

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH FORMULASI TERHADAP CACAT
BLOOMING DAN SIFAT MEKANIK *OUTSOLE* DI PT TATA
LAKSANA SAKTI**



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH FORMULASI TERHADAP CACAT *BLOOMING* DAN SIFAT MEKANIK *OUTSOLE* DI PT TATA LAKSANA SAKTI

Ditulis Oleh :

NOEL LOVELY WICAKSA HARSONO

NIM. 2103027

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing


Risang Pujiyanto, S.H., M.P.A.
NIP. 198411302009011009

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 : 6 Agustus 2024

TIM PENGUJI

Ketua


Indri Hermiyati, B.Sc., S.T., M.Pd.
NIP. 1960031719870320002

Anggota


Risang Pujiyanto, S.H., M.P.A.
NIP. 198411302009011009


Dr. Ratri Retno Utami, S. TP. MT
NIP. 198203312008032001

Yogyakarta, 11 September 2024

Direktur Politeknik ATK Yogyakarta




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

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir dapat dikerjakan hingga selesai. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Bapak dan Ibu yang saya cintai. Terima kasih sudah selalu mendoakan dan memberikan nasihat.
2. Risang Pujiyanto, S.H., M.P.A, sebagai pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih telah membimbing saya dengan sangat baik.
3. Dosen dan staff Politeknik ATK Yogyakarta yang sudah memberikan ilmu dan pengalaman sehingga membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Staff dan karyawan PT Tata Laksana Sakti yang telah memberikan ilmu dan membantu saya saat magang.
5. Teman-teman TPKP 21 yang sudah membantu dan mendukung selama perkuliahan dan diluar perkuliahan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Ahli Madya Diploma III (D III) program studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terkait. Dalam kesempatan ini, penulis berterimakasih kepada :

1. Wulan Aprilianti Permatasari, S.Kom.,M.Si. selaku Plt. Direktur Politeknik ATK Yogyakarta
2. Dr. Ir. R.L.M Satrio Ari Wibowo, S.Pt., M.P., IPU, ASEAN ENG., selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Suharyanto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Karat dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta.
4. Damaisha Nabila Azmalyra Wirapradza yang selalu membantu menyemangati penulis selama Tugas Akhir ini berlangsung.
5. Noel Lovely Wicaksa Harsono selaku penulis yang dapat menyelesaikan karya tulis ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir masih terdapat banyak kekurangan. Kritik dan saran sangat diharapkan penulis untuk memperbaiki penulisan Tugas Akhir .

Yogyakarta, Juli 2024

Noel Lovely Wicaksa Harsono

MOTTO

Ayub 22:28 : “Usahamu akan berhasil selalu, dan terang akan menyinari hidupmu”



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
MOTTO	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	xi
ABSTRAK	xii
BAB I	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Karya Akhir.....	3
D. Manfaat Karya Akhir.....	3
BAB II	5
A. Penelitian Terdahulu.....	5
B. Sepatu.....	7
C. Jenis <i>Outsole</i> Sepatu	10
D. Pengaruh Formulasi <i>Outsole</i> Sepatu	11
E. Cacat Produksi pada <i>Outsole</i>	13
F. Uji Mekanis.....	16
G. Bahan <i>Aditif</i>	16
BAB III	21
A. Lokasi dan Jadwal	21
B. Metode Pelaksanaan Tugas Akhir	21

C. Materi Tugas Akhir	22
D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir	26
BAB IV	28
A. Hasil	28
B. Pembahasan.....	30
1. Pengaruh Formulasi Terhadap Cacat <i>Bloom</i>	30
2. Pengaruh Formulasi Terhadap Sifat Mekanis.....	32
BAB V	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Hasil Produk Formula 1	25
Gambar 4.2 Hasil Produk Formula 2	25
Gambar 4.4 Skema Interaksi Silika dan Karet.....	31



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisa Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 4.1 Variasi Phr Formula Bahan Pembuatan Outsole	24
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Kompon Karet Formula 1	28
Tabel 4.3 Data Hasil Uji Kompon Karet Formula 2	29
Tabel 4.4 Data Kuat Tarik	30
Tabel 4.5 Data Elongasi	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Lembar Harian Magang	42
Lampiran 4.2 Lembar Penilaian Magang	49
Lampiran 4.3 Surat Keterangan Magang	50



INTISARI

PT Tata Laksana Sakti merupakan perusahaan yang bergerak di bidang karet, terutama di bidang *outsole*. *Outsole* merupakan industri yang sedang meningkat pesat. Keinginan konsumen terhadap sepatu bertambah, tidak hanya nyaman dan fungsional, tetapi nilai estetika juga menjadi alasan konsumen untuk membeli sepatu. Salah satu permasalahan yang dialami oleh perusahaan adalah munculnya bercak putih pada *outsole*, yang sering disebut *bloom* yang mengurangi nilai estetika dari produk tersebut. Perusahaan tidak melakukan pengujian sifat mekanik sehingga perlu dilakukan pengujian mekanik dari sebuah produk untuk mengetahui pengaruh *bloom* terhadap sifat mekanik. Metode yang dilakukan dalam tugas akhir ini yaitu observasi, wawancara, dan *trial*. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perubahan pengaruh formulasi terhadap cacat *blooming* dan sifat mekanik *outsole*. Penyebab dari permasalahan *blooming* yaitu formula yang tidak stabil dikarenakan bahan aditif yang berlebihan. Sehingga reformulasi dilakukan dengan cara mengubah jumlah bahan aditif untuk mengatasi *blooming* pada *outsole*. Perubahan formula memengaruhi sifat mekanis dari *outsole* tersebut dimana nilai kuat tarik formula standar pabrik sebesar $3,411 \text{ N/mm}^2$ dengan elongasi sebesar 291,049 % sedangkan formula kedua memiliki nilai kuat tarik sebesar $5,486 \text{ N/mm}^2$ dengan elongasi 234,955 %. Faktor yang memengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi adalah perbedaan pada bahan pengisi, *processing oils*, dan pematang.

