

# Peningkatan Kompetensi Instruktur Balai Latihan Kerja Kabupaten Karawang dalam Bidang Perawatan dan Perbaikan Lemari Pendingin Showcase

*Increasing the Competence of Instructors at Karawang Regency Vocational Training Center in the Maintenance and Repair of Showcase Refrigerator*

Ismail Wellid

Muhamad Anda Falahudin

Muhamad Arman

Ary Surjanto

Kasni Sumeru

Muhammad Nuriyadi

Andriyanto Setyawan \*

Department of Refrigeration & Air Conditioning Engineering, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, West Java, Indonesia

email: [andriyanto@polban.ac.id](mailto:andriyanto@polban.ac.id)

## Kata Kunci

Lemari Pendingin  
Showcase  
Instruktur  
Balai Latihan Kerja  
Kabupaten Karawang

## Keywords:

Refrigerator  
Showcase  
Instructor  
Job Training Center  
Karawang Regency

Received: May 2025

Accepted: July 2025

Published: September 2025



© 2025 Ismail Wellid, Muhamad Anda Falahudin, Muhamad Arman, Ary Surjanto, Kasni Sumeru, Muhammad Nuriyadi, Andriyanto Setyawan. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i9.9856>

## PENDAHULUAN

Dengan jumlah penduduk sekitar 2,55 juta jiwa pada tahun 2024, dan jumlah pengangguran sekitar 118.440 jiwa (BPS 2025), Kabupaten Karawang punya permasalahan dengan para pencari kerja. Jumlah pengangguran yang sebanyak ini bila tidak dikurangi dengan menyediakan lapangan kerja akan berdampak pada kawanan sosial (Azzahra *et al.*, 2024). Salah satu kendala bagi para pencari kerja kesulitan dalam mendapatkan pekerjaan adalah keterbatasan ketrampilan yang

dikuasinya. Balai Latihan Kerja (BLK) adalah satu-satu institusi yang bertujuan untuk meningkatkan ketrampilan para pencari kerja. Saat ini BLK di Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Karawang belum terdapat instruktur yang berkompeten dalam bidang perawatan dan perbaikan (servis) pada mesin pendingin (kulkas) berbentuk *showcase*. Oleh karena itu program pelatihan bagi pencari kerja dalam bidang servis dan perbaikan *showcase* belum dapat diselenggarakan. Terdapat beberapa instruktur yang terdapat di BLK yang telah memiliki pengalaman dalam bidang servis AC (pengkondisi udara), namun belum ada yang berpengalaman dalam bidang servis *showcase*. Sebelum tahun 2020-an, pada umumnya *showcase* yang ada di pasaran menggunakan refrigeran R134a (Belman-Flores *et al.*, 2022; Morales-Fuentes *et al.*, 2021; Rangel-Hernández *et al.*, 2019), namun setelah tahun 2020-an, refrigeran yang digunakan adalah R600a. Penggantian dari R134a dengan R600a karena R134a memiliki nilai GWP (*global warming potential*) yang sangat tinggi, yaitu 1430 (Aprea *et al.*, 2018; Meng *et al.* 2018). Untuk mengurangi dampak lingkungan akibat dari mesin pendingin, pada pelatihan ini juga akan diberikan wawasan refrigeran yang lebih ramah lingkungan yang dapat diterapkan pada lemari pendingin atau *showcase* (Deymi-Dashtebayaz *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2017). Jenis lemari pendingin yang banyak digunakan di toko-toko kecil hingga supermarket adalah *showcase* (Calleja-Anta *et al.*, 2024), sehingga tenaga kerja yang berkompeten dalam bidang servis dan perbaikan *showcase* sangat dibutuhkan. Oleh karena instruktur memiliki peran yang penting dalam membekali para pencari kerja dengan ketrampilan yang dibutuhkan di industri, maka peningkatan kompetensi instruktur adalah suatu keharusan. Peningkatan kompetensi para instruktur akan berdampak bagi kualitas para pencari kerja yang mengikuti pelatihan di BLK. Tujuan dari kegiatan ini adalah meningkatkan kompetensi para instruktur BLK Kabupaten Karawang melalui pelatihan perawatan dan perbaikan (servis) pada lemari pendingin *showcase*. Selain itu, tujuan lain dari kegiatan ini adalah menyediakan *showcase* sebagai media praktik untuk pelatihan para pencari kerja di BLK Kabupaten Karawang. Untuk mengevaluasi kompetensi para instruktur yang mengikuti pelatihan ini, para instruktur BLK diwajibkan memberikan pelatihan kepada para pencari kerja, sembari dievaluasi oleh dosen dari Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung. Para pencari kerja yang mengikuti pelatihan di BLK setiap waktu akan berganti, sedangkan para instruktur tetap, oleh karena itu kompetensinya harus selalu ditingkatkan. Harapan dari kegiatan ini adalah para pencari kerja yang dididik di BLK Kabupaten Karawang akan mudah mendapatkan pekerjaan sebagai teknisi pada perusahaan/industri atau berwiraswasta dalam bidang perawatan dan perbaikan lemari pendingin *showcase*.

