

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### 1.1 Latar Belakang

Setiap roda kendaraan terdiri dari dua bagian, yaitu ban dan velg. Ban menjadi bagian roda yang bersinggungan langsung dengan permukaan jalan. Ban terdiri dari beberapa bagian dengan fungsi setiap bagian sebagai penahan tekanan udara, pelindung dari keausan dan kerusakan, serta peredam kejutan yang diterima ban (Juan, 2018). Asosiasi Perusahaan Ban Indonesia (APBI) mencatat pada tahun 2022 produksi ban mobil mencapai 58,6 juta unit, sedangkan pada tahun 2023 akan naik 4,9% yang disebabkan karena pertumbuhan penjualan ban akibat UMKM. Menurut Ketua APBI, Aziz Pane, jumlah tersebut masih belum sejalan dengan pengolahan limbah ban bekas di Indonesia, sehingga limbah ban yang meningkat akan berisiko menjadi polusi bagi lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan dari limbah ban dapat dilakukan dengan proses vulkanisir yang akan menghasilkan produk ban vulkanisir.

Ban vulkanisir merupakan produk dari proses remanufaktur yang dapat menambah umur pakai dari limbah ban. Proses pembuatan ban vulkanisir secara umum ialah melapisi ban bekas dengan tapak ban baru yang berbahan karet berserat. Ban vulkanisir biasanya memiliki kemampuan dan daya tahan 60-70% dibandingkan dengan kondisi dari ban asli, sehingga menyebabkan konsumen memilih menggunakan ban vulkanisir (HYUNDAI, 2022). Umur pakai dari ban vulkanisir dapat dilihat dari jarak tempuh yang dihasilkan. Ban vulkanisir dapat menempuh jarak tempuh sejauh 68.844 km (Pranoto & Ahmad, 2019). Angka tersebut tidak jauh berbeda dengan ban truk regular yang dapat menempuh jarak antara 80.000 hingga 120.000 km (Indotamalogs, 2024). Selain itu, ban vulkanisir

telah diwajibkan memiliki SNI oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia dengan SNI 3768:2013 yang mengkaji tentang ban vulkanisir, sehingga penggunaan ban vulkanisir aman untuk dipakai (BSN, 2013).

Spesialis jejak karbon dari Best Foot Forward, pada laporan yang ditugaskan untuk Centre for Remanufacturing and Reuse (Oakdene Hollins Ltd.) membandingkan jejak karbon dari ban baru dan ban hasil vulkanisir yang berukuran 17,5 inci. Berdasarkan studi tersebut, ban baru menghasilkan 86,9 kg CO<sub>2</sub> dibandingkan dengan ban vulkanisir 60,5 kg CO<sub>2</sub>. Hal tersebut setara dengan penghematan emisi karbon sebesar 30 persen. Secara keseluruhan, ban vulkanisir dapat bermanfaat bagi lingkungan karena dapat mengurangi emisi karbon sebesar 26,4 kg dan penghematan material sebesar 17,6 kg (Pros, 2020).