Kata kunci : *Outsole*, *Bloom*, Formula, Sifat Mekanis

ABSTRAK

PT Tata Laksana Sakti is a company engaged in the rubber industry, specifically in the outsole sector. The outsole industry is currently experiencing rapid growth. Consumers' demand for shoes has increased, not only for comfort and functionality but also for aesthetics, which has become a significant factor in their purchasing decisions. One of the problems the company faces is the appearance of white spots on the outsole, often referred to as bloom, which reduces the aesthetic value of the product. The company has not conducted mechanical property testing, so it is necessary to perform such testing to understand the impact of bloom on the mechanical properties. The methods used in this final project include observation, interviews, and trials. The objective of this final project is to determine the effect of formulation changes on bloom defects and the mechanical properties of the outsole. The cause of the blooming issue is an unstable formula due to excessive additives. Therefore, reformulation was conducted by adjusting the amount of additives to address the bloom on the outsole. The change in the formula affects the mechanical properties of the outsole, with the standard factory formula having a tensile strength of 3.411 N/mm² and an elongation of 291.049%, while the second formula has a tensile strength of 5.486 N/mm² and an elongation of 234.955%. Factors influencing tensile strength and elongation include differences in fillers, processing oils, and curing agents.

Keywords : Outsole, Bloom, Formula, Mechanical properties

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki lima komoditas unggul perkebunan dengan nilai ekonomis tinggi serta berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Nurdina et al., 2021). Kelima komoditas tersebut antara lain coklat/kakao, karet, kelapa sawit, kopi, dan tembakau (Suwanto et al., 2014). Industri karet merupakan suatu usaha yang bergerak di bidang karet seperti pengolahan karet menjadi barang jadi. Karet merupakan suatu komoditas yang penting dikarenakan karet merupakan sumber pendapatan dan pendorong perekonomian masyarakat. Selain sebagai sumber pendapatan dan kesejahteraan masyarakat serta sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi sentra-sentra baru di wilayah sekitar perkebunan karet, komoditas ini juga memberikan kontribusi yang signifikan sebagai sumber devisa negara, mengingat 84% produksi karet alam Indonesia diekspor dalam bentuk karet mentah sementara konsumsi karet domestik baru mencapai 16% (Purnomowati et al., 2015).

Salah satu jenis produk karet adalah *outsole*. *Outsole* merupakan bagian bawah sepatu yang bersentuhan langsung dengan permukaan tanah atau lantai. *outsole* memegang peranan penting dalam menunjang kenyamanan dan keamanan orang yang menggunakan sepatu. Sol dirancang untuk menyerap

guncangan dan anti selip. Sol juga mempengaruhi umur sepatu. Semakin tinggi kualitas sol yang digunakan, maka sepatu tersebut akan bertahan lebih lama. Menanggapi kebutuhan pengguna akan pekerjaan, olahraga, dan fashion, desain dan teknologi *outsole* terus berkembang seiring perkembangan zaman.

Alas kaki merupakan industri yang sedang meningkat pesat, keinginan konsumen terhadap sepatu bertambah, tidak hanya nyaman dan fungsional, tetapi nilai estetika juga menjadi alasan konsumen untuk membeli sepatu. PT Tata Laksana Sakti merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan karet, salah satunya untuk dijadikan *outsole* sepatu. Salah satu permasalahan yang dialami oleh PT Tata Laksana Sakti adalah munculnya bercak putih pada *outsole*, yang sering disebut *bloom*. Cacat *blooming* dalam kompon karet terjadi ketika bahan aditif dengan berat molekul rendah seperti bahan pencepat, bahan aktivator, dan bahan pemrosesan bermigrasi ke permukaan karet setelah proses vulkanisasi (Yasin et al., 2019). Permasalahan *bloom* ini menyebabkan menurunnya nilai estetika produk dan menyebabkan menurunnya pandangan konsumen terhadap kualitas sepatu.

Menguji sifat mekanik pada *outsole* sepatu sangat penting karena *outsole* merupakan komponen utama yang menentukan daya tahan, kenyamanan, dan keselamatan sepatu saat digunakan. Uji mekanis membantu memastikan bahwa *outsole* memiliki kekuatan tarik yang cukup, elastisitas yang sesuai yang mungkin terjadi selama aktivitas sehari-hari. Selain itu, pengujian ini juga dapat mengidentifikasi dan mencegah potensi cacat seperti *blooming* yang dapat

mengurangi kualitas estetika dan performa produk. Melakukan uji mekanis produsen dapat memastikan bahwa *outsole* yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan fungsionalitas yang diharapkan oleh konsumen.

Banyak upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan *blooming* ini seperti pemilihan bahan baku yang tepat, pengoptimalan proses produksi, hingga mengubah formulasi. Pemahaman mengenai terbentuknya *blooming* dan faktor penyebabnya menjadi dasar penting dalam menemukan solusi yang efektif. Selain penampilan, ketahanan sol juga sangat penting. Oleh karena itu penelitian dan pengembangan di bidang ini terus ditingkatkan guna menghasilkan *outsole* yang bebas dari cacat *blooming*, sehingga dapat memenuhi ekspektasi konsumen dan mendukung keberlanjutan industri sepatu.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perubahan formulasi pada cacat *blooming*?
2. Bagaimana pengaruh perubahan formulasi terhadap sifat mekanis?

C. Tujuan Karya Akhir

1. Mengetahui perubahan pengaruh formulasi dalam menangani cacat *blooming*;
2. Mengetahui pengaruh perubahan formulasi terhadap sifat mekanik;

