

## Original Article

Received 1 December 2022  
Accepted 19 December 2022  
Published 20 December 2022

Open Access

# Effectiveness of Application Heat Transfer Practice Module in Retreading Technology

Ikhwanul Qiram 1 <sup>\*a</sup>, Agung Nugroho 2<sup>b</sup>, Tirta Maulana 3<sup>b</sup>, Hapsoro Condro Guritno 4<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lecturer of Departement Mechanical Engineering, University of PGRI Banyuwangi

<sup>b</sup> Student of Departement Mechanical Engineering, University of PGRI Banyuwangi

\* Corresponding E-mail: [ikhwanul@unibabwi.ac.id](mailto:ikhwanul@unibabwi.ac.id) \*1, [agungpointer@gmail.com](mailto:agungpointer@gmail.com) 2, [tirtamaulana925@gmail.com](mailto:tirtamaulana925@gmail.com) 3, [condrohapsoro@gmail.com](mailto:condrohapsoro@gmail.com) 4

**Abstract:** The phenomenon of heat transfer is a science that must be learned by engineering students. Retreading process is one of the heat transfer phenomena in the process of repairing damage to rubber tires in vehicles. This study aims to reveal the effectiveness of the use of the heat transfer practicum module in the retreading process of the inner tube. This type of research is R and D, where the module contains several test parameters which include; surface pressure, heating temperature and time, and dimensions of the patched rubber compound. The 20 respondents selected for this study were mechanical engineering students at PGRI Banyuwangi University. The test includes aspects of the suitability of practical procedures and cognitive abilities in describing the process and mathematical solving of the heat transfer rate for each experimental parameter. The results show that the heat transfer module developed is quite feasible to use, this is based on the results of measuring the satisfaction of respondents in general, assessing it very well with an average of 59.8%. While on the aspect of learning effectiveness, it can be concluded that the practice module is included in the very effective category, where this is shown by increasing the percentage of respondents' abilities which are shown through changes in values before and after the implementation of the module.

**Keywords:** Development, heat transfer, practicum module, retreading process

## Pendahuluan

Perpindahan panas (*heat transfer*) adalah proses perpindahan energi kalor atau panas (*heat*) karena adanya perbedaan temperatur [1]. Teori matematika konduksi panas dikembangkan pada awal abad kesembilan belas oleh Joseph Fourier. Energi kalor akan berpindah dari temperatur media yang lebih tinggi ke temperatur media yang lebih rendah [2]. Proses perpindahan panas akan terus berlangsung sampai ada kesetimbangan temperatur yang terjadi pada kedua media tersebut.

Proses terjadinya perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Konduksi panas adalah salah satu dari tiga mode dasar transportasi energi panas (konveksi dan radiasi menjadi dua lainnya) dan terlibat dalam hampir semua proses operasi perpindahan panas. Dalam peralatan pertukaran panas komersial, misalnya, panas dilakukan melalui dinding padat (seringkali dinding tabung) yang memisahkan dua cairan yang memiliki suhu berbeda. Selanjutnya, konsep tahanan termal, yang mengikuti persamaan dasar konduksi panas, banyak digunakan dalam analisis masalah yang timbul dalam desain

dan pengoperasian peralatan industri [3]. Sementara itu, bahan ajar pada mata kuliah praktikum perpindahan panas yang tersedia selama ini seringkali masih berupa bersumber dari buku, sumber internet yang efektifitasnya kurang menarik minat mahasiswa. Maka untuk mendukung kegiatan praktik dibutuhkan bahan ajar yang secara praktis mampu melengkapi bahan ajar yang ada. Selain itu bahan ajar juga dapat disesuaikan langsung dengan. Fenomena di lapangan, sehingga praktikan mampu secara langsung mensimulasikan proses pembelajaran yang diberikan [4].

