

Perbaikan dan Modifikasi Alat Peraga Sistem AC Mobil dengan Penambahan Pengukur Tekanan dan Suhu Pada 4 Titik

Akbar Dwi Maulana¹, Nurhadi¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang

Penulis Korespondensi : Nurhadi (e-mail:nurhadi@polinema.ac.id)

ABSTRAK

Kerusakan dan kekurangan komponen pada alat peraga sistem AC mobil di Politeknik Negeri Malang PSDKU Lumajang menyebabkan alat tidak dapat digunakan secara optimal sebagai media pembelajaran praktikum. Permasalahan yang ditemukan meliputi tidak adanya motor penggerak, kerusakan evaporator dan *receiver dryer*, kebocoran pipa refrigeran, serta belum tersedianya alat ukur tekanan dan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki dan memodifikasi alat peraga sistem AC mobil agar dapat digunakan kembali serta mampu menampilkan data tekanan dan suhu refrigeran secara *realtime*. Perbaikan dilakukan dengan menambahkan motor penggerak yang dilengkapi *inverter*, mengganti evaporator, mengganti *receiver dryer*, memperbaiki kebocoran pipa refrigeran. Modifikasi dilakukan dengan memasang empat *pressure gauge* dan empat sensor *thermocouple* yang terhubung dengan Arduino Nano, modul MAX6675, dan LCD I2C 20×4. Pengujian dilakukan pada empat titik pengamatan, yaitu keluaran evaporator (P1,T1); keluaran kompresor (P2,T2); keluaran kondensor (P3,T3); dan masuk evaporator (P4,T4). Hasil pengujian menunjukkan tekanan masing-masing 1,8 bar (P1); 10,5 bar (P2); 10,5 bar (P3); dan 1,8 bar (P4) dengan suhu sebesar 26,5°C (T1); 87,25°C (T2); 31°C (T3), dan 8°C (T4). Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat peraga telah berfungsi dengan baik dan mampu mengukur tekanan dan suhu sistem refrigerasi secara *realtime*, namun motor belum mampu menggerakkan kompresor secara optimal pada massa refrigeran penuh.

KATA KUNCI: Sistem AC Mobil; Alat Peraga; Refrigerasi; Pressure Gauge; Sensor Suhu.

1. PENDAHULUAN

Kerusakan dan kekurangan komponen meliputi motor penggerak, evaporator, *receiver dryer*, dan pipa refrigeran pada alat peraga sistem AC mobil di kampus Politeknik Negeri Malang PSDKU Lumajang yang tidak bisa dipakai untuk pembelajaran jadi mahasiswa yang ingin melakukan pembelajaran terkendala alat pada saat melaksanakan praktek sistem AC mobil. Dalam proses pembelajaran sistem AC mobil, penggunaan alat peraga sangat diperlukan agar mahasiswa dapat memahami prinsip kerja sistem pendingin secara langsung [1]. Namun, sebagian besar alat peraga AC mobil yang digunakan di laboratorium masih memiliki keterbatasan dalam menampilkan parameter kerja sistem secara detail, khususnya pengukuran tekanan dan suhu pada setiap titik siklus refrigerasi [2]. Akibatnya, mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami perubahan kondisi refrigeran selama proses pendinginan berlangsung. Kerusakan dan kekurangan komponen seperti tidak adanya motor penggerak yang berfungsi untuk sebagai penggerak utama kompresor, kebocoran pada semua

sistem AC tersebut, tidak adanya *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan, dan sensor suhu yang bisa dilihat secara *realtime* pada sistem AC tersebut. Jadi perlu adanya merekonstruksi agar alat peraga sistem AC mobil bisa digunakan pembelajaran lagi selanjutnya alat peraga lainnya.