## METODE

Pelatihan ini dilaksanakan di Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Karawang selama 2 hari, dimana 1 hari pertama pelatihan ditujukan untuk peningkatan kapasitas instruktur BLK dalam bidang lemari pendingin. Kemudian satu hari berikutnya pelatihan diberikan oleh instruktur BLK ke para pencari kerja dengan pengawasan oleh dosen-dosen dari Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung. Jumlah peserta instruktur BLK adalah sebanyak 2 orang, sedangkan jumlah peserta pencari kerja adalah sebanyak 12 orang. Oleh karena pengetahuan para instruktur dengan pencari kerja berbeda, maka materi pelatihannya juga berbeda. Para instruktur telah berpengalaman dalam memberikan materi pelatihan *servis AC* (pengkondisi udara) kepada para pencari kerja. Namun instruktur belum berpengalaman memberikan materi pelatihan dalam bidang lemari pendingin *showcase*, dikarenakan belum adanya unit *showcase* di BLK Kabupaten Karawang. Untuk itu dosen-dosen dari Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung akan memberikan teori dan praktik dalam bidang servis dan perbaikan *showcase*. Untuk memastikan kompetensi para instruktur dalam bidang servis dan perbaikan *showcase*, mereka dievaluasi dengan cara memberikan materi perawatan dan perbaikan *showcase* kepada pencari kerja, dan dipantau oleh dosen-dosen dari Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung. Sebelum pelaksanaan kegiatan ini dan untuk mengetahui tingkat pemahaman tentang lemari pendingin *showcase*, para instruktur diberikan pertanyaan seperti pada Tabel I. Berdasarkan jawaban pada pertanyaan yang terdapat pada tabel tersebut akan diketahui tingkat pengetahuan para instruktur, dan dari jawaban tersebut juga dapat ditentukan dari mana materi peningkatan kompetensi diawali.

**Tabel I.** Pertanyaan sebelum mengikuti pelatihan.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda telah mengetahui prinsip kerja <i>showcase</i> ?		
2.	Apakah anda mengetahui jenis refrigeran pada <i>showcase</i> ?		
3.	Apakah anda pernah melakukan servis/ perbaikan pada <i>showcase</i> ?		
4.	Apakah anda pernah melakukan servis/ perbaikan pada AC (pengkondisi udara)?		
5.	Apakah anda pernah menggunakan <i>pressure gauge</i> ?		
6.	Apakah anda mengetahui maksud dari tekanan <i>suction</i> dan <i>discharge</i> ?		
7.	Apakah anda telah mengetahui massa pengisian refrigeran berpengaruh pada kinerja mesin pendingin?		
8.	Apakah anda tahu tekanan kerja tiap mesin pendingin berbeda dan tergantung pada jenis refrigeran yang digunakan?		
9.	Apakah anda pernah melakukan brazing pada lemari pendingin atau AC?		
10.	Apakah anda tahu bahwa kebocoran refrigeran dari AC atau mesin pendingin lainnya akan berdampak pada pemanasan global?		

