

Analisis Perpindahan Panas dan Konversi Energi pada Sistem Air Conditioner Tipe Split

Jami'ul Adi Wasono¹ Dian Anisa Rokhmah Wati²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari, Jombang, 61471
dianrokhmawati@unhasy.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.23969/ksjme.v1i2.39518>

Abstract

Split-type air conditioning systems are widely used to meet thermal comfort requirements, particularly in tropical regions. The performance of these systems is strongly influenced by the mechanisms of heat transfer and energy conversion occurring during the refrigeration cycle. This study analysed the heat transfer processes and energy conversion mechanisms in a split-type air conditioning system under actual operating conditions. A descriptive-analytical method with a case study approach was employed, involving direct observation, measurement of operational parameters, and technical interviews. The observed parameters included refrigerant temperature and pressure, as well as the performance of the primary refrigeration components, namely the evaporator, compressor, condenser, and expansion valve. The results indicate that cooling in a split-type air conditioner is achieved by transferring thermal energy from indoor air to the outdoor environment, with the assistance of electrical energy converted into mechanical work by the compressor. Each system component was found to play an interdependent role in determining heat transfer effectiveness and overall energy conversion efficiency. Stable operating conditions of refrigerant pressure and temperature were observed to significantly influence system performance. This study provides a comprehensive understanding of the operational characteristics of split-type air conditioning systems from the perspective of heat transfer and energy conversion. It may serve as a basis for improving energy efficiency and optimising air conditioning system performance.

Keywords: Energy conversion; heat transfer; refrigeration; split-type air conditioner; vapour compression cycle

Abstrak

Air Conditioner (AC) tipe split merupakan salah satu sistem pendingin udara yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan termal, khususnya di wilayah beriklim tropis. Kinerja sistem ini sangat dipengaruhi oleh mekanisme perpindahan panas dan konversi energi yang terjadi selama siklus refrigerasi berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses perpindahan panas dan konversi energi pada sistem Air Conditioner tipe split berdasarkan kondisi operasi aktual. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif analitis dengan pendekatan studi kasus, melalui observasi langsung, pengukuran parameter operasional, serta wawancara teknis. Parameter yang diamati meliputi temperatur dan tekanan refrigeran, serta kinerja komponen utama sistem refrigerasi, yaitu evaporator, kompresor, kondensor, dan katup ekspansi. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pendinginan pada AC tipe split terjadi melalui pemindahan energi panas dari udara dalam ruangan ke lingkungan luar dengan bantuan energi listrik yang dikonversikan menjadi energi mekanik pada kompresor. Setiap komponen sistem memiliki peran yang saling terkait dalam menentukan efektivitas perpindahan panas dan efisiensi konversi energi secara keseluruhan. Kondisi operasional yang stabil pada tekanan dan temperatur refrigeran terbukti berpengaruh terhadap kinerja sistem pendinginan. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme kerja sistem Air Conditioner tipe split dari sudut pandang perpindahan panas dan konversi energi, serta dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan efisiensi energi dan optimisasi kinerja sistem pendingin udara.

Kata kunci: Air Conditioner tipe split; konversi energi; perpindahan panas; refrigerasi; siklus kompresi uap

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern, kebutuhan terhadap kenyamanan termal mengalami peningkatan yang signifikan, terutama di wilayah beriklim tropis seperti Indonesia. Kondisi iklim dengan suhu dan kelembapan udara yang relatif tinggi menyebabkan penggunaan sistem pendingin udara menjadi kebutuhan penting, baik pada bangunan hunian, perkantoran, maupun fasilitas industri. Salah satu perangkat yang paling banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah Air Conditioner (AC) tipe split, yang dikenal memiliki kinerja pendinginan yang efektif serta fleksibilitas dalam pemasangan.

