



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 2, No. 3, Tahun 2025

MISTER

**Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research**

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 2, No. 3, 2025

Pages : 3881–3890

Analisis Perkembangan Alternatif CFC yang Efisien dari
Berbagai Aspek Khususnya di Indonesia

Irnes Prawita Dwiani, Ginaia Neizka Atallah, Fauzan Dwi Ramadhan,
Ibrahim Husen, Faa' iz Shohibul Hilmi Hidayat

Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v2i3.3299>

How to Cite this Article

APA : Irnes Prawita Dwiani, Ginaia Neizka Atallah, Fauzan Dwi Ramadhan, Ibrahim Husen, & Faa' iz Shohibul Hilmi Hidayat. (2025). Analisis Perkembangan Alternatif CFC yang Efisien dari Berbagai Aspek Khususnya di Indonesia. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 2(3), 3881 – 3890. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i3.3299>

Others Visit : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Analisis Perkembangan Alternatif CFC yang Efisien dari Berbagai Aspek Khususnya di Indonesia

**Irnes Prawita Dwiani^{1*}, Ginaia Neizka Atallah², Fauzan Dwi Ramadhan³, Ibrahim Husen⁴,
Faa'iz Shohibul Hilmi Hidayat⁵**

Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3,4,5}

*Email Korespondensi: irnesdwiani27@upi.edu

Diterima: 19-05-2025

| Disetujui: 20-05-2025

| Diterbitkan: 21-05-2025

ABSTRACT

The human need for air conditioning systems to lower room temperatures has driven the creation of cooling technology. However, along with the development of technology and the increasing number of users of this cooling system, concerns have arisen about environmental problems caused by the use of these systems. One of the environmental issues that is increasingly attracting global attention is the impact of the use of synthetic refrigerants such as CFCs and HCFCs which are known to have significant effects on ODP (ozone depletion potential) and GWP (global warming potential), which can cause damage to the ozone layer and global warming. This study aims to examine the efficiency of developing innovations and alternative refrigerants and the impact of various types of refrigerants on the surrounding environment. The method used in this study is a qualitative and descriptive approach, with interviews with experts in the field of refrigeration and air conditioning. The results of the study show that hydrocarbon-based refrigerants, such as R-290, have zero potential for ODP and very low for GWP. However, its flammable nature causes a high occupational safety risk. In addition, there are refrigerants such as R-32 that provide higher cooling efficiency and lower power consumption compared to R-410A, accompanied by lower GWP potential. However, R-32 still has a low risk of occupational safety due to its flammable nature. Therefore, this finding emphasizes the importance of developing refrigerants that are not only environmentally friendly, but also consider safety and energy efficiency aspects in choosing sustainable refrigerant alternatives.

Keywords: CFC, Refrigerant, ODP, GWP, R-32

ABSTRAK

Kebutuhan manusia akan sistem pendingin udara untuk menurunkan suhu ruangan telah mendorong terciptanya teknologi pendingin. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan semakin banyaknya pengguna sistem pendingin ini, muncul kekhawatiran terhadap permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh penggunaan sistem tersebut. Salah satu isu lingkungan yang semakin menarik perhatian global adalah dampak penggunaan refrigeran sintetis seperti CFC dan HCFC yang diketahui memiliki efek signifikan terhadap ODP (ozone depletion potential) dan GWP (global warming potential), yang bisa menimbulkan kerusakan pada lapisan ozon dan pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efisiensi pengembangan inovasi dan alternatif refrigeran serta dampak berbagai jenis refrigeran terhadap lingkungan sekitar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan deskriptif, dengan wawancara ahli di bidang refrigerasi dan tata udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa refrigeran berbasis hidrokarbon, seperti R-290, memiliki potensi nol terhadap ODP dan sangat rendah terhadap GWP. Namun, sifatnya yang mudah terbakar menyebabkan risiko keselamatan kerja yang tinggi. Selain itu, terdapat refrigeran seperti R-32 yang memberikan efisiensi pendinginan lebih tinggi dan konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan R-410A, disertai dengan potensi GWP yang lebih rendah. Meskipun demikian, R-32 tetap memiliki risiko rendah terkait keselamatan kerja karena sifatnya yang mudah terbakar. Oleh karena itu, temuan ini menekankan pentingnya pengembangan refrigeran yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga memperhatikan aspek keselamatan dan efisiensi energi dalam memilih alternatif refrigeran yang berkelanjutan.

Kata kunci: CFC, Refrigerant, ODP, GWP, R-32

PENDAHULUAN

Saat ini, alat pendingin udara (AC) telah menjadi kebutuhan penting bagi masyarakat yang tinggal di wilayah perkotaan, bahkan sudah menjadi perabot umum di banyak rumah. Hal ini disebabkan oleh iklim tropis Indonesia yang cenderung panas dan lembap, sehingga membuat aktivitas di dalam ruangan terasa tidak nyaman tanpa bantuan pendingin. x(Kurniawan dkk., 2020).