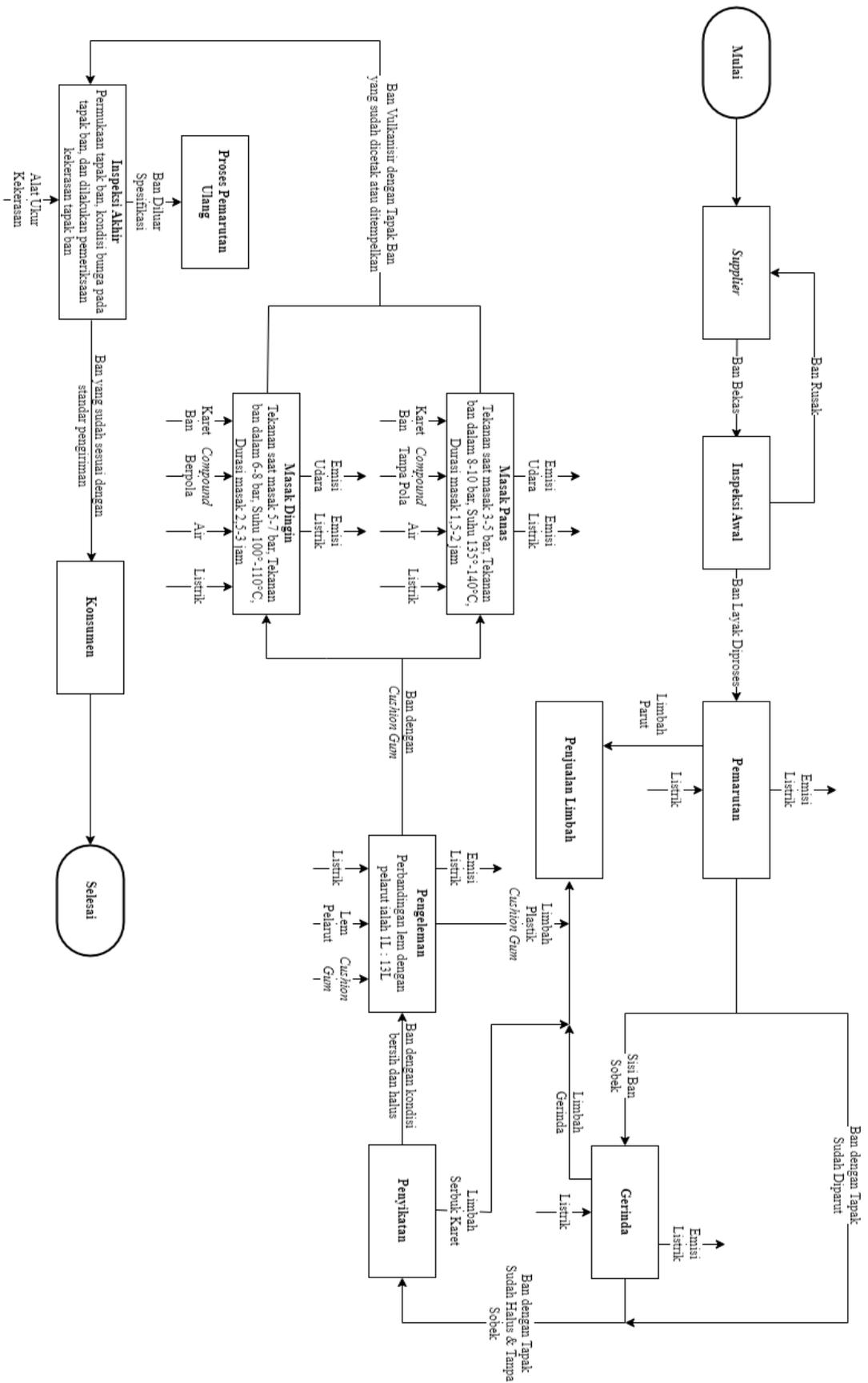
Produksi ban memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan. Proses manufaktur ban menghasilkan emisi gas rumah kaca, terutama CO<sub>2</sub>, serta mengonsumsi sumber daya alam dan energi dalam jumlah besar. Selain itu, limbah padat dan cair yang dihasilkan selama proses produksi dapat mencemari tanah dan air jika tidak dikelola dengan baik. Pengurangan emisi CO<sub>2</sub> sangat penting karena gas ini merupakan kontributor utama perubahan iklim global. Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), peningkatan suhu bumi akibat dari efek rumah kaca dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan, seperti kenaikan permukaan air laut, perubahan pola cuaca ekstrem, dan hilangnya keanekaragaman hayati (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023). Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dalam industri ban, termasuk melalui penggunaan ban vulkanisir, merupakan langkah penting dalam memitigasi dampak dan keberlanjutan dari lingkungan.

Pabrik ban vulkanisir yang berada di Kota Padang saat ini ialah PT Inti Vulkanatama yang berlokasi di Jalan Adinegoro Nomor 81, Lubuk Buaya. PT Inti Vulkanatama menjadi salah satu pabrik vulkanisir ban dari 258 pabrik yang dicatat oleh Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM). Pabrik ini menerima permintaan ban vulkanisir dengan limbah ban yang berasal dari kawasan Sumatra

Barat, Riau, Bengkulu, dan Jambi. Pabrik ban ini mampu memproduksi 800 - 1200 unit ban setiap bulannya dengan rentang harga Rp270.000 hingga Rp2.370.000.