Pengukuran tekanan dan suhu merupakan parameter penting dalam sistem refrigerasi karena data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kerja refrigeran pada setiap komponen sistem AC mobil [3]. Pada pengukuran tekanan tinggi terjadi pada sisi *discharge* kompresor dan kondensor, sedangkan tekanan rendah terjadi pada sisi evaporator dan *suction* kompresor [4]. Perbedaan tekanan inilah yang menyebabkan refrigeran dapat bersirkulasi di dalam sistem. Suhu refrigeran berubah pada setiap proses siklus refrigerasi. Pengukuran suhu dilakukan untuk mengetahui proses perpindahan panas yang terjadi pada setiap komponen AC mobil. Data suhu juga digunakan - dalam menentukan kondisi refrigeran pada sistem pendingin [5]. Dengan adanya data tekanan dan suhu yang akurat, proses analisis sistem pendingin menjadi

lebih mudah dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi alat peraga sistem AC mobil dengan penambahan alat ukur tekanan dan suhu pada beberapa titik pengamatan.

Sistem *Air Conditioner* mobil adalah suatu proses pengondisian udara dimana udara didinginkan, dibersihkan, dikeringkan, dan disirkulasikan selanjutnya jumlah dan kualitas udara yang dikondisikan tersebut dikontrol [6]. Salah satu sistem penting pada kendaraan terutama mobil yaitu *Air Conditioner* (AC) karena mempengaruhi kenyamanan pada pengemudi dan penumpang yang memiliki fungsi sebagai mengatur suhu, kelembapan, serta kenyamanan termal. Prinsip dasar AC yaitu proses penyerapan dan pelepasan panas dengan menggunakan bantuan refrigeran [7]. Selain itu AC mobil juga bermanfaat untuk menghindari terjadinya pengembunan pada kaca mobil ketika hujan[8]. Sistem AC pada kendaraan memiliki banyak komponen utama yang meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi, evaporator, blower, dan *extra fan*. Komponen tersebut terangkai dalam satu siklus yang menghasilkan udara kabin menjadi sejuk [9]. Alur dasar siklus dimulai dari kompresor yang menaikkan tekanan dan temperatur refrigeran, kemudian refrigeran melewati kondensor untuk melepaskan panas dan mengembun menjadi cairan bertekanan tinggi. Selanjutnya cairan refrigeran melewati katup ekspansi sehingga tekanannya turun dan refrigeran memasuki evaporator sebagai fluida tekanan rendah yang menyerap panas dari udara kabin sehingga menghasilkan udara dingin yang dihembuskan oleh blower evaporator [10].

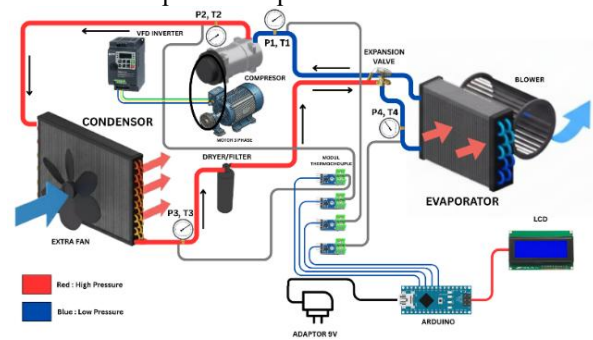
Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki dan memodifikasi alat peraga AC mobil dengan menambahkan alat ukur tekanan dan suhu pada empat titik utama sistem refrigerasi. Titik pengukuran tersebut meliputi sisi keluaran kompresor, keluaran kondensor, keluaran katup ekspansi, dan keluaran evaporator. Data hasil pengukuran diharapkan mampu membantu mahasiswa dalam memahami karakteristik sistem refrigerasi dan meningkatkan kualitas pembelajaran praktikum AC mobil.

2. BAHAN DAN METODE

Perbaikan dan memodifikasi alat peraga sistem AC mobil ini dilakukan melalui tahapan identifikasi kondisi alat peraga, perbaikan komponen yang mengalami kerusakan, dan modifikasi alat pengukur tekanan dan suhu. Kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium Otomotif Politeknik Negeri Malang PSDKU Lumajang dengan menggunakan alat peraga sistem AC mobil sebagai objek penelitian.