Materi peningkatan kompetensi diberikan dalam bentuk teori dan praktik. Isi materi teori adalah berupa prinsip kerja dan jenis-jenis refrigeran yang dapat digunakan pada *showcase*. Prinsip kerja *showcase* sama dengan prinsip kerja AC, yaitu menggunakan siklus refrigerasi kompresi uap (Shuailing et al., 2025; Said et al., 2023; Ahmed et al., 2022). Perbedaan utama antara AC dengan *showcase* adalah pada jenis refrigeran yang digunakan, dimana pada AC umumnya menggunakan R22, R32, R410A dan R407C, sedangkan *showcase* saat ini umumnya menggunakan R600a (Kazmi et al., 2025; Calleja-Anta et al., 2024). Untuk menentukan apakah *showcase* tersebut berkerja dengan baik maka diperlukan pengukuran tekanan dan temperatur di beberapa titik pada *showcase*, dimana nilai dari tekanan dan temperatur mesin pendingin memiliki tekanan dan temperatur tertentu pada saat kondisi normal (Li and Tang, 2022). Bila nilai tersebut di bawah atau di atas nilai tersebut (kondisi normal), maka *showcase* tersebut sedang mengalami masalah. Gangguan yang menyebabkan *showcase* mengalami masalah dapat berdampak kecil, sedang hingga besar. Dampak kecil misalnya temperatur kabin *showcase* kurang dingin, dampak menengah temperatur kabin lama dinginnya, dan dampak besar adalah temperatur kabin tidak dingin. Gangguan kecil hingga besar pada *showcase* akan berdampak pada konsumsi energi listrik yang meningkat, namun temperatur kabin *showcase* tidak seperti yang diharapkan. Konsumsi energi listrik oleh *showcase* atau peralatan mesin pendingin lainnya adalah berkontribusi pada pemanasan global secara tidak langsung, dimana besarnya sekitar dua kali dari dampak langsung yang berasal dari kebocoran refrigeran (Dupont et al., 2019; Cabello et al., 2022). Oleh karena itu peserta selain akan dilatih ketampilan dan servis dan perbaikan *showcase* juga akan diberi wawasan tentang kepedulian pada lingkungan, terutama pada kontribusi mesin pendingin pada pemanasan global. Sedangkan materi praktik antara lain adalah pengisian refrigeran dan pengukuran tekanan kerja *showcase*. Peserta akan melihat kinerja *showcase* bila pengisian refrigeran berlebih dari massa pengisian pada nameplate. Untuk melihat kinerja dari *showcase* adalah dengan mengukur besaran-besaran pada beberapa titik di *showcase*. Besaran yang diukur pada *showcase* pada pelatihan ini adalah temperatur dan tekanan. Untuk temperatur terdapat empat titik yang akan diukur, yaitu temperatur lingkungan, di dalam kabin, *suction* dan *discharge*. Sedangkan tekanan akan dilakukan pengukuran dengan *pressure gauge* pada dua titik, yaitu *suction* dan *discharge*. Sebagai seorang teknisi lemari pendingin harus ingat di luar kepala tekanan kerja dari *showcase*. Tekanan kerja tersebut adalah tekanan *suction* dan *discharge*. Pada saat *showcase* bekerja optimal, maka tekanan kerja tersebut memiliki nilai tertentu. Bila *showcase* mengalami gangguan, maka tekanan kerja tersebut akan berubah. Perubahan tekanan kerja tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut akan diberikan pada materi pelatihan. Pada kegiatan ini digunakan *showcase* 5 rak dengan volume total adalah 282 liter, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pada gambar tersebut, daya input *showcase* adalah 180 W, dengan massa pengisian refrigeran R600a sebanyak 50 gram. Pada kegiatan ini para instruktur akan mengukur kinerja *showcase* saat massa pengisian refrigeran ideal (50 gr), lebih 10% (55 gr) dan 20% (60 gr) dari massa pengisian yang terdapat pada nameplate, yaitu 50 gr. Oleh karena refrigeran R600a memiliki sifat *flammable* (dapat terbakar) pada konsentrasi tertentu, maka pada kegiatan akan diberikan prosedur yang aman dalam mengisi dan melakukan proses pengelasan pada saat perbaikan *showcase*.