Secara prinsip, sistem Air Conditioner bekerja berdasarkan sistem refrigerasi, yaitu suatu proses perpindahan panas dari suatu ruang atau benda bersuhu lebih rendah ke lingkungan dengan suhu lebih tinggi dengan bantuan energi eksternal. Arora (2000) menjelaskan bahwa sistem refrigerasi memanfaatkan kerja mekanik, umumnya berasal dari kompresor, untuk memindahkan energi panas melawan gradien suhu alami. Dalam konteks sistem AC, panas dari udara dalam ruangan diserap oleh refrigeran dan selanjutnya dilepaskan ke udara luar, sehingga suhu ruangan dapat diturunkan hingga mencapai kondisi yang diinginkan.

Dari sudut pandang termodynamika, proses pendinginan pada sistem AC tidak menghasilkan "energi dingin", melainkan melibatkan mekanisme perpindahan panas dan konversi energi. Energi panas yang diserap dari udara ruangan di evaporator menyebabkan refrigeran mengalami perubahan fase, kemudian energi tersebut dipindahkan dan dibuang ke lingkungan luar melalui kondensor. Selama proses tersebut berlangsung, terjadi konversi energi dari energi listrik menjadi energi mekanik pada kompresor, yang selanjutnya termanifestasi kembali sebagai energi panas yang dilepaskan ke lingkungan, sesuai dengan hukum kekekalan energi.

Siklus refrigerasi pada sistem Air Conditioner tipe split berlangsung secara tertutup dan berulang, dengan melibatkan empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Kinerja masing-masing komponen sangat mempengaruhi efektivitas perpindahan panas dan efisiensi konversi energi secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai mekanisme perpindahan panas dan konversi energi dalam sistem ini menjadi penting, tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi

operasional, tetapi juga untuk mendukung praktik perawatan dan pengoperasian yang lebih optimal.

Sistem refrigerasi adalah suatu proses pemindahan panas (heat transfer) dari suatu ruang atau benda yang suhunya lebih rendah ke lingkungan yang memiliki suhu lebih tinggi dengan bantuan kerja mekanik (energi dari kompresor). Dalam konteks *air conditioner* (AC), sistem refrigerasi berfungsi untuk menyerap panas dari udara dalam ruangan dan melepaskannya ke udara luar, sehingga suhu ruangan menjadi lebih rendah dan nyaman. Sistem refrigerasi pada Air Conditioner berfungsi untuk menurunkan suhu udara ruangan agar tercapai kenyamanan termal bagi aktivitas manusia, menjaga kelembapan relatif udara pada kisaran standar kenyamanan (sekitar 40–60%), meningkatkan kualitas udara melalui penyaringan debu dan partikel mikro, serta mempertahankan kinerja peralatan atau ruang tertentu yang memerlukan kondisi suhu terkontrol, seperti ruang server, laboratorium, dan fasilitas medis. Secara prinsip, sistem refrigerasi bekerja berdasarkan mekanisme perpindahan panas dari daerah bersuhu rendah ke daerah bersuhu lebih tinggi dengan bantuan energi eksternal, umumnya berupa energi listrik yang digunakan untuk menggerakkan kompresor. Proses ini berlangsung melalui siklus termodinamika kompresi uap (vapor compression refrigeration cycle) yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu evaporasi, kompresi, kondensasi, dan ekspansi. Pada tahap evaporasi, refrigeran cair bertekanan rendah mengalir ke evaporator dan menyerap panas dari udara ruangan sehingga menguap dan berubah fase dari cair menjadi gas. Selanjutnya, uap refrigeran bertekanan rendah tersebut dikompresi oleh kompresor sehingga tekanan dan temperaturnya meningkat, disertai penambahan energi mekanik. Pada tahap kondensasi, refrigeran bertekanan tinggi melepaskan panas ke lingkungan luar melalui kondensor dan mengalami perubahan fase dari gas menjadi cair. Tahap terakhir adalah ekspansi, di mana refrigeran cair bertekanan tinggi melewati katup ekspansi atau pipa kapiler sehingga tekanannya menurun secara drastis, menyebabkan penurunan suhu dan mempersiapkan refrigeran untuk kembali menyerap panas di evaporator. Siklus ini berlangsung secara tertutup dan berulang, sehingga proses perpindahan panas dan pendinginan udara dapat berlangsung secara kontinu. Siklus refrigerasi adalah tertutup, refrigeran tidak habis selama operasi normal. Efisiensi sistem ditentukan oleh jumlah refrigeran, aliran udara,

