

# OPTIMALISASI RANCANG BANGUN TEKNOLOGI MESIN CRUMB RUBBER DAN SISTEM INFORMASI RANTAI PASOK UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH BAN BEKAS DI KOTA SEMARANG

Heru Agus Santoso<sup>1\*</sup>, Dewa Kusuma Wijaya<sup>2</sup>, Nur Islahudin<sup>3</sup>

Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro

Kota Semarang, Indonesia

## Jurnal Riptek

Volume 18 No. 2 (165 – 176)

Tersedia online di:

<http://ripteck.semarangkota.go.id>

## Info Artikel:

Diterima: 10 Desember 2024

Disetujui: 30 Desember 2024

Tersedia online: 31 Desember 2024

## Kata Kunci:

Crumb Rubber, Limbah Ban Bekas, Reverse Engineering, Ekonomi Sirkuler

## Korespondensi penulis:

[dewa.kuja@dsn.dinus.ac.id](mailto:dewa.kuja@dsn.dinus.ac.id)

**Abstract.** Central Java, especially Semarang City, is one of the provincial capitals with quite high economic progress. These indicators can be seen through the high population and the number of motorized vehicles as a mode of transportation. The high number of motorized vehicles can hurt the environment through pollution and vehicle replacement waste. This research examines used tires as a type of waste produced from vehicle maintenance, which has become a polemic until now. This is because recycling is difficult and has only been used as raw material for vulcanization or thrown into the environment. Through this research, the reverse engineering technology for processing used tire waste into crumb rubber products has become an effective response solution. Crumb rubber is a crumb rubber product that can be an industrial raw material with high economic value, where the selling price of crumb rubber is around IDR 65,000 per kg. On the other side, developing appropriate technology can provide added value for the environment by converting waste into raw material products to reduce impacts. Apart from that, there is added value from a social aspect because it provides new employment opportunities for related parties, namely the community as business actors who can partner with vehicle repair shops as waste providers. This research also designs a supply chain information system to support circular economic activities related to managing tire waste into crumb rubber.

## Cara mengutip:

Santoso, Heru Agus, Dewa Kusuma Wijaya, Nur Islahudin, (2024). *Optimalisasi Rancangan Bangun Teknologi Mesin Crumb Rubber dan Sistem Informasi Rantai Pasok untuk Pengolahan Limbah Ban Bekas di Kota Semarang*. Vol. 18 (2) Halaman 165-176. <http://ripteck.semarangkota.go.id>

## Pendahuluan

Pada era modernisasi saat ini, limbah merupakan salah satu bentuk luaran non produktif yang tidak dapat dihindari dan memerlukan bentuk penanganan khusus dalam pengolahannya. Hal ini dikarenakan jenis limbah yang ada beragam mulai dari organik hingga non organik, serta subvariasi dari masing-masing jenis limbah yang memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Salah satu jenis limbah yang menarik untuk dikaji dalam lingkup penelitian ini adalah limbah kota dari sektor transportasi berupa karet dari ban bekas, yang dihasilkan dari kendaraan bermotor roda dua, roda empat, angkutan umum, kendaraan niaga seperti truk, kendaraan alat berat bahkan sepeda. Ban bekas sendiri merupakan hasil dari limbah proses perawatan kendaraan yang dilakukan secara berkala. Limbah ban bekas menjadi kajian potensial terkait penanganan limbah kota disamping kajian mengenai emisi dan polusi, hal ini dikarenakan jumlah kendaraan di kota juga semakin meningkat tiap waktu.

Jumlah dari kendaraan bermotor khususnya di Jawa Tengah dari setiap periode tahun semakin

meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2023 lalu total jumlah kendaraan bermotor sebanyak 18.828.975 unit, jumlah tersebut meningkat dari sebanyak 19.534.880 unit di tahun 2022 (Juli dkk., 2023). Persentase kenaikan sebanyak 3,66% tiap tahunnya memberikan dampak yang signifikan untuk luaran limbah ban bekas yang dihasilkan dan sampai dengan saat ini belum tertangani secara lebih baik dan ideal (Sholahudin dkk., 2023). Saat ini limbah ban bekas hanya dibuang begitu saja dengan tidak teratur di lokasi TPA dan bahkan dibuang secara ilegal di lingkungan alam, hal ini dikarenakan pemanfaatan limbah ban bekas tersebut hanya memberikan sedikit keuntungan bagi pihak-pihak yang mengolah. Selain memberikan dampak lingkungan, ternyata limbah ban bekas yang dibuang secara sembarangan dapat mengakibatkan dampak kesehatan dimana menjadi sumber penyakit. Berdasarkan data, sebanyak 95% perkembangan dari nyamuk *Aedes Aegypti* berasal dari dalam ban bekas (Rahma Fitri dkk., 2024).

Berdasarkan potensi dampak yang dihasilkan, maka perlu penanganan yang serius dari kondisi

limbah ban bekas tersebut terutama untuk menghindari dampak yang dirasakan bagi masyarakat kota khususnya. Hal ini dikarenakan semakin pesat tumbuhnya perekonomian suatu kota maka laju pertumbuhan industri automotif juga semakin meningkat oleh karena menjadikan permintaan ban kendaraan yang tentu saja semakin meningkat. Melalui penelitian ini salah satu upaya solusi yang ditawarkan adalah model implementasi teknologi pengolahan limbah ban bekas menjadi karet remahan atau yang dikenal dengan istilah *crumb rubber*. *Crumb rubber* merupakan salah satu hasil pengolahan limbah ban bekas yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan industri, serta pengolahan dari limbah tersebut bisa juga berwujud *recycled rubber* dan *reclaimed rubber* atau masyarakat kita mengenal dengan istilah ban vulkanisir. Pemanfaatan ban bekas untuk pembuatan *crumb rubber* bukan hanya solusi mengurangi pencemaran lingkungan dan sumber penyakit, namun juga merupakan peluang pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal. *Crumb rubber* sendiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk karpet, sepatu, campuran bahan konstruksi bangunan, campuran aspal, lapangan futsal, arena bermain dan lain sebagainya (Kusumaningtyas dkk., 2018).

