

Rancang bangun rubber damper pada lori inspeksi elektrik.

Henry Widya Prasetya**¹, Dadang Sanjaya Atmaja² dan Hanung Dwi Pamungkas³

- 1 Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jalan Tirta Raya, Nambangan Lor, Mangu Harjo, Madiun
henry@api.ac.id
- 2 Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jalan Tirta Raya, Nambangan Lor, Mangu Harjo, Madiun
dadang@api.ac.id
- 3 Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jalan Tirta Raya, Nambangan Lor, Mangu Harjo, Madiun
hanung.tmp1714@taruna.api.ac.id

Abstrak

Lori inspeksi memiliki desain yang sederhana dan konstruksi yang ringan. Pada umumnya lori inspeksi tidak dilengkapi dengan suatu sistem suspensi, sehingga mengurangi tingkat kenyamanan operator dan meningkatkan kebisingan roda lori dengan rel. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan rancang bangun *rubber damper* yang memiliki fungsi untuk meredam getaran lori inspeksi saat dioperasikan di atas jalan rel. Metode eksperimental digunakan dalam penelitian ini yakni melakukan pembuatan *rubber damper*, memasang dan menguji pada lori inspeksi. Proses pembuatan *rubber damper* dimulai dari perencanaan meliputi proses desain dan pemilihan komposisi material. Pemilihan bahan dengan menggunakan beberapa campuran bahan kimia dan karet alam yang dominan untuk menambah kekuatan *rubber damper*. Produksi *rubber damper* dilakukan dengan tahapan-tahapan proses meliputi proses pencampuran komposisi bahan karet, penyiapan cetakan karet, dan pengepresan kemudian *finishing*. Hasil rancang bangun *rubber damper* dilakukan uji fungsi keberhasilan yaitu dengan menghitung tingkat kebisingan saat lori inspeksi dioperasikan. Pengujian dengan kecepatan 5 km/jam menghasilkan tingkat kebisingan 81,1 dBa, kecepatan 10 km/jam dengan tingkat kebisingan 86,6 dBa dan kecepatan 15 km/jam dengan tingkat kebisingan 91,8 dBa.

Kata Kunci lori inspeksi, suspensi, rubber damper, kebisingan

1 Pendahuluan

Lori inspeksi merupakan suatu sarana yang berfungsi untuk melakukan perawatan dan pemeriksaan jalan rel atau prasarana dengan lebih efisien dan memudahkan petugas [1]. Lori inspeksi adalah kendaraan angkut dengan atau tanpa penggerak sendiri yang dapat diangkat dari rel di jalan bebas oleh tenaga yang ada dan digunakan untuk memeriksa prasarana serta membawa petugas dan atau material kerja. Lori inspeksi memiliki desain yang sederhana dan konstruksi yang ringan, sehingga memudahkan untuk dipindahkan ke jalur yang lain.

Lori inspeksi terdiri dari beberapa bagian, seperti bodi, roda, *chasis*, serta mesin penggerak. Bodi lori inspeksi elektrik ini terbuat dari komposit dengan cara *hand lay-up*. Kekuatan tarik tertinggi material komposit serat gelas untuk bodi lori inspeksi sebesar 5,45 MPa [2]. Pada umumnya lori inspeksi tidak dilengkapi dengan suatu sistem suspensi yang berguna

* Corresponding author.



untuk meredam getaran. Sehingga saat digunakan pada pengoperasian di atas jalan rel akan meningkatkan getaran antara roda dengan jalan rel. Hal tersebut dapat mengurangi tingkat kenyamanan operator dan meningkatkan kebisingan roda lori dengan rel.

