JME (Jurnal Mekanika dan Energi)
EISSN: 3048-2836 *E-Mail*: jme@sttrcepu.ac.id

Rancang Bangun Test Bed Ac Split Sebagai Media Praktikum Teknik Sistem Pendingin

Al Raflia[a], Muhammad Roni Hajiantoa[a*], Allatif Dwibisonoa[a]

Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada No. 38, Blora, 58315

*Email: ronihajianto80@gmail.com

Tentang naskah:

- diterima, 29 Okt. 2026
- direview, 28 Okt 2026
- diterbitkan, 31 Okt 2026

Kata kunci:
test bed, AC split, media praktikum, sistem pendingin, refrigeran.

Intisari
Perkembangan teknologi sistem pendingin udara dan meningkatnya kebutuhan akan media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum mendorong perlunya pengembangan fasilitas yang mampu digunakan untuk pengamatan dan pengujian sistem pendingin secara aman dan terstruktur. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun test bed AC split sebagai media praktikum teknik sistem pendingin yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran serta menjadi sarana pengembangan penelitian di bidang refrigerasi. Metode penelitian menggunakan pendekatan rancang bangun yang meliputi tahap perancangan, fabrikasi rangka, perakitan komponen, pemasangan instrumen pengukuran, dan pengujian fungsional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa test bed berhasil dibangun sesuai dengan rancangan, seluruh komponen sistem dapat beroperasi dengan baik, serta instrumen pengukuran mampu menampilkan parameter operasi sistem sehingga memudahkan proses pengamatan selama praktikum.Tata letak komponen dan instrumentasi juga memberikan kemudahan dalam pengoperasian, pemeliharaan, serta pengambilan data. Berdasarkan hasil tersebut, test bed AC split dinyatakan layak digunakan sebagai media praktikum teknik sistem pendingin dan dapat dimanfaatkan sebagai fasilitas pendukung untuk pengujian refrigeran pada penelitian selanjutnya.

Keyword:
Test bed, split air conditioner, practical learning medium, refrigeration system, refrigerant

Abstract (Bookman Old Style, 8 pt. bold, miring)
The development of air conditioning system technology and the increasing need for practical learning facilities encourage the development of equipment that can be used for safe and structured observation and testing of refrigeration systems. This study aims to design and develop a split air conditioning test bed as a practical learning medium for refrigeration engineering to support learning activities and further research in the field of refrigeration. The research method employed a design and development approach consisting of the design stage, frame fabrication, component assembly, measurement instrument installation, and functional testing. The results show that the test bed was successfully developed according to the design specifications, all system components operated properly, and the measurement instruments were able to display the system operating parameters, facilitating observation during practical activities. The component layout and instrumentation also provided convenience in operation, maintenance, and data collection. Based on these results, the split air conditioning test bed is considered suitable for use as a practical learning medium for refrigeration engineering and can serve as a supporting facility for refrigerant testing in future research.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sistem pendingin udara (air conditioning atau AC) terus meningkat seiring dengan kebutuhan akan kenyamanan termal pada sektor perumahan, perkantoran, pendidikan, maupun komersial. Salah satu komponen utama yang menentukan kinerja sistem pendingin adalah refrigeran sebagai fluida kerja yang berfungsi menyerap dan melepaskan kalor selama proses pendinginan.

Oleh karena itu, pemilihan refrigeran menjadi faktor penting karena berpengaruh terhadap performa sistem, efisiensi energi, keamanan, serta dampaknya terhadap lingkungan.

Pendidikan vokasi di bidang teknik pendingin dan tata udara menuntut pemahaman terhadap prinsip kerja sistem AC split, baik secara teori maupun melalui praktik langsung. Pembelajaran yang hanya menggunakan media statis sering kali menyulitkan mahasiswa dalam menghubungkan teori dengan kondisi nyata,

terutama dalam memahami fungsi dan kerja komponen sistem AC. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran berupa trainer atau test bed AC split yang dapat mendukung kegiatan praktikum secara lebih aplikatif dan membantu mahasiswa memahami sistem pendingin secara langsung.

Seiring dengan berkembangnya teknologi refrigerasi dan kebutuhan terhadap refrigeran yang lebih ramah lingkungan, berbagai jenis refrigeran alternatif terus dikembangkan. Setiap refrigeran memiliki karakteristik termodinamika, tekanan operasi, efisiensi energi, tingkat keselamatan, dan kompatibilitas material yang berbeda sehingga dapat menghasilkan kinerja sistem yang berbeda pula. Oleh karena itu, diperlukan fasilitas pengujian yang mampu menyediakan kondisi operasi yang aman dan terkontrol serta memungkinkan parameter sistem diamati dan diukur secara sistematis.

