

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS KIT TAMBAL BAN PORTABLE TERHADAP VARIASI WAKTU PENAMBALAN

Usman^{1*}, Sentiayaki², Dwi Nurhudaeni Abdullah²

¹ Jurusan Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali
Jl. Trans Sulawesi, Morowali, Sulawesi Tengah 94974.

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km. 5, Makassar, Sulawesi Selatan 90231.

*Email: usmanhaya46@gmail.com

Abstrak

Sepeda motor merupakan moda transportasi utama di Indonesia, dengan jumlah mencapai 125.305.332 unit pada tahun 2022 menurut data Badan Pusat Statistik. Salah satu permasalahan yang kerap dialami pengendara adalah kebocoran ban, yang dapat mengganggu kelancaran perjalanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat tambal ban portabel berbasis elemen pemanas yang menggunakan prinsip kerja pompa piston dan sumber daya dari aki motor, dirakit dalam satu unit kompak agar mudah disimpan di dalam bagasi. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan memanfaatkan alat thermal imaging untuk menentukan rentang suhu optimum peleahan karet penambal ban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanasan selama 2 menit menghasilkan kekuatan tekan sebesar 45,7 Psi. Dengan suhu lingkungan awal 30 °C, elemen pemanas mencapai suhu 139,5 °C dan suhu permukaan ban sebesar 118,3 °C. Proses perpindahan panas tercatat menghasilkan energi sebesar 3.845.356,8 Joule. Tingkat keberhasilan tambalan yang diperoleh berdasarkan karakteristik adhesi mencapai 70,4%. Desain alat ini dinilai efektif untuk digunakan di wilayah dengan keterbatasan layanan tambal ban dan dapat langsung dioperasikan oleh pengendara untuk mengurangi risiko pengeluaran mendadak saat berkendara.

Kata kunci: sepeda motor, tambal ban portabel, elemen pemanas, perpindahan panas.

PENDAHULUAN

Selama hampir 10 tahun terakhir (Ariestanto et al., 2025). Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa sejak tahun 2015 hingga 2022, jumlah sepeda motor di Indonesia meningkat rata-rata 20% setiap tahunnya, dengan total mencapai 125.305.332 unit pada tahun 2022 (BPS, 2024).

Salah satu risiko penggunaan sepeda motor sebagai alat transportasi adalah terjadinya kebocoran ban, yang umumnya disebabkan oleh kondisi jalan yang dipenuhi benda tajam seperti paku atau material lain yang dapat merusak permukaan ban (Khamida, 2016).

Secara umum, ketika mengalami kebocoran ban, pengendara sepeda motor akan mendorong kendaraannya untuk mencari lokasi tambal ban terdekat, dan apabila memungkinkan, bertanya kepada masyarakat sekitar. Situasi ini menjadi lebih kompleks bagi pengendara yang tidak mengetahui letak bengkel tambal ban di sekitarnya, terutama dalam kondisi mendesak seperti saat akan berangkat kerja atau menghadiri kegiatan di kampus pada waktu yang telah dijadwalkan. Permasalahan semakin diperparah apabila pengendara tidak membawa uang tunai, atau apabila kebocoran terjadi pada malam hari ketika sebagian besar layanan tambal ban di pinggir jalan telah tutup(Damanik et al., 2024; Putra et al., n.d.).

Penggunaan alat tambal ban portabel menjadi salah satu solusi alternatif yang potensial dalam mengatasi permasalahan kebocoran ban sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Inovasi ini muncul sebagai respons terhadap kondisi di lapangan, di mana sebagian besar jasa penambalan ban maupun bengkel kecil di pinggir jalan masih menggunakan peralatan sederhana dan metode kerja yang kurang terstandar. Pada proses pemanasan, misalnya, banyak bengkel masih mengandalkan sumber panas dari api terbuka dengan bahan bakar minyak tanah atau spiritus, bahkan beberapa menggunakan las asetilena, yang memiliki risiko keselamatan dan efisiensi kerja yang rendah (Putra, 2015). Selain menghasilkan panas yang tidak terkendali, penggunaan sumber panas konvensional seperti minyak tanah, spiritus, dan las asetilena berpotensi menimbulkan polusi akibat emisi hasil pembakaran. Paparan gas dan partikel dari proses tersebut juga dapat memberikan dampak negatif