D. Manfaat Karya Akhir

1. Bagi Penulis

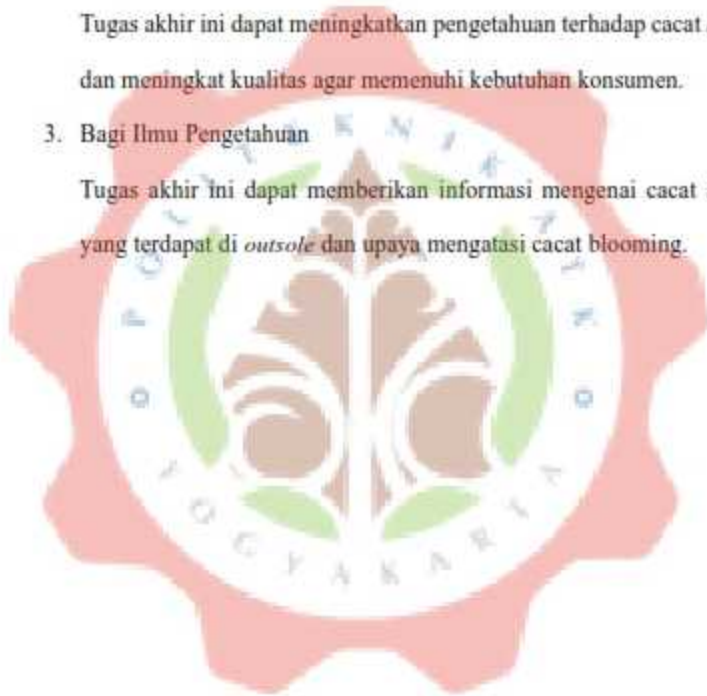
Tugas akhir ini dapat memberikan wawasan yang lebih tentang cacat *blooming* pada *outsole* dan mengetahui cara penanganan cacat *blooming* pada *outsole*.

2. Bagi Perusahaan

Tugas akhir ini dapat meningkatkan pengetahuan terhadap cacat *blooming* dan meningkatkan kualitas agar memenuhi kebutuhan konsumen.

3. Bagi Ilmu Pengetahuan

Tugas akhir ini dapat memberikan informasi mengenai cacat *blooming* yang terdapat di *outsole* dan upaya mengatasi cacat *blooming*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu penting dilampirkan untuk menunjang hasil percobaan yang akan dilakukan, dihimpun beberapa penelitian terdahulu yang berfungsi sebagai referensi serta untuk memperkuat argumen. Proses penghimpunan penelitian terdahulu dilakukan dengan menyesuaikan tema serta topik penelitian yang akan dilakukan. Berikut merupakan tiga (3) penelitian yang relevan dan disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Analisa penelitian sebelumnya

No.	Identitas	Metode	Hasil
1.	Bastuti, et al. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Proses <i>Hot Press</i> Pada Produk Cacat <i>Outsole</i> Menggunakan Metode <i>Statistical Processing Control (SPC)</i> Dan <i>Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)</i> Di PT KMK Global Sports 2.	Kuantitatif dengan teknik pengambilan data berupa studi dokumen.	Rata-rata persentase cacat pada tahun 2015 sebesar 1,57% dan setelah perbaikan delapan bulan selanjutnya mengalami penurunan sebesar 0,80%
2.	Nurhayani, et al. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas	Kualitatif dengan teknik	Cacat yang terjadi pada sepatu <i>casual</i> adalah cacat <i>molding</i> .

	Produk <i>Outsole</i> Sepatu Casual menggunakan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen 6S.	pengambilan data berupa wawancara dan studi dokumen.	cacat <i>bleeding</i> , <i>outsole</i> bergelembung, <i>outsole</i> kotor, dan <i>outsole</i> berubah warna.
3.	Laksanawati. (2019). Pengendalian Kualitas <i>Outsole</i> Di <i>Line Press</i> <i>Outsole</i> Departement <i>Technical</i> PT KMK Global Sports (K2).	Kuantitatif dengan teknik pengambilan data berupa studi dokumen.	Permasalahan kualitas yang dominan, adalah <i>defect</i> kurang bahan (berdasarkan diagram <i>fishbone</i>) yang disebabkan : a). Faktor manusia, b). Faktor metode, dan c). Faktor material.

Penelitian pertama dilakukan oleh Bastuti et al. (2018) berfokus pada upaya menganalisis cacat pada bagian sepatu yaitu *outsole* AS 475 warna *brown* dengan metode SPC dan FMEA untuk meminimalkan produk cacat. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data laporan produksi dan cacat pada tahun 2015. Hasil dari pengolahan data menunjukkan bahwa setelah adanya usulan perbaikan rata-rata cacat pada tahun 2015 sebesar 1,57% setelah delapan bulan selanjutnya rata rata cacat mengalami penurunan dengan hasil sebesar 0,80%.

Kemudian, penelitian kedua dilakukan oleh Nurhayati et al. (2023) bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat serta mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya cacat pada *outsole* sepatu menggunakan metodologi *six sigma* dengan DMAIC (Definisi, Ukur, Analisis, Tingkatkan dan Kontrol) dan

analisis rencana perbaikan kualitas produk dengan metode kaizen. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa jenis cacat dengan jumlah yang paling banyak yaitu cacat *bleeding*. Berdasarkan data pengolahan didapat nilai DPMO sebesar 8100 sehingga nilai tingkat sigma sebesar 3,904.

Sementara itu, penelitian ketiga dilakukan oleh Laksanawati (2019) berfokus pada banyaknya *defect outsole* yang terjadi pada saat proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan kualitas pada *Line Hot Press Outsole* yang dominan, adalah *defect* kurang bahan (dari diagram *fishbone*) yang disebabkan oleh tiga faktor yaitu: a). Manusia, b). Metode, dan c). Material.

B. Sepatu

Sepatu merupakan salah satu jenis dari alas kaki (*footwear*). Sepatu berfungsi untuk melindungi kaki supaya tidak kotor dan melindungi dari luka akibat benda dari luar yang membahayakan (Basuki & Indarti, 2013). Kegunaan sepatu sebagai alas kaki telah diyakini sudah muncul sejak ratusan tahun yang lalu. Masa pra sejarah, penggunaan alas kaki dengan bahan kulit hewan dimanfaatkan sebagai pelindung kaki. Penggunaan kulit hewan sebagai bahan dasar utama untuk pembuatan alas kaki pada zaman dahulu karena kulit hewan dianggap mempunyai lapisan yang kuat dan tahan terhadap berbagai kondisi, sehingga tepat jika dimanfaatkan sebagai alat pelindung, dalam hal ini adalah alas kaki (Wicaksono, 2014).

