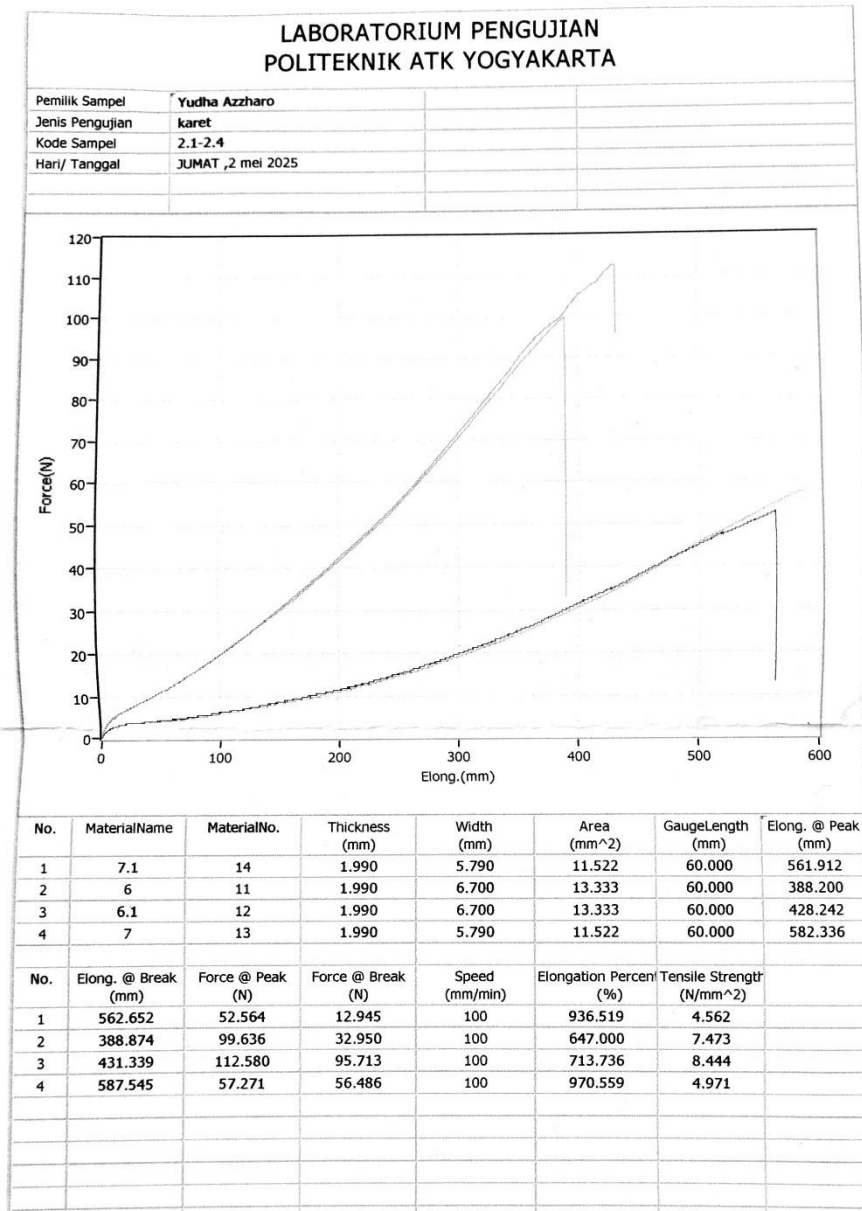
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. *SNI 06-6700-2012: Ban dan Tabung Dalam – Persyaratan Fisik dan Metode Uji*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Bakošová, M., Kadlec, P., Vargová, M., & Hrdlička, M. 2021. *Effect of Carbon Black Dispersion on the Mechanical Properties of Rubber Compounds*. *Manufacturing Technology*, 21(3), 260–265.
- Bartosz Kulakowski. 2022. Supplier of industrial fittings and hoses, *Butyl Rubber (IIR) Rubber – Definition, Production, Properties, Applications*.
- Coran, A.Y. 2003. *Vulcanization*. In: Mark, J.E. et al. (eds.) *Science and Technology of Rubber*. 3rd ed. Academic Press.
- Coran, A.Y. 2005. *Mixing and Vulcanization*. In: Bhowmick, A.K. & Stephens, H.L. (eds.) *Handbook of Elastomers*. 2nd ed. CRC Press.
- Hayeemasae, N., Tuankruea, T., dan Sombatsompop, N. 2021. Effect of Storage Time on Properties of Pre-Compounded Natural Rubber and Mechanical Performance of Final Products. *Materials Today: Proceedings*, 48: 1205–1210.
- Honggokusumo. 1993. *Pengantar Teknologi Karet*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Barang dan Bahan Teknik, Jakarta.
- Ismail, H., Supri, A.G., dan Rozman, H.D. 2002. Effect of Mastication on Curing Characteristics and Mechanical Properties of Natural Rubber Filled with Silica. *Polymer Testing*, 21(2): 139–144.
- Lingaraju, M.P., Bindu, R.H., dan Murali, G. 2024. Recycling and Reuse of Aged Rubber Compounds: A Sustainable Strategy. *Journal of Elastomer Technology*, 18(1): 23–31.
- Novirman, Koko. 2020. *Analisa Mutu Bahan Olah Karet (Bokar) Dengan Koagulan Asap Cair Kayu Pelawan (Tristaniopsis Merguensis)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.