Proses pembuatan ban vulkanisir di PT Inti Vulkanatama terdiri dari 2 proses, yaitu proses dingin dan proses panas. Kedua proses cenderung memiliki tahap yang sama, hanya saja memiliki perbedaan pada proses pemasangan tapak ban dan pemasakan ban. Proses pembuatan ban vulkanisir dimulai dari tahap inspeksi awal, tahap pamarutan, tahap gerinda, tahap sikat, tahap pengeleman, tahap pemasakan, dan hingga akhirnya dilakukan inspeksi akhir. Tahapan pembuatan ban vulkanisir secara lebih jelas dapat dilihat pada **Gambar 1.1** berikut.





Gambar 1.1 Tahap Pembuatan Ban Vulkanisir PT Inti Vulkatama

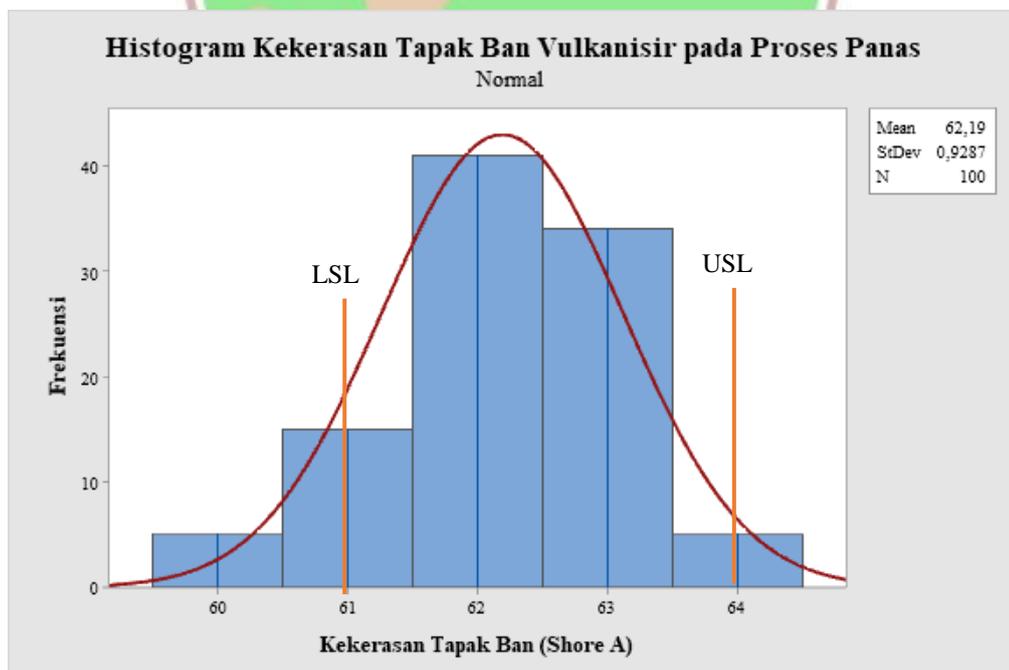
Tahapan pembuatan ban yang pertama adalah tahap inspeksi. Ban yang telah datang dari agen diperiksa untuk melihat apakah ban layak diproduksi lebih lanjut atau tidak. Saat ditemukan anyaman nilon pada bagian karet samping ban atau permukaan ban pecah, maka ban tidak akan lanjut diproses. Tahapan selanjutnya ialah tahap parut yang menggunakan mesin pamarut tapak ban. Tahap ini dilakukan untuk menghaluskan permukaan ban sebelum diproses dan untuk melihat apakah masih terdapat kerusakan ban bagian dalam yang tidak terlihat pada tahapan sebelumnya. Namun, kejadian ditemukannya ban rusak pada tahap ini sangat kecil, 1:50 karena saat ban ditemukan kerusakan pada karet ban pada tahap inspeksi ban langsung ditolak dan tidak akan diproses.