DOI: <https://doi.org/10.36499/jim.v21i1.14152>

terhadap kesehatan pengguna, khususnya jika digunakan dalam jangka panjang tanpa sistem ventilasi dan perlindungan yang memadai.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa peralatan press ban yang tersedia saat ini masih memiliki kelemahan dari segi dimensi. Ukuran alat yang relatif besar menyulitkan mobilitas dan pemindahan selama proses penambalan. Oleh karena itu, diperlukan desain ulang dengan dimensi yang lebih ringkas agar mendukung kemudahan penggunaan di berbagai kondisi lapangan (Putra, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alternatif desain alat tambil ban portabel, dengan mempertimbangkan perbandingan waktu optimal yang diperlukan oleh elemen pemanas dalam proses penambalan ban. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip pompa piston dan dilengkapi dengan rangkaian elemen pemanas yang menggunakan sumber daya dari baterai aki sepeda motor. Elemen pemanas dirancang agar beroperasi pada rentang temperatur optimum guna menghasilkan kualitas tambalan yang maksimal. Seluruh komponen alat dirakit dalam satu unit kompak yang dirancang agar mudah disimpan dan dibawa di dalam bagasi kendaraan roda dua.

Ban padat (*solid tire*) merupakan jenis ban yang tidak menggunakan kantong udara atau ban dalam, melainkan terbuat sepenuhnya dari material karet padat. Sebaliknya, ban dalam berfungsi untuk menampung dan menahan tekanan udara yang diperlukan guna membentuk serta menjaga profil ban luar tetap stabil dan optimal selama penggunaan. Dengan adanya katup pentil yang terintegrasi pada struktur ban berbentuk melingkar, udara bertekanan dapat dialirkan masuk maupun dikeluarkan sesuai kebutuhan operasional (Ashari et al., 2016).

Pompa piston merupakan jenis pompa yang mengkonversi energi mekanik dari sistem penggerak menjadi energi fluida melalui gerakan bolak-balik (resiprokal) piston di dalam ruang silinder. Mekanisme ini memungkinkan terjadinya perpindahan fluida secara periodik dan terkontrol sesuai siklus gerakan piston (Soegihardjo and Sukwanputra, 2003). Keuntungan dari Penggunaan Pompa Piston yaitu: (Aprilia, 2015; Kasmuri, 2009)

1. Efisiensi lebih tinggi.
2. Dapat digunakan langsung tanpa memerlukan pancingan.
3. Bila bekerja pada kecepatan konstan, pompa ini akan mempunyai kapasitas dan tekanan yang konstan pula.
4. Pompa ini cocok untuk penggunaan head yang tinggi dan kapasitas rendah.

Energi listrik memiliki kemampuan untuk menghasilkan panas (kalor). Beberapa jenis logam tertentu, seperti besi, aluminium, nikel-krom, dan nikrom, dapat menghasilkan energi panas yang signifikan ketika dialiri arus listrik. Proses pemanasan ini terjadi akibat resistansi listrik dalam material, yang menyebabkan kenaikan suhu pada permukaan logam seiring dengan mengalirnya arus listrik (Kurniawan, 2013)

Konduksi merupakan mekanisme perpindahan panas yang terjadi akibat perbedaan suhu, di mana panas mengalir dari wilayah bersuhu tinggi menuju wilayah bersuhu lebih rendah. Proses ini berlangsung baik di dalam satu medium (padat, cair, atau gas) maupun antara dua medium yang berbeda, asalkan keduanya memiliki kontak langsung tanpa adanya perpindahan massa (Saoqibillah and Malik, 2024).