Getaran roda pada kendaraan sebagai gerakan yang diakibatkan dari beban total kendaraan terhadap kondisi permukaan jalan. Kereta atau gerbong dalam kondisi berjalan, akan timbul getaran vertikal, horisontal, dan longitudinal yang diakibatkan kondisi jalan rel baik lenturan maupun sambungan jalan rel. Getaran dan kebisingan kereta api timbul dari gaya yang dihasilkan pada titik kotak antara roda-roda kereta dengan rel kereta. Sistem suspensi adalah suatu mekanisme yang dipasang antara rangka, bodi dan roda yang berfungsi untuk menahan dan meredam kejutan. Selain bermanfaat bagi umur kendaraan, suspensi juga sangat bermanfaat bagi kenyamanan pengemudi dan penumpang saat berada dalam kendaraan.

Rubber damper dikenal sebagai material dengan sifat *low-strength* dan *low impedance* yang biasa digunakan untuk peredam pada mesin, *shock absorber* dan gasket pada industri otomotif. *Rubber damper* menerima beban tekan dan berfungsi untuk pengurangan gaya yang dihasilkan dari tumbukan dengan cara memperlambat waktu tumbukan. Pada umumnya *rubber damper* terbuat dari karet alam yang sudah mengalami proses pengolahan dan proses pembentukan. Produk karet selain mengandung karet mentah biasanya mengandung delapan atau lebih jenis bahan kimia. Setiap jenis bahan kimia mempunyai fungsi spesifik dan pengaruh terhadap sifat dari produk karet yang telah selesai diproses.

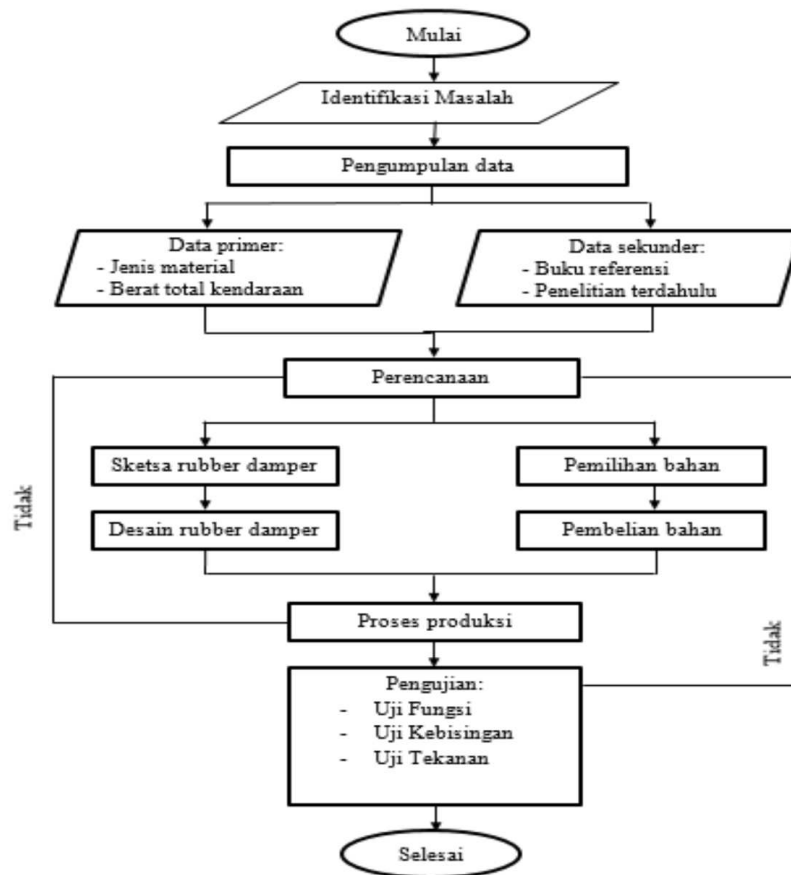
Dari beberapa masalah tersebut tentunya perlu adanya inovasi untuk melakukan rekayasa material untuk mengurangi getaran dan tingkat kebisingan lori inspeksi saat dioperasikan di atas jalan rel. Berdasarkan literatur dan permasalahan yang ada maka perlu adanya inovasi pembuatan material elastik dengan tujuan penelitian membuat *rubber damper* yang digunakan pada lori inspeksi. Pembuatan *rubber damper* ini diharapkan dapat memberikan alternatif sebagai salah satu material yang mampu meredam getaran dan mengurangi tingkat kebisingan. Sehingga akan meningkatkan nilai ergonomi kepada operator lori inspeksi.