Berdasarkan studi literasi penelitian sebelumnya, manfaat dari alat bantu pemotong ban bekas adalah mampu meningkatkan nilai ekonomis pengrajin anyaman atau kerajinan dari sisi efisiensi waktu serta tenaga kerja (Falaah et al., 2013).

Berikutnya tentang Pembuatan Karbon Aktif dari Hasil Pirolisis Ban Bekas (Tutik Muji & Setiawan, 2018). Selanjutnya, pemanfaatan ban bekas di Indonesia dapat berpotensi menghasilkan material hasil daur ulang dan produk jadi yang bermanfaat (Rochman & Setiyo, 2019). Pada tahun berikutnya terdapat penelitian terkait penggunaan limbah ban bekas berupa *crumb rubber* sebanyak 25% sebagai substitusi pasir pada campuran bata beton ringan, yang kemudian ditinjau dari kualitas kuat tekannya (Setiawan dkk., 2021). Pada tahun yang sama *crumb rubber* dimanfaatkan sebagai campuran pembuatan *paving blok*, kemudian diketahui bahwa material dengan campuran *crumb rubber* memiliki daya penyerapan beban dinamis yang lebih baik dan dapat menahan perambatan terak (Muhammad Fahri & Tarigan, 2021), pada skala internasional terdapat tinjauan sifat beton dengan campuran *crumb rubber* mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perlindungan lingkungan sembari memecahkan masalah transportasi dan pembuangan limbah ban bekas

(Assaggaf dkk., 2021), dan pada tahun yang sama analisa uji nyala minyak hasil penyulingan limbah ban (Zainudin, 2021)

Pada tahun berikutnya pada skala internasional terdapat penelitian terkait evaluasi kinerja aspal termodifikasi *crumb rubber* dan campurannya (Duan dkk., 2022). *Crumb rubber* juga telah ditinjau lenih lanjut terkait substitusinya sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton (Ren dkk., 2022), serta perilaku reologi pengikat aspal modifikasi wma dengan *crumb rubber* juga telah diuji dalam jangka (Turabay dkk., 2022).

Pada tahun sebelumnya terdapat penelitian skala internasional terkait kinerja beton *crumb rubber* yang dibuat dengan pra-perlakuan panas yang tinggi dan air bermagnet (Youssf dkk., 2023) Pada tahun ini terdapat penelitian terkait desain mesin pencacah limbah karet berkapasitas 20 kg menggunakan motor power 0,18 kw / 180 watt (Sundari dkk., 2024), serta analisis pengaruh substitusi *crumb rubber* terhadap durabilitas dan fleksibilitas aspal ac-wc (Farlin Rosyad dkk., 2024), serta pada skala internasional terdapat tinjauan pirolisis ban bekas untuk pemulihan energi dan material dari perspektif optimasi (Zhang et al., 2024), kemudian tentang tinjauan pirolisis ban bekas sebagai strategi potensial untuk jalur pengelolaan limbah (Hoang et al., 2024), serta penelitian tentang pemanfaatan minyak pirolisis daur ulang dari ban mobil bekas sebagai pengumpul potensial dalam flotasi batubara: Produksi, karakterisasi, dan mekanisme pengumpulan (Rahmanian et al., 2024)

Dalam mendukung upaya implementasi dari teknologi pengolahan produksi *crumb rubber* tersebut, penelitian ini bermitra dengan kelompok masyarakat UMKM Repro yang berlokasi di daerah Mijen, Kota Semarang. UMKM tersebut merupakan kelompok masyarakat penggerak ekonomi kecil melalui sektor pengelolaan limbah kota, dimana proses bisnis yang dilakukan yaitu mengolah limbah organik maupun non organik di Kota Semarang. Diharapkan, melalui kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini dapat memberikan dampak nyata bagi peningkatan ekonomi sirkuler kota melalui pengolahan limbah ban bekas menjadi produk *crumb rubber* yang diimplementasikan pada UMKM Repro dalam mendukung pasokan bahan baku karet untuk industri. Sejalan dengan itu juga diharapkan mampu mendukung upaya penyelamatan lingkungan melalui kegaitan daur ulang limbah non organik serta memberikan peluang seluas mungkin secara sosial melalui penyediaan lapangan kerja