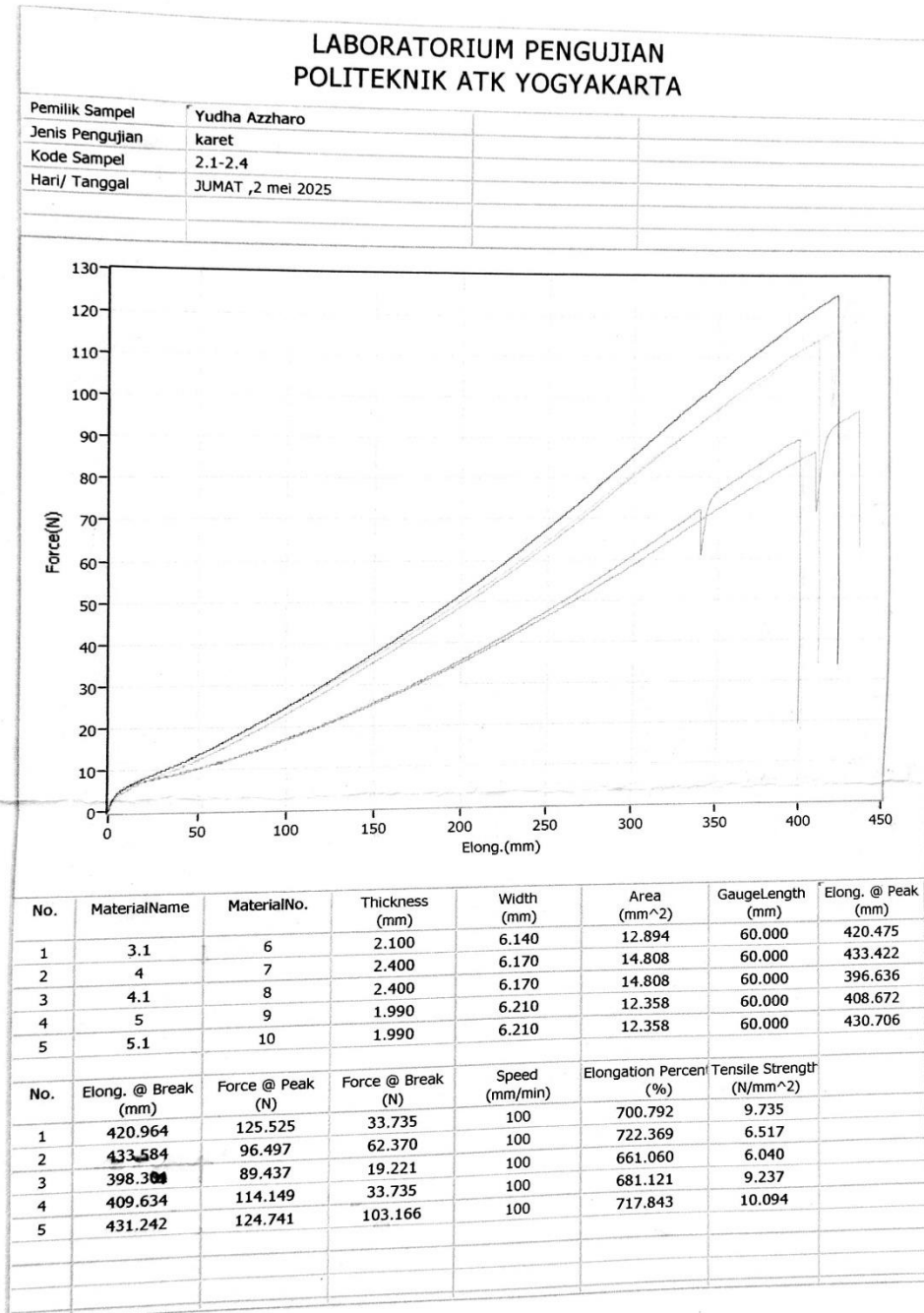
- Prasetya, H.A., et al. 2023. The Role of Compound Dispersion Quality on Rubber Mechanical Properties. *Journal of Elastomeric Materials and Processing*, 9(2): 45–52.
- Prayitno. 1990. Pemanfaatan Karet Reklam dalam Kompon Karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 6(1): 22–28.
- Raditya, Y. 2024. Analisis Pengaruh Komposisi Karet Reklam terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat. *Jurnal Teknik Polimer*, 11(1): 55–64.
- Suharto, E. 2016. Strategi Pemanfaatan Limbah Padat Industri dalam Pengembangan Produksi Berkelanjutan. *Jurnal Rekayasa Industri*, 10(2): 97–104.
- Yamada, Y., Kasahara, Y., & Seki, T. 2022. Development of Sustainable Rubber Composites with Enhanced Dispersion and Mechanical Properties. *Functional Composite Materials*, 3(1): 12–22.
- Yuniari, N., Nugroho, D., dan Junaedi, R. 2016. Aging Characteristics of EPDM/NR Blends and Their Effect on Curing and Mechanical Behavior. *Indonesian Journal of Polymer Science*, 5(2): 101–110.