kebersihan coil, dan kerja kompresor. Prinsip ini berlaku untuk semua sistem AC modern.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian ini bertujuan untuk menganalisis proses perpindahan panas dan konversi energi yang terjadi pada sistem Air Conditioner tipe split melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Kajian ini dinilai penting karena dapat memberikan pemahaman teknis yang lebih mendalam mengenai kinerja sistem refrigerasi pada kondisi aktual, serta menjadi dasar dalam upaya peningkatan efisiensi energi dan keandalan sistem pendingin udara.

METODE

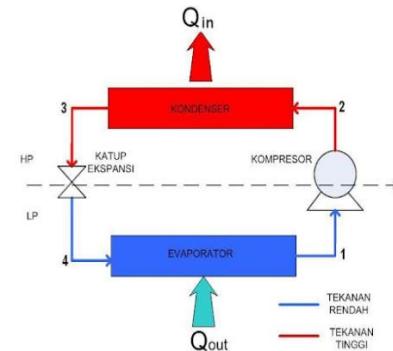
Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode deskriptif analitis melalui pendekatan studi kasus, yang bertujuan untuk menganalisis proses perpindahan panas dan konversi energi pada sistem Air Conditioner tipe split berdasarkan kondisi operasi aktual di lapangan. Pendekatan ini dipilih karena penelitian difokuskan pada pengamatan langsung terhadap kinerja sistem refrigerasi, tanpa melakukan perlakuan atau modifikasi terhadap objek yang diteliti.

Objek penelitian berupa unit Air Conditioner tipe split yang terdiri atas unit indoor dan outdoor, termasuk komponen utama sistem refrigerasi, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Gambar 1 memperlihatkan AC 2 pk yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis difokuskan pada aliran refrigeran, perubahan tekanan dan temperatur, serta peran masing-masing komponen dalam proses perpindahan panas dan konversi energi selama sistem beroperasi normal. Gambar 2 menyajikan mesin AC kompresi uap secara skematis. Komponen utama AC Adalah kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, pengukuran parameter operasional, dan wawancara teknis. Parameter yang diamati dan diukur meliputi tekanan refrigeran pada sisi hisap dan sisi buang kompresor, temperatur udara masuk dan keluar evaporator, serta kondisi operasional unit selama proses pendinginan berlangsung. Pengukuran tekanan dilakukan menggunakan manifold gauge, sedangkan pengukuran temperatur dilakukan menggunakan alat ukur suhu yang sesuai. Data pendukung diperoleh melalui wawancara dengan teknisi untuk memahami prosedur kerja, kondisi unit, serta praktik perawatan yang diterapkan.



Gambar 1 AC 2 Pk indoor dan outdoor

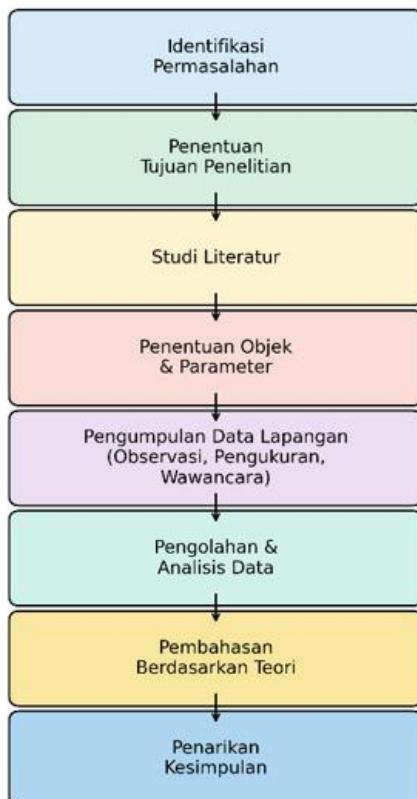


Gambar 2. Skema AC
<https://catatan-teknik.blogspot.com/2010/10/cara-kerja-air-conditioner.html>