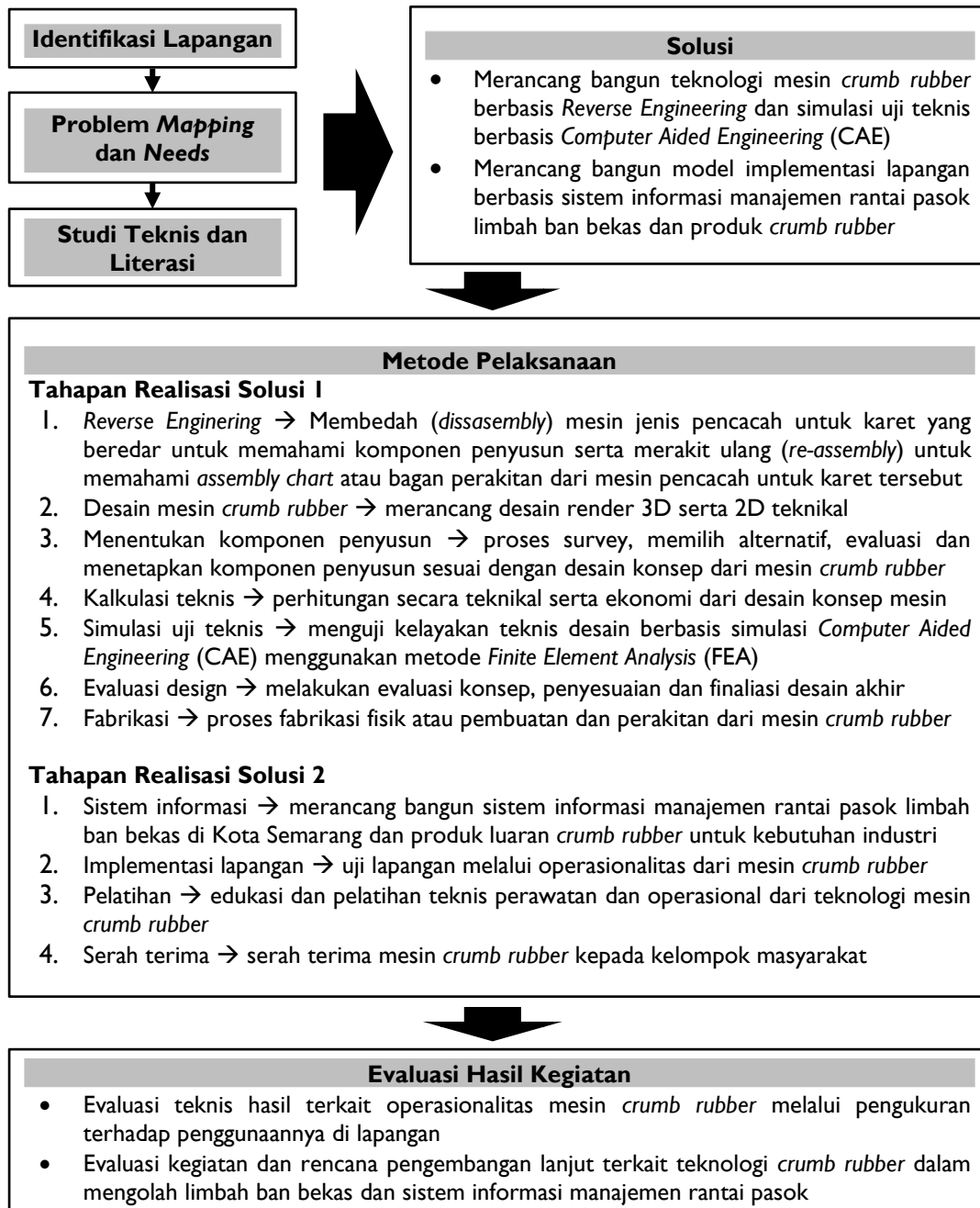
baru bagi masyarakat kecil di Kota Semarang khususnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, mengidentifikasi, dan menganalisis metode yang efektif untuk mengolah limbah ban bekas, dengan fokus pada masalah pencemaran lingkungan dan potensi pemanfaatan bahan daur ulang. Penelitian ini akan mengeksplorasi teknologi pirolisis sebagai solusi inovatif untuk mengurangi dampak negatif dari limbah ban. Pendekatan ini

menunjukkan berbagai kemungkinan untuk pemanfaatan dan daur ulang ban bekas.

**Metode Analisa**

Metode pelaksanaan dari rangkaian kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat terkait rancang bangun teknologi *crumb rubber* dan sistem informasi manajemen rantai pasok ini secara runtut dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Sumber: Data Diolah, 2024

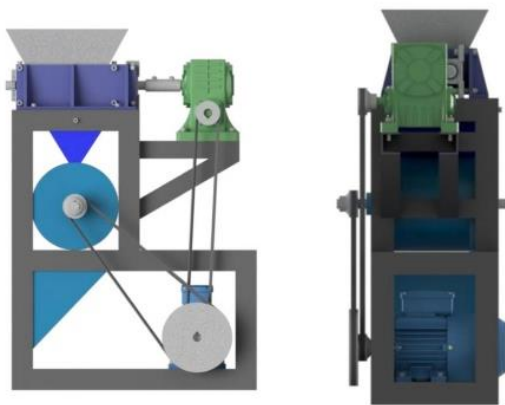
**Gambar 1.** Alur Proses Kegiatan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Teknologi *Crumb Rubber* di Kelompok Masyarakat UMKM Repro Kota Semarang

**Hasil dan Pembahasan**

**A. Reverse Engineering Desain dan Simulasi Uji Teknis Teknologi Mesin Crumb Rubber**

Rangkaian dari tahapan ini adalah menerapkan metode *Reverse Engineering* terhadap mesin serupa yang telah beredar di pasaran untuk memahami mekanisme kerja mesin, pemetaan struktur komponen kritis, dan teknis perakitan antar komponen penyusun tersebut. Selanjutnya desain mesin mulai dirancang berbasis *Computer Aided Design (CAD)*, ditetapkan komponen penyusun, dilakukan kalkulasi teknis dan diuji teknis melalui simulasi berbasis *Computer Aided Engineering*