Gambar 1. *Showcase* Sebagai Sarana Praktek untuk Meningkatkan Kompetensi Instruktur BLK.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan jawaban para instruktur pada pertanyaan yang terdapat pada Tabel I menunjukkan bahwa kedua instruktur yang mengikuti pelatihan peningkatan kompetensi menjawab "Ya" untuk pertanyaan no. 4 sampai dengan no. 10, namun menjawab "Tidak" untuk pertanyaan no. 1, no. 2 dan no. 3. Ini artinya para instruktur telah memiliki *skill* dasar dalam bidang mesin AC, namun belum memiliki pengetahuan dan ketrampilan perawatan dan perbaikan pada *showcase*. Untuk itu materi pelatihan akan difokuskan pada *showcase*, baik pada prinsip kerjanya, perawatan dan perbaikannya. Sebelum dilakukan praktik pengisian refrigeran dan pengamatan kinerja pada *showcase*, terlebih dulu diberikan teori tentang prinsip kerja *showcase*. Materi teori meliputi tekanan dan temperatur kerja *showcase*, serta kerusakan atau masalah yang sering terjadi pada *showcase* dan cara mengatasinya (*troubleshooting*). Praktek pertama bagi para instruktur adalah mengukur temperatur dan tekanan *showcase* pada kondisi normal (pengisian refrigeran 50 gr). Setelah mengetahui temperatur dan tekanan kerja, selanjutnya *showcase* diperlakukan sedemikian rupa sehingga menggambarkan kondisi rusak. Pada kondisi rusak ini, peserta akan mengukur tekanan kerja kompresor. Hasil pengukuran tekanan kerja *showcase* saat kondisi normal dan kondisi rusak (gangguan) akan dibandingkan. Dari perbandingan ini para peserta akan mengetahui perbedaan tekanan kerja kedua kondisi tersebut. Perbedaan tekanan kerja ini harus diingat dan dijadikan rujukan saat peserta nanti menjadi teknisi servis lemari pendingin atau *showcase*. Sebelum dilakukan pelatihan, narasumber (dosen), instruktur dan para pencari kerja melakukan foto bersama, seperti yang tampak pada Gambar 2. Pada gambar terlihat terdapat 2 instruktur dan 12 pencari kerja yang mengikuti kegiatan ini.



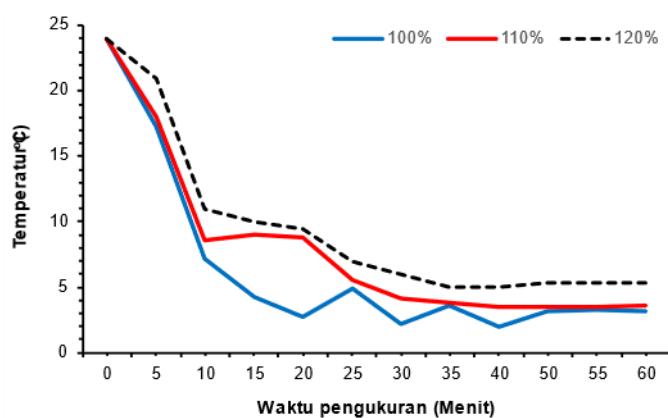
Gambar 2. Foto Bersama Narasumber dan Para Peserta Sebelum Pelatihan Dimulai.