2 Metodologi

Proses pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei pada lori inspeksi generasi kedua sebelum proses pembuatan dan pengukuran dimensi pada lori inspeksi generasi kedua. Metode eksperimen pada proses pembuatan *rubber damper* dengan merujuk pada penelitian terdahulu [3]. Alur proses penelitian yang dilakukan adalah ditunjukkan pada Gambar 1.

Beberapa tahapan prosedur pembuatan *rubber damper* pada lori inspeksi yang digunakan dalam peneltiaini adalah sebagai berikut :

1. melakukan survei lapangan, dengan menganalisa lori inspeksi generasi kedua dengan mengukur dudukan karet peredam getaran pada as roda. Hal ini dilakukan agar dalam proses pemasangan karet sesuai dengan ukuran rangka lori dan dudukan karet,
2. mendesain karet dengan menggunakan aplikasi komputer untuk merancang (*computer aided design*) suatu produk dalam bentuk 3 dimensi seperti desain produk, mekanik atau mesin bernama *autodesk inventor*. Desain dari *rubber damper* lori inspeksi yang digunakan dalam penelitian ini tertampil pada Gambar 2,
3. setelah proses desain, langkah berikutnya adalah membuat cetakan karet sesuai dengan desain atau biasa disebut dengan matras. Ketelitian dalam pembuatan matras sangat dibutuhkan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses pencetakan karet dan hasilnya sesuai dengan ukuran. Matras dibuat dengan bahan baku beberapa lembar besi atau baja yang disatukan dengan metode pengelasan,



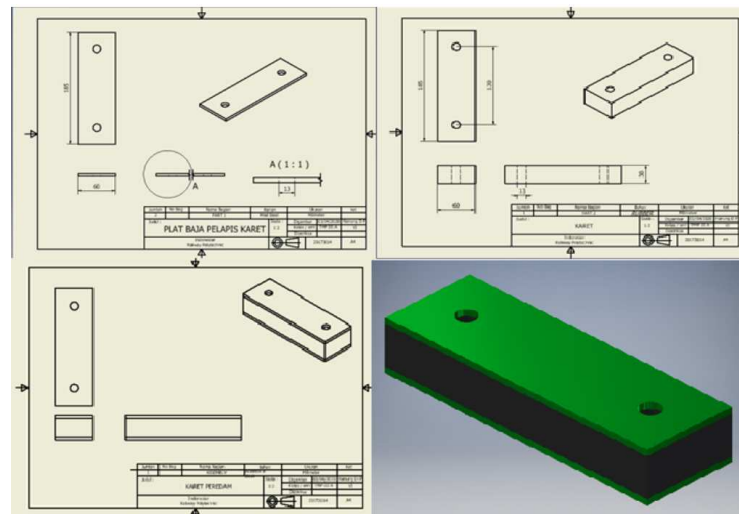
■ **Gambar 1** Alur proses penelitian

4. pembuatan plat untuk melapisi *rubber* dilakukan setelah proses pembuatan matras selesai,
5. setelah plat dilapisi dengan cemlok, langkah berikutnya adalah dengan memasukkan plat, karet, dan yang terakhir adalah plat lalu dipres dalam kondisi panas agar menyatu dengan sempurna,
6. produk karet siap diangkat dan didinginkan terlebih dahulu sebelum dibersihkan partikel partikel yang tidak terpakai dan dipotong sesuai dengan ukuran desain.