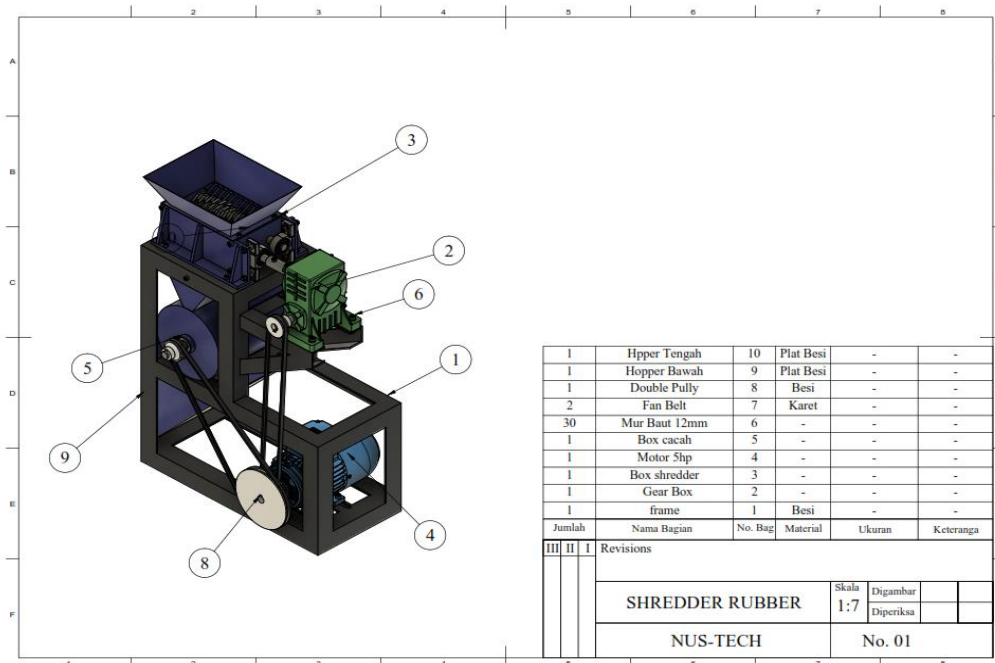
(CAE) menggunakan metode *Finite Element Analysis (FEA)* untuk mengetahui nilai kelayakan secara teknis dari desain konsep mesin *crumb rubber* yang dirancang. Tujuan aktual dari penerapan metode FEA dalam proses pengujian adalah karena metode tersebut mampu menganalisis kelayakan teknis suatu objek menggunakan bantuan simulasi komputer, sehingga mampu mengurangi biaya uji serta apabila terdapat ketidaksesuaian desain maka secara konsep dapat direvisi atau dikembangkan lebih lanjut. **Gambar 2** menunjukkan struktur desain awal dari konsep mesin *crumb rubber* yang telah dirancang.



(2.1)



(2.2)

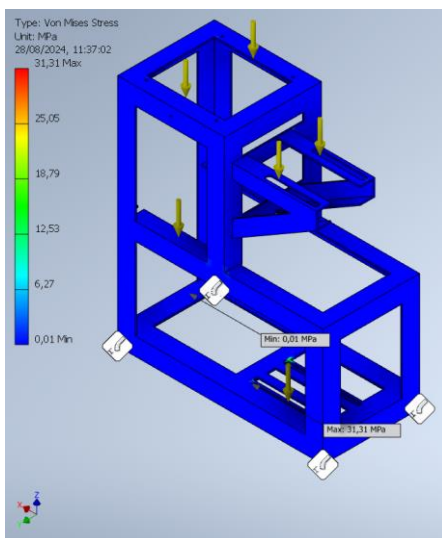


(2.3)

Sumber: Data Diolah, 2024

**Gambar 2.** Struktur Desain Awal Mesin *Crumb Rubber* (2.1) Desain Teknikal 2D, (2.2) render Desain 3D, dan (2.3) Struktur Desain Komponen Kritis

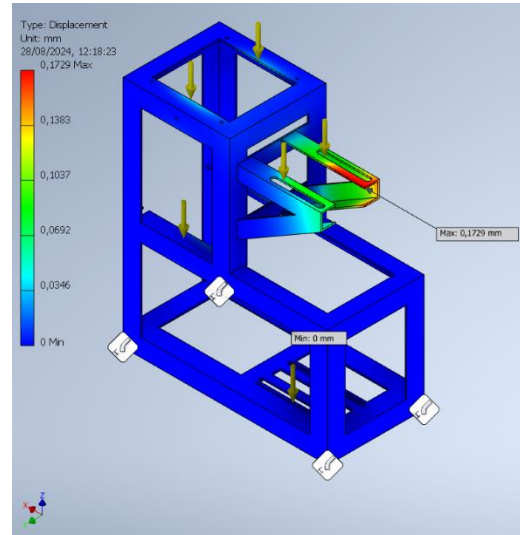
Selanjutnya tahapan desain dilanjutkan dengan uji kelayakan teknis desain konsep mesin *crumb rubber* berbasis simulasi CAE, dimana pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah desain struktur, karakteristik material dan beban kerja operasional mesin tersebut layak secara teknis. Parameter pengujian yang umumnya digunakan antara lain tegangan Von Mises, *displacement* dan faktor *safety*. Mengenai hasil uji tegangan Von Mises dapat dilihat pada **Gambar 3**, dimana Parameter analisis ini digunakan untuk menguji tegangan normal (tekan dan tarik) dan tegangan geser suatu benda yang diberi perlakuan. Kemampuan benda dalam menahan tegangan puncak sebelum terjadi deformasi dapat diketahui menggunakan analisis ini.



Sumber: Data Diolah, 2024

**Gambar 3.** Hasil Uji Von Mises Stres

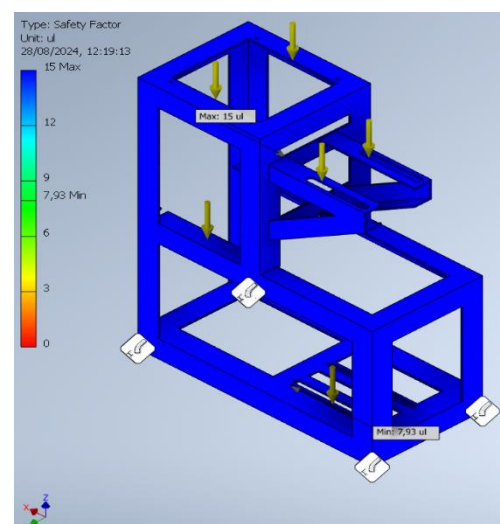
Pada **Gambar 3** dapat kita lihat bahwa hasil pengujian simulasi tegangan Von Mises menunjukkan pola saturasi warna dominan biru secara keseluruhan yang artinya pola warna ini menunjukkan hasil yang sangat baik dari rancangan desain konsep mesin *crumb rubber* dan pemilihan material yang digunakan mampu menahan tegangan puncak sehingga proses deformasi tidak terjadi. Semakin biru pola saturasi warna hasil pengujian menunjukkan semakin baik kondisi aspek teknis benda tersebut begitupun sebaliknya, Maka dapat disimpulkan bahwa rancangan desain konsep mesin *crumb rubber* tersebut sesuai berdasarkan tegangan Von Mises dengan nilai tahanan minimum sebesar 0,01 MPa dan maksimum sebesar 31,31 MPa. Parameter pengujian selanjutnya yaitu pengujian pergeseran atau *displacement* dimana pengujian ini digunakan untuk mengukur lendutan rancangan benda akibat beban yang diberikan dengan hasil pada **Gambar 4**.