Kegiatan praktik selanjutnya adalah pengisian refrigeran pada *showcase*, seperti terlihat pada Gambar 3. Pengisian refrigeran dilakukan langsung oleh instruktur yang dipandu dan diawasi oleh dosen (Tim PkM) dari Jurusan Teknik Refrigerasi & Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung. Pada gambar terlihat para peserta kegiatan ini mengelilingi *showcase* untuk mendengarkan prosedur pengisian refrigeran melalui kompresor.



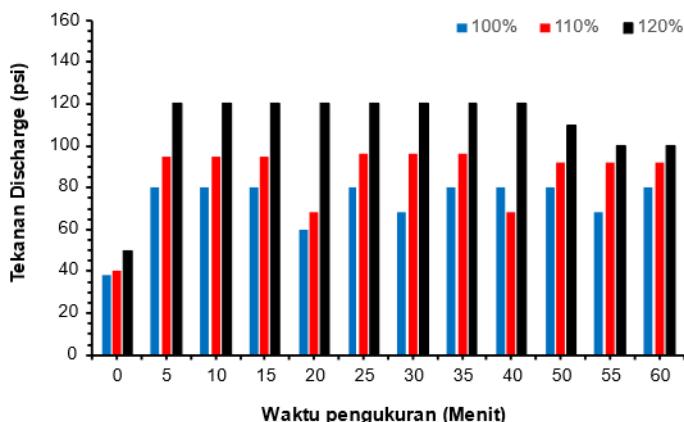
Gambar 3. Penjelasan Pengisian Refrigeran ke Dalam *Showcase* oleh Peserta Peningkatan Kompetensi.

Materi pelatihan lainnya adalah mengamati dampak pada kinerja *showcase* akibat massa pengisian refrigeran yang berbeda-beda. Pada pelatihan ini dilakukan tiga massa pengisian refrigeran, yaitu 10% dan 20% di atas massa pengisian ideal (sesuai dengan *nameplate*). Karena massa pengisian ideal adalah 50 gram, maka massa pengisian 10% di atas dan 20% di atas massa pengisian ideal adalah 55 gr dan 60 gram. Hasil pengukuran temperatur di dalam kabin akibat tiga pengujian tersebut terlihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pencapaian temperatur paling cepat adalah saat isi refrigeran sebesar 100% dari spesifikasi yang terdapat di *nameplate*, yaitu 50 gr. Ini artinya bila pengisian refrigeran kurang atau lebih dari yang seharusnya maka pencapaian temperatur kabin *showcase* akan lebih lambat dibandingkan dengan pada saat pengisian ideal. Dengan kata lain, pengisian refrigeran yang kurang tepat akan berdampak pada konsumsi listrik, karena *showcase* akan beroperasi lebih lama, sehingga biaya listrik juga akan semakin mahal. Berdasarkan pengalaman ini para instruktur dapat mengingat selamanya tentang pengaruh massa pengisian refrigeran pada *showcase* pada biaya pemakaian listrik oleh *showcase*.



Gambar 4. Temperatur Kabin *Showcase* untuk Tiga Variasi Pengisian Refrigeran.