LAMPIRAN

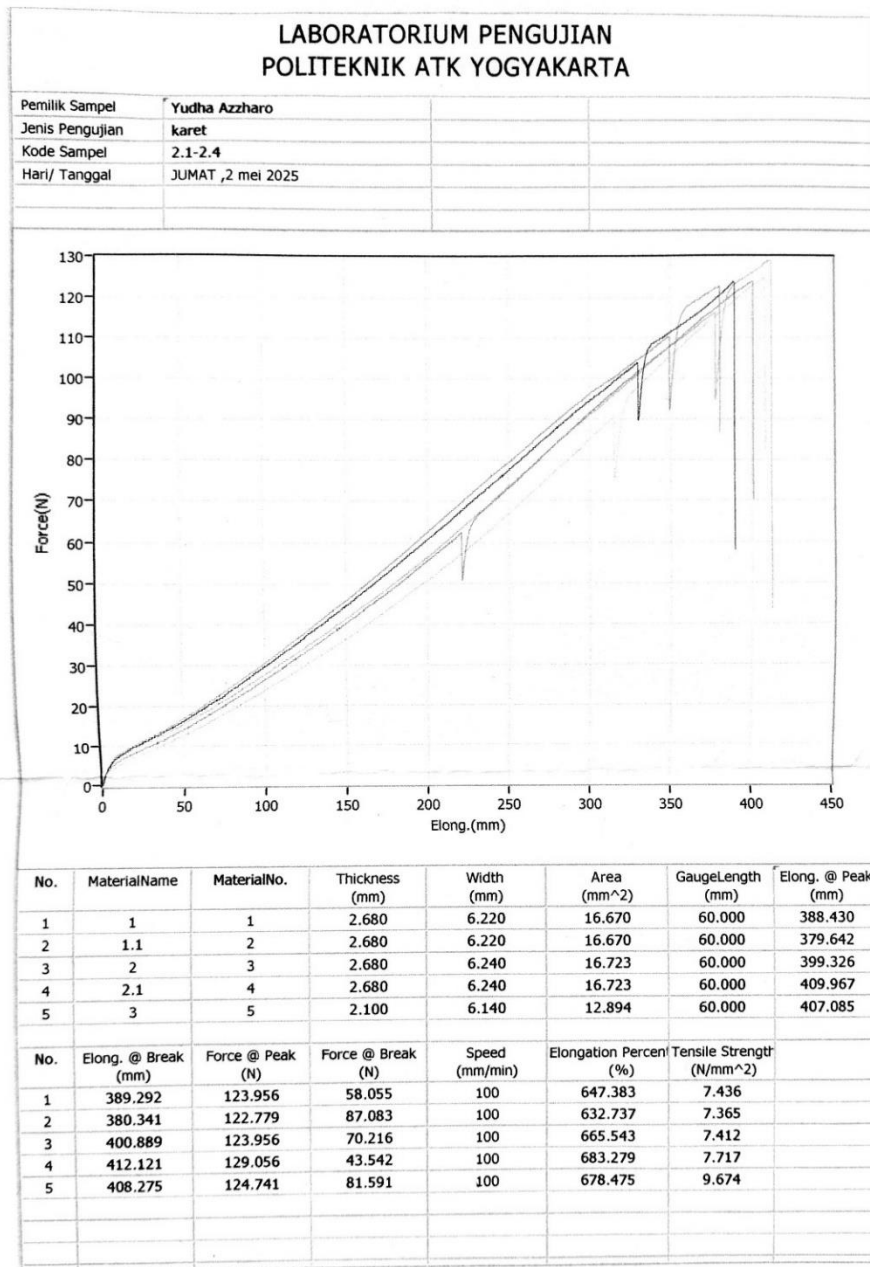
Lampiran 1 Grafik hasil uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus



Lampiran 2 Grafik hasil uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus



Lampiran 3 Grafik hasil uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus



Lampiran 4 Blangko Konsultasi dan Bimbingan Tugas Akhir

BLANKO KONSULTASI TUGAS AKHIR
MAHASISWA POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA

Nama Mahasiswa : Yudha Azzharo
No Mahasiswa : 2203015
Jurusan : (TPKP) Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

No	Tanggal	Materi konsultasi	Paraf Pembimbing
1	14 Februari 2025	Merencanakan judul tugas akhir	
2	5 Februari 2025	Merencanakan judul tugas akhir	
3	14 Februari 2025	Pembahasan rencana problem solving	
4	24 Februari 2025	Pembahasan rencana problem solving	
5	2 Maret 2025	Pembahasan batasan permasalahan	
6	5 Maret 2025	Pembahasan batasan permasalahan	
7	11 Maret 2025	Konsultasi dan revisi BAB III	
8	19 Maret 2025	Konsultasi dan revisi BAB III	
9	28 Maret 2025	Konsultasi dan revisi BAB III	
10	30 Maret 2025	Konsultasi dan revisi BAB I & 2	
11	7 April 2025	Konsultasi dan revisi BAB I & 2	
12	21 April 2025	Konsultasi dan revisi BAB I & 2	
13	3 Mei 2025	Pembahasan hasil pengujian percobaan	
14	17 Mei 2025	Pembahasan hasil pengujian percobaan	
15	24 Juni 2025	Konsultasi dan revisi BAB IV	
16	8 Juli 2025	Konsultasi & revisi BAB I, II, III, IV, V	
17	17 Juli 2025	Finialisasi naskah dan pembahasan PPT	