Penggunaan sepatu mulai mengalami perubahan dan modifikasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah gaya hidup. Saat ini, sepatu tidak hanya digunakan sebagai alas kaki, tetapi juga sebagai suatu kebutuhan akan fashion dan citra diri. Hal ini turut dikemukakan oleh Hendraningrum (2014) yang mengungkapkan bahwa dalam masyarakat modern istilah ini mengkonotasikan individualisme, ekspresi diri, serta kesadaran diri untuk bergaya. Sepatu mempunyai beberapa bagian yang mempunyai fungsi masing-masing. Secara sederhana, bagian sepatu dapat dikategorikan menjadi 3, yaitu: 1). *Insole*, 2). *Midssole*, 3). *Outsole*. Berikut merupakan penjelasan dari setiap bagian pada sepatu:

1. *Insole*

Insole sepatu adalah bagian dalam dari sepatu yang terletak dibawah kaki yang merupakan titik kontak antara kaki dengan tanah. Fungsinya sangat penting untuk kenyamanan dan dukungan kaki karena *insole* memberikan lapisan tambahan yang lembut di antara kaki dan bagian bawah sepatu, serta membantu mengurangi gesekan dan tekanan. *Insole* biasanya memiliki bahan yang bisa menyerap kejut, mengurangi dampak saat berjalan atau berlari dan melindungi sendi-sendi dari cedera. *Insole* juga bisa digunakan untuk menyesuaikan ukuran sepatu, memberikan *fit* yang lebih baik untuk pengguna yang memiliki kaki dengan ukuran yang tidak

biasa atau berbeda antara satu kaki dengan kaki lainnya (Suliknyo & Wahyudi, 2017).

2. *Midssole*

Midssole sepatu adalah bagian yang terletak di antara *outsole* (sol luar) dan *insole* (sol dalam) sepatu. *Midssole* berfungsi sebagai penyangga dan bantalan utama untuk kaki, menyerap benturan saat berjalan atau berlari, serta memberikan stabilitas dan kenyamanan. *Midssole* memainkan peran penting dalam kenyamanan dan performa sepatu, sehingga pemilihan bahan dan desain yang tepat sangat krusial bagi produsen sepatu (Rossi, 2000).

3. *Outsole*

Outsole merupakan bagian sepatu yang terletak pada bagian paling bawah dan bersentuhan langsung dengan lantai. *Outsole* bisa terbuat dari berbagai macam bahan, termasuk karet, kulit, atau bahan sintetis, yang masing-masing memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri tergantung pada jenis dan tujuan penggunaan sepatu. *Polyurethane* menjadi bahan *outsole* yang banyak digunakan sekarang ini karena mampu menahan tekanan, koefisien gesekan tinggi, dan memiliki umur pakai lebih lama dibandingkan material lainnya (Rossi, 2000).

Ketiga bagian dari sepatu tersebut mempunyai peranan masing-masing yang dapat menyokong fungsi sepatu sebagai suatu alat yang berguna untuk melindungi kaki. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan

untuk memastikan bahwa proses produksi dari setiap produk sepatu harus sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan demi keamanan dan kenyamanan penggunanya.

C. Jenis *Outsole* Sepatu

Setiap Perusahaan dalam proses produksi *outsole* sepatu akan disesuaikan dengan mekanisme dan prosedur yang ada di perusahaan tersebut. Pada umumnya, *outsole* terbuat dari bahan dasar karet, tetapi terdapat juga perusahaan yang menggunakan kayu, kulit sintetis, atau plastik sebagai bahan dasar *outsole* produk mereka. Bahan dasar *outsole* tersebut disesuaikan dengan jenis dan fungsi dari sepatu yang akan diproduksi. Terdapat empat (empat) jenis *outsole* yang saat ini umum digunakan oleh perusahaan (Benson, 2017):

1. *Rubber Outsole*

Jenis *outsole* ini menggunakan bahan dasar karet karena mempunyai karakteristik bahan yang kuat, lentur, serta memiliki ketahanan yang lama. Meskipun demikian, ketika sebuah sepatu menggunakan jenis *outsole rubber*, maka sepatu tersebut cenderung lebih berat. Oleh karena itu, jenis *outsole* ini lebih banyak digunakan pada produk sepatu *boots*, sepatu *safety*, dan sepatu olahraga karena cenderung digunakan untuk mobilitas dengan skala yang tinggi.

2. *Thermoplastic Rubber (TPR)*

Jenis *outsole* ini menggunakan bahan dengan perpaduan antara karet dan plastik, sehingga mempunyai keunggulan dalam hal lebih mudah untuk didaur ulang. Selain itu, *outsole* jenis ini ketahanan lebih kuat terhadap air serta anti slip jika digunakan pada tempat yang basah. Oleh karena itu, jenis *outsole* ini banyak digunakan untuk sepatu *safety*, sepatu formal, dan sepatu yang digunakan pada kegiatan semi *indoor*.

3. *Nitrile Butadiene Rubber (NBR)*

Jenis *outsole* ini berbahan dasar karet sintetis yang mempunyai sifat tahan terhadap basah, antislip, dan mempunyai ketahanan yang lama. Jenis *outsole* ini banyak digunakan pada produk-produk sepatu *safety* yang dipakai pada lingkungan pertambangan, pelabuhan, dan area konstruksi dengan mobilitas yang tinggi.

4. *Polyurethane (PU)*

Jenis *outsole* ini berbahan dasar dari campuran antara *polyol* dan *polyisocyanate*. Bahan ini dipilih karena mempunyai keunggulan seperti bahan yang lebih ringan, anti slip, dan cocok jika digunakan pada permukaan yang licin, seperti lantai keramik atau *epoxy*. Namun, jenis *outsole* ini hanya memiliki ketahanan sekitar 1 sampai 2 tahun saja dan harga bahannya juga lebih mahal daripada jenis *outsole* lain.

D. Pengaruh Formulasi *Outsole* Sepatu

Pemilihan bahan untuk pembuatan *outsole* pada sepatu merupakan sebuah tahap yang paling penting. Pemilihan bahan *outsole* pada sepatu akan sangat mempengaruhi kualitas dari *outsole* maupun keseluruhan sepatu. Hal ini karena peran *outsole* pada sepatu sangat dipengaruhi oleh bahan yang dipilih. Ketika formulasi bahan *outsole* tidak sesuai dengan peruntukan jenis sepatu, maka hasil produksi dari sepatu tersebut akan kurang maksimal dan cenderung tidak dapat bertahan lama. Pemilihan dan formulasi material *outsole* sangat penting dalam pembuatan sepatu untuk memastikan sepatu tersebut memenuhi kebutuhan fungsional dan preferensi pengguna. Terdapat beberapa faktor yang dipengaruhi oleh formulasi *outsole*, antara lain:

1. Daya Cengkeram (*Traction*)

Formulasi material *outsole* menentukan sejauh mana sepatu dapat mencengkram permukaan. Material dengan kandungan karet yang tinggi biasanya memberikan daya cengkeram yang baik, cocok untuk sepatu olahraga.