AC digunakan untuk menciptakan suhu ruangan yang lebih sejuk dan nyaman sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Komponen utama yang berperan dalam sistem AC adalah zat pendingin atau refrigeran. Senyawa ini umumnya terdiri dari CFC (klorofluorokarbon), HCFC (hidroklorofluorokarbon), dan HFC (hidrofluorokarbon), yang semuanya merupakan senyawa organik dengan kandungan satu atau lebih atom fluorin. (Ayyubi dkk., 2020).

efrigeran sendiri adalah cairan yang berfungsi sebagai media pendingin dalam sistem refrigerasi seperti pada lemari es dan AC. Sistem refrigerasi ini memungkinkan suhu dalam suatu ruang atau wadah diturunkan hingga di bawah suhu lingkungan. Teknologi ini banyak digunakan dalam sistem pendingin udara pada bangunan, alat transportasi, serta untuk menjaga kesegaran makanan dan minuman. (Ayyubi dkk., 2020).

Freon, atau refrigeran, merupakan gas atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai media penghantar dingin pada ruangan atau area yang ingin diatur suhu udaranya. Karena sifat kimianya, freon tidak memiliki warna maupun bau. Terdapat berbagai jenis freon, dengan tingkat konsentrasi yang bervariasi. Berdasarkan jenis fluida yang digunakan, freon dikategorikan ke dalam beberapa golongan, seperti CFC (klorodifluorokarbon), HCFC (hidroklorofluorokarbon), HFC (hidrofluorokarbon), HC (hidrokarbon), serta jenis alami yang berasal langsung dari sumber alam. (Ayyubi dkk., 2020).

Dalam sepuluh tahun terakhir, isu terkait *ozone depletion potential* (ODP) dan *global warming potential* (GWP) semakin menjadi perhatian utama dalam perancangan sistem pendingin. Di sektor industri pendingin, penggunaan zat pendingin jenis *hydrochlorofluorocarbons* (HCFC) telah banyak dilarang secara global. Larangan ini diberlakukan karena HCFC diketahui memiliki angka ODP dan GWP yang cukup tinggi, yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Dampak tersebut mencakup kerusakan seperti menipisnya lapisan ozon serta peningkatan suhu bumi atau pemanasan global. (Sunardi dkk., 2019)

Refrigeran dengan nilai ODP (Ozone Depletion Potential) yang tinggi dapat merusak lapisan ozon, sementara refrigeran dengan nilai GWP (Global Warming Potential) yang besar berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan bumi. Dampak ini sangat merugikan, mengingat lapisan ozon berperan penting sebagai pelindung kehidupan di bumi dari paparan langsung sinar ultraviolet matahari. (Mutaufiq dkk., 2019).

Kondisi tersebut mendorong para peneliti untuk mengembangkan alternatif refrigeran pengganti CFC-12 serta menciptakan teknologi yang memungkinkan proses daur ulang CFC-12, sehingga senyawa ini bisa dimanfaatkan kembali tanpa memberikan dampak negatif terhadap lapisan ozon.

Adapun penulisan artikel ini dibuat guna mengetahui efisiensi dari pengembangan inovasi alternatif refrigeran dari para peneliti sebelum nya yang sudah mengembangkan bahkan membuat temuan baru mesin refrigeran dengan bahan refrigerant syntetic yang kini sudah semakin canggih dan modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan kualitatif, sebagaimana dijelaskan oleh Waruwu (2024), bertujuan untuk memahami dan mengungkap berbagai fenomena, persepsi, serta perilaku manusia berdasarkan kenyataan yang terjadi di lapangan.

Metode kualitatif dianggap sesuai untuk menjawab permasalahan yang kompleks karena tidak hanya fokus pada hasil akhir, tetapi juga menitikberatkan pada proses penelitian itu sendiri. Penelitian jenis ini bersifat deskriptif dan menggunakan pendekatan analisis mendalam untuk merespons pertanyaan penelitian. Fokus utamanya adalah pada pemahaman makna dari proses yang diteliti, sehingga memungkinkan munculnya teori-teori baru serta pengumpulan data yang lebih rinci dan menyeluruh. (Waruwu, 2024).

Metode kualitatif dianggap sesuai untuk menjawab permasalahan yang kompleks karena tidak hanya fokus pada hasil akhir, tetapi juga menitikberatkan pada proses penelitian itu sendiri. Penelitian jenis ini bersifat deskriptif dan menggunakan pendekatan analisis mendalam untuk merespons pertanyaan penelitian. Fokus utamanya adalah pada pemahaman makna dari proses yang diteliti, sehingga memungkinkan munculnya teori-teori baru serta pengumpulan data yang lebih rinci dan menyeluruh.

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara. Metode ini dipilih untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap serta memastikan akurasi data dari sumber yang relevan. (Prasanti, D. 2018).

Dalam penelitian ini penulis mewawancarai seorang informan yang merupakan seorang ahli di bidang Refrigerasi Tata Udara yang mana narasumber juga seorang dosen di Perguruan Tinggi Negeri, yakni Universitas Pendidikan Indonesia

Informan Penelitian

Penulis menggunakan teknik sampling purposive untuk menentukan informan dalam penelitian ini. Teknik sampling purposive yaitu cara menentukan informan dengan memilih informan sesuai dengan kriteria dan kebutuhan penulis dalam penelitian ini.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif adalah dengan melakukan wawancara.

a. Wawancara

Penelitian ini dilakukan dengan mewawancarai seorang narasumber ahli di bidang refrigerasi tata udara, sehingga dapat mempermudah penulis dalam melakukan penelitian ini. selain itu dalam penyajian data hasil wawancara, kami paparkan dengan metode kebahasaan kalimat tidak langsung, supaya menjadi bacaan yang mudah dipahami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pujianto dkk. (2021) dalam Powel, (2002) sistem pendingin dengan siklus kompresi uap merupakan jenis mesin pendingin yang paling umum digunakan saat ini. Pada umumnya, sistem ini menggunakan refrigeran sintetis sebagai fluida kerja untuk memindahkan panas dari benda yang didinginkan ke lingkungan sekitarnya. Sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1930-an hingga pertengahan 1970-an, penggunaan refrigeran sintetis seperti Chloro Fluoro Carbon (CFC) dan Hydro Chloro Fluoro Carbon

(HCFC) belum dianggap sebagai ancaman bagi lingkungan. Hal ini bukan berarti refrigeran tersebut tidak berdampak negatif, melainkan karena keterbatasan pemahaman serta kesadaran lingkungan pada masa itu. Seiring meningkatnya kesadaran dan pengetahuan akan dampak lingkungan, diketahui bahwa refrigeran sintetis yang dahulu dianggap efisien dan ideal ternyata berkontribusi pada permasalahan lingkungan, sehingga penggunaannya perlu dihentikan.

Menurut Cahyadi (2025), ada beberapa jenis refrigerant yang bisa diklasifikasikan berdasarkan jenis fluida yang digunakan.

- a. Jenis ini tidak mudah terbakar dan tidak merusak lapisan ozon, sehingga sering digunakan pada AC berteknologi inverter.
- b. Merupakan jenis refrigeran yang lebih ramah lingkungan dan memiliki potensi pemanasan global lebih rendah dibandingkan R22 dan R410A. Kekurangannya adalah sifatnya yang mudah terbakar, namun tetap aman untuk digunakan di peralatan rumah tangga.
- c. Keunggulan dari freon ini adalah sifatnya yang tidak mudah terbakar. Akan tetapi, refrigeran ini masih memberikan kontribusi terhadap kerusakan ozon, dengan nilai ODP (Ozone Depletion Potential) sebesar 0,05 berbeda dengan jenis freon lain yang memiliki ODP nol.
- d. Jenis ini memiliki tingkat potensi pemanasan global yang sangat rendah. Namun demikian, kelemahannya terletak pada daya dingin yang rendah dan tingkat risiko kebakaran yang lebih tinggi.
- e. Refrigeran R-134a banyak dimanfaatkan sebagai solusi jangka panjang untuk menggantikan R-12 dalam sistem pendingin pada peralatan modern. Senyawa ini cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun komersial, seperti sistem pendingin udara (AC), penyimpanan buah dan sayur, serta pada sistem pompa kalor (*heat pump*) (Capenberg, 2020).
- f. R12 mengandung tingkat ODP dan GWP yang tinggi.

Ozone Depletion Potential (ODP)

Istilah Ozone Depletion Potential (ODP) digunakan untuk menggambarkan seberapa besar kemampuan suatu zat kimia dalam merusak lapisan ozon. Setiap senyawa yang bersifat merusak ozon memiliki nilai ODP yang berbeda-beda. Nilai ini dihitung berdasarkan perbandingan terhadap senyawa CFC-11 atau CFC-12, yang ditetapkan memiliki nilai ODP sebesar 1. Secara umum, ODP merupakan ukuran relatif yang menggambarkan seberapa besar kerusakan ozon yang ditimbulkan oleh suatu zat, dibandingkan dengan kerusakan yang disebabkan oleh CFC-11 dalam jumlah massa yang sama. (Prayogi, 2022).

Global Warming Potential (GWP)

Pemanasan global merupakan fenomena meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang disebabkan oleh akumulasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer. Kelebihan gas-gas ini memicu berbagai dampak lingkungan, seperti mencairnya es di wilayah kutub dan meningkatnya permukaan laut. (Capenberg, 2020).

Tabel 1. Menunjukkan dampak lingkungan beberapa jenis refrigeran.

Refrigeran	Jenis	ODP	GWP
R-22	HCFC	0,05	1.700
R-134a	HFC	0	1.300
R-404a	HFC	0	3.750
R-407a	HFC	0	1.890
R-410a	HFC	0	2.020
R-411b	HCFC	0,045	0
R-717	Amonia	0	3
R-290	Propana	0	3
R-600a	Isobutana	0	3
R-1270	Propylene	0	3

Sumber : diadaptasi dari Cappenberg (2020).

Pemanasan global merupakan fenomena meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang disebabkan oleh akumulasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer. Kelebihan gas-gas ini memicu berbagai dampak lingkungan, seperti mencairnya es di wilayah kutub dan meningkatnya permukaan laut. (Cappenberg, 2020).

Tabel. 2 Perbandingan Tipe Freon

Jenis Freon	ODP	GWP	Cooling Index	Flammability
R22	0.05	1810	100	Tidak
R410A	0	2090	92	Tidak
R32	0	675	160	Rendah
R290	0	Kurang dari 3	83	Tinggi

Sumber : diadaptasi dari Ayyubi dkk (2020).

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber diketahui bahwa refrigerant jenis R-12 dapat merusak ozon serta menimbulkan global warming karena terdapat unsur chloro dan fluoro. Klorin atau chloro yang dilepaskan ke atmosfer dapat menyebabkan penipisan ozon, sedangkan fluoro dapat menyebabkan pemanasan global. Sehingga pada sekitar tahun 1994 produksi tipe R-12 yang mengandung bahan CFC mulai dihentikan, dan perlahan-lahan pada awal mula tahun 2000-an penggunaan mulai dihentikan. Alternatif pengganti dari tipe R-12 adalah R-22 yang memiliki indeks pendingin dan performa yang cukup baik bahkan tidak mudah terbakar. Namun, R-22 mengandung HCFC yang mana masih mengandung klorin dan fluorin dengan indikasi ODP sebesar 0,05 dan GWP sebesar 1.700 - 1.810.

Refrigeran R-22 digantikan dengan R-134A, yang mengandung HFC. Meskipun HFC tidak berkontribusi terhadap penipisan ozon, akan tetapi senyawa ini tetap berperan terhadap pemanasan global.

HFC masih banyak digunakan pada mesin-mesin pendingin hingga saat ini, akan tetapi penemuan HFC ini masih menjadi sebuah “*miracle refrigerant*” yang artinya refrigeran yang diimpikan. Oleh karena itu, masih banyak peneliti yang terus mencari alternatif dari HFC.

Adapun menurut narasumber kami, alasan alternatif pengganti HFC terus dikembangkan karena efek jangka panjangnya yang berpotensi merusak ozon (ODP) dan berkontribusi terhadap pemanasan global (GWP). Padahal HFC sudah menjadi sebuah “*miracle refrigerant*” karena memiliki kinerja dan performa yang sangat baik dalam mendinginkan ruangan, mampu menyerap kalor dalam jumlah besar, serta dapat meningkatkan tekanan tanpa membutuhkan kerja besar, yang berarti konsumsi listriknya rendah.

Refrigeran R-134A tidak akan bisa menggantikan R-12 secara ideal, namun kinerjanya cukup mendekati. Jika R-12 memiliki efektivitas 100%, maka R-134A mencapai sekitar 98%, sementara HC tidak bisa menggantikan R-134A karena efektivitas HC berada di angka 90%. Artinya HC bisa saja digunakan, namun performanya tidak sebaik R-134A. Sebagai contoh ketika akan mendinginkan ruangan dengan R-134A hanya membutuhkan waktu sekitar 30 menit, sedangkan R-290 (HC) memerlukan waktu hingga 1 jam 30 menit. Dengan demikian, HC memiliki kemampuan pendinginan, tetapi membutuhkan waktu yang lama. Jika HC digunakan pada alat elektronik seperti kulkas yang menggunakan sumber tenaga listrik, waktu pendinginannya akan lebih lama dan menyebabkan konsumsi listrik meningkat, sehingga tagihan listriknya semakin mahal. Oleh sebab itu, penggunaan HC sebagai pengganti R-134A masih menjadi bahan pertimbangan untuk diterapkan secara massal. Selain