Sumber: Data Diolah, 2024

**Gambar 4.** Hasil Uji Displacement

Pada **Gambar 4** hasil simulasi pengujian *displacement* menunjukkan pola warna yang bervariasi dengan mayoritas berwarna biru, namun ada bagian yang memiliki pola warna kritis yaitu merah pada rangka braket komponen *gearbox* mesin *crumb rubber* dengan nilai hasil pengujian minimum sebesar 0 mm dan maksimum sebesar 1,1729 mm. Hal ini menunjukkan bahwa pada bagian ini terdapat potensi besar terjadinya defleksi pergeseran pada bagian rangka braket *gearbox* saat diberikan beban. Berikutnya parameter pengujian terakhir yaitu faktor *safety* (*Sf*) dimana tujuan pengujiannya adalah untuk mengetahui nilai keamanan dari fungsional desain, ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Sumber: Data Diolah, 2024

**Gambar 5.** Hasil Uji Faktor Safety

Pada **Gambar 5** hasil pengujian terkait faktor *safety* untuk rancangan desain konsep mesin *crumb rubber* menunjukkan pola saturasi warna biru, dimana hasil tersebut dapat mengarah pada fungsi rancangan mesin yang aman dengan nilai minimum sebesar 7,93 ul dan maksimum sebesar 15 ul. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat pula dinyatakan bahwa rancangan desain konsep mesin *crumb rubber* memiliki kelebihan lain dari segi

keamanan fungsional, tentunya hal ini sejalan dengan kemampuannya dalam menahan tegangan dan regangan.

Berdasarkan pengujian berbasis simulasi CAE terhadap rancangan desain konsep mesin *crumb rubber* dengan metode FEA dapat diketahui bahwa rancangan dapat disimpulkan dengan baik dari segi kelayakan teknis dengan rangkuman hasil pengujian yang disajikan pada **Tabel I**.

**Tabel I.** Ringkasan Hasil Uji Simulasi FEA Desain Konsep Mesin *Crumb Rubber*

Parameter Uji	Nilai Uji	
	Minimum	Maksimum
<b>Uji Tegangan / Stress</b>		
Tegangan / Stress Von Mises	0.0116876 MPa	31.3093 MPa
Tegangan Prinsipal Pertama (1st)	-3.2811 MPa	42.504 MPa
Tegangan Prinsipal Ketiga (3rd)	-28.2577 Mpa	10.2484 Mpa
Tegangan XX	-25.8235 MPa	27.4851 MPa
Tegangan XY	-10.5733 MPa	12.348 MPa
Tegangan XZ	-6.90577 MPa	10.1046 MPa
Tegangan YY	-12.3947 MPa	26.9906 MPa
Tegangan YZ	-7.1829 MPa	8.77847 MPa
Tegangan ZZ	-23.7999 MPa	17.6052 MPa
<b>Uji Pergeseran / Displacement</b>		
Displacement / Pergeseran	0 mm	0.172895 mm
X Displacement	-0.0530689 mm	0.0279754 mm
Y Displacement	-0.0440865 mm	0.0405111 mm
Z Displacement	-0.164952 mm	0.0000568744 mm
<b>Uji Regangan / Strain</b>		
Regangan / Strain Equivalen	0.0000000619526 ul	0.000148898 ul
Regangan Prinsipal Pertama (1st)	-0.000000588674 ul	0.000178831 ul
Regangan Prinsipal Ketiga (3rd)	-0.000134677 ul	0.000000516147 ul
Regangan XX	-0.000120097 ul	0.000128182 ul
Regangan XY	-0.0000687406 ul	0.0000802786 ul
Regangan XZ	-0.0000448967 ul	0.0000656936 ul
Regangan YY	-0.0000543704 ul	0.0000779729 ul
Regangan YZ	-0.0000466984 ul	0.0000570718 ul
Regangan ZZ	-0.000112723 ul	0.0000636105 ul
<b>Uji Keamanan / Safety</b>		
Faktor Safety	7.92813 ul	15 ul

Sumber : Data Diolah, 2024

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan uji simulasi berbasis CAE menggunakan metode FEA pada perancangan mesin *crumb rubber*, diperoleh kesimpulan bahwa mesin tersebut dinilai layak dari aspek teknis sesuai dengan nilai output yang diperoleh dari

hasil pengujian (lihat **Tabel I**) sehingga dapat direalisasikan sebagai prototipe fisik. Namun sebagai masukan untuk pengembangan perancangan penampang braket komponen *gearbox* dapat diperkuat dengan menambahkan tumpuan pada penampang vektor X dan Z untuk



memperkecil nilai lendutan berdasarkan pengujian *Displacement*. Analisis pengembangan dari pengujian tersebut juga dapat dilakukan untuk mengidentifikasi analisis keselamatan perancangan mesin *crumb rubber*, dimana dengan diperoleh nilai faktor *safety* minimum sebesar 7,92813 ul dan

maksimum sebesar 15 ul dapat disimpulkan bahwa menurut standar keselamatan Joseph P. Vidosic (lihat **Tabel 2**) dapat dikategorikan sebagai perancangan yang layak ditinjau dari aspek keselamatan fungsional.