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara kualitatif dengan mengaitkan hasil pengamatan dan pengukuran terhadap teori sistem refrigerasi dan prinsip termodinamika, khususnya yang berkaitan dengan mekanisme perpindahan panas dan konversi energi pada siklus kompresi uap. Hasil analisis digunakan untuk menjelaskan keterkaitan antara kondisi operasional sistem, kinerja komponen utama, serta efektivitas proses pendinginan yang dihasilkan. Dengan metode ini, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai proses perpindahan panas dan konversi energi pada sistem Air Conditioner tipe split dalam kondisi operasi nyata.

Gambar 3 memperlihatkan tahapan penelitian. Tahap awal penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan, yaitu meningkatnya kebutuhan kenyamanan termal dan pentingnya pemahaman

terhadap proses perpindahan panas serta konversi energi pada sistem Air Conditioner tipe split. Berdasarkan permasalahan tersebut, selanjutnya dilakukan penentuan tujuan penelitian, yaitu menganalisis mekanisme perpindahan panas dan konversi energi yang terjadi selama sistem refrigerasi beroperasi pada kondisi aktual. Tahap berikutnya adalah studi literatur, yang dilakukan untuk memperoleh dasar teoritis terkait sistem refrigerasi, siklus kompresi uap, perpindahan panas, serta konsep konversi energi berdasarkan kajian buku teks dan jurnal ilmiah. Studi literatur ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan variabel, parameter pengamatan, dan metode analisis yang sesuai. Setelah itu, dilakukan penentuan objek dan parameter penelitian, yang meliputi unit Air Conditioner tipe split beserta komponen utamanya, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Parameter yang ditetapkan mencakup tekanan dan temperatur refrigeran, serta kondisi operasional sistem selama proses pendinginan berlangsung.



Gambar 3. Metodologi

Tahap pengumpulan data lapangan dilaksanakan melalui observasi langsung terhadap proses kerja sistem AC, pengukuran parameter operasional

menggunakan alat ukur yang sesuai, serta wawancara dengan teknisi untuk memperoleh informasi pendukung terkait prosedur kerja dan kondisi unit. Data yang telah diperoleh kemudian memasuki tahap pengolahan dan analisis data, dengan cara mengaitkan hasil pengamatan dan pengukuran terhadap prinsip perpindahan panas dan konversi energi pada siklus refrigerasi kompresi uap. Selanjutnya, hasil analisis dibahas secara sistematis pada tahap pembahasan hasil berdasarkan teori, guna menjelaskan keterkaitan antara kondisi operasional sistem, kinerja komponen, dan efektivitas proses pendinginan. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan, yang dilakukan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan untuk menjawab tujuan penelitian serta memberikan gambaran umum mengenai kinerja sistem Air Conditioner tipe split dari sudut pandang perpindahan panas dan konversi energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem refrigerasi adalah suatu proses pemindahan panas (heat transfer) dari suatu ruang atau benda yang suhunya lebih rendah ke lingkungan yang memiliki suhu lebih tinggi dengan bantuan kerja mekanik (energi dari kompresor). Dalam konteks *air conditioner* (AC), sistem refrigerasi berfungsi untuk menyerap panas dari udara dalam ruangan dan melepaskannya ke udara luar, sehingga suhu ruangan menjadi lebih rendah dan nyaman. Tujuan dan Fungsi Sistem Refrigerasi pada AC: Menurunkan suhu udara ruangan agar nyaman untuk aktivitas manusia, menjaga kelembapan relatif udara agar sesuai dengan standar kenyamanan (40–60%), meningkatkan kualitas udara dengan menyaring debu dan partikel mikro, menjaga kinerja peralatan elektronik atau ruang tertentu yang membutuhkan suhu terkontrol (misal: ruang server, laboratorium, dan fasilitas medis).