Apabila terdapat perbedaan temperatur dalam suatu benda, maka akan terjadi aliran energi panas dari daerah bersuhu lebih tinggi menuju daerah bersuhu lebih rendah. Proses ini dikenal sebagai perpindahan panas secara konduksi. Laju perpindahan panas melalui mekanisme konduksi tersebut dapat dijelaskan secara kuantitatif melalui persamaan (1) (Kreith, 1997):

$$\frac{Q}{t} = KA \frac{T_1 - T_2}{d} \text{ (Joule)} \quad (1)$$

Table 1. Konduktifitas kalor (Kreith, 1997)

Bahan Logam	K (j/s m. °C)	Bahan Bukan Logam	K (j/s m. °C)
Perak	410	Kuarsa	41,6
Tembaga	385	Magnesit	4,15
Alumunium	202	Marmar	2,08–2,94
Nikel	93	Batu Pasir	1,83
Besi	73	Kaca, Jendela	0,78
Baja Karbon	40	Kayu	0,08
Timbal	35	Serbuk Gergaji	0,059
Baja Krom-nikel	16,3	Waol Kaca	0,038
Emas	314	Karet	0,2
		Polystyrene	0,157
		Polythylene	0,33
		Polypropylene	0,16
		Polyphynil	0,09
		Clorida	
Zat Cair		Kertas	0,166
Air Raksa	8,21	Gas	
Air	0,556	Hidrogen	0,175
Amonia	0,54	Helium	0,141
Minyak Pelumas	0,147	Udara	0,024
SAE50		Uap Air (Jenuh)	0,0206
Freon 12	0,073	Karbondioksida	0,0146

**Gambar 1. Alat tambal ban portable****Gambar 2. Bagian dalam alat tambal ban portable.**

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan tampilan keseluruhan dari rancangan alat tambal ban portabel yang dirancang secara lebih praktis dan ergonomis. Alat ini juga dilengkapi dengan standar operasional prosedur (*SOP*) yang disusun secara sistematis guna memudahkan pengguna dalam proses pengoperasian alat di berbagai kondisi lapangan.



Gambar 3. Perangkat *Thermal Imaging*

Gambar 3 memperlihatkan perangkat yang digunakan untuk mengukur temperatur pada alat tambal ban elektrik, yang berfungsi memantau suhu awal hingga mencapai suhu pemanasan yang telah ditentukan dalam proses pengujian. Alat tambal ban portabel ini dirancang untuk dapat digunakan di wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap layanan tambal ban. Kepraktisannya memungkinkan pengendara untuk melakukan proses penambalan secara mandiri tanpa harus mendorong kendaraan mencari bantuan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan kebocoran ban pada sepeda motor, sekaligus membantu mengurangi potensi pengeluaran mendadak saat berkendara.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menentukan waktu optimal dalam proses penambalan ban menggunakan alat tambal ban portabel (Khudzaeva and Asnadi, 2023). Selain itu, digunakan pula metode angket (kuesioner) sebagai teknik pengumpulan data, dengan memberikan sejumlah pertanyaan atau pernyataan tertulis yang disusun berdasarkan hasil pengujian alat. Tanggapan responden terhadap kuesioner tersebut digunakan untuk memperoleh data kualitatif mengenai efektivitas dan kemudahan penggunaan alat (Anggriawan and Andrasto, 2014).

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ban dalam sepeda motor merek FDR. Adapun alat yang digunakan meliputi perangkat tambal ban portabel sebagai alat utama dalam proses penambalan. Proses pengujian melibatkan penggunaan alat thermal imaging untuk memantau distribusi suhu selama pemanasan, serta compressor bawaan yang terintegrasi dalam sistem alat tambal ban portabel tersebut.