**Tabel 2.** Analisis Faktor Safety

Faktor Safety	Hasil	Analisis
1.25 - 1.5		Untuk tegangan kerja dan kondisi terkontrol diketahui secara pasti
1.5 - 2		Untuk material yang dikenal dengan beban yang mudah ditentukan dan kondisi operasi yang cukup berkelanjutan
2 - 2.5		Untuk bahan umum yang dikenakan tekanan tertentu dan dioperasikan dalam kondisi normal
2.5 - 3		Untuk material yang kurang teruji atau rapuh pada beban dan kondisi operasi yang umum
3 - 4		Untuk bahan yang belum diperiksa dalam kondisi dan beban operasi yang umum
> 4	min (7.92813 ul) maks (15 ul)	Untuk material yang telah melalui pengujian dengan beban dan kondisi operasi yang bervariasi

Sumber :Data Diolah, 2024

Selanjutnya setelah proses pengujian kelayakan secara aspek teknis berbasis simulasi selesai dilakukan maka hasil desain konsep mesin *crumb rubber* tersebut dilakukan evaluasi. Proses evaluasi mencakup evaluasi terkait struktur dan komponen penyusun, penyesuaian kebutuhan aktual lapangan dan finalisasi desain. Hasil evaluasi tersebut memunculkan 2 rincian penyesuaian. Pertama terkait mesin penggerak disesuaikan kembali dari yang sebelumnya berbasis elektrik menjadi berbasis engine 4 Tak, hal ini dikarenakan lokasi di lapangan tidak tentu memiliki sambungan listrik dengan daya yang relatif besar sedangkan menggunakan engine 4

Tak sehingga dapat digunakan tidak terbatas tempat dengan bahan bakar yang juga mudah untuk didapatkan yaitu bensin dengan RON 90 atau di atasnya. Kedua terkait pisau penghalus apabila diterapkan maka membutuhkan dimensi frame yang tersendiri dan tidak dapat menjadi satu dengan pisau *shredder*, sehingga disesuaikan kembali dengan penambahan dan pengembangan frame. Setelah finalisasi desain ditetapkan, maka dilanjutkan dengan proses fabrikasi dari mesin *crumb rubber* dengan urutan tahapan proses yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.



(6.1)



(6.2)



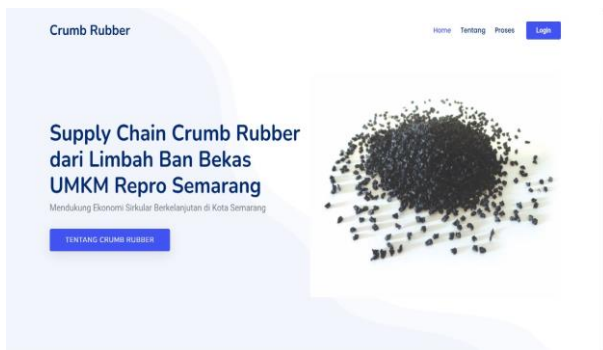
(6.3)



(8.4)

**Gambar 6.** Proses Fabrikasi Mesin *Crumb Rubber* (6.1) Tahap 1 Pembuatan Frame, (6.2) Tahap 2 Pembuatan dan Penyesuaian Motor Penggerak *Engine 4 Tak*, (6.3) Tahap 3 Pembuatan dan Penyesuaian Pisau Penghalus, dan (6.4) Tahap 4 Perakitan Komponen dan *Finishing* Akhir

**B. Sistem Informasi Rantai Pasok dan Implementasi Lapangan**



**Gambar 7.** Layar Antar Muka Sistem Informasi *Crumb Rubber*

Aktivitas selanjutnya setelah selesai proses fabrikasi mesin *crumb rubber* adalah pembuatan, pengujian dan implementasi sistem informasi rantai pasok dari limbah ban bekas sebagai

manajemen pengelolaan produksi *crumb rubber* agar lebih sesuai untuk diterapkan kepada mitra dan pihak-pihak terkait di lokasi Kota Semarang. Sistem informasi yang dirancang bangun tersebut berbasis web dengan layar antar muka dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Sistem informasi rantai pasok yang dirancang memiliki tujuan 3 hal. Pertama menjamin pasokan suplai limbah ban bekas dari suplier sehingga sustainability produksi *crumb rubber* tetap terjaga untuk memenuhi permintaan kebutuhan industri. Kedua adalah pemetaan suplier limbah ban bekas di Kota Semarang dapat lebih terdokumentasi dengan baik, adapun suplier tersebut yaitu bengkel-bengkel otomotif maupun pengepul limbah. Ketiga adalah sistem informasi tersebut mampu menjamin kemitraan secara *win-win solution* antara pihak produsen terhadap suplier demi mendukung program pengelolaan limbah ban bekas di Kota Semarang yang ditunjukkan pada **Gambar 8**.

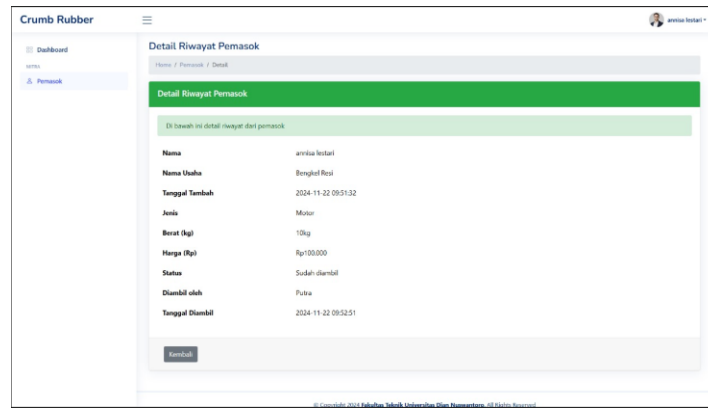


(8.1)

No	Nama Usaha	Lokasi	Berat Stok (kg)	Jarak (km)	Aksi
1	Bengkel Rta	Jalan Puncung Barak 10, 839 00, Pabelan Lor, Semarang Tengah, Semarang, Jawa Tengah, Jawa 50135, Indonesia	50 kg	1,40 km	<a href="#">Detail Stok</a>
2	Bengkel Rta	Jalan Puncung Barak 10, 839 00, Pabelan Lor, Semarang Tengah, Semarang, Jawa Tengah, Jawa 50135, Indonesia	50 kg	1,40 km	<a href="#">Detail Stok</a>
3	Bengkel Ipa Kwik	KM 02, Ngipar, Bantaraman, Semarang, Jawa Tengah, Jawa 50261, Indonesia	85 kg	5,06 km	<a href="#">Detail Stok</a>