Salah satu penerapan fenomena perpindahan panas di lapangan adalah pada proses vulkanisir ban dalam atau disebut dengan *retreading process* [5]. Vulkanisir ban adalah suatu proses daur ulang terhadap ban yang sudah gundul melalui beberapa tahapan, seperti pemeriksaan terhadap kondisi ban, apakah layak untuk divulkanisir kembali atau tidak [6]. Proses vulkanisir ban dengan sistem pemanasan ditentukan oleh pengendalian suhu pemanasan, tekanan permukaan, dan waktu pemanasan [7]. Penentuan parameter operasional yang tepat dapat menghasilkan adhesi yang optimal. Sementara itu, belum banyak tersedia

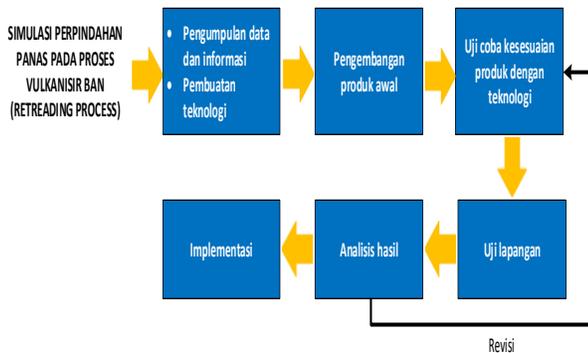
## Original Article

informasi teknis yang dapat dijadikan acuan bagi pelaku usaha jasa vulkanisir. Beberapa kasus ditemukan proses pemanasan dapat berlangsung selama 2-3 jam dengan temperatur 140°C [6]. Tujuan utama sistem modul praktikum perpindahan panas ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas pengajaran mata kuliah perpindahan panas, dari aspek waktu, pembiayaan, fasilitas maupun tenaga demi tercapainya tujuan pembelajaran yang optimal.

## Metode

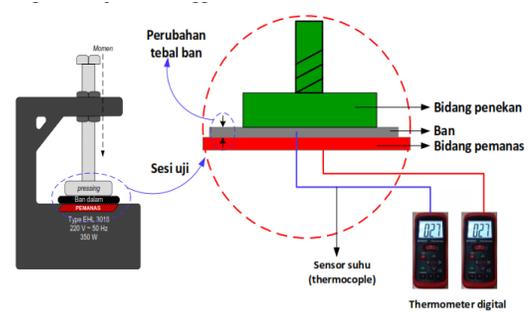
Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*), dimana modul praktik disusun berdasarkan studi literasi dalam bentuk buku, jurnal penelitian yang mendukung dalam proses perpindahan panas pada teknologi vulkanisir ban. Uji coba modul dilakukan pada 35 responden dengan kriteria adalah mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi yang sedang menempuh mata kuliah perpindahan panas di Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023.

Pengukuran tes meliputi aspek penguasaan metode eksperimen, teori, dan analisa data. Selain itu respon kepuasan terhadap modul juga diukur menggunakan angket yang didistribusikan dengan *Google Form*. Analisis data meliputi laju perpindahan panas ( $dT/dt$ ), dan laju perpindahan kalor bahan ( $Q$ ) pada setiap variabel yang meliputi tekanan permukaan ( $P$ ), luas penampang bahan ( $A$ ), konduktivitas thermal bahan ( $K$ ), suhu pemanasan ( $T$ ) dan lama waktu pemanasan ( $t$ ).



Gambar 1. Konsep pengembangan modul praktikum perpindahan panas

## Journal of Educational Engineering and Environment



Gambar 2. Desain peralatan praktik

## Hasil dan Pembahasan

Kelayakan mata kuliah modul perpindahan panas dapat dilihat dari hasil lembar validasi dosen ahli perpindahan panas. Berdasarkan hasil validasi diketahui bahwa modul yang dikembangkan cukup layak untuk digunakan. Prinsip dasar modul perpindahan panas yang dikembangkan itu sudah memuat komponen-komponen utama yang harus ada dalam modul. Komponen tersebut meliputi modul penutup, *review* materi, pendahuluan, penyajian setiap bab, tes formatif, tes sumatif, dan daftar pustaka.