Tahap ketiga ialah tahap gerinda, permukaan ban yang telah dihaluskan akan digerinda pada bagian yang mengalami robekan kecil sebelum disisipgum. Tujuannya agar robekan kecil tidak membesar saat dimasak nanti. Tahap keempat ialah tahap sikat, permukaan ban dibersihkan dari debu dan kotoran agar proses pengeleman dapat berjalan dengan lancar. Selanjutnya tahap pengeleman dengan membaluti lem khusus pada ban yang berfungsi untuk merekatkan *cushion gum*. Tahap keenam ialah penempelan sisipgum pada robekan kecil yang sudah ditandai sebelumnya. Tujuannya untuk menutup robekan agar saat diisikan angin dan pemasakan ban tidak menjadi kembung. Tahap ketujuh ialah tahap penempelan *cushion gum* pada ban dengan tujuan merekatkan *casing* ban pada tapak ban baru.

Setelah dilakukan ketujuh tahap, tahap kedelapan merupakan pembeda dari proses panas dan proses dingin. Proses panas dimulai saat ban yang telah dilapisi *compound* dipasangkan plat dan ban dalam dengan tekanan 8 hingga 10 bar. Setelah itu, ban diberikan tekanan udara saat dimasukkan kedalam cetakan sebesar 3 hingga 5 bar dan akan dimasak selama 1,5 jam sampai 2 jam dengan suhu 135°C hingga 140°C. Proses dingin sedikit berbeda dengan proses panas karena ban ditempelkan dengan pola yang sudah ada dan diberi tekanan ban dalam 6 hingga 8 bar. Setelah itu ban akan dibungkus dengan pembungkus khusus dan dimasukkan kedalam alat kapsul besar (*chamber*) untuk proses pemasakan yang dilakukan selama 2,5 jam hingga 3 jam dengan suhu 100°C hingga 110°C

dan dengan tekanan udara sebesar 5 hingga 7 bar. Tahapan terakhir untuk kedua proses ialah inspeksi akhir dengan tujuan memeriksa apakah ban sudah diproses dan menghasilkan kekerasan dan permukaan ban sesuai dengan spesifikasi dan permintaan.

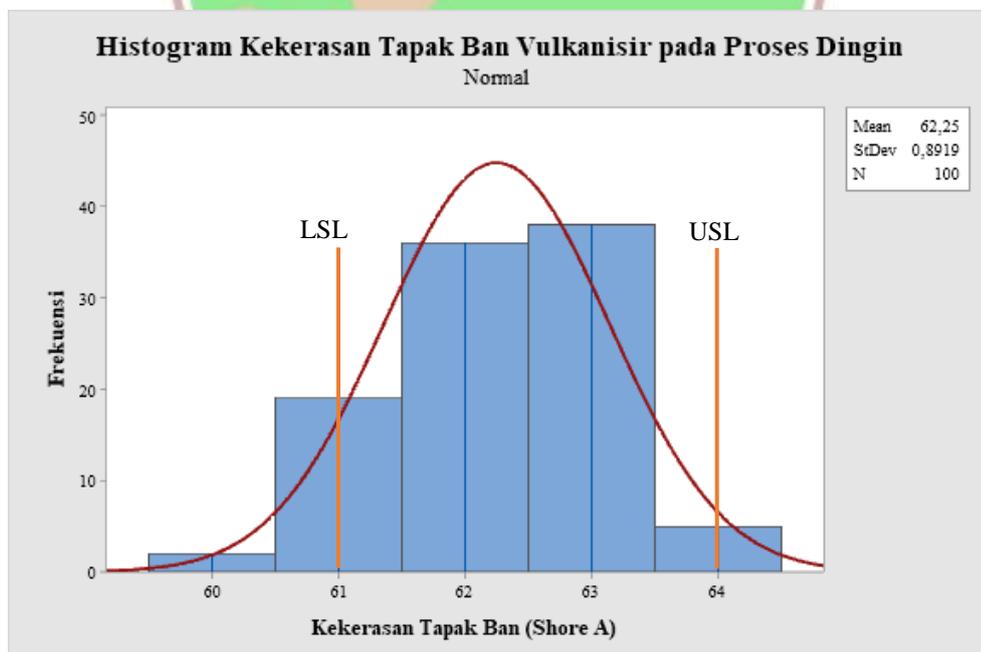
Ban vulkanisir hasil produksi PT Inti Vulkatama memiliki spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan, yaitu 61 – 64 shore A. PT Inti Vulkatama mempunyai standar proses yang bertujuan untuk meminimalisir kecacatan produk yang dihasilkan, seperti robekan pada permukaan ban, permukaan ban yang bergelombang, adanya retak di sisi ban, kekerasan ban diluar spesifikasi yang menyebabkan ban yang dihasilkan tidak bisa diberikan ke konsumen. Dilakukan proses sampling pada kedua jenis proses pembuatan ban untuk melihat apakah kekerasan ban yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi perusahaan atau tidak. Data sampling kekerasan ban diambil sebanyak 100 unit ban untuk setiap proses yang diambil pada 22 Juli 2024 hingga 30 Agustus 2024 dengan menggunakan alat ukur Durometer seperti pada **Lampiran D.1**. Berikut histogram dari data kekerasan ban proses panas.