(8.2)





(8.3)

**Gambar 8.** Manajemen Informasi (8.1) Bahan Baku-Produk Jadi, (8.2) Dokumentasi Suplier/Mitra Penyedia Bahan Baku, dan (8.3) Mekanisme Transaksi Limbah Ban Bekas

Setelah teknologi mesin *crumb rubber* dan sistem informasi manajemen rantai pasok atas limbah ban bekas selesai dirancang bangun, maka selanjutnya dilakukan kegiatan edukasi dan pelatihan terkait perawatan dan operasionalitas dari kedua teknologi tersebut kepada kelompok masyarakat UMKM Repro Kota Semarang. Adapun kegiatan tersebut ditunjukkan pada **Gambar 9**, dimana kegiatan tersebut bertujuan

untuk memberikan pemahaman terkait keterampilan praktis di dalam pemanfaatan teknologi tersebut di lapangan sehingga dapat membuat teknologi tersebut menjadi tepat guna dan manfaat. Kegiatan tersebut diakhiri dengan proses serah terima teknologi mesin *crumb rubber* dan sistem informasi kepada mitra kelompok masyarakat UMKM Repro Kota Semarang.



(9.1)



(9.2)

**Gambar 9.** Edukasi dan Pelatihan (9.1) Sistem Informasi Manajemen Rantai Pasok Limbah Ban Bekas dan (9.2) Operasionalitas dan Serah Terima Teknologi Mesin *Crumb Rubber* kepada Kelompok Masyarakat UMKM Repro Kota Semarang

## Kesimpulan

Melalui rangkaian program kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini mampu merancang bangun suatu wujud teknologi tepat guna di dalam mengolah limbah ban bekas menjadi produk *crumb rubber* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan kajian teknis dan upaya penelitian terkait rancang bangun teknologi yang telah dilakukan, mesin *crumb rubber* yang dirancang telah memenuhi hasil uji teknis berbasis simulasi *Computer Aided Engineering (CAE)* dengan metode *Finite Element Analysis (FEA)*. Adapun hasil uji tegangan Von Mises optimal sebesar minimum 0,012 Mpa dan maksimum 31,309 Mpa. Hasil pengujian *Displacement* optimal sebesar minimum 0 mm dan maksimum 0,173 mm. Hasil pengujian optimal untuk regangan ekuivalen diperoleh minimum  $6,195 \times e-8$  ul dan maksimum  $1,489 \times e-4$  ul. Terakhir, hasil pengujian optimal untuk faktor *safety* diperoleh minimum 7,928 ul dan maksimum 15 ul. Hasil nilai Faktor Keamanan berada pada kategori cukup baik dari segi aspek keselamatan fungsional dan berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa perancangan mesin *crumb rubber* layak dari aspek teknis.
2. Berdasarkan implementasi lapangan melalui kegiatan pelatihan dan edukasi oleh tim pelaksana, disimpulkan bahwa mesin *crumb rubber* mampu memproses limbah ban bekas secara baik menjadi produk *crumb rubber*. Adapun secara aspek ekonomi produk *crumb rubber* memiliki harga estimasi pasar sebesar 65.000 IDR per kg, secara aspek lingkungan tentu saja mampu mereduksi jumlah limbah ban bekas yang terakumulasi, dan secara aspek sosial mampu memberikan peluang lapangan kerja baru khususnya bagi masyarakat Kota Semarang, serta mampu melibatkan bengkel-bengkel otomotif yang menjadi supplier limbah tersebut. Sebagai pendukung upaya tersebut tim pelaksana juga telah mampu menghasilkan sistem informasi rantai pasok yang dapat dimanfaatkan secara mudah oleh mitra maupun elemen masyarakat yang terkait di dalam rantai pasok tersebut. Diharapkan melalui hasil dari pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini mampu memberikan kebermanfaatn yang lebih luas untuk dapat diterapkan ke lain pihak ataupun lain daerah sebagai wujud peningkatan ekonomi sirkuler

melalui daur ulang limbah ban bekas yang bernilai tambah.

## Ucapan Terimakasih

Tim peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam kegiatan penelitian ini diantaranya adalah DRTPM Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (KEMENDIKBUDRISTEK) selaku penyelenggara dan pemberi dana program hibah pengabdian kepada masyarakat, Universitas Dian Nuswantoro melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) selaku fasilitator kegiatan dan dukungan teknis instrument laboratorium, serta kelompok masyarakat UMKM Repro Kota Semarang sebagai mitra kegiatan sehingga mampu terselesaikan dengan baik dan lancar, sehingga tim peneliti mampu mempublikasikan karya ilmiah yang selanjutnya diharapkan mampu memperkaya kajian keilmuan dan acuan penerapan teknologi tepat guna kepada lapisan masyarakat khususnya dalam teknologi pengelolaan limbah. Legalitas kegiatan ini tertuang dalam kontrak induk kegiatan nomor 128 / E5 / PG.02.00 / PM.BARU / 2024 dengan kontrak derivatif nomor 023 / LL6 / PgB / AL.04 / 2024 serta 061 / A.38- 04 / UDN-09 / VI / 2024.