Test bed merupakan fasilitas eksperimen yang dirancang untuk melakukan pengujian suatu sistem pada kondisi operasi tertentu sehingga parameter penting dapat diamati, diukur, dan dianalisis. Pada sistem pendingin, test bed dapat digunakan untuk mengamati parameter seperti tekanan, temperatur, konsumsi daya, dan unjuk kerja sistem. Keberadaan fasilitas ini juga dapat mempermudah proses penggantian refrigeran serta pengambilan data secara berulang dibandingkan penggunaan unit AC split konvensional.

AC split dipilih sebagai objek pengembangan karena memiliki konstruksi yang relatif sederhana, mudah diperoleh, dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan memodifikasi AC split menjadi sebuah test bed yang dilengkapi instrumentasi pengukuran dan fasilitas penggantian refrigeran, proses pembelajaran dan pengujian dapat dilakukan dengan lebih mudah, aman, dan terkontrol. Test bed tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai fasilitas pendukung untuk penelitian mengenai penggunaan berbagai jenis refrigeran.

Berdasar kankondisi tersebut, diperlukan pengembangan test bed AC split yang dilengkapi dengan fasilitas penggantian refrigeran dan instrumentasi pengukuran sehingga dapat digunakan sebagai media praktikum sekaligus fasilitas penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun test bed AC split yang layak digunakan sebagai media praktikum teknik sistem pendingin dan mendukung pengujian refrigeran.

2. Kerangka Teori

Sistem pendingin udara atau air conditioning (AC) merupakan sistem yang digunakan untuk mengatur kondisi udara dengan cara menyerap kalor dari suatu ruang dan melepaskannya ke lingkungan. Sistem AC split merupakan salah satu jenis sistem pendingin yang banyak digunakan pada bangunan rumah tangga, perkantoran, maupun fasilitas pendidikan karena memiliki konstruksi yang relatif sederhana dan mudah diaplikasikan. Sistem ini terdiri atas unit indoor dan outdoor yang dihubungkan oleh jalur perpipaan refrigeran. Dalam proses kerjanya, refrigeran berfungsi sebagai fluida kerja yang mengalami perubahan tekanan dan temperatur untuk memungkinkan terjadinya proses penyerapan dan pelepasan kalor (Uddin and Saha, 2022; Setyawan et al., 2022).

Proses kerja sistem AC split melibatkan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu kompresor, kondensor, perangkat ekspansi, dan evaporator. Kompresor berfungsi menaikkan tekanan refrigeran sebelum menuju kondensor, sedangkan kondensor berfungsi melepaskan kalor refrigeran ke lingkungan. Selanjutnya, refrigeran mengalami penurunan tekanan melalui perangkat ekspansi sebelum memasuki evaporator. Pada evaporator, refrigeran menyerap kalor dari udara sehingga menghasilkan efek pendinginan. Kinerja sistem tersebut dipengaruhi oleh kondisi operasi, karakteristik komponen, serta jenis refrigeran yang digunakan (Setyawan et al., 2022; Domanski, 2021).

Refrigeran merupakan salah satu bagian penting dalam sistem pendingin karena berfungsi sebagai media yang membawa kalor selama proses pendinginan. Setiap jenis refrigeran memiliki karakteristik yang berbeda, seperti tekanan operasi, temperatur kerja, sifat termodinamika, efisiensi energi, tingkat keselamatan, dan dampak terhadap lingkungan. Perkembangan teknologi refrigerasi mendorong penggunaan refrigeran dengan nilai global warming potential (GWP) yang lebih rendah sebagai alternatif terhadap refrigeran konvensional. Oleh karena itu, pemilihan refrigeran perlu mempertimbangkan aspek kinerja, keamanan, kompatibilitas dengan komponen sistem, serta dampaknya

terhadap lingkungan (Uddin and Saha, 2022; Domanski and McLinden, 2025).

Dalam kegiatan pembelajaran teknik sistem pendingin, pemahaman mengenai sistem AC tidak hanya dapat dilakukan melalui teori, tetapi juga memerlukan kegiatan praktik agar mahasiswa dapat mengamati secara langsung kondisi dan cara kerja setiap komponen. Media pembelajaran berupa trainer AC split telah dikembangkan untuk membantu mahasiswa memahami sistem pendingin melalui pengamatan langsung terhadap komponen dan parameter operasi. Penggunaan trainer dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih aplikatif serta membantu menghubungkan konsep teoritis dengan kondisi sistem yang sebenarnya (Ningsih et al., 2021; Sudayana et al., 2025).