**Gambar 1.2** Histogram Uji Kekerasan Tapak Ban Vulkanisir pada Proses Panas

Berdasarkan gambar diatas, rata-rata kekerasan tapak ban dari 100 sampel sebesar 62,19 shore A dengan kurva batas bawah spesifikasi dari kekerasan tapak ban ialah 61 shore A dan ditemukan 5 ban dengan kekerasan tapak diluar spesifikasi atau sebesar 5% produk cacat ditemukan. Kemudian untuk nilai fungsi kerugian (*loss function*) yang dihitung melalui nilai kekerasan dan harga satuan produk sebagai nilai kerugian sebesar Rp50.000 menggunakan prinsip *nominal the better*, sehingga didapatkan rata-rata nilai fungsi kerugian (*loss function*) yang dihasilkan sebesar Rp21.111. Perhitungan nilai fungsi kerugian Taguchi dapat dilihat pada **Lampiran B**.

Kombinasi aktual yang ditetapkan perusahaan untuk proses panas ialah proses masak dilakukan selama 2 jam dengan suhu 140°C, tekanan udara saat masak sebesar 3 bar, dan tekanan ban dalam 10 bar. Berdasarkan histogram dan kombinasi yang saat ini diterapkan, perusahaan dapat menghasilkan emisi karbon sebesar 54,591 kg CO<sub>2</sub> per unit ban, sehingga rasio bernilai 1,13 shore A/ kg CO<sub>2</sub>. Perhitungan nilai rasio kekerasan tapak ban dan nilai emisi karbon dapat dilihat pada **Lampiran C**.



**Gambar 1.3** Histogram Uji Kekerasan Tapak Ban Vulkanisir pada Proses Dingin

Berdasarkan gambar diatas, nilai rata-rata kekerasan tapak ban proses dingin berkisar 62,25 shore A dengan kurva condong ke kiri dan ditemukan 2 ban dengan kekerasan tapak diluar spesifikasi atau sebesar 2% produk cacat ditemukan. Selain itu, nilai fungsi kerugian (*loss function*) untuk proses dingin ini berdasarkan nilai kekerasan tapak ban dan harga satuan ban sebesar Rp50.000, sehingga didapatkan nilai fungsi kerugian sebesar Rp18.888 dengan prinsip *nominal the better* seperti pada **Lampiran B**.

Saat ini, kombinasi faktor yang diterapkan oleh perusahaan ialah proses masak berlangsung selama 3 jam dengan suhu 100°C, tekanan udara saat masak 5 bar, dan tekanan ban dalam 8 bar. Berdasarkan histogram dan kombinasi tersebut, jumlah emisi karbon yg dihasilkan selama pembuatan satu unit ban sebesar 49,770 kg CO<sub>2</sub>, sehingga rasio bernilai 1,25 shore A/ kg CO<sub>2</sub> yang dapat dilihat pada **Lampiran C**.