Mengetahui,
Ketua Jurusan TPKP

Pembimbing tugas akhir

Wisnu Pambudi M.Sc.
NIP.198701272018011001

Andri Saputra M.Eng
NIP.199301222020121002

Lampiran 5 Lembar penilaian PRAKERIN

FORM PENILAIAN MAGANG

实习评估表

Nama Mahasiswa 学生姓名 : YUOHA AZZHARO
 NIM 学号 : 2203015
 Nama Perusahaan 公司名称 : PT. MATAHARI TIRE INDONESIA
 Unit/Bagian 部门/科室 : QUALITY AND TECHNOLOGY (MXING)
 Waktu Magang 部门/科室 : 11 NOVEMBER 2024 - 11 MEI 2025

NO. 编号	VARIABEL PENILAIAN 评估变量	NILAI 评分
1	Kedisiplinan 纪律性	100
2	Sikap (sopan santun, kepatuhan) 态度 (礼貌 · 服从性)	95
3	Kemampuan bekerja dalam tim 团队合作能力	95
4	Inisiatif dalam pekerjaan 工作中的主动性	90
5	Kemampuan memberikan ide-ide kreatif 提出创意思想的能力	75
6	Kemampuan komunikasi 沟通能力	85
7	Kemampuan menyampaikan pendapat 表达意见的能力	85
8	Ketelitian 细心程度	80
9	Pelaksanaan dan tanggung jawab atas pekerjaan yang dilakukan 对完成工作的执行力和责任感	90
10	Pengetahuan dan kemampuan di bidang Karet 橡胶领域的知识和能力	80
	NILAI TOTAL 总分	875
	Rata-rata Nilai 平均分	87,5

KOMENTAR/SARAN: 意见/建议:

1. 纪律性、态度、团队合作等方面都做得非常好！
 2. 在工作中大胆主动，积极创作。
2025

Pembimbing Lapangan

实习导师

Nama dan Stempel Perusahaan
 公司名称及盖章

Keterangan:

1. Nilai dalam bentuk angka

Skala penilaian:

80-100 : Sangat Baik (非常好)

66-79,9 : Baik (好)

56-65,9 : Cukup (一般)

46-55,9 : Kurang (较差)

2. Form penilaian bersifat rahasia dan hanya diisi oleh pihak perusahaan disampaikan kepada Ketua Program Studi, baik melalui pos atau melalui email perusahaan ke info@atk.ac.id

Lampiran 6 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan November – Desember

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN

实习每日工作表

PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO

NIM (学号) : 2203015

Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工 作单元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembimbing 导师签名
1.	11 November 2024	Mixing	Pengenalan Perusahaan, Materi Health, Safety, and Environment (HSE)	
2.	12 November 2024	Mixing	Adaptasi dengan lingkungan Kerja	
3.	13 November 2024	Mixing	Penempatan Department (unit kerja)	
4.	14 November 2024	Mixing	Overview departemen mixing (MF.1)	
5.	15 November 2024	Mixing	Overview departemen mixing (MF.1)	
6.	18 November 2024	Mixing	Overview departemen mixing (MF.1)	
7.	19 November 2024	Mixing	Overview departemen mixing (MF.1)	
8.	20 November 2024	Mixing	Overview departemen mixing (MF.1)	
9.	21 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
10.	22 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
11.	25 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
12.	26 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
13.	27 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
14.	28 November 2024	Mixing	Pengenalan sistem kerja QC pada (MF.1)	
15.	29 November 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
16.	2 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
17.	3 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
18.	4 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
19.	5 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
20.	6 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
21.	9 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	
22.	10 Desember 2024	Mixing	Mengamati proses penimbangan material secara otomatis dan manual	

Mengetahui, Pimpinan
PT. Matahari Tire Indonesiatanda tangan dan cap perusahaan
签名和公司印章

Lampiran 7 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan Desember – Januari