Pengujian rancang bangun *rubber damper* dilakukan dengan uji fungsi yakni uji tekanan dan uji tingkat kebisingan. Uji tekanan dilakukan dengan menggunakan mesin *press* tenaga hidrolik untuk mengetahui tingkat kekuatan *rubber damper* [4]. Pengujian tingkat kebisingan dilakukan dengan mengoperasikan lori inspeksi di atas jalan rel dan membandingkan hasil sebelum dan setelah *rubber damper* dipasang.

3 Hasil dan pembahasan

Karet adalah polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi kesusutan (dikenal sebagai *latex*) yang berasal dari getah beberapa jenis tumbuhan atau dapat juga diproduksi secara sintesis. Pohon karet Para dikenal sebagai sumber utama barang yang digunakan untuk bahan pembuatan karet alam. Karet alam memiliki sifat umum yaitu memiliki warna agak



■ **Gambar 2** Desain *rubber damper* lori inspeksi

kecoklatan, sifat mekaniknya tergantung dari derajat pemvulkanisasinya, sehingga dapat dihasilkan berbagai macam jenis, termasuk jenis yang kaku seperti *ebonite* [5].

Karet peredam pada lori inspeksi merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk meredam getaran dan menahan beban yang diberikan oleh lori, baik beban maksimal dan beban lori dalam keadaan normal. Dalam proses pembuatan *rubber damper* ini menggunakan campuran bahan karet alam dengan jumlah yang dominan agar meningkatkan kekuatan karet. Seperti pada penelitian [6] yang menyebutkan dengan komposisi karet alam 100 phr dan bahan pengisi zeosil 70 phr dapat meningkatkan sifat fisika seperti tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan kikis. Bagian lapisan luar karet dilapisi dengan menggunakan plat baja dengan ketebalan 4,5 mm. Pemberian plat baja tersebut dilakukan untuk menambah kekuatan karet dalam menahan beban yang diterima dari lori inspeksi.

Plat juga diberi angkur atau bisa disebut dengan otot yang berguna untuk mempererat cengkraman antara plat baja dengan karet sehingga karet kuat menahan guncangan yang timbul. Penentuan komposisi *rubber damper* sangat penting dilakukan untuk menentukan kekuatan dalam menahan beban yang diberikan pada karet. Komponen yang digunakan dalam pembuatan karet dalam penelitian ini dijelaskan pada Tabel 1.

■ **Tabel 1** Komposisi bahan

no	nama bahan	kadar
1	Karet alam	55 %
2	Carbon black	25 %
3	White oil	5 %
4	Zine oxide	3 %
5	Accelerator	2 %
6	Anti Oxidant	2 %
7	Stered Axid	3 %
8	Sulfur	5 %

Komposisi komponen dan proses pengolahan merupakan faktor yang mempengaruhi dalam pembuatan komponen karet. Komponen karet selain mengandung karet mentah, juga mengandung delapan atau lebih bahan kimia lainnya seperti : bahan pemvulkanisasi, bahan penggiat, bahan antidegrant, bahan pengisi, bahan pelunak dan bahan kimia tambahan [7].

Pada proses pencampuran komponen karet biasanya menggunakan alat pencampur (*mixer*) baik *mixer* tertutup atau terbuka. Alat *mixer* yang paling sederhana adalah alat giling terbuka yang terdiri dari dua rol keras dengan permukaan licin. Karet mentah perlu terlebih dahulu dilunakkan dengan tujuan untuk mengubah karet alam yang keras menjadi lunak sehingga mudah diolah. Setelah semua bahan kimia tercampur, komponen karet yang dihasilkan dipotong dan dikeluarkan dari gilingan. Kemudian dimasukkan gilingan lagi untuk dibentuk menjadi lembaran sesuai kebutuhan.

Tahapan pertama dalam proses pembuatan *rubber damper* adalah membuat cetakan yang sesuai dengan ukuran gambar atau desain dengan menggunakan plat baja, seperti tertampil pada Gambar 3.