Peralatan yang digunakan yaitu alat peraga sistem AC mobil digunakan sebagai alat utama pada penelitian ini, ada beberapa komponen yaitu motor penggerak, kompresor, kondensor, *receiver dryer*, katup ekspansi, dan evaporator, *extra fan*, dan blower. Pada penelitian ini memodifikasi alat peraga sistem AC mobil tersebut dengan menambahkan pengukur tekanan dan sensor suhu. Pengukur tekanan dan sensor suhu akan dipasang dipipa sistem AC mobil pada 4 titik yaitu keluaran evaporator, keluaran kompresor, keluaran kondensor,

dan masuk evaporator. Penempatan pressure gauge dan sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penempatan Pengukur Tekanan dan Sensor Suhu

Keterangan:

P = Pressure (Tekanan)

T = Temperature (Suhu)

Tahap perbaikan dilakukan untuk mengembalikan fungsi alat peraga seperti semula. Perbaikan diawali dengan mengganti motor penggerak yang rusak agar kompresor dapat beroperasi kembali. Selanjutnya dilakukan penggantian evaporator dan *receiver dryer* yang sudah tidak layak digunakan. Kebocoran pada pipa refrigeran diperbaiki dengan mengganti bagian pipa yang rusak serta melakukan penyambungan dan pengelasan ulang pada titik yang mengalami kebocoran. Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan proses vakum pada sistem untuk menghilangkan udara dan uap air yang terjebak di dalam saluran refrigeran. Tahap berikutnya adalah pengisian refrigeran R134a sesuai kebutuhan sistem dan pengujian kebocoran untuk memastikan seluruh sistem AC mobil bekerja dengan baik.

Setelah proses perbaikan selesai, dilakukan modifikasi alat peraga dengan menambahkan sistem pengukuran tekanan dan suhu pada empat titik pengamatan. Modifikasi tekanan dilakukan dengan memasang empat buah *pressure gauge* yang terdiri dari dua *pressure gauge* untuk tekanan tinggi dan dua *pressure gauge* tekanan rendah. *Pressure gauge* tekanan tinggi dipasang pada pipa keluaran kompresor dan keluaran kondensor sedangkan untuk *pressure gauge* keluaran evaporator, dan masuk evaporator. Penempatan tersebut dipilih agar perubahan tekanan refrigeran pada setiap proses siklus refrigerasi dapat diamati secara langsung.

Modifikasi sensor suhu dilakukan dengan memasang empat sensor *thermocouple* tipe K pada titik pengukuran yang sama dengan *pressure gauge*. Sensor suhu dihubungkan dengan modul MAX6675 sebagai pembaca sinyal suhu, kemudian diproses menggunakan Arduino Nano. Data hasil pengukuran suhu ditampilkan secara realtime melalui LCD I2C 20×4 yang dipasang pada panel alat peraga sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengamatan selama praktikum berlangsung. Penambahan sistem pengukuran ini bertujuan untuk memberikan informasi kondisi refrigeran secara langsung pada setiap komponen utama sistem AC mobil.

Setelah proses perbaikan dan modifikasi selesai dilakukan, alat peraga diuji dengan mengoperasikan

sistem AC mobil menggunakan refrigeran R134a. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat peraga serta memastikan seluruh komponen dan instrumen pengukuran dapat bekerja dengan baik. Data suhu dan tekanan diambil pada empat titik pengamatan yaitu keluaran evaporator, keluaran kompresor, keluaran kondensor, dan masuk evaporator. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menganalisis perubahan kondisi refrigeran selama siklus refrigerasi berlangsung dan mengevaluasi keberhasilan perbaikan serta modifikasi yang telah dilakukan pada alat peraga sistem AC mobil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Alat Peraga Sebelum Perbaikan