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN

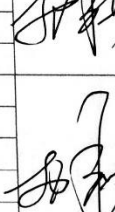
实习每日工作表

PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO

NIM (学号) : 2203015

Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工作单 元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembim- bing 导师签名
1.	Rabu, 11 Desember 2024	Mixing	Membuat PPT proses pencampuran di PT.Matahari Tire Indonesia	
2.	Kamis, 12 Desember 2024	Mixing	Membuat PPT proses pencampuran di PT.Matahari Tire Indonesia	
3.	Jumat, 13 Desember 2024	Mixing	Membuat PPT proses pencampuran di PT.Matahari Tire Indonesia	
4.	Senin, 16 Desember 2024	Mixing	Mempelajari modifikasi material pada setiap proses pencampuran	
5.	Selasa, 17 Desember 2024	Mixing	Mempelajari modifikasi material pada setiap proses pencampuran	
6.	Rabu, 18 Desember 2024	Mixing	Mempelajari modifikasi material pada setiap proses pencampuran	
7.	Kamis, 19 Desember 2024	Mixing	Mempelajari modifikasi material pada setiap proses pencampuran	
8.	Jumat, 20 Desember 2024	Mixing	Mempelajari modifikasi material pada setiap proses pencampuran	
9.	Senin, 23 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
10.	Selasa, 24 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
11.	Rabu, 25 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
12.	Kamis, 26 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
13.	Jumat, 27 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
14.	Senin, 30 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
15.	Selasa, 31 Desember 2024	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
16.	Rabu, 1 Januari 2025	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
17.	Kamis, 2 Januari 2025	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
18.	Jumat, 3 Januari 2025	Mixing	Observasi setiap fungsi material yang pakai	
19.	Senin, 6 Januari 2025	Mixing	Mempelajari defect pada produk kompon	
20.	Selasa, 7 Januari 2025	Mixing	Mempelajari defect pada produk kompon	
21.	Rabu, 8 Januari 2025	Mixing	Mempelajari defect pada produk kompon	
22.	Kamis, 9 Januari 2025	Mixing	Mempelajari defect pada produk kompon	

Mengetahui, Pimpinan
PT. Matahari Tire Indonesiatanda tangan dan cap perusahaan
签名和公司印章

Lampiran 8 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan Januari – Februari

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN

实习每日工作表

PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO
 NIM (学号) : 2203015
 Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工 作单元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembimbing 导师签名
1.	Jumat, 10 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
2.	Senin, 13 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
3.	Selasa, 14 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
4.	Rabu, 15 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
5.	Kamis, 16 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
6.	Jumat, 17 Januari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
7.	Senin, 20 Januari 2025	Mixing	Mempelajari menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
8.	Selasa, 21 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
9.	Rabu, 22 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
10.	Kamis, 23 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
11.	Jumat, 24 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
12.	Senin, 27 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
13.	Selasa, 28 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
14.	Rabu, 29 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
15.	Kamis, 30 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
16.	Jumat, 31 Januari 2025	Mixing	Menyelaraskan formulasi dengan mesin penimbang	
17.	Senin, 1 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
18.	Selasa, 2 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
19.	Rabu, 3 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
20.	Kamis, 4 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
21.	Jumat, 5 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	
22.	Senin, 6 Februari 2025	Mixing	Membuat PPT tentang defect kompon	

Mengetahui, Pimpinan
 PT. Matahari Tire Indonesia

tanda tangan dan cap perusahaan
 签名和公司印章

Lampiran 9 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan Februari – Maret

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN
 实习每日工作表
PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO
 NIM (学号) : 2203015
 Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工 作单元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembimbing 导师签名
1.	Jumat, 7 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
2.	Senin, 10 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
3.	Selasa, 11 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
4.	Rabu, 12 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
5.	Kamis, 13 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
6.	Jumat, 14 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
7.	Senin, 17 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
8.	Selasa, 18 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
9.	Rabu, 19 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
10.	Kamis, 20 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
11.	Jumat, 21 Februari 2025	Mixing	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
12.	Senin, 24 Februari 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
13.	Selasa, 25 Februari 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
14.	Rabu, 26 Februari 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
15.	Kamis, 27 Februari 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
16.	Jumat, 28 Februari 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
17.	Senin, 3 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
18.	Selasa, 4 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
19.	Rabu, 5 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
20.	Kamis, 6 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
21.	Jumat, 7 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	
22.	Senin, 8 Maret 2025	Mixing	Mempelajari mesin mixing baru Y02	