Prosedur penggunaan alat tambal ban portabel dimulai dengan proses pemanasan sesuai durasi yang telah ditentukan. Sistem alat dilengkapi dengan lampu indikator yang akan mati secara otomatis setelah waktu pemanasan optimal tercapai, serta memutus aliran listrik secara mandiri. Setelah proses pemanasan selesai, alat memasuki tahap pendinginan selama kurang lebih 10 menit, hingga diperoleh hasil tambalan ban yang kembali utuh dan fungsional. Pengisian udara ke dalam ban dilakukan menggunakan kompresor mini yang telah terintegrasi dalam unit alat tambal ban portabel. Adapun tahapan penambalan ban dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengamblas atau menggerus permukaan area ban yang bocor menggunakan gergaji besi atau alat serupa untuk meningkatkan daya rekat.
2. Mengaplikasikan lem secara merata pada area yang telah digerus.
3. Memotong karet penambal sesuai ukuran lubang atau area kebocoran pada ban dalam.
4. Meletakkan potongan karet penambal di atas pelat tipis sebagai alas penekanan pada area bocor.
5. Menjepit ban menggunakan penjepit ban yang terdapat pada alat.
6. Menghubungkan alat ke sumber listrik melalui stop kontak.
7. Memutar pengatur waktu (*timer*) ke durasi pemanasan yang telah ditentukan secara optimum; sistem akan berhenti secara otomatis dan memasuki proses pendinginan.

8. Setelah pendinginan selesai, ban dipompa menggunakan kompresor mini untuk memastikan tambalan telah berhasil dan ban kembali berfungsi normal.

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode kuesioner, yang disusun dalam bentuk pernyataan-pernyataan terpilih. Instrumen penelitian dirancang dalam format daftar centang (*checklist*) atau pilihan jawaban berdasarkan Skala Likert. Penerapan skala Likert memungkinkan variabel yang diteliti dijabarkan ke dalam sejumlah indikator, sehingga mempermudah proses pengukuran secara sistematis dan kuantitatif (Khudzaeva and Asnadi, 2023; Muchlis, 2023; Muh Ali et al., 2023). Berdasarkan tabel tersebut, setiap alternatif jawaban dari pernyataan positif dianalisis dengan menggunakan skala penilaian bertingkat dari 1 hingga 5. Penilaian ini disusun secara berurutan untuk merepresentasikan tingkat kesetujuan responden, mulai dari kategori terendah hingga tertinggi, sebagai berikut:

1. "Sangat Baik" menunjukkan tingkatan paling tinggi bernilai 5.
2. "Baik" menunjukkan peringkat yang lebih rendah diberi nilai 4.
3. "Cukup Baik" berada ditingkat lebih rendah diberi nilai 3.
4. "Buruk", menunjukkan nilai lebih rendah diberi nilai 2.
5. "Sangat Buruk", menunjukkan tingkatan paling bawah, diberi nilai 1.

Hasil penilaian selanjutnya dirata-ratakan yang selanjutnya akan ditentukan presentasinya dengan menggunakan persamaan (2) (Anggriawan and Andrasto, 2014):

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian mengenai karakteristik perpindahan panas pada alat tambil ban portabel yang diuji dengan variasi waktu pemanasan yang berbeda. Pembahasan difokuskan pada empat aspek utama, yaitu:

1. Pengukuran suhu pada pelat pemanas dan pada permukaan ban yang ditambil;
2. Pengukuran tekanan udara pada ban setelah proses penambalan selesai;
3. Analisis komparatif terhadap hasil tambilan berdasarkan variasi waktu pemanasan yang digunakan;
4. Evaluasi karakteristik fisik ban pascapenambalan untuk menilai kualitas hasil tambil secara fungsional.