2. Kenyamanan

Outsole yang diformulasikan dengan bahan yang fleksibel dan empuk dapat meningkatkan kenyamanan pemakai. Material seperti EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) sering digunakan untuk tujuan kenyamanan.

3. Durabilitas

Formulasi yang melibatkan bahan yang tahan aus, seperti karet karbon, akan menghasilkan *outsole* yang lebih tahan lama dan tidak cepat rusak meski digunakan pada permukaan kasar.

4. Bobot

Formulasi material yang ringan akan mengurangi total berat sepatu, yang penting untuk sepatu lari dan sepatu olahraga lainnya. Bahan seperti EVA atau *phylon* digunakan untuk membuat *outsole* yang ringan namun tahan lama.

5. Resistensi Terhadap Cuaca

Formulasi tertentu dapat memberikan *outsole* kemampuan tahan terhadap cuaca ekstrem, baik itu panas, dingin, maupun kelembapan. Misalnya, material PU (poliuretan) sering digunakan karena ketahanannya terhadap kondisi cuaca yang bervariasi.

6. Keamanan dan Kesehatan

Beberapa formulasi dirancang untuk meminimalkan risiko alergi atau iritasi pada kulit, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Misalnya, penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan atau *hypoallergenic*.

7. Penampilan

Material dan aditif dalam formulasi dapat mempengaruhi tampilan *outsole*, termasuk warna, tekstur, dan desain. Formulasi yang berbeda memungkinkan produsen untuk menciptakan *outsole* dengan estetika yang sesuai dengan gaya sepatu yang diinginkan.

E. Cacat Produksi pada *Outsole*

Cacat produk atau yang biasanya di dalam perusahaan disebut dengan istilah *defect* merupakan suatu produk yang tidak lulus standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Produk-produk yang tidak lulus standar perusahaan akan sangat berpengaruh terhadap penjualan, hal ini karena produk *defect* tidak dapat dijual dan digunakan. Smith & Brown (2015) menyatakan bahwa produk cacat atau *defect* adalah produk yang dihasilkan dari satuan produksi, baik produksi penuh atau sebagian selesai yang kemudian tidak memenuhi standar

dan spesifikasi yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk unit yang baik kemudian dibuang atau dijual dengan harga yang lebih rendah.

Berdasarkan pengertian diatas, produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan dalam suatu perusahaan, dapat diperbaiki agar menjadi produk yang memenuhi standar dengan mengeluarkan biaya dengan memproduksi ulang. Terdapat beberapa jenis cacat produksi yang biasanya terjadi pada perusahaan, khususnya perusahaan sepatu. Rata-rata, cacat produksi pada perusahaan produsen sepatu terjadi pada bagian *outsole*, antara lain:

1. *Bubbling*

Bubbling atau *bubble* adalah suatu kondisi dimana terdapat kecacatan atau *defect* pada sepatu berupa munculnya gelembung udara pada bagian *outsole*. Kondisi dimana *outsole* mengalami *bubbling* biasanya disebabkan karena terdapat udara yang terjebak di dalam kompon. Penyebab dari udara yang terjebak pada kompon tersebut adalah karena suhu yang ada di dalam mesin tidak stabil. Selain itu, kondisi *bubbling* pada *outsole* juga dapat terjadi karena *accelerator* dan sulfur yang terdapat pada kompon melebihi batas sehingga dapat menyebabkan gumpalan pada *outsole* yang kemudian menonjol pada bagian *outsole*.

2. *Cracking*

Cracking merupakan suatu keadaan berupa munculnya retakan pada bagian *outsole* sepatu yang terjadi karena faktor usia atau masa simpan dari bahan *outsole*, sehingga menyebabkan adanya kerusakan pada kandungannya. Cacat produksi dalam bentuk *cracking* merupakan yang paling sering terjadi, biasanya *outsole* yang telah mengalami *cracking* akan didaur ulang kembali.

3. *Short Shot*

Short Shot adalah salah satu bentuk cacat produk yang biasanya disebabkan karena bahan dasar pada *outsole* yang kurang, sehingga menyebabkan bentuk *outsole* yang dihasilkan kurang sempurna. Bagian *outsole* yang tidak terbentuk dengan sempurna akan memiliki kekuatan yang kurang, sehingga dapat menyebabkan kerusakan lebih cepat saat digunakan.

4. *Error Cut*

Error cut pada cacat produksi *outsole* biasanya merujuk pada masalah atau kesalahan dalam proses pemotongan bahan *outsole*, yang merupakan bagian bawah dari sepatu. Kesalahan ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk alat pemotong yang tidak tajam, pengaturan mesin yang tidak tepat, atau bahan baku yang cacat.

5. *Blooming*

Blooming adalah fenomena di mana bahan kimia atau zat tertentu di dalam material sepatu muncul ke permukaan, menyebabkan perubahan warna atau penampilan yang tidak diinginkan. Fenomena ini dapat terjadi pada berbagai jenis sepatu, terutama yang terbuat dari kulit atau bahan sintetis. Menurut Nilmini (2001) *blooming* dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu

- a) *True Bloom*, terjadi karena suatu zat yang memiliki kelarutan terbatas didalam karet berada di atas batas kelarutannya sehingga zat tersebut muncul ke permukaan karet yang telah dilakukan proses curing melalui kristalisasi setelah mengalami pendinginan.
- b) *Modified Bloom*, terjadi karena zat kimia dalam vulkanisat karet bereaksi dengan unsur lingkungan.
- c) *Pseudo Bloom*, terjadi karena degradasi permukaan karet disekitar filler.

- d) *Surface Contamination*, terjadi karena adanya lapisan permukaan yang tidak diinginkan pada bagian karet akibat adanya kontaminan seperti debu maupun kontaminan *organik* dan *anorganik*.