■ **Gambar 3** Cetakan karet, matras

Setelah proses penyambungan dengan pengelasan, pemberian angkur sebagai penguat serta penambahan obat perekat antara besi dengan karet yang sering disebut dengan cemlok. Pemasangan cemlok dilakukan setelah plat dipanasi dengan suhu kisaran 150 °C sampai dengan 160 °C dengan tujuan agar plat dengan karet tidak bisa menempel dengan sempurna. Plat pelapis karet yang dihasilkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.



■ **Gambar 4** Plat dengan pelapis karet

Plat yang telah diberikan cemlok dimasukkan ke dalam mesin *press* yang diperlukan suhu sekitar 150 °C sampai 160 °C untuk merekatkan karet dengan plat [6]. Bahan baku karet dimasukkan setelah sesuai dengan suhu yang diharapkan dan kemudian dipres pada plat yang telah didesain. Proses pendinginan dilakukan kurang lebih 30 menit dalam suhu ruangan atau bisa dicelupkan dalam suhu air kondisi normal agar karet menempel dengan sempurna.

Gambar 5 menunjukkan hasil karet (a) yang sudah dipres dan kemudian dibersihkan untuk menjadi hasil akhir yakni *rubber damper* lori inspeksi (b).



(a)



(b)

■ **Gambar 5** Hasil produksi

Salah satu pengujian yang dilakukan pada *rubber damper* lori inspeksi dalam penelitian ini adalah uji kebisingan yakni dengan mengoperasikan lori di jalan rel kemudian mengukur tingkat kebisingan. Uji kebisingan ini dilakukan untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya alat pada saat dioperasikan serta kesesuaian antara rancangan desain yang telah dibuat dan sesuai dengan pengaplikasian di rangka lori inspeksi. Pada uji kebisingan dilakukan dengan membedakan antara lori inspeksi beroperasi dengan *rubber damper* yang terpasang sebagai suatu suspensi dan lori inspeksi tanpa *rubber damper*. Tabel 2 menjelaskan hasil pengujian kebisingan *rubber damper* dengan menunjukkan perbedaan sebelum dan sesudah dipasang karet peredam pada lori inspeksi.

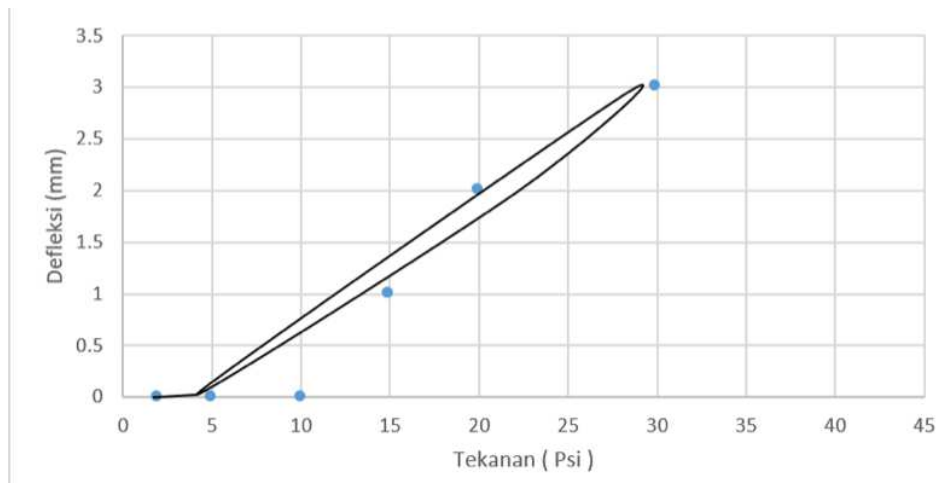
■ **Tabel 2** Hasil uji tingkat kebisingan

kecepatan(km/jam)	Tingkat kebisingan	
	sebelum	sesudah
5 km/jam	86.2 dBA	81.1 dBA
10 km/jam	92.1 dBA	86.6 dBA
15 km/jam	97.4 dBA	91.8 dBA

Sebelum dipasang kebisingan menunjukkan 92.1 dBA, setelah karet diganti kebisingan berkurang menjadi 86.6 dBA. Dengan demikian maka karet berfungsi untuk meredam getaran yang terjadi pada lori inspeksi saat digunakan beroperasi di jalan rel.