Sistem refrigerasi bekerja berdasarkan prinsip pemindahan panas dari suhu rendah ke suhu tinggi dengan bantuan energi eksternal, biasanya listrik untuk menggerakkan kompresor. Sistem ini menggunakan siklus termodinamika kompresi uap (vapor compression refrigeration cycle) untuk mengalirkan energi panas secara kontinu.

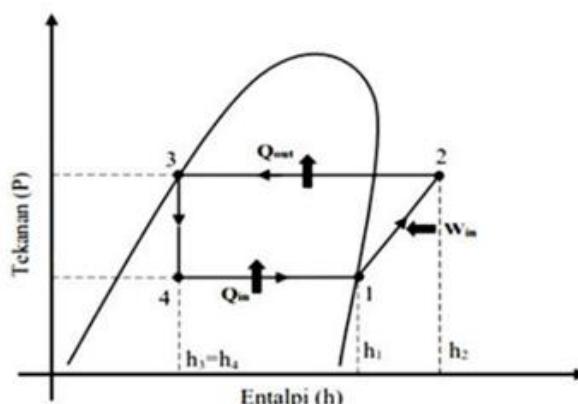
Proses penyerapan energi panas pada AC melibatkan empat tahapan utama yang dilakukan oleh refrigeran secara berulang dalam mesin AC. 1) Penyerapan Panas (Evaporasi): Proses pendinginan udara atau evaporasi refrigeran dalam evaporator. Refrigeran cair bertekanan rendah dan

bertemperatur rendah. Setelah melalui katup ekspansi mengalir melalui evaporator. Udara panas di ruangan diserap oleh refrigeran. Energi panas yang diserap ini menyebabkan refrigeran menguap dan berubah wujud dari cair menjadi gas (uap). Proses penguapan (evaporasi) ini membutuhkan sejumlah besar energi panas (Kalor Laten Penguapan). Karena energi panas diambil dari udara ruangan, temperatur udara ruangan pun menurun dan udara terasa dingin. 2) Peningkatan Energi (Kompresi): Refrigeran dalam wujud gas bertekanan rendah dari evaporator dihisap dan dimampatkan (dikompresi) oleh kompresor. Energi listrik diubah menjadi energi mekanik (putaran motor) dan kemudian menjadi energi panas. Tekanan dan temperatur gas refrigeran meningkat tajam, menjadikannya gas superheated (panas lanjut) bertekanan tinggi. 3) Pelepasan Panas

(Kondensasi): Gas refrigeran bertekanan tinggi dari kompresor dialirkan melalui kondenser. Energi panas yang terkandung dalam refrigeran dilepaskan ke udara luar. Pelepasan panas ini menyebabkan refrigeran mengembun dan berubah wujud dari gas menjadi cair. Energi panas yang diserap dari dalam ruangan dan panas yang dihasilkan oleh kompresor dibuang ke luar, sementara refrigeran berubah menjadi cairan bertekanan tinggi. 4) Penurunan tekanan (Ekspansi): Katup Ekspansi (Expansion Valve) atau Pipa Kapiler menurunkan tekanan refrigeran yang keluar dari kondensor. Tekanan cairan menurun drastis, yang secara spontan juga menyebabkan suhunya turun (mengalami efek pendinginan Joule-Thomson). Cairan refrigeran ini kemudian kembali ke evaporator dalam kondisi bertekanan dan bersuhu sangat rendah, siap untuk menyerap panas ruangan kembali.