Test bed merupakan suatu fasilitas yang dirancang untuk melakukan pengujian suatu sistem pada kondisi operasi tertentu sehingga parameter yang berkaitan dengan kinerja sistem dapat diamati, diukur, dan dianalisis. Pada sistem pendingin, test bed dapat dilengkapi dengan titik pengukuran tekanan dan temperatur serta fasilitas pendukung lainnya sehingga proses pengujian dapat dilakukan secara lebih terkontrol. Pengembangan media berbasis AC split juga dapat digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum maupun penelitian karena memungkinkan pengamatan parameter sistem dilakukan secara langsung dan berulang (Trihartanto and Gunawan, 2022; Martadinata et al., 2024).

Pengukuran parameter operasi menjadi bagian penting dalam penggunaan test bed karena kondisi sistem dapat diketahui berdasarkan data hasil pengukuran. Parameter yang dapat diamati pada sistem AC split antara lain tekanan refrigeran, temperatur pada beberapa titik sistem, serta kondisi udara masuk dan keluar. Data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi operasi sistem dan menjadi dasar dalam melakukan analisis kinerja. Pengukuran yang dilakukan pada kondisi pengujian yang terkontrol juga dapat membantu menghasilkan data yang lebih konsisten untuk kegiatan praktikum maupun penelitian (Setyawan et al., 2022; Krisna Wira Putra et al., 2024).

Pengembangan test bed AC split juga memberikan kemudahan dalam proses pengujian refrigeran karena sistem dapat dilengkapi dengan jalur perpipaan, titik pengukuran, dan fasilitas servis yang memungkinkan proses penggantian refrigeran dilakukan dengan lebih terstruktur. Pengujian beberapa jenis refrigeran pada sistem AC split menunjukkan bahwa perbedaan jenis dan tekanan pengisian refrigeran dapat mempengaruhi karakteristik operasi dan kinerja sistem. Oleh karena itu, keberadaan test bed yang dilengkapi dengan instrumentasi pengukuran dapat mendukung kegiatan penelitian mengenai karakteristik dan performa berbagai jenis refrigeran (Nugroho et al., 2024; Subir et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan test bed AC split sebagai media praktikum diperlukan untuk menyediakan fasilitas pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa mengamati komponen, memahami proses kerja sistem, serta melakukan pengukuran parameter operasi secara langsung. Selain digunakan sebagai media praktikum, test bed juga dapat dimanfaatkan sebagai fasilitas pendukung penelitian, khususnya untuk pengujian refrigeran dan evaluasi kinerja sistem pendingin (Trihartanto and Gunawan, 2022; Krisna Wira Putra et al., 2024).

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan rancang bangun (design and development) untuk menghasilkan test bed AC split sebagai media praktikum teknik sistem pendingin. Metode ini dipilih karena memungkinkan proses perancangan, fabrikasi, perakitan, dan pengujian alat dilakukan secara sistematis sehingga diperoleh suatu media praktikum yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Pendekatan rancang bangun juga memungkinkan evaluasi terhadap fungsi setiap komponen dan kinerja sistem dilakukan secara langsung melalui pengujian fungsional setelah alat selesai dibuat.

Tahapan penelitian dimulai dari proses perancangan, fabrikasi, perakitan, pemasangan instrumentasi, hingga pengujian fungsional test bed. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan untuk memastikan alat yang dihasilkan sesuai dengan desain dan dapat dioperasikan dengan baik sebagai media praktikum. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian dilaksanakan secara sistematis yang diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan, dilanjutkan dengan fabrikasi rangka, instalasi komponen sistem pendingin, pemasangan instrumen pengukuran, proses vacuuming, pengisian refrigeran, pengujian fungsional, hingga evaluasi hasil. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan untuk memastikan test bed AC split yang dibangun sesuai dengan rancangan, berfungsi dengan baik, dan layak digunakan sebagai media praktikum teknik sistem pendingin.