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan pada alat peraga sistem AC mobil di Laboratorium Politeknik Negeri Malang PSDKU Lumajang, ditemukan beberapa kerusakan dan kekurangan komponen yang menyebabkan alat tidak dapat digunakan sebagai media pembelajaran praktikum. Kerusakan yang ditemukan meliputi tidak adanya motor penggerak yang menyebabkan kompresor tidak dapat berfungsi, evaporator yang mengalami kerusakan, *receiver dryer* yang sudah tidak layak digunakan, serta kebocoran pada beberapa sambungan pipa refrigeran. Selain itu, alat peraga juga belum dilengkapi dengan alat ukur tekanan dan sensor suhu yang dapat menampilkan data secara *realtime*.



Gambar 2. Alat Peraga Sistem AC Mobil Kondisi Sebelum Diperbaiki dan Dimodifikasi

Tidak adanya pada motor penggerak menyebabkan kompresor tidak dapat berputar sehingga refrigeran tidak mampu bersirkulasi di dalam sistem. Akibatnya, proses kompresi yang merupakan bagian utama dari siklus refrigerasi tidak dapat berlangsung. Kerusakan evaporator juga menyebabkan kemampuan penyerapan panas menjadi tidak optimal sehingga udara dingin tidak dapat dihasilkan. Sementara itu, *receiver dryer* yang rusak berpotensi menyebabkan kandungan air dan kotoran tetap berada di dalam sistem refrigerasi yang dapat mengganggu kinerja komponen lainnya.

Kebocoran pada pipa refrigeran merupakan permasalahan yang paling dominan karena menyebabkan refrigeran keluar dari sistem. Kondisi ini mengakibatkan tekanan refrigeran menjadi sangat rendah sehingga proses pendinginan tidak dapat berlangsung dengan baik. Selain itu, tidak tersedianya alat ukur tekanan dan suhu menyebabkan mahasiswa tidak dapat melakukan pengamatan terhadap perubahan kondisi refrigeran selama siklus refrigerasi berlangsung. Akibatnya proses pembelajaran hanya terbatas pada teori tanpa dapat mengamati fenomena kerja sistem AC mobil secara langsung.

3.2. Proses Perbaikan Alat Peraga

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perbaikan seluruh komponen yang mengalami kerusakan. Proses perbaikan diawali dengan pemeriksaan menyeluruh terhadap setiap komponen sistem AC mobil untuk mengetahui tingkat kerusakan dan menentukan tindakan yang diperlukan.

Perbaikan pertama dilakukan pada motor penggerak yang berfungsi sebagai penggerak utama kompresor. Motor yang sebelumnya tidak ada jadi ditambahkan dengan motor baru yang memiliki spesifikasi sesuai kebutuhan sistem AC mobil. Setelah pemasangan dilakukan, motor diuji untuk memastikan putaran yang dihasilkan mampu menggerakkan kompresor secara stabil dan dapat divariasikan agar menunjukkan seperti *engine* mobil jadi menambahkan komponen yaitu VFD *Inverter* agar motor penggerak putarannya bisa divariasikan.

Tahap berikutnya adalah penggantian evaporator yang mengalami kerusakan. Evaporator yang baru dipasang untuk memastikan proses penyerapan panas dapat berlangsung secara optimal. Selain itu, *receiver dryer* juga diganti dengan komponen baru karena *receiver dryer* memiliki fungsi penting dalam menyaring kotoran dan menyerap kelembapan yang terdapat di dalam sistem refrigerasi.

Selanjutnya dilakukan perbaikan dan penggantian beberapa bagian pipa refrigeran yang mengalami kebocoran. Pemeriksaan kebocoran dilakukan pada seluruh jalur refrigeran. Sambungan yang mengalami kebocoran diperbaiki melalui proses pengelasan dan penyambungan ulang hingga sistem benar-benar kedap terhadap kebocoran. Setelah seluruh komponen diperbaiki dan dipasang kembali, dilakukan proses vakum sistem menggunakan *vacuum pump*. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan udara dan uap air yang berada di dalam saluran refrigeran. Udara dan uap air harus dihilangkan karena dapat menurunkan performa sistem pendingin serta menyebabkan kerusakan pada komponen AC mobil.