Table. 1 Komponen AC

Komponen	Fungsi
Kondenser	Menerima refrigeran berfasa gas bertekanan tinggi dari kompresor, mendinginkan dan mengkondensasikannya. Fasa gas refrigeran berkondensasi menjadi berwujud cair, dan energi panasnya dikeluarkan ke lingkungan.
Receiver	Tempat penampungan sementara refrigeran cair setelah keluar dari kondenser.
Katup	Menurunkan tekanan refrigeran cair sebelum masuk ke evaporator.
Evaporator	Refrigeran bertekanan rendah menguap (berubah dari fasa cair menjadi fasa gas) dengan cara menyerap energi panas dari udara dalam ruang yang didinginkan (udara masuk evaporator). Ini adalah bagian yang menghasilkan efek pendinginan.
Katup	Menurunkan tekanan refrigeran sehingga temperatur turun dan masuk ke evaporator untuk proses evaporasi.



Gambar 4. Siklus refrijeran dalam mesin AC



Gambar 5. Evaporator coil Unit Indoor

Table 2. Perubahan energi dan fasa

Tahapan siklus	Lokasi	Perubahan energi dan fasa
Kompresi	Kompressor (Outdoor)	Energi Listrik, energi mekanik, energi refrigeran.
Kondensasi	Kondenser (Outdoor)	Refrigeran melepaskan energi panas ke luar lingkungan, sehingga fasa berubah dari gas menjadi cair.
Ekspansi	Katup Ekspansi	Penurunan tekanan dan temperature refrigeran.
Evaporasi,	Evaporator (Indoor)	Refrigeran menyerap energi panas dari dalam ruangan, sehingga fasa refrigerant berubah menjadi gas/uap.

Table. 3 Pengukuran tekanan

Jenis Refrigeran (Freon)	Tekanan Kerja (Psig)	Temperatur Saturasi refrigeran dalam evaporator (°C)
R-22 (Lama)	60 – 80	+3 hingga +10
R-410A (Baru)	110 – 140	+3 hingga +10
R-32 (Terbaru)	120 – 140	+3 hingga +10

Pengukuran tekanan dan temperatur

Tekanan yang diukur adalah tekanan hisap (suction pressure atau tekanan sisi rendah) pada katup servis pipa besar di unit luar (outdoor), diperlihatkan pada tabel 3. Nilai di atas adalah tekanan pada sisi rendah (hisap kompresor) yang diukur pada pipa besar. Tekanan sisi tinggi (tekanan kondensasi) jauh lebih tinggi, biasanya berkisar 250 – 350 psig tergantung jenis freon dan suhu luar. Tekanan ini dicapai ketika AC beroperasi pada kondisi normal, yaitu sekitar 5 °C sampai 7 °C pada temperatur saturasi (titik didih refrigeran di evaporator).

Tekanan yang Anda ukur di lapangan tidak selalu tepat sesuai standar dan dipengaruhi oleh beberapa hal: Jika suhu di luar sangat panas, tekanan kondensasi (sisi tekanan tinggi) akan meningkat, dan tekanan hisap (sisi tekanan rendah) mungkin sedikit lebih tinggi dari standar. Jika suhu di luar sangat dingin, tekanan kerja cenderung turun. Jika ruangan sangat panas, Evaporator akan menyerap banyak panas, menyebabkan refrigeran menguap lebih cepat. Hal ini dapat menyebabkan tekanan hisap naik sedikit. Jika ruangan sudah dingin (beban pendinginan rendah), tekanan hisap cenderung turun. Filter Kotor: Udara yang masuk ke Evaporator terhambat, mengurangi perpindahan panas. Tekanan hisap bisa turun drastis dan temperatur pipa evaporator bisa terlalu dingin (berpotensi beku). Kekurangan refrigeran terjadi jika sistem bocor, tekanan hisap akan rendah (di bawah standar), dan kemampuan pendinginan akan berkurang. Kelebihan refrigeran akan mengakibatkan tekanan hisap dan tekanan buang

akan tinggi (di atas standar), menyebabkan kompresor bekerja lebih keras (overload).