Komponen, alat, dan instrumen yang digunakan dalam proses rancang bangun meliputi unit AC split, rangka besi siku berlubang, jalur pipa tembaga, papan instrumentasi, pressure gauge, termometer digital, power switch, kotak beban pendingin, serta peralatan fabrikasi dan perakitan. Daftar alat dan instrumen penelitian disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, komponen yang digunakan terdiri atas komponen utama sistem refrigerasi, instrumen pengukuran, serta komponen struktur penyangga. Kombinasi komponen tersebut dirancang agar sistem mampu menampilkan parameter operasi secara langsung, memudahkan proses pengamatan selama praktikum, serta mendukung kegiatan penelitian mengenai sistem pendingin.

Setelah seluruh komponen tersedia, dilakukan proses fabrikasi dengan merakit rangka menggunakan besi siku berlubang, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan unit AC split, kotak beban pendingin, papan instrumentasi, jalur perpipaan tembaga, pressure gauge, termometer, serta komponen pendukung lainnya sesuai dengan rancangan. Seluruh komponen dipasang sehingga membentuk satu kesatuan sistem test bed yang siap dioperasikan sebagai media praktikum.

Tabel 1. Komponen Utama Test Bed AC Split

Komponen	Spesifikasi	Jumlah
AC Split	MSFQ-05CRN8	1
Kotak beban pendingin	ACP 1400 mm x 250 mm x 175 mm	1
Papan Kontrol	Triplek 1250 mm x 350 mm	1
Power switch listrik		1
Power switch AC Split		1
Jalur pipa tembaga	3 meter	1
Pressure gauge masuk kompressor		1
Pressure gauge masuk evaporator		1
Pressure gauge masuk kompressor		1
Pressure gauge masuk evaporator		1
Termometer dalam kotak pendingin		1
Termometer udara keluar dari AC		1
Termometer udara masuk kondensor		1
Termometer udara keluar kondensor		1
Besi siku lubang	6.05 m	1
Kondensor		1

Tahap berikutnya adalah pengujian fungsional terhadap test bed. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan sistem pendingin pada kondisi operasi normal untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai fungsinya. Parameter yang diamati meliputi tekanan sisi rendah (low pressure), tekanan sisi tinggi (high pressure), temperatur pada beberapa titik pengukuran, serta kondisi operasi sistem secara keseluruhan. Pengamatan dilakukan secara langsung melalui instrumen yang telah dipasang pada test bed.

Data penelitian diperoleh melalui observasi terhadap hasil pengoperasian alat dan pembacaan instrumen pengukuran. Selanjutnya data dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kesesuaian hasil rancang bangun dengan tujuan penelitian. Kelayakan test bed ditentukan berdasarkan kemampuan sistem beroperasi secara normal, kemudahan pengoperasian, kemudahan pengamatan parameter, serta kelengkapan fasilitas yang mendukung kegiatan praktikum teknik sistem pendingin.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa test bed AC split berhasil dirancang dan dibangun sesuai dengan tujuan penelitian sebagai media praktikum teknik sistem pendingin. Seluruh komponen utama, yaitu unit air conditioner (AC) split, rangka penyangga, papan instrumentasi, kotak beban pendingin, jalur pipa tembaga, pressure gauge, termometer, serta komponen pendukung lainnya telah terpasang sesuai dengan rancangan sehingga membentuk satu kesatuan sistem yang siap dioperasikan. Hasil perakitan test bed ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Rancang Bangun Test Bed AC Split

Gambar 2 menunjukkan hasil akhir proses rancang bangun test bed AC split yang telah selesai difabrikasi dan dirakit. Susunan komponen dibuat agar setiap bagian mudah dijangkau selama kegiatan praktikum, baik pada saat pengoperasian, pengamatan parameter, maupun proses pemeliharaan. Unit indoor ditempatkan pada bagian atas rangka, sedangkan unit outdoor ditempatkan pada bagian bawah sehingga jalur perpipaan menjadi lebih ringkas dan mudah diamati. Papan instrumentasi ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau sehingga pembacaan parameter dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Setelah proses perakitan selesai, dilakukan pengujian fungsional dengan mengoperasikan sistem AC split menggunakan refrigeran R32 pada kondisi operasi normal. Pengujian dilakukan dengan mengamati tekanan refrigeran dan temperatur pada beberapa titik pengukuran yang telah dipasang pada test bed. Hasil pengujian fungsional ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional Test Bed AC Split

Parameter	Hasil Pengujian
Refrigeran	R32
Low preassure	11,5 bar
High pressure	26,8 bar
Temperatur udara masuk evaporator	27,8 °C
Temperatur udara keluar evaporator	18,6 °C
Temperatur udara masuk kondensor	30,5 °C
Temperatur udara keluar kondensor	43,7 °C
Temperatur kotak beban pendingin	19,2 °C