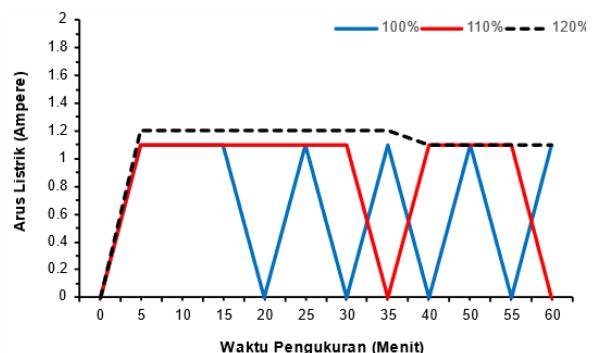
Selain berpengaruh pada kecepatan pencapaian temperatur kabin, massa pengisian juga berpengaruh pada tekanan *discharge* kompresor. Nilai tekanan *discharge* untuk ketiga massa pengisian refrigeran terlihat pada Gambar 5. Nilai tekanan *discharge* ini akan berubah tergantung pada massa pengisian refrigeran. Tekanan *discharge* rata-rata untuk pengisian 100%, 110%, dan 120% adalah 80 psi, 95 psi, dan 120 psi, masing-masing. Ini artinya semakin banyak massa pengisian, maka akan menyebabkan tekanan *discharge* meningkat. Tekanan *discharge* saat massa pengisian refrigeran ideal harus diingat oleh para teknisi (saat pengisian 100%), karena tekanan pada nilai tersebut adalah tekanan *discharge* yang menandakan kondisi *showcase* normal, atau bekerja secara baik atau optimal. Tinggi rendahnya tekanan *discharge* berkaitan besar kecilnya arus listrik yang diperlukan oleh kompresor. Semakin tinggi tekanan *discharge*, semakin besar pula arus listrik yang dibutuhkan oleh kompresor.



Gambar 5. Tekanan *Discharge Showcase* untuk Tiga Variasi Pengisian Refrigeran.

Konsumsi daya listrik oleh mesin pendingin akan terlihat pada arus listrik yang masuk ke kompresor, artinya bila arus listrik besar maka konsumsi listrik juga semakin besar, dan sebaliknya. Oleh karena ini pada pelatihan ini juga dilakukan pengukuran arus pada *showcase* untuk tiga massa pengisian refrigeran, dan hasil pengukuran arus listrik tersebut terlihat pada Gambar 6. Pada gambar terlihat bahwa arus listrik untuk pengisian 100% dan 110% sama, yaitu sebesar 1.1 Ampere. Namun ada perbedaan, yaitu pada saat pengisian 100%, *showcase* mengalami kondisi "OFF" sebanyak 4 kali dalam 60 menit pengujian, sedangkan saat pengisian 110%, *showcase* hanya mengalami kondisi "OFF" dua kali selama 60 menit pengujian. Ini artinya konsumsi listrik *showcase* untuk pengisian 100% lebih hemat dibandingkan dengan pengisian 110%. Hal ini karena saat *showcase* pada kondisi "OFF", tidak ada daya listrik yang masuk ke kompresor.

Pada saat pengisian 120% (60 gr), arus listrik meningkat menjadi 1.2 Ampere, dan pada pengisian ini, *showcase* tidak pernah mengalami kondisi "OFF". Dengan kata lain, konsumsi listrik untuk pengisian 120% ini menyebabkan *showcase* bekerja lebih berat dan memerlukan konsumsi listrik yang lebih banyak dibandingkan dengan pengisian 100% dan 110%. Turun dan naiknya konsumsi listrik oleh *showcase* akan berdampak pada turun dan naiknya kontribusi dari mesin pendingin ke pemanasan global secara tidak langsung. Kontribusi pada pemanasan global secara langsung dari sektor refrigerasi berasal dari kebocoran refrigeran adalah sebesar 37%, sedangkan dampak secara tidak langsung, yaitu dari konsumsi listrik, adalah sebesar 63% (Cabello *et al.*, 2022; Lebrun *et al.*, 2019). Dengan kata lain, kontribusi pada pemanasan global dari mesin pendingin secara tidak langsung (daya listrik) sekitar 2 kali dari secara langsung (kebocoran refrigeran). Dalam pembangkitan tenaga listrik, setiap kWh listrik yang dihasilkan akan mengeluarkan emisi gas CO<sub>2</sub> (penyebab pemanasan global). Kuantitas gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tergantung pada jenis pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara adalah jenis pembangkit yang paling tinggi emisi gas CO<sub>2</sub> ke udara (Azmi *et al.*, 2022). Oleh karena itu setiap teknisi AC maupun mesin pendingin harus berusaha supaya AC dan mesin yang ditanganinya dapat bekerja secara optimal, sehingga kontribusi pada pemanasan global dapat dikurangi.