Respon positif mahasiswa menunjukkan bahwa kehadiran modul perpindahan kalor mata kuliah ini dapat membantu mahasiswa dalam belajar. Mahasiswa dapat belajar mandiri dan tidak bergantung pada dosen sebagai sumber informasi saja. Selain sebagai sumber belajar, modul mata kuliah perpindahan panas juga dapat digunakan sebagai media. Hal ini disebabkan modul dasar perpindahan kalor dapat berperan dalam mendistribusikan informasi kepada siswa yang dapat merangsang pikiran, perasaan, dan kemauan siswa sehingga dapat mendorong proses pembelajaran itu sendiri, hal ini dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut. Berdasarkan hasil validasi dan respon mahasiswa secara umum menunjukkan bahwa modul mata kuliah perpindahan panas dapat dikatakan sangat layak, karena hasil validasi dan respon mahasiswa telah mencapai kriteria interpretasi dari aspek tampilan menilai sangat baik sebesar 62,9%, dari aspek petunjuk dalam modul menyatakan sangat baik sebanyak 73,5% responden, kemudahan pemahaman terhadap isi modul sebanyak 51,4% dan Baik 40%, sedangkan peningkatan motivasi menunjukkan interpretasi 51,4% menyatakan sangat baik.

**Tabel 1.** Kepuasan responden terhadap modul praktikum perpindahan panas

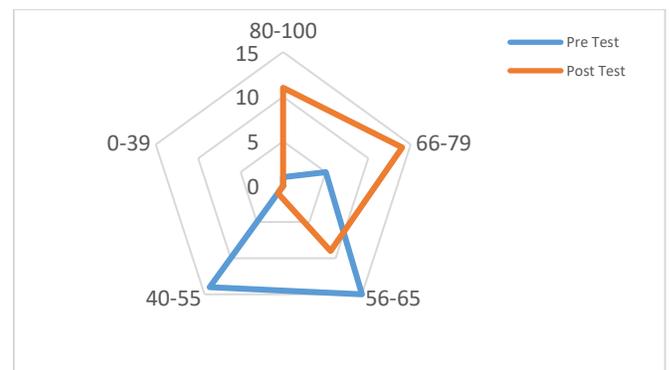
Item	Persentase jawaban					Jumlah
	SB	B	CB	KB	B	
Tampilan modul	62,9	34,3	2,9	0,0	0,0	100
Petunjuk pelaksanaan	73,5	20,6	2,9	2,9	0,0	100
Kemudahan pemahaman isi	51,4	40,0	2,9	5,7	0,0	100
Motivasi belajar	51,4	31,4	11,4	5,7	0,0	100

Secara umum hasil tersebut menunjukkan keberadaan modul yang dikembangkan sudah memuat komponen-komponen utama yang harus ada dalam setiap modul yang meliputi sampul buku, penyajian setiap bab, soal latihan untuk setiap bab, dan daftar pustaka. Data hasil belajar mahasiswa dapat dianalisis melalui perbandingan skor dengan menggunakan modul terhadap skor sebelum menggunakan modul. Setelah proses pembelajaran selesai dapat dilihat keefektifan penggunaan modul dibandingkan dengan skor hasil penelitian sebelumnya, hal ini dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut. Dari perbandingan skor pembelajaran menggunakan modul dengan skor sebelumnya, diketahui bahwa mahasiswa yang termasuk dalam kategori sangat efektif (skor A) meningkat menjadi 31,43 % (11 mahasiswa), mahasiswa yang termasuk dalam kategori efektif (nilai B) meningkat menjadi 40% (14 mahasiswa), nilai mahasiswa yang masuk dalam kategori cukup (nilai C) menurun sebesar 25,71% (9 mahasiswa ini disebabkan karena adanya peningkatan pengaruh siswa yang menerima nilai dari A dan B.