Pembuatan ban pada proses panas hanya dapat dilakukan vulkanisir sekali. Hal tersebut karena tapak ban hasil proses panas tidak dapat dibongkar. Berdasarkan data 100 unit ban proses panas, cacat pada kekerasan tapak ban proses panas 3 kali lipat lebih banyak dari proses dingin. Maka dari itu, diperlukan pengendalian kualitas kekerasan tapak ban vulkanisir proses panas di PT Inti Vulkatama.

Berdasarkan kedua proses pembuatan ban, rata-rata setiap proses menggunakan listrik untuk menjalankan setiap mesinnya, namun perbedaan dari kedua proses dapat dilihat dari penggunaan listrik dan sumber daya pada proses pemasakan proses panas lebih besar dari proses dingin. Proses pemasakan ban menjadi satu-satunya proses yang dapat menjadi peluang dalam optimasi nilai rasio kekerasan ban dan emisi karbon. Pada proses selain proses pemasakan, sumber daya yang digunakan sudah memiliki ketetapan, sedangkan pada proses pemasakan ban, terdapat beberapa faktor yang bisa dikontrol oleh pekerja dalam proses produksi.

Proses pembuatan tapak ban dilakukan dengan bantuan uap saat melakukan proses pemasakan pada pembuatan setiap ban. Uap diperoleh dari hasil pembakaran karet (RCO) pada *steam* yang akan disalurkan pada setiap tempat pemasakan ban, sehingga dibutuhkan 800 kg karet (RCO) per hari sebagai sumber bahan bakar dan air sebanyak 3500 liter per hari. Perbandingan nilai kekerasan tapak ban dari proses panas dan proses dingin cenderung sama, namun sangat berbeda dari segi nilai emisi karbon yang dihasilkan. Proses panas yang memiliki nilai tekanan yang lebih besar, suhu yang lebih tinggi, penggunaan listrik dan nilai emisi CO<sub>2</sub> yang lebih besar, dan jumlah ban yang dibawah spesifikasi lebih besar menyebabkan proses panas menjadi fokus utama dalam proses optimasi nilai rasio kekerasan tapak ban dengan nilai emisi karbon pada penelitian ini. Oleh karena itu, tugas akhir ini berfokus pada kualitas kekerasan tapak ban vulkanisir yang dihasilkan proses panas dengan melibatkan faktor nilai emisi karbon sehingga dihasilkan ban vulkanisir dengan kekerasan tapak ban optimal dan nilai emisi karbon yang rendah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang pada subbab sebelumnya, pada proses panas masih terdapat ban yang memiliki kekerasan tapak diluar spesifikasi dengan persen cacat ban dan nilai emisi CO<sub>2</sub> lebih besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan bagaimana menentukan nilai dan kombinasi dari setiap faktor agar persentase cacat berkurang, nilai *loss function* berkurang, nilai emisi CO<sub>2</sub> berkurang, sehingga rasio kekerasan dengan emisi meningkat.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai dan kombinasi dari setiap faktor agar persentase cacat berkurang, nilai *loss function* berkurang, dan nilai emisi CO<sub>2</sub> berkurang, sehingga rasio kekerasan dengan emisi meningkat.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Kekerasan tapak ban dan nilai emisi karbon yang diteliti berfokus pada ban hasil proses panas.
2. Jenis ban yang diteliti yaitu Tipe 1000-20.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini sebagai berikut.

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dalam penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan studi literatur yang berkaitan dengan teori-teori dasar yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti. Studi literatur membahas mengenai kualitas, desain eksperimen, metode Taguchi, proses perancangan parameter, desain eksperimen Taguchi, Taguchi *Loss Function*, serta penelitian terdahulu.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan terkait tahap penelitian yang dimulai dari survei pendahuluan, studi literatur, identifikasi dan rumusan masalah, pemilihan metode, identifikasi faktor, pengumpulan dan pengolahan data, analisis hasil pengolahan data, dan membuat kesimpulan.

### BAB IV HASIL

Bab ini berisikan langkah-langkah pengumpulan dan pengolahan data berdasarkan metode yang digunakan untuk menghasikan usulan perbaikan ban di PT Inti Vulkatama.

**BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan analisis terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data.

**BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