Gambar 6. Arus Listrik Showcase untuk Tiga Variasi Pengisian Refrigeran.

## KESIMPULAN

Peningkatan kompetensi dalam bidang perawatan dan perbaikan *showcase* yang materinya didasarkan pada hasil *pre-test* oleh para instruktur BLK Kabupaten Karawang telah dilaksanakan dengan baik dan lancar. Berdasarkan evaluasi melalui praktik langsung pengisian refrigeran ke dalam *showcase* dan memberikan materi pelatihan ke para pencari kerja maka para instruktur telah layak sebagai narasumber atau pemateri dalam bidang perawatan dan perbaikan *showcase* kepada para pencari kerja. Dari pengetahuan dan pengalaman yang didapatkan oleh para instruktur pada kegiatan ini, selanjutnya para instruktur dapat memberikan ilmunya kepada para pencari kerja yang mengikuti peningkatan ketrampilan di BLK Kabupaten Karawang. Selain meningkatnya kompetensi para instruktur, dengan adanya kegiatan ini telah tersedia unit *showcase* yang dapat dijadikan bahan praktik bagi para pencari kerja.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Manajemen P3M Politeknik Negeri Bandung karena kegiatan ini terselenggara berkat dana DIPA Politeknik Negeri Bandung melalui Pengabdian Masyarakat skema Peningkatan Kualitas dan Pelatihan Mitra (PKPM) dengan nomor kontrak: No: 114.7/R7/PE.08.01/2025, tanggal 11 April 2025. Ucapan terima kasih juga kami haturkan ke Jurusan Teknik Refrigerasi & Tata Udara atas diijinkannya penggunaan fasilitas peralatannya dalam memodifikasi *showcase* agar dapat dijadikan media praktik bagi para pencari kerja.

## REFERENSI

- Ahmed, M.I., Ahamed, J.U. 2022. TiO<sub>2</sub> nanolubricant: An approach for performance improvement in a domestic air conditioner. *Results in Materials*. 13:100255. <https://doi.org/10.1016/j.rimma.2022.100255>
- Aprea, C., Greco, A., Maiorino, A., Masselli, C. 2018. The drop-in of HFC134a with HFO1234ze in a household refrigerator. *International Journal of Thermal Sciences*. 127:117-125. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2018.01.026>
- Azmi, R., Maslahat, P., Wahono, J.W. 2022. The carbon footprint from the power plant in Indonesia and renewable energy supply for reduce the carbon emission. The 1st ASEAN International Conference on Energy and Environment. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 997:012008. <https://doi:10.1088/1755-1315/997/1/012008>
- Azzahra, S.F., Putri, L.D., Purba, F.Y., Tanjung, D., Rezkitaputri, A., Zulva, R.Z.D. 2024. Dampak pengangguran terhadap stabilitas sosial dan perekonomian Indonesia. *MENAWAN: Jurnal Riset dan Publikasi Ilmu Ekonomi*. 2(4):220-233. <https://doi.org/10.61132/menawan.v2i4.719>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. <https://karawangkab.bps.go.id/id/statistics-table/1/NDA1IzE=/jumlah-pencari-kerja-terdaftar-menurut-tingkat-pendidikan-tertinggi-yang-ditamatkan-tahun-2016-2023.html>. Sumber internet, diakses 5 Mei 2025.