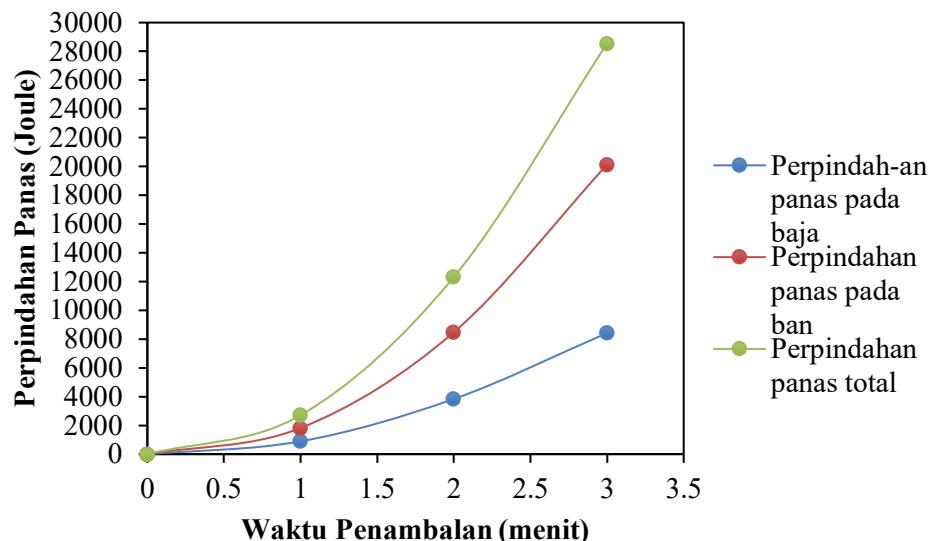
Perpindahan Panas Pada Alat Tambil Ban Portable

Hasil dari pencatatan penpindahan panas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perpindahan panas pada alat tambil ban portable.

Waktu (menit)	Perpindahan panas pada baja (joule)	Perpindahan panas pada ban (joule)	Perpindahan panas total (joule)
0	0	0	0
1	893,5	1.819,2	2.712,7
2	3.836,9	8.476,8	12.313,7
3	8.420,1	20.131,2	28.551,3
Jumlah	13.150,5	30.427,2	43.577,7
Rata-rata	4.383,5	10.142,4	14.525,9

Tabel 2 yang berisi nilai perpindahan panas dapat di buat grafik seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perpindahan panas terhadap waktu penambalan

Berdasarkan Tabel 5 mengenai data perpindahan panas serta Gambar 4 yang memvisualisasikan grafik hubungan antara energi panas dan waktu, terlihat bahwa proses transfer energi termal pada alat tambal ban portabel mengalami peningkatan yang signifikan dalam durasi 3 menit. Total energi yang dihantarkan meningkat dari 2.712,7 joule pada menit pertama menjadi 28.551,3 joule setelah 3 menit, mencerminkan efisiensi sistem pemanas yang tinggi dan kestabilan dalam distribusi energi termal. Menariknya, penelitian ini menunjukkan deviasi dari hasil penelitian oleh Restu F. et al. (2020), yang menyatakan bahwa proses penambalan ideal memerlukan waktu 5–10 menit untuk menghasilkan tambalan yang optimal. Sebaliknya, dalam studi ini, waktu yang dibutuhkan hanya 2 menit dengan perpindahan panas sebesar 12.313,7 joule sudah cukup untuk mencapai kualitas tambalan yang baik.

Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh peningkatan efisiensi desain termal alat yang digunakan, termasuk pemilihan material penghantar panas (seperti pelat baja berkonduktivitas tinggi), penerapan elemen pemanas dengan respon cepat, serta pengaturan tekanan yang merata pada permukaan kontak antara ban dan tambalan. Efisiensi termal yang tinggi memungkinkan akumulasi energi yang lebih cepat dalam waktu singkat, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi vulkanisasi pun menjadi lebih singkat dibandingkan metode konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa dengan sistem termal yang terkontrol secara tepat, kualitas tambalan tetap dapat dicapai dengan waktu yang jauh lebih efisien.

Perpindahan Panas Pada Alat Tambal Ban Portable

Table 3. Hasil perbandingan pengujian karakteristik ban setelah di tambal selama 1 menit.