F. Uji Mekanis

Sifat mekanik merupakan salah satu acuan untuk melakukan proses selanjutnya terhadap suatu material (Putra et al., 2019), uji mekanis terdiri dari:

- Uji Tarik (*Tensile Test*) mengukur kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan elongasi putus dari karet. Spesimen diuji dengan menarik hingga putus, memberikan data tentang kekuatan dan fleksibilitas material.
- Uji Kekerasan (*Hardness Test*) seperti *Shore A* dan *IRHD*, mengukur resistensi karet terhadap deformasi permanen. Kekerasan yang tinggi menunjukkan material yang lebih tahan aus.
- Uji Sobek (*Tear Test*) menentukan ketahanan material terhadap perambatan sobekan. Pengukuran ini penting untuk aplikasi di mana material karet mungkin mengalami tekanan atau ketegangan yang menyebabkan sobekan.
- Uji Abrasi (*Abrasion Test*) menilai ketahanan karet terhadap aus melalui gesekan. Mesin abrasi digunakan untuk mensimulasikan kondisi nyata di mana material akan mengalami gesekan.
- Uji Organoleptik metode pengujian yang melibatkan indra manusia, seperti penglihatan, penciuman, perabaan, rasa, dan pendengaran, untuk menilai kualitas suatu produk.

G. Bahan Aditif

Bahan *aditif* memainkan peran penting dalam meningkatkan sifat dan performa material, terutama dalam industri manufaktur dan kimia. *Aditif* digunakan untuk memodifikasi karakteristik dasar material, baik itu untuk meningkatkan kekuatan,

daya tahan, fleksibilitas, ataupun stabilitas terhadap faktor lingkungan seperti panas, cahaya, dan oksidasi. Setiap jenis *aditif* memiliki fungsi spesifik, seperti pengisi, antioksidan, *plastisizer*, dan *stabilizer*, yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan khusus aplikasi tertentu. Bahan *aditif* yang digunakan dalam pembuatan kompon *outsole* antara lain :

1. Bahan Pengisi

Bahan pengisi atau *filler* merupakan komponen penting dalam formulasi kompon, yang digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik material, sekaligus mengurangi biaya produksi. Dalam kompon karet, *filler* seperti karbon hitam, silika, dan kalsium karbonat sering ditambahkan untuk memperbaiki kekuatan tarik, ketahanan aus, dan stabilitas termal. Selain itu, *filler* juga dapat mempengaruhi kekerasan, elastisitas, serta kepadatan kompon. Peran *filler* tidak hanya sekadar sebagai bahan pengisi ruang, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap sifat-sifat tertentu, seperti ketahanan terhadap deformasi atau pengurangan berat material, yang disesuaikan dengan aplikasi produk akhir.

2. Bahan *Accelerator*

Accelerator adalah bahan kimia yang digunakan dalam proses vulkanisasi untuk mempercepat reaksi antara karet dan sulfur, sehingga memperpendek waktu *curing* dan meningkatkan efisiensi produksi. *Accelerator* juga berperan dalam meningkatkan sifat mekanik produk akhir, seperti kekuatan, elastisitas, dan ketahanan terhadap panas serta penuaan. Ada berbagai jenis *accelerator* yang digunakan, termasuk MBTS (*2,2-Dithiobisbenzothiazole*), untuk memberikan proses vulkanisasi yang seimbang dengan kontrol yang baik; MBT (*2-Mercaptobenzothiazole*), yang berfungsi sebagai *accelerator* primer dengan kecepatan moderat; serta TMTM (*Tetramethylthiuram*

monosulfide), yang merupakan *accelerator* ultra. Pemilihan *accelerator* bergantung pada jenis karet dan sifat yang diinginkan pada produk akhir.

3. Bahan *Processing Oil*

Processing oil adalah bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi kompon karet untuk meningkatkan proses material selama tahap pencampuran, pengolahan, dan pencetakan. Bahan ini membantu meningkatkan fleksibilitas, kelenturan, serta mengurangi viskositas, sehingga mempermudah proses manufaktur dan memberikan hasil yang lebih konsisten. *Processing oil* juga dapat mempengaruhi sifat fisik produk akhir, seperti kelembutan, daya tahan, dan ketahanan terhadap deformasi. Salah satu jenis yang umum digunakan adalah *paraffinic oil*, yang berasal dari minyak bumi dan memiliki sifat yang stabil terhadap panas dan oksidasi. *Paraffinic oil* sering digunakan dalam kompon ban dan produk karet lainnya karena mampu memberikan kelenturan yang baik serta memperbaiki daya tahan terhadap cuaca.

4. Bahan *Processing Aids*

Processing aids adalah bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi material untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses produksi, terutama dalam pengolahan plastik, karet, atau komposit. Fungsi utama *processing aids* adalah mengurangi gesekan antar partikel material, memperbaiki aliran, dan mencegah penumpukan bahan pada peralatan selama proses pencampuran atau pencetakan. Selain itu, bahan ini dapat membantu menjaga stabilitas dimensi, mempercepat waktu pemrosesan, serta mengurangi energi yang dibutuhkan dalam produksi. Salah satu contoh *processing aid* yang sering digunakan adalah PEG 4000 (*Polyethylene Glycol 4000*), yang bertindak sebagai pelumas dan plastisizer. PEG 4000 membantu memperbaiki distribusi

bahan, mengurangi viskositas, serta meningkatkan kelenturan dan permukaan akhir pada produk-produk plastik atau karet.

5. Bahan *Activator*

Activator adalah bahan kimia yang digunakan dalam proses vulkanisasi untuk mempercepat reaksi antara karet dan *vulcanizing agents*, seperti sulfur. Bahan ini meningkatkan efektivitas akselerator dengan mengaktifkan proses reaksi kimia pada suhu yang lebih rendah, sehingga waktu curing menjadi lebih singkat dan kualitas produk akhir lebih optimal. *Activator* membantu meningkatkan kekuatan ikatan silang, elastisitas, dan ketahanan terhadap penuaan. Contoh *activator* yang umum digunakan adalah TAZO (*Tetramethylthiuram disulfide*) dan STA (*Stearic Acid*). TAZO berfungsi sebagai *activator* sekaligus akselerator sekunder yang mempercepat reaksi vulkanisasi.