Tahap terakhir adalah pengisian refrigeran R134a sesuai kapasitas sistem. Setelah pengisian refrigeran selesai dilakukan, sistem dijalankan untuk memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik dan tidak ditemukan kebocoran pada jalur refrigeran.

3.3. Proses Modifikasi Alat Peraga

Setelah alat peraga berhasil diperbaiki dan kembali beroperasi dengan normal, tahap selanjutnya adalah melakukan modifikasi alat peraga untuk meningkatkan

fungsi pembelajaran. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan sistem pengukuran tekanan dan suhu pada empat titik pengamatan utama dalam siklus refrigerasi.

Penambahan alat ukur tekanan dilakukan menggunakan empat buah *pressure gauge* yang terdiri dari dua *pressure gauge* tekanan tinggi dan dua *pressure gauge* tekanan rendah. *Pressure gauge* dipasang pada pipa keluaran evaporator, keluaran kompresor, keluaran kondensor, dan masuk evaporator. Penempatan ini dipilih karena mampu mewakili kondisi refrigeran pada setiap tahapan siklus refrigerasi.

Selain pengukur tekanan, dipasang pula empat sensor *thermocouple* tipe K untuk mengukur suhu refrigeran. Sensor dihubungkan dengan modul MAX6675 dan Arduino Nano sebagai pengolah data. Data suhu kemudian ditampilkan secara realtime menggunakan LCD I2C 20×4 sehingga memudahkan proses pengamatan selama praktikum berlangsung.

Dengan adanya sistem monitoring ini, mahasiswa tidak hanya dapat melihat prinsip kerja sistem AC mobil secara visual, tetapi juga dapat menganalisis perubahan tekanan dan suhu refrigeran secara langsung pada setiap komponen sistem. Hasil dari perbaikan dan modifikasi alat peraga sistem AC mobil dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Alat Peraga Sistem AC Mobil Kondisi Sesudah Diperbaiki dan Dimodifikasi

3.4. Hasil Pengujian Setelah Perbaikan dan Modifikasi

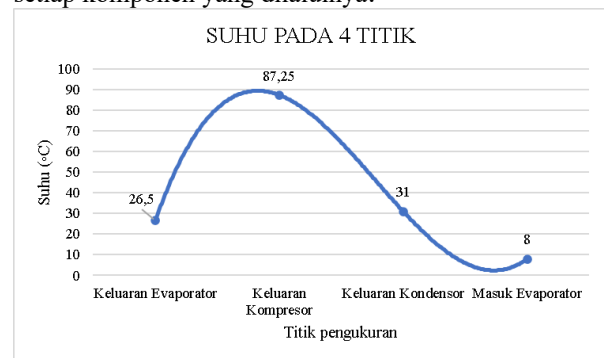
Setelah proses perbaikan dan modifikasi selesai dilakukan, alat peraga diuji untuk mengetahui kinerja sistem refrigerasi. Hasil pengukuran tekanan dan suhu pada empat titik pengamatan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Tekanan dan Suhu

Titik Pengukuran	Keluaran Evaporator	Keluaran Kompresor	Keluaran Kondensor	Masuk Evaporator
Suhu (°C)	26,5	87,25	31	8
Tekanan (bar)	1,8	10,5	10,5	1,8

Data tersebut menunjukkan bahwa sistem refrigerasi telah bekerja sesuai dengan siklus kerja AC mobil.

Refrigeran mengalami perubahan suhu dan tekanan pada setiap komponen yang dilaluinya.