Nama item	Skor tim penilai					Rata-rata	Hasil Tambal Ban
	a	b	c	d	e		
Menyatu	3	3	3	3	3	3	
Tidak menambah tebal/sangat kuat	3	4	3	3	3	3,2	
Tidak lepas jika ditarik	3	3	3	3	3	3	
Tidak nampak excess karet yang lumer	3	3	4	3	3	3,2	
Tidak lepas pada saat dipompa	3	3	3	2	3	2,8	

Table 4. Hasil perbandingan pengujian karakteristik ban setelah di tambal selama 2 menit.

Nama item	Skor tim penilai					Rata-rata	Hasil Tambal Ban
	a	b	c	d	e		
Menyatu	3	4	4	3	4	3,6	
Tidak menambah tebal/sangat kuat	3	4	3	3	4	3,4	
Tidak lepas jika ditarik	3	3	4	3	3	3,2	
Tidak nampak excess karet yang lumer	4	4	4	3	4	3,8	
Tidak lepas pada saat dipompa	3	4	3	4	4	3,6	

Table 5. Hasil perbandingan pengujian karakteristik ban setelah di tambal selama 3 menit.

Nama item	Skor tim penilai					Rata-rata	Hasil Tambal Ban
	a	b	c	d	e		
menyatu	4	3	3	3	4	3,4	
Tidak menambah tebal/sangat kuat	3	3	3	4	4	3,4	
Tidak lepas jika ditarik	3	3	3	3	3	3	
Tidak nampak excess karet yang lumer	3	3	3	4	3	3,2	
Tidak lepas pada saat dipompa	3	4	3	3	3	3,2	

Data pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8 diintegrasikan guna memperoleh perbandingan menyeluruh terhadap waktu pemanasan terbaik dalam proses penambalan ban. Penggabungan ketiga tabel tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara durasi pemanasan, tekanan hasil tambalan, dan energi perpindahan panas yang terjadi, sehingga dapat ditentukan waktu pemanasan yang paling optimal dalam menghasilkan kualitas tambalan yang kuat dan efisien.

Tabel 9. Hasil perbandingan waktu tambal ban terbaik.

Nama item	Nilai kuisoner		
	Tabel 1	Table 2	Table 3
Menyatu	3	3,6	3,4
Tidak menambah tebal/sangat kuat	3,2	3,4	3,4
Tidak lepas jika ditarik	3	3,2	3
Tidak nampak excess karet yang lumer	3,2	3,8	3,2
Tidak lepas pada saat dipompa	2,8	3,6	3,2
Rata-rata	3,04	3,53	3,24
Persen (%)	60,8	70,4	64,8