6. Bahan *Antioxidant*

Antioxidant adalah bahan kimia yang ditambahkan ke dalam formulasi karet atau plastik untuk melindungi material dari kerusakan akibat oksidasi. Oksidasi dapat terjadi karena paparan oksigen, panas, cahaya, atau radiasi, yang mengakibatkan degradasi sifat-sifat mekanik seperti kekuatan, elastisitas, dan ketahanan terhadap retak. *Antioxidant* bekerja dengan menetralkan radikal bebas yang terbentuk selama proses oksidasi, sehingga memperpanjang umur dan stabilitas produk. Salah satu contoh *antioxidant* adalah SP (*Styrenated Phenol*), yang efektif dalam mencegah kerusakan pada karet dan plastik selama proses manufaktur dan selama masa pakai produk.

7. Bahan Pemutih

Bahan pemutih adalah bahan kimia yang digunakan untuk meningkatkan kecerahan dan mengurangi kekuningan pada material, terutama dalam industri plastik dan karet. Fungsi utama bahan pemutih adalah menyerap cahaya ultraviolet dan mendistribusikan spektrum

cahaya yang lebih luas, sehingga menghasilkan penampilan yang lebih cerah dan putih pada produk akhir. Selain itu, bahan pemutih juga dapat membantu mengurangi efek penuaan dan oksidasi yang dapat menyebabkan perubahan warna. Salah satu contoh bahan pemutih yang umum digunakan adalah TiO_2 (*Titanium Dioxide*), yang dikenal karena kemampuannya sebagai pigmen putih yang sangat efektif. TiO_2 tidak hanya memberikan kecerahan yang tinggi tetapi juga meningkatkan ketahanan produk terhadap sinar UV, sehingga menjaga penampilan produk tetap bersih dan putih lebih lama.

8. Bahan Pematang

Bahan pematang adalah zat kimia yang digunakan dalam proses vulkanisasi karet untuk mempercepat atau mengatur reaksi pematangan, yang penting untuk mengembangkan sifat mekanik dan elastisitas material karet. Bahan ini membantu dalam pembentukan ikatan silang antara rantai polimer karet dan agen vulkanisasi, sehingga meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap panas, serta ketahanan terhadap penuaan. Salah satu contoh bahan pematang adalah sulfur, yang merupakan agen vulkanisasi utama dalam banyak formulasi karet. Sulfur bekerja dengan membentuk jembatan silang antara rantai polimer karet, sehingga mengubah karet dari bentuk yang lunak dan plastis menjadi bentuk yang lebih kuat dan elastis.

BAB III METODOLOGI

A. Lokasi dan Jadwal

Pelaksanaan Tugas Akhir dilakukan di PT Tata Laksana Sakti untuk proses pembuatan kompon dan pencetakan outsole Adidas Samba pada tanggal 27 Februari 2024 hingga 13 Mei 2024. Pengujian kompon *outsole* dalam skala laboratorium dilakukan di Workshop Karet dan Laboratorium Fisis Politeknik ATK Yogyakarta pada bulan Maret 2024

B. Metode Pelaksanaan Tugas Akhir

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu wawancara, observasi, serta pengumpulan informasi dan data yang didapatkan selama proses magang. Selain itu, informasi dan data juga dapat diperoleh dari studi literatur. Hal ini dilakukan untuk memperoleh informasi terkait dengan masalah yang dikaji. Penjelasan terkait metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Metode Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang berasal dari sumber asli atau pertama, yang dikumpulkan untuk menjawab masalah yang didapat secara langsung dari *trial*.

a) Metode Observasi

Observasi dilakukan secara langsung di PT Tata Laksana Sakti, Tangerang. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati langsung proses pembuatan *outsole* sepatu, dari penimbangan hingga produk akhir.

b) Metode Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data melalui proses tanya jawab lisan yang berlangsung dua arah, artinya pertanyaan datang dari pihak yang mewawancarai dan jawaban diberikan oleh yang diwawancarai.

c) Praktek Kerja Langsung

Praktek kerja langsung yaitu melaksanakan kegiatan yang melibatkan penulis untuk ikut kerja lapangan dengan mengambil sampel dan pengujian.

2. Metode Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder adalah data yang diperoleh seorang peneliti tidak secara langsung dari objeknya, tetapi melalui sumber lain, baik lisan maupun tulis. Pengumpulan data menggunakan studi literatur. Literatur yang didapatkan berupa jurnal ilmiah yang berhubungan dengan pembahasan yang dikaji.

C. Materi Tugas Akhir

a) Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain mesin cutting, mesin *Two Roll Mill*, timbangan *digital* dan cutter. Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian di laboratorium antara lain mesin *Hot Press Molding*,

Universal Testing Machine (UTM). Peralatan yang digunakan dalam pencetakan *outsole* antara lain mesin *Hot Press Molding, Mold*, dan Gunting.