Mengetahui, Pimpinan
 PT. Matahari Tire Indonesia

Tanda tangan dan cap perusahaan
 签名和公司印章

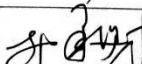
Lampiran 10 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan Maret – April

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN

实习每日工作表

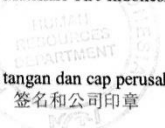
PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO
NIM (学号) : 2203015
Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工 作单元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembimbing 导师签名
1.	Selasa, 11 Maret 2025	manufaktur 1	Membuat papan material pada penimbangan otomatis	
2.	Rabu, 12 Maret 2025	manufaktur 1	Membuat papan material pada penimbangan otomatis	
3.	Kamis, 13 Maret 2025	manufaktur 1	Membuat papan material pada penimbangan otomatis	
4.	Jumat, 14 Maret 2025	manufaktur 1	Membuat papan material pada penimbangan otomatis	
5.	Senin, 17 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
6.	Selasa, 18 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
7.	Rabu, 19 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
8.	Kamis, 20 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
9.	Jumat, 21 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
10.	Senin, 24 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
11.	Selasa, 25 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
12.	Rabu, 26 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
13.	Kamis, 27 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
14.	Jumat, 28 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam mengawasi proses produksi, dan mengisi check sheet QC	
15.	Senin, 31 Maret 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
16.	Selasa, 1 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
17.	Rabu, 2 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
18.	Kamis, 3 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
19.	Jumat, 4 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
20.	Senin, 7 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
21.	Selasa, 8 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
22.	Rabu, 9 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	

Mengetahui, Pimpinan
PT. Matahari Tire Indonesia

tanda tangan dan cap perusahaan
签名和公司印章



Lampiran 11 Lembar kerja harian PRAKERIN bulan April – Mei

LEMBAR KERJA HARIAN PRAKERIN
 实习每日工作表
PT. Matahari Tire Indonesia (印尼太阳轮胎)

Name (姓名) : YUDHA AZZHARO
 NIM (学号) : 2203015
 Program Studi (专业) : TEKNOLOGI PENGOLAHAN KARET DAN PLASTIK

No 编号	Hari/Tanggal 日期 / 天数	Bagian / Unit Kerja 部门 / 工 作单元	Uraian Singkat 简要说明	Tanda Tangan Pembimbing 导师签名
1.	Kamis, 10 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
2.	Jumat, 11 April 2025	manufaktur 1	Membantu QC dalam pengawasan	
3.	Senin, 14 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
4.	Selasa, 15 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
5.	Rabu, 16 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
6.	Kamis, 17 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
7.	Jumat, 18 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
8.	Senin, 21 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
9.	Selasa, 22 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
10.	Rabu, 23 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
11.	Kamis, 24 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
12.	Jumat, 25 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
13.	Senin, 28 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
14.	Selasa, 29 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
15.	Rabu, 30 April 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
16.	Kamis, 1 Mei 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
17.	Jumat, 2 Mei 2025	manufaktur 1	Inputting formulasi baru pada panel mesin	
18.	Senin, 5 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
19.	Selasa, 6 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
20.	Rabu, 7 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
21.	Kamis, 8 mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
22.	Jumat, 9 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
23.	Senin, 12 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	
24.	Selasa, 13 Mei 2025	manufaktur 1	Pengawasan proses pencampuran	

Mengetahui, Pimpinan
PT. Matahari Tire Indonesia

HUMAN
RESOURCES
DEPARTMENT
tanda tangan dan cap perusahaan
签名和公司印章