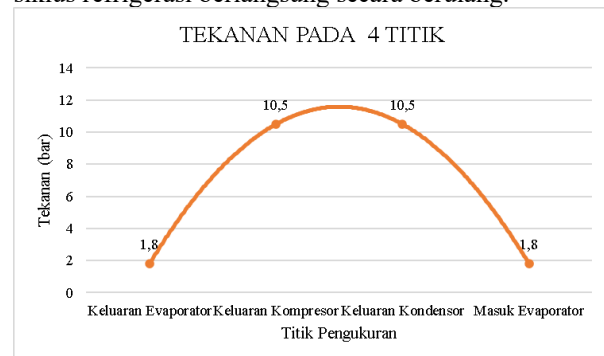
Gambar 4. Grafik Suhu pada Empat Titik

Pada keluaran evaporator diperoleh suhu sebesar 26,5°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa refrigeran telah menyerap panas dari lingkungan sekitar evaporator. Proses penyerapan panas tersebut menyebabkan refrigeran berubah menjadi uap bertekanan rendah yang kemudian dialirkan menuju kompresor.

Ketika refrigeran memasuki kompresor, terjadi proses pemampatan yang menyebabkan suhu meningkat secara signifikan menjadi 87,25°C. Kenaikan suhu ini menunjukkan bahwa kompresor bekerja dengan baik dalam meningkatkan energi refrigeran sehingga mampu bersirkulasi menuju kondensor.

Pada keluaran kondensor suhu turun menjadi 31°C. Penurunan suhu ini terjadi akibat pelepasan panas ke lingkungan sekitar dengan bantuan *extra fan*. Proses ini menyebabkan refrigeran berubah dari fase gas bertekanan tinggi menjadi cairan bertekanan tinggi.

Setelah melewati katup ekspansi dan memasuki evaporator, suhu refrigeran turun drastis menjadi 8°C. Penurunan suhu tersebut terjadi akibat proses ekspansi yang menyebabkan tekanan refrigeran turun secara tiba-tiba. Refrigeran yang bersuhu rendah ini kemudian kembali menyerap panas pada evaporator sehingga siklus refrigerasi berlangsung secara berulang.



Gambar 5. Grafik Tekanan pada Empat Titik

Perubahan tekanan refrigeran menunjukkan karakteristik yang sesuai dengan teori siklus refrigerasi. Pada sisi tekanan rendah yaitu keluaran evaporator dan masuk evaporator diperoleh tekanan sebesar 1,8 bar. Tekanan rendah ini diperlukan agar refrigeran dapat menyerap panas secara maksimal pada evaporator.

Setelah refrigeran memasuki kompresor, tekanan meningkat menjadi 10,5 bar. Kenaikan tekanan ini

merupakan hasil kerja kompresor yang memampatkan refrigeran sehingga mampu mengalir menuju kondensor.

Pada keluaran kondensor tekanan tetap berada pada nilai 10,5 bar. Hal ini menunjukkan bahwa kondensor hanya berfungsi untuk membuang panas tanpa menyebabkan perubahan tekanan yang signifikan. Selanjutnya setelah melewati katup ekspansi, tekanan turun kembali menjadi 1,8 bar sebelum refrigeran masuk ke evaporator.

Perbedaan tekanan antara sisi rendah dan sisi tinggi menunjukkan bahwa siklus refrigerasi telah berlangsung dengan baik. Adanya selisih tekanan tersebut menjadi faktor utama yang memungkinkan refrigeran bersirkulasi dan menghasilkan efek pendinginan pada sistem AC mobil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses perbaikan dan modifikasi alat peraga sistem AC mobil berhasil dilakukan sehingga alat yang sebelumnya tidak dapat digunakan kembali berfungsi sebagai media pembelajaran praktikum. Perbaikan dilakukan dengan menambahkan motor penggerak yang dilengkapi *inverter*, mengganti evaporator dan *receiver dryer* yang rusak, memperbaiki kebocoran pada pipa refrigeran, melakukan proses vakum sistem, serta mengisi refrigeran R134a hingga sistem dapat beroperasi dengan normal.