Berdasarkan Tabel 2, sistem AC split dapat beroperasi dengan baik dan menghasilkan pembacaan parameter pada titik pengukuran yang telah disediakan. Tekanan sisi rendah (low pressure) tercatat sebesar 11,5 bar, sedangkan tekanan sisi tinggi (high pressure) sebesar 26,8 bar. Nilai tekanan tersebut menunjukkan adanya perbedaan tekanan antara sisi rendah dan sisi tinggi sistem sehingga proses sirkulasi refrigeran dapat berlangsung. Nilai tersebut juga masih berada pada kisaran yang ditemukan pada pengujian sistem AC split menggunakan refrigeran R32, meskipun tekanan aktual dapat berubah bergantung pada temperatur lingkungan, beban pendinginan, dan kondisi pengoperasian sistem.

Hasil pengukuran temperatur menunjukkan bahwa udara yang melewati evaporator mengalami penurunan temperatur dari 27,8 °C menjadi 18,6 °C. Dengan demikian, terjadi penurunan temperatur sebesar 9,2 °C antara udara masuk dan udara keluar evaporator.

Penurunan temperatur tersebut menunjukkan menunjukkan bahwa evaporator mampu menyerap kalor dari udara yang melewatinya sehingga proses pendinginan dapat berlangsung. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa parameter temperatur dapat digunakan untuk mengamati secara langsung proses pendinginan selama kegiatan praktikum.

Pada sisi kondensor, temperatur udara masuk tercatat sebesar 30,5 °C dan meningkat menjadi 43,7 °C setelah melewati kondensor. Terjadi peningkatan temperatur sebesar 13,2 °C yang menunjukkan adanya pelepasan kalor dari refrigeran ke lingkungan melalui kondensor. Perbedaan temperatur pada sisi evaporator dan kondensor memperlihatkan bahwa proses pertukaran kalor dapat diamati secara langsung menggunakan instrumentasi yang telah dipasang pada test bed.

Dari sisi konsumsi daya, daya listrik yang terukur selama pengujian sebesar 378 W. Nilai tersebut mendekati daya nominal unit AC sebesar 385 W sehingga menunjukkan bahwa unit bekerja pada kondisi yang relatif sesuai dengan karakteristik operasinya. Perbedaan antara daya terukur dan daya nominal dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, beban pendinginan, kondisi operasi kompresor, serta karakteristik kelistrikan saat pengujian.

Keberadaan papan instrumentasi memberikan kemudahan dalam proses pengamatan karena pressure gauge dan termometer ditempatkan pada posisi yang mudah diakses. Praktikan dapat membaca tekanan sisi rendah dan tinggi serta temperatur pada beberapa titik tanpa harus membongkar unit AC. Selain itu, jalur perpipaan yang dibuat terbuka dan mudah dijangkau memungkinkan proses vacuuming, pengisian refrigeran, serta servis dilakukan dengan lebih mudah dibandingkan menggunakan unit AC split konvensional.

Dari aspek konstruksi, rangka menggunakan besi siku berlubang yang mampu menopang seluruh komponen test bed. Penggunaan rangka tersebut juga memberikan kemudahan dalam proses pemasangan dan penggantian komponen apabila diperlukan. Dimensi test bed yang relatif kompak memungkinkan alat ditempatkan di laboratorium tanpa membutuhkan ruang yang terlalu besar.

Berdasarkan hasil pengujian, test bed AC split tidak hanya berhasil dari aspek fabrikasi dan perakitan, tetapi juga mampu menunjukkan parameter operasi sistem secara kuantitatif. Nilai tekanan, temperatur, dan daya listrik yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem dapat dioperasikan dan diamati melalui instrumentasi yang tersedia. Dengan demikian, test bed AC split yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media praktikum untuk membantu mahasiswa memahami kondisi operasi sistem pendingin melalui pengamatan langsung terhadap parameter aktual. Selain itu, konfigurasi test bed memungkinkan pengembangan pengujian lebih lanjut, termasuk pengujian dengan variasi refrigeran dan kondisi operasi.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa test bed AC split telah berhasil dirancang, difabrikasi, dan dirakit sesuai dengan gambar teknik yang telah disusun pada tahap perancangan. Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa seluruh komponen utama dan instrumentasi telah terpasang dengan baik sehingga membentuk suatu sistem yang siap digunakan sebagai media praktikum Teknik Sistem Pendingin. Hasil pengujian fungsional juga menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik sehingga test bed mampu mendukung proses pengamatan parameter operasi pada sistem pendingin.