Untuk mendapatkan pengukuran yang paling akurat dan mengetahui kondisi AC 2 PK, bandingkan tekanan dengan parameter lain, seperti, Arus listrik (Ampere): AC 2 PK biasanya memiliki standar arus kerja sekitar 8 hingga 10 Ampere (tergantung jenis kompresor). Tekanan yang benar harus menghasilkan arus yang sesuai dengan nameplate unit outdoor. Temperatur udara keluar (Evaporator): Selisih suhu antara udara yang masuk ke evaporator dan udara yang keluar dari Evaporator harus sekitar 8 °C sampai 12 °C saat beroperasi normal. Untuk mendapatkan nilai yang paling akurat, harus merujuk pada Nameplate yang tertera pada unit outdoor AC 2 PK yang diukur.

Berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan magang pada sistem pendingin udara (air conditioner), diperoleh bahwa proses perpindahan panas akan berjalan efektif apabila sirkulasi refrigeran berlangsung dengan lancar. Aliran refrigeran yang tidak terhambat memungkinkan proses penyerapan panas di evaporator dan pelepasan panas di kondensor terjadi secara optimal. Jika aliran refrigeran tersumbat atau tekanannya tidak sesuai spesifikasi, maka kemampuan sistem dalam menurunkan suhu udara akan menurun, dan beban kerja kompresor meningkat sehingga konsumsi energi menjadi lebih besar.

Selain itu, efisiensi sistem sangat bergantung pada kebersihan unit dan jumlah refrigeran yang tepat. Kondensor dan evaporator yang kotor menghambat perpindahan panas karena adanya

lapisan debu yang berfungsi sebagai isolator termal. Kekurangan atau kelebihan refrigeran juga berpengaruh langsung terhadap tekanan kerja sistem dan nilai Coefficient of Performance (COP). Jumlah refrigeran yang terlalu sedikit menyebabkan pendinginan tidak maksimal, sedangkan jumlah berlebih dapat meningkatkan tekanan berlebih di kompresor dan menurunkan umur peralatan.

Untuk menjaga performa sistem tetap optimal, perawatan rutin sangat diperlukan. Kegiatan perawatan seperti pembersihan unit indoor dan outdoor, pemeriksaan tekanan kerja, serta pengisian ulang refrigeran sesuai kebutuhan akan membantu mempertahankan efisiensi sistem, memperpanjang umur komponen, dan mengurangi potensi kerusakan dini. Dengan penerapan jadwal pemeliharaan yang teratur, sistem AC dapat bekerja pada kondisi efisien dan memberikan kenyamanan termal yang maksimal.

Analisis teknis dan referensi ilmiah mendukung hasil tersebut. Studi menunjukkan bahwa maldistribusi dua-fasa dapat menurunkan kapasitas sistem hingga 30%, sementara pengisian refrigeran yang tidak tepat dapat menurunkan efisiensi energi sebesar 10–20%. Fouling pada coil evaporator dan kondensor juga menurunkan efisiensi perpindahan panas dan meningkatkan konsumsi energi. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin seperti pembersihan, pemeriksaan tekanan, dan pengecekan aliran udara menjadi langkah penting untuk menjaga kinerja optimal.

Penurunan tekanan pada proses ekspansi menurunkan temperatur karena efek Joule-Thomson. Penurunan temperatur refrigeran merupakan syarat agar refrigeran dapat menyerap panas dalam evaporator. Pengukuran tekanan, pengisian freon, troubleshooting) adalah proses mengaplikasikan teori dan memvalidasi data. Praktik memungkinkan praktisi melihat apakah angka teoritis sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan. Rentang tekanan refrigeran (untuk R22 sekitar pada 60 – 80 psig). Jika tekanan di bawah standar, ada kebocoran pada sistem pemipaan atau sambungan yang harus segera diperbaiki.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Air Conditioner tipe split bekerja berdasarkan mekanisme perpindahan panas dan konversi energi yang mengikuti prinsip siklus refrigerasi kompresi uap. Proses pendinginan tidak dihasilkan melalui penciptaan energi dingin, melainkan melalui