## Daftar Pustaka

- Assaggaf, R. A., Ali, M. R., Al-Dulaijan, S. U., & Maslehuddin, M. (2021). Properties Of Concrete With Untreated And Treated Crumb Rubber – A Review. *Journal Of Materials Research And Technology*, 11, 1753–1798.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.019>
- Tutik Muji, S., & Setiawan, A. (2018). Pembuatan Karbon Aktif Dari Hasil Pirolisis Ban Bekas. In *Eksergi* (Vol. 15, Issue 2).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31315/E.V15i2.2387>
- Duan, K., Wang, C., Liu, J., Song, L., Chen, Q., & Chen, Y. (2022). Research Progress And Performance Evaluation Of Crumb-Rubber-Modified Asphalts And Their Mixtures. *Construction And Building Materials*, 361, 129687.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129687>
- Muhammad Fahri, T., & Tarigan, J. (2021). Penggunaan Crum Rubber Pada Pembuatan Paving Blok. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3), 523–533.  
<https://doi.org/10.46799/jsa.v2i3.192>

- Falaah, A. F., Cifriadi, A., Dadi, D., Maspanger, R., Penelitian, P., Jalan, K., & No, S. (2013). Pemanfaatan Hasil Pirolisis Limbah Ban Bekas Sebagai Bahan Pelunak Untuk Pembuatan Barang Jadi Karet Utilization Of Pyrolysis Product From Used Tyre Waste As Plasticizer For Rubber Goods Manufacturing. In *Indonesian J. Nat. Rubb. Res* (Vol. 31, Issue 2). <https://doi.org/10.22302/pk.jpik.v31i2.142>
- Farlin Rosyad, Redho Muhammad Sakti, Irham, & Wahyuni Wahab. (2024). Analisis Pengaruh Substitusi Ban Bekas Terhadap Durabilitas Dan Flexibilitas Aspal Ac-Wc. <https://doi.org/10.31869/rtj.v7i2.4746>
- Hoang, A. T., Nguyen, T. H., & Nguyen, H. P. (2024). Scrap Tire Pyrolysis As A Potential Strategy For Waste Management Pathway: A Review. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects*, 46(1), 6305–6322. <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1745336>
- Juli, B., Windria, A., Reviany Mege, S., Eri Werdani, R., & Vokasi, S. (2023). Surplus : Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian Kendaraan Roda Tiga Pada Umkm Di Jawa Tengah. <http://qjurnal.my.id/index.php/sur/article/view/613/515>
- Kusumaningtyas, R. D., Qudus, N., Dewi, R., Putri, A., & Kusumawardani, R. (2018). Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Minyak Goreng Bekas Menjadi Sabun Cuci Piring Untuk Pengendalian Pencemaran Dan Pemberdayaan Masyarakat. <https://doi.org/10.15294/abdimas.v22i2.16587>
- Rahma Fitri, N., Surya Himawan, A., Syiendi Fadillah, A., Putri Dahayu, H., & Marwenny, E. (2024). Mengulas Regulasi Terkait Mekanisme Pengelolaan Sampah Melalui Bank Sampah Di Kota Padang. 02(1), 38–42. <https://doi.org/10.62379/6s53bs83>
- Rahmanian, A., Abdollahi, H., Doulati Ardejani, F., Khoshdast, H., Mohammadzadeh, A., & Jannesar Malakooti, S. (2024). Valorization Of Pyrolysis Oils Recycled From Waste Car Tires As Potential Collector In Coal Flotation: Production, Characterization, And Collecting Mechanism. *Journal Of Environmental Management*, 358, 120815. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120815>
- Ren, F., Mo, J., Wang, Q., & Ho, J. C. M. (2022). Crumb Rubber As Partial Replacement For Fine Aggregate In Concrete: An Overview. *Construction And Building Materials*, 343, 128049. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128049>
- Rochman, M. L., & Setiyo, M. (2019). Mini Review: Potensi Limbah Ban Menjadi Bahan Dan Produk Yang Berguna Mini Review: Potential Of Scrap Tires For Useful Material And Products. 9(1), 2089–4880. <https://doi.org/10.21063/jtm.2019.v9.i1.29-35>
- Setiawan, A., Sugiarto, A., Riyanto, S., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Jurusan, D., Sipil, T., Kunci, K., Karet, S., Pengganti Pasir, ;, & Tekan, K. (2021). Penggunaan Limbah Ban Bekas Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Bata Beton Ringan Ditinjau Kuat Tekannya (Vol. 2, Issue 3). <https://doi.org/10.33795/josmrk.v2i3.838>
- Sholahudin, F., Nindya Ayu Hapsari, R., Faizal Ardiansyah, M. A., Budi, L., Ma, S., Bondan Sugiharta, F., & Sa, L. (2023). Pemanfaatan Limbah Ban Bekas Sebagai Speed Bump Di Jalan Berlian I Perumahan Intan Sambiroto, Kota Semarang. *Communnity Development Journal*, 4, 7205–7212.
- Sundari, S., Yuspradana, R., Irwanto, S., & Pratama, R. A. (2024). Desain Mesin Pencacah Sampah Organik Kapasitas 20 Kg Dalam Mendukung Produksi Eco-Enzyme Dan Kompos. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(3), 315–324. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i3.3584>
- Turbay, E., Martinez-Arguelles, G., Navarro-Donado, T., Sánchez-Cotte, E., Polo-Mendoza, R., & Covilla-Valera, E. (2022). Rheological Behaviour Of Wma-Modified Asphalt Binders With Crumb Rubber. *Polymers*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/polym14194148>
- Youssf, O., Swilam, A., & Tahwia, A. M. (2023). Performance Of Crumb Rubber Concrete Made With High Contents Of Heat Pre-Treated Rubber And Magnetized Water. *Journal Of Materials Research And Technology*, 23, 2160–2176. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.146>

Zainudin, M. (2021). Analisa Uji Nyala Minyak Hasil Penyulingan Limbah Ban. *Jurnal Crankshaft*, 4(2), 37–46. <https://doi.org/10.24176/Crankshaft.V4i2.6670>

Zhang, M., Qi, Y., Zhang, W., Wang, M., Li, J., Lu, Y., Zhang, S., He, J., Cao, H., Tao, X., Xu, H., & Zhang, S. (2024). A Review On Waste

Tires Pyrolysis For Energy And Material Recovery From The Optimization Perspective. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 199, 114531. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114531>