Pengujian dengan variasi waktu pemanasan 1 hingga 3 menit menunjukkan bahwa total perpindahan panas serta karakteristik tambalan dipengaruhi oleh durasi pemanasan. Pada menit ke-1, energi perpindahan panas total sebesar 2.712,7 Joule dengan karakteristik tambalan 60,4%. Pada menit ke-2, energi meningkat menjadi 12.313,7 Joule dan menghasilkan karakteristik tambalan terbaik sebesar 70,4%. Namun, pada menit ke-3, meskipun energi total naik menjadi 28.551,3 Joule, nilai karakteristik tambalan menurun menjadi 64,8%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pemanasan optimum tercapai pada menit ke-2, di mana efisiensi perpindahan panas dan kualitas tambalan berada pada titik terbaik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa waktu pemanasan optimal untuk memperoleh hasil tambalan ban yang kuat dan menyatu dengan ban dalam adalah selama 2 menit pada suhu awal 30 °C. Setelah elemen pemanas dialiri arus listrik, suhu pelat baja meningkat hingga 139,5 °C dan suhu permukaan ban mencapai 118,3 °C, dengan total perpindahan panas sebesar 12.313,7 Joule. Tekanan hasil tambalan mampu menahan udara hingga 45,7 Psi, dan nilai karakteristik tambalan mencapai 70,4%, yang menunjukkan kinerja penambalan terbaik dibandingkan variasi waktu lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, serta Kepala Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, D.J., Andrasto, T., 2014. Website Toko Online yang Terintegrasi dengan SMS Gateway Sebagai Sarana Penunjang Penjualan pada Toko Online Djokjha Shop. *jurnal Edu Komputika* 1, 1-11.
- Aprilia, Bi. putra, 2015. Studi Perencanaan Pompa Air Tenaga Angin Untuk Suplesi Irigasi Di Desa Yosomulyo Kecamatan Gambrian Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Teknik Pengairan* 1, 1-5.
- Ariestanto, D., Abdullah, D., Wijaya, A., 2025. Implementasi Location Based Service Dalam Perancangan Aplikasi Pencarian Lokasi Tambal Ban Di Kota Bengkulu. *Jurnal Media Infotama* 21, 357.
- Ashari, A., Ana, M., Efan, A., 2016. Analisis Perpindahan Panas Pada Alat Tambal Ban Elektrik. *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin* 1, 37-42.
- BPS, 2024. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis.
- Damanik, A.P., Alda, M., Azzahra Batubara, A., Ramadhan, M.R., 2024. Perancangan Prototyping Aplikasi Tambal Ban Online (Nambal) Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* 8.
- Kasmuri, 2009. Analisa Pompa Piston Pada Kincir Angin MB 12-7. Universitas Mercu Buana.
- Khamida, N., 2016. Peningkatan Keterampilan Otomotif Tambal Ban Melalui Metode Latihan Pada Siswa Tunagrahita Ringan Kelas X Di SLB Negeri 1 Sleman. Universitas Negeri Yogjakarta.
- Khudzaeva, E., Asnadi, M.Nu., 2023. Analisis Usability Aplikasi Brimo Dengan Menggunakan Metode Kuesioner Dan Model Delone&McLean. *Jurnal Perangkat Lunak* 5.
- Kreith, F., 1997. Prinsip-prinsip Perpindahan Panas, 3rd ed. Erlangga, Jakarta.
- Kurniawan, F.A., 2013. Tambal Ban Menggunakan Aki 12 V. Universitas Muhamadiyah Yogjakarta.
- Muchlis, A.F., 2023. Metode Penelitian Survei-Kuesioner untuk Keseksian dan Privasi pada Hunian Asrama. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia* 12, 154-163. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v12i3.252>
- Muh Ali, A., Satriawati, S., Nur, R., 2023. Meningkatkan Hasil Belajar IPA Menggunakan Metode Eksperimen Kelas VI Sekolah Dasar. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas* 3, 114-121. <https://doi.org/10.53624/ptk.v3i2.150>
- Putra, riski mandala, 2015. Perencanaan Sistem Timer Pada Alat Tambal Ban Elektrik. Universitas Muhamadiyah Ponegoro.
- Putra, P.R., Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Jl Rungkut Madya No, U., Anyar, G., Gn Anyar, K., Sby, K., Timur, J., n.d. Juminten Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi Perancangan Alat Tambal Ban Dengan Menggunakan Metode Design For Manufacturing And Assembly (DFMA) Designing a Tire Patch Tool Using the Design For Manufacturing And Assembly (DFMA) Method. <https://doi.org/10.33005/juminten.v4i1.647>
- Restu, F., Hakim, R., Ramadhana, H.K., 2020. Rancang Bangun Alat Tambal Ban Dalam Sepeda Motor. *Jurnal Technopreneur (JTech)* 8, 18-25. <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.546>
- Saoqibillah, L., Malik, A., 2024. Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Nilai Konduktivitas Pada Perpindahan Panas Secara Konduksi Menggunakan Virtual Lab Amrita. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia* 6. <https://doi.org/10.29303/jppfi.v6i1.256>
- Soegihardjo, O., Sukwanputra, F.Y., 2003. Uji Unjuk Kerja Pompa Pedal Multi Piston. *Jurnal Teknik Mesin* 5, 70-74.