Persentase penurunan juga diikuti oleh siswa yang termasuk dalam kategori kurang efektif (skor D) yaitu sebesar 2,86% (1 siswa), untuk siswa ini masih kurang baik dalam arti hanya sebagian mampu. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam masalah perpindahan panas masih cukup terbatas. Tidak adanya siswa yang masuk dalam kategori sangat kurang efektif (nilai E) meningkat menjadi 0% menunjukkan adanya peningkatan efektifitas penggunaan modul dasar perpindahan panas.

**Tabel 2.** Perbandingan skor antara sebelum dan setelah menggunakan modul

Kategori Skor	Nilai	Pre Test	%	Post Test	%
A	80-100	1	2,86	11	31,43
B	66-79	5	14,29	14	40,00
C	56-65	15	42,86	9	25,71
D	40-55	14	40,00	1	2,86
E	0-39	0	0,00	0	0,00
<b>Jumlah</b>		<b>35</b>	<b>100,00</b>	<b>35</b>	<b>100,00</b>

**Gambar 3.** Grafik perbandingan skor antara sebelum dan setelah menggunakan modul

Dapat disimpulkan pada saat pembelajaran menggunakan modul sebagian besar mahasiswa berada pada kategori cukup dan kurang efektif, sedangkan pada pembelajaran menggunakan modul sebagian besar siswa berada pada kategori efektif dan cukup efektif, bahkan ada juga yang masuk dalam kategori sangat efektif. Dapat dikatakan bahwa mahasiswa dapat berhasil dalam pencapaian tujuan dengan menggunakan modul perpindahan panas.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis data dapat ditunjukkan bahwa modul perpindahan panas yang dikembangkan cukup layak untuk digunakan, hal ini berdasarkan hasil pengukuran kepuasan responden secara umum menilai sangat baik sebesar dengan rata-rata 59,8%. Sedangkan pada aspek efektifitas pembelajaran dapat disimpulkan bahwa modul praktik termasuk dalam kategori sangat

efektif, dimana hal ini ditunjukkan melalui peningkatan persentase kemampuan responden yang ditunjukkan melalui penilaian sebelum dan sesudah penerapan modul.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ketua program studi Teknik Mesin dan Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi yang telah mendukung kegiatan penyusunan dan pengujian modul praktik ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Rektor Universitas PGRI Banyuwangi atas pendanaan penelitian T.A 2022/2023.

### References/ Daftar Pustaka

- [1] K. G. Harding, "Heat Transfer Introduction," *Res. Gate*, no. December, pp. 2–6, 2012.
- [2] Anonim, "Heat conduction & transfer," in 1, Elsevier, 2007, pp. 1–42.
- [3] J. B. J. Fourier, "The analytical theory of heat," *Anal. Theory Heat*, pp. 1–466, 2009, doi: 10.1017/CBO9780511693205.
- [4] H. Laili, "Pengaruh Metode Pembelajaran terhadap Kemampuan Mahasiswa dalam Menerapkan Model-Model Pembelajaran pada Perkuliahan Strategi Pembelajaran Matematika," *Fondatia*, vol. 1, no. 2, pp. 131–149, 2017, doi: 10.36088/fondatia.v1i2.106.
- [5] J. L. Wang Qiang, "Discussion on Tire Retreading and Reuse Technology," 2020.
- [6] Deri Saputra, "Analisis Pengukuran Tingkat Efektivitas Mesin Building Pada Proses Vulkanisir Ban Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Studi Kasus di PT. Inti Vulkatama)," STTIND Padang, 2018.
- [7] S. A. Kumar, "Tyre Retreading by Hot Retreading Process," *Int. J. Appl. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–65, 2016, doi: 10.5958/2322-0465.2016.00007.1.