b) Bahan

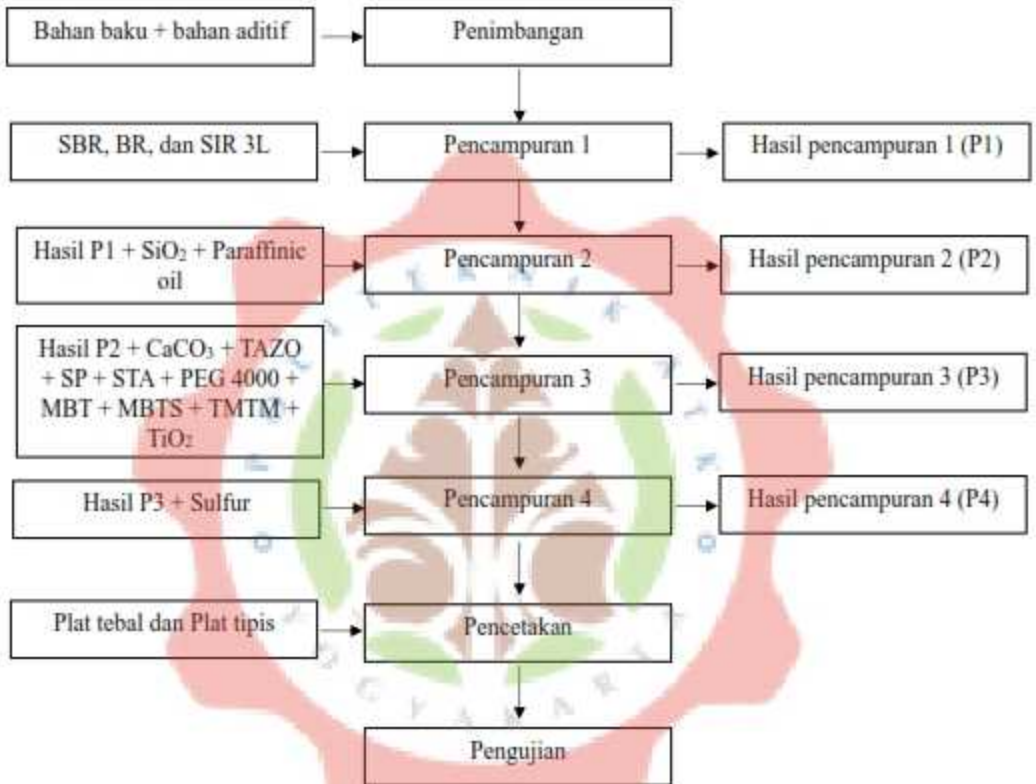
Bahan yang digunakan dalam pembuatan kompon yang terdiri dari bahan baku dan bahan aditif. Bahan baku yang digunakan adalah karet SBR (*Styrene Butadiene Rubber*), karet dendeng, dan BR (*Butadiene Rubber*) yang termasuk dalam karet sintesis. Selain itu percobaan menggunakan bahan baku karet alam yaitu SIR 3L (*Standard Indonesian Rubber*). Bahan aditif yang digunakan dalam percobaan tersaji di Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan

Kategori Bahan	Nama Bahan	Fungsi
Bahan Pengisi	Silika (SiO_2)	Meningkatkan kekuatan dan ketahanan bahan
	CaCO_3 (<i>Calcium Carbonate</i>)	Mengisi volume dan mengurangi biaya produksi
Bahan Accelerator/Pencepat	TMTM (<i>Tetramethylthiuram Monosulfide</i>)	Mempercepat proses vulkanisasi karet
	MBT (2- <i>Mercaptobenzothiazole</i>)	Mempercepat proses vulkanisasi dengan aktivitas sedang

	MBTS (2,2-Dithiobisbenzothiazole)	Mempercepat proses vulkanisasi dengan aktivitas rendah
Bahan <i>Processing Aids</i>	PEG 4000	Meningkatkan kemampuan proses pencampuran bahan
Bahan <i>Processing Oil</i>	<i>Paraffinic Oil</i>	Meningkatkan kelenturan dan kelembutan karet.
Bahan <i>Activator/Penggiat</i>	STA (<i>Stearic Acid</i>)	Mengaktifkan reaksi vulkanisasi
	TAZO (<i>Transparent Zinc Carbonate</i>)	Menggiatkan proses vulkanisasi dan meningkatkan kecepatan reaksi
Bahan <i>Antioxidant</i>	SP (<i>Sulfurized Phenols</i>)	Mencegah degradasi karet akibat oksidasi
Bahan Pemutih	TiO ₂ (Titanium Oxide)	Memberikan warna putih pada produk akhir
Bahan Pematang	Sulfur	Memungkinkan terjadinya <i>cross-linking</i> dalam proses vulkanisasi karet

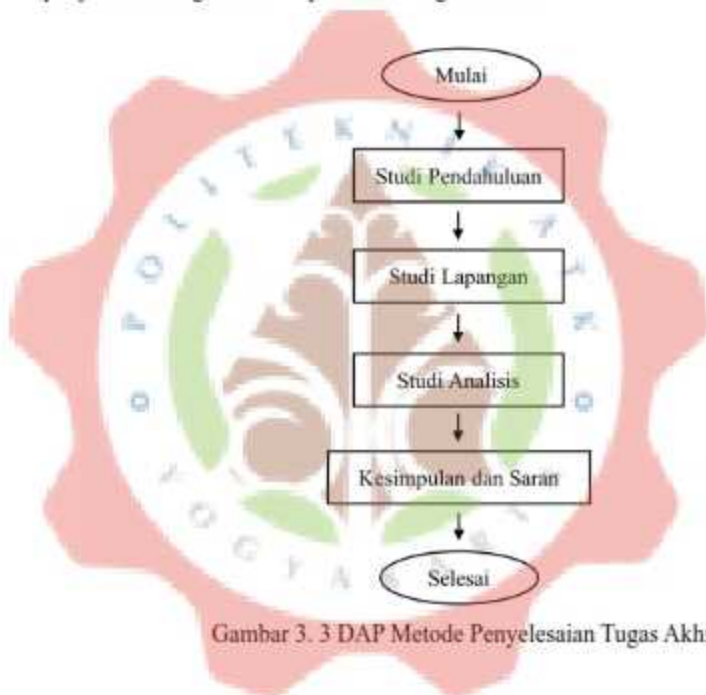
c) Prosedur Kerja



Gambar 3. 1 Skema Kerja

D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir

Metode penyelesaian tugas akhir dilakukan untuk mencegah defect *blooming* pada *outsole* sepatu. Upaya yang dilakukan yaitu penyesuaian formula untuk mengatasi cacat produk *blooming*. Adapun diagram alir metode penyelesaian tugas akhir dapat dilihat di gambar 3.2.



Gambar 3. 3 DAP Metode Penyelesaian Tugas Akhir

Berdasarkan diagram alir di gambar 3.2 metode penyelesaian tugas akhir mempunyai tahapan sebagai berikut :

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan pengumpulan informasi berupa artikel, jurnal, buku, literatur dan karya tulis yang relevan untuk merumuskan tujuan tugas akhir.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan saat proses magang di PT Tata Laksana Sakti untuk mengumpulkan data yang kemudian digunakan untuk menentukan masalah tugas akhir.

3. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan untuk mengetahui formula yang tepat dalam menangani cacat produk *blooming* dan mengetahui sifat mekanis terutama kuat tarik antara kedua formula yang kemudian dilakukan pengolahan data untuk menarik kesimpulan.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan hasil dari analisis data yang telah dilakukan untuk memecahkan masalah yang kemudian ditambahkan saran agar masalah dapat diatasi maupun dikurangi.