Uji pembebanan dilakukan dengan menggunakan alat bantu mesin press hidrolik yang sudah dilengkapi dengan manometer. Pengujian beban bertujuan untuk mengetahui kekuatan karet terhadap beban yang diterima berupa data defleksi yang terjadi pada karet dari beban yang diberikan. Grafik dari hasil pengujian pembebanan *rubber damper* tertampil pada Gambar 6.

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 6, terlihat bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan kepada karet *damper*, maka akan semakin besar pula defleksi yang akan diterima. *Damper* akan kembali ke bentuk semula apabila tekanan yang diberikan terus berkurang sampai dengan nilai tekanan 0 psi. Komposisi karet yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran karet alam dengan penambahan *carbon black* dan menggunakan sistem pemvulkanisasi campuran sulfur. Penggunaan karet alam yang dominan dikarenakan karet alam memiliki sifat mekanis daya elastisitas dan daya lentur yang baik, plastis, dan tidak mudah panas dan tidak mudah retak.



■ **Gambar 6** Grafik uji pembebanan *rubber damper* dengan mesin press hidrolik

4 Kesimpulan

Proses pembuatan karet peredam kejut dimulai dari penyiapan cetakan, penyiapan bahan cetak, penyiapan plat pelapis, dan pengepresan, hingga akhirnya proses finishing dilakukan. Komposisi karet yang digunakan dalam pembuatan *rubber damper* adalah sebagai berikut : karet alam 55%, carbon black 25%, white oil 5%, zine oxide 3%, accelerator 2%, anti oxidant 2%, stered acid 3% dan sulfur 5%.

Hasil pengujian kebisingan *rubber damper* dengan menunjukkan perbedaan sebelum dan sesudah dipasang karet peredam pada lori inspeksi. Sebelum dipasang *rubber damper* kebisingan menunjukkan 92.1 dBA, setelah pemasangan *rubber damper* kebisingan berkurang menjadi 86.6 dBA. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan material lain seperti serbuk nilon, serbuk teflon sebagai bahan pengisi pada pembuatan *rubber damper* untuk lori inspeksi.

Pustaka

- 1 D. S. Atmaja dan H. W. Prasetya, "Prototipe lori inspeksi elektrik bertenaga surya (lori ppi e-2000 generasi 3)," *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, vol. 4, no. 2, pp. 105–113, 2020.
- 2 H. W. Prasetya, D. S. Atmaja, dan I. S. Utomo, "Pengaruh susunan laminasi serat gelas terhadap kekuatan tarik komposit untuk bodi lori inspeksi," *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, vol. 5, no. 2, pp. 44–46, 2020.
- 3 M. Masyrukan dan M. A. N. Azmi, "Perbandingan kualitas rubber bushing produk pasaran dengan buatan sendiri," *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, vol. 14, no. 2, 2013.
- 4 I. S. Aisyah, A. Saifullah, dan T. Satya, "Proses desain dan pengujian mesin press hidrolik briket limbah bambu," in *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)*, no. 3, 2017.
- 5 D. Deswita, S. Sudirman, A. Karo Karo, dan I. Gunawan, "Pengaruh penambahan liquid natural rubber pada polyblend elastomer termoplastik-polipropilen," *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 156–160, 2007.

- 6 L. Luftinor, "Penggunaan karet alam untuk pembuatan rubber cots mesin ring spinning," *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, vol. 26, no. 1, pp. 33–40, 2015.
- 7 L. B. Sanyoto dan N. Husodo, "Penerapan pembuatan karet bantalan (produk engine mounting) dengan bahan pengisi serbuk vulkanisat pada formula karet alam," in *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII*, no. 7, 2009.