Pengembangan test bed AC split memberikan kemudahan dalam kegiatan praktikum karena telah dilengkapi dengan instrumentasi dan konfigurasi yang memudahkan proses pengoperasian, pengamatan, serta penggantian refrigeran dibandingkan penggunaan unit AC split konvensional. Selain sebagai media pembelajaran, test bed yang dikembangkan juga berpotensi dimanfaatkan sebagai fasilitas penelitian untuk pengujian berbagai jenis refrigeran maupun pengembangan eksperimen sistem pendingin pada penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

Domanski, P. A. (2021) 'Low-GWP Refrigerants: Options and Decisions', 26th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2021), Florianópolis, Brazil, 22–26 November 2021. National Institute of Standards and Technology (NIST).

Domanski, P. A. and McLinden, M. O. (2025) 'Updating the limited options for low-global-warming-potential refrigerants', International Journal of Refrigeration, 178, pp. 410–417. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2025.07.011.

Krisna Wira Putra, A. A., Sutarsa, I. W. and Suparta,I.

N. (2024) 'Modifikasi Air Conditioner (AC) Split Inverter Kapasitas 3/4 PK sebagai Trainer Unit', Indonesian Journal of Laboratory, 6(3), pp. 237–245. doi: 10.22146/ijl.v6i3.92615.

Martadinata, M. I., Parjan, P., Callista, A. B. and Saputra, W. (2024) 'Design of Split AC-Based Central Equipment as a Learning Media Tool in Refrigeration and Air Conditioning Engineering Courses', International Journal of Education Review, 6(1), pp. 36–45. doi: 10.33369/ijer.v6i1.31193.

Ningsih, F. W., Darmawan, I. A. and Fatkhurrokhman, M. (2021) 'Development of air conditioner split R32 trainer learning media in cooling and air conditioning engineering courses', Jurnal Pendidikan Vokasi, 11(2), pp. 213–222. doi: 10.21831/jpv.v11i3.43244.

Nugroho, A., Alfianto and Priangkoso, T. (2024) 'The effect of refrigerant filling pressure on split AC performance with variations in refrigerant R22, R134A, and R290', JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin, 5(1), pp. 134–143. doi: 10.37373/jttm.v5i1.638.

Setyawan, A., Najmudin, H., Badarudin, A. and Sunardi, C. (2022) 'Evaluation of Split-Type Air Conditioner Performance under Constant Outdoor Moisture Content and Varied Dry-Bulb Temperature', International Journal of Heat and Technology, 40(5), pp. 1277–1286. doi: 10.18280/ijht.400521.

Subir, Gunanto, L. H., Bustani, Susilo, R. A. and Agustono (2024) 'Analisis Unjuk Kerja Air Conditioning (AC) Split 2 Paarde Kracht (Pk) Menggunakan Refrigerant 22 Dengan Musicool 22 Terhadap Konsumsi Listrik', J-Ensitec, 11(1), pp. 10137–10146. doi: 10.31949/jensitec.v11i01.11869.

Sudayana, M. E., Wiratmaja, I. G. and Kusumayani, N. M. N. (2025) 'Development of a Split Inverter AC Trainer for Refrigeration Engineering at SMKN 3 Singaraja', Journal of Mechanical Engineering Education, 12(1), pp. 83–93. doi: 10.17509/jmee.v12i1.86812.

Sutarsa, I. W., Putra, A. A. K. W. and Haryawan, I. P. A. (2023) 'Pengaruh Karakteristik Dimensi Pipa Kapiler Terhadap Coefficient of Performance (COP) Trainer Air Conditioner (AC) Split', Indonesian Journal of Laboratory, 6(Special Issue), pp. 177–183. doi: 10.22146/ijl.v0i3.88187.

Trihartanto, A. and Gunawan, K. (2022) 'Pembuatan Trainer AC Split Sebagai Media Praktikum Pada Laboratorium Teknik Pendingin Undiksha', Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, 10(1), pp. 20–27. doi: 10.23887/jptm.v10i1.42863.

Uddin, K. and Saha, B. B. (2022) 'An Overview of Environment-Friendly Refrigerants for Domestic Air Conditioning Applications', Energies, 15(21). doi: 10.3390/en15218082.