- Belman-Flores, J.M., Heredia-Aricapa, Y., Pardo-Cely, D., Rodríguez-Valderrama, D.A., De Alba-Rosano, M., Silva-Romero, J.C. 2022. Experimental evaluation of R513A as a low GWP refrigerant to replace R134a in a domestic refrigerator. *International Journal of Refrigeration*. **142**:148-155. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2022.06.019>
- Cabello R, Sánchez, D., Llopis, R, Andreu-Nacher, A., Calleja-Anta, D. 2022. Energy impact of the internal heat exchanger in a horizontal freezing cabinet. Experimental evaluation with the R404A low-GWP alternatives R454C, R455A, R468A, R290 and R1270. *International Journal of Refrigeration*. **137**:22-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2022.02.007>
- Calleja-Anta, D., Martínez-Ángeles, M., Nebot-Andes, L., Sánchez, D., Llopis, R. 2024. Optimizing R152a/R600 and R290/R600 mixtures for superior energy performance in vapor compression systems: Promising alternatives to Isobutane (R600a). *Applied Thermal Engineering*. **57**:186-196. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.123070>
- Chen, Q., Yan, G., Yu, J. 2017. Performance analysis of an ejector enhanced refrigeration cycle with R290/R600a for application in domestic refrigerator/freezers. *Applied Thermal Engineering*. **120**:581-592. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.04.027>
- Deymi-Dashtebayaz, M., Sulin, A., Ryabova, T., Sankina, I., Mehdi, F., Nazeri, R. 2021. Energy, exergoeconomic and environmental optimization of a cascade refrigeration system using different low GWP refrigerants. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. **9**(6):106473. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106473>
- Kazmi, A., Ko, J., Jeong, J.H. 2025. Experimental investigation of the performance of a household refrigerator-freezer operating with various R600a/R290 mixing ratios. *Apped Thermal Engineering*. **274**:126657. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.126657>
- Lebrun, P., Ziegler, F. 2019. The Role of refrigeration on the global economy, 38th note on refrigeration technologies. International Institute of Refrigeration (IIR). <https://doi.org/10.18462/iif.NItec38.06.2019>
- Li, H., Tang, K. 2022. A comprehensive study of drop-in alternative mixtures for R134a in a mobile air-conditioning system. *Applied Thermal Engineering*. **203**:117914. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117914>
- Morales-Fuentes, A., Ramírez-Hernández, H.G., Méndez-Díaz, S., Martínez-Martínez, S., Sánchez-Cruz, F.A., Silva-Romero, J.C., García-Lara, H.D. 2021. Experimental study on the operating characteristics of a display refrigerator phasing out R134a to R1234yf. *International Journal of Refrigeration*. **130**: 317-329. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2021.05.032>
- Meng, Z., Zhang, H., Lei, M., Qin, Y., Qiu, J. 2018. Performance of low GWP R1234yf/R134a mixture as a replacement for R134a in automotive air conditioning systems. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. **116**:362-370. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.09.049>
- Rangel-Hernández, V.H., Belman-Flores, J.M., Rodríguez-Valderrama, D.A., Pardo-Cely, D., Rodríguez-Muñoz, A.P., Ramírez-Minguela, J.J. 2019. Exergoeconomic performance comparison of R1234yf as a drop-in replacement for R134a in a domestic refrigerator. *International Journal of Refrigeration*. **100**:113-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.01.016>
- Shuailing, L., Guoyuan, M., Xiang, L., Shuxu, X. 2025. Experimental investigation and application potential analysis of vapor compression refrigeration integrated mechanically-driven loop heat pipe for data centers cooling. *Applied Thermal Engineering*. **259**:124958. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.124958>
- Said Z., Rahman, S.M.A., Sohail, M.A., Bahman, A.M., Alim, M.A., Shaik, S., Radwan, A.M., El-Sharkawy, I.I. 2023. Nano-refrigerants and nano-lubricants in refrigeration: Synthesis, mechanisms, applications, and challenges. *Applied Thermal Engineering*. **233**:121211. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.121211>