Modifikasi dilakukan dengan menambahkan empat *pressure gauge* dan empat sensor *thermocouple* tipe K pada empat titik pengamatan, yaitu keluaran evaporator, keluaran kompresor, keluaran kondensor, dan masuk evaporator. Penambahan instrumen tersebut memungkinkan pengukuran tekanan dan suhu refrigeran secara *realtime* sehingga mempermudah pengamatan karakteristik siklus refrigerasi pada sistem AC mobil.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu refrigeran pada keluaran evaporator sebesar 26,5°C, keluaran kompresor sebesar 87,25°C, keluaran kondensor sebesar 31°C, dan masuk evaporator sebesar 8°C. Tekanan refrigeran yang terukur masing-masing sebesar 1,8 bar pada sisi tekanan rendah dan 10,5 bar pada sisi tekanan tinggi. Perubahan suhu dan tekanan tersebut menunjukkan bahwa proses kompresi, kondensasi, ekspansi, dan evaporasi berlangsung dengan baik sesuai prinsip kerja sistem AC mobil.

Dengan adanya perbaikan dan modifikasi ini, alat peraga sistem AC mobil tidak hanya dapat digunakan kembali sebagai sarana praktikum, tetapi juga mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap perubahan tekanan dan suhu refrigeran pada setiap

komponen sistem AC mobil melalui pengamatan secara langsung dan *realtime*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hermawan and R. Novianto, "TROUBLE SHOOTING SISTEM AIR CONDITIONER (AC) PADA TRAINER AC MOBIL," Oct. 2017. Accessed: May 27, 2026. [Online]. Available: https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/surya_teknika/article/view/1248/969
- [2] A. Fakhruddin, S. Supriyadi, and A. Burhanudin, "SISTEM KERJA MESIN PENDINGIN SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIKUM TEKNIK REFRIGERASI," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 21, no. 1, pp. 28–33, 2021.
- [3] R. Syahyuniar *et al.*, "Perancangan Sistem Kerja Simulator Ac (Air Conditioner) Mobil | 20 Jurnal Elemen," vol. 5, no. 1, 2018.
- [4] Srihanto, Parman Sinaga, Sigit Yulianto, and Ricky Perdana Handono, "Kajian sistem pendingin udara ditinjau dari kerusakan evaporator pada kendaraan ringan merk 'x,'" *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 64–74, Apr. 2023, doi: 10.37373/jttm.v4i1.451.
- [5] R. F. Lisan, Rifdarmon, H. Maksum, and D. S. Putra, "Efektivitas Metode Analisis Konkret Temperatur dan Tekanan pada Kebocoran Sistem Pendingin Mobil," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 309–318, Aug. 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i3.71.
- [6] S. Agus Supriyadi, *Penggunaan Air Cycle Sebagai Sistem AC Mobil Toyota Kijang Inova*. Nozzle: Jurnal Mechanical Engineering, 2018.
- [7] W. Wardika, A. Setiawan, D. Suwandi, and C. Casinih, "PENGARUH VARIASI TEKATAN SUCTION TERHADAP KINERJA AC MOBIL," *AUSTENIT*, vol. 14, no. 2, pp. 80–85, Oct. 2022, doi: 10.53893/austenit.v14i2.4534.
- [8] A. N. M. M. P. Muslih Nasution, "ANALISA KINERJA AIR CONDITIONER (AC) TERHADAP PERUBAHAN TEKATAN DAN KECEPATAN PUTARAN KOMPRESSOR PADA MOBIL XENIA TYPE R," pp. 59–63, May 2020.
- [9] W. S. Dianasanti Salati, "PENGARUH PERILAKU PEMAKAIAN AIR CONDITIONER (AC) MOBIL TERHADAP PENGANTIAN KOMPONEN AC," Aug. 2018.
- [10] G. Solka, N. Hidayat, A. Andrizal, and R. Lapis, "Analisis Coefficient of Performance (COP) Trainer Sistem Pengkondisian Udara pada Putaran 2970 rpm," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 51–66, Feb. 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i1.7.