pemindahan energi panas dari udara dalam ruangan ke lingkungan luar dengan bantuan energi listrik yang dikonversikan menjadi energi mekanik pada kompresor.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komponen utama sistem, yaitu evaporator, kompresor, kondensor, dan katup ekspansi, memiliki peran yang saling berkaitan dalam menentukan efektivitas perpindahan panas dan efisiensi konversi energi. Evaporator berfungsi sebagai media utama penyerapan panas, sedangkan kompresor berperan dalam meningkatkan tekanan dan temperatur refrigeran. Selanjutnya, kondensor melepaskan panas ke lingkungan luar, dan katup ekspansi mengatur penurunan tekanan refrigeran sehingga siklus pendinginan dapat berlangsung secara berulang dan stabil.

Analisis terhadap kondisi operasional sistem menunjukkan bahwa kinerja Air Conditioner tipe split sangat dipengaruhi oleh kestabilan parameter tekanan dan temperatur refrigeran, serta kondisi kerja masing-masing komponen. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai mekanisme perpindahan panas dan konversi energi menjadi penting sebagai dasar peningkatan efisiensi energi, optimalisasi kinerja sistem, dan perencanaan perawatan yang lebih efektif.

Disarankan agar kajian selanjutnya dilakukan dengan menganalisis kinerja sistem Air Conditioner tipe split pada berbagai kondisi beban pendinginan dan variasi temperatur lingkungan untuk memperoleh gambaran performa yang lebih menyeluruh. Selain itu, penelitian dapat dikembangkan dengan melakukan perhitungan kuantitatif efisiensi sistem, seperti koefisien performa (Coefficient of Performance/COP) dan konsumsi energi listrik, serta membandingkan kinerja berbagai jenis refrigeran. Kajian lanjutan juga dapat diarahkan pada penerapan teknologi pengendalian yang lebih efisien atau integrasi sistem monitoring berbasis sensor untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional sistem pendingin udara.

KONTRIBUSI PENULIS

Jami'ul Adi Wasono berkontribusi dalam perumusan konsep dan desain penelitian, penentuan metodologi, pengumpulan data lapangan, serta analisis dan interpretasi data terkait proses perpindahan panas dan konversi energi pada sistem Air Conditioner tipe split. Selain itu, penulis pertama bertanggung jawab atas penyusunan draf awal naskah dan pembahasan hasil penelitian. Dian

Anisa Rokhmah Wati berkontribusi dalam studi literatur, validasi data hasil pengukuran, serta penelaahan dan penyempurnaan naskah secara kritis untuk memastikan ketepatan substansi ilmiah dan konsistensi penulisan. Penulis kedua juga berperan

dalam evaluasi hasil penelitian dan perumusan kesimpulan. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah yang diajukan untuk publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arora, C. P. (2000). Refrigeration and Air Conditioning. Tata McGraw-Hill.
- [2] Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). Thermodynamics: An Engineering Approach (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- [3] Hasibuan, M. S. P. (2019). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Bumi Aksara.
- [4] Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. PER.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen K3
- [5] "Stoecker, W.F., & Jones, J.W.", "Refrigeration and Air Conditioning," Pembahasan spesifik mengenai desain komponen, jenis-jenis sistem refrigerasi (kompresi uap, absorpsi), dan aplikasi praktis AC."
- [6] Kim, W. et al. (2012). Evaluation of the impacts of refrigerant charge on air-conditioning performance. International Journal of Refrigeration.
- [7] Rane, M. V., & Joshi, G. S. (2015). Performance analysis of vapor compression refrigeration system with refrigerant R-410A in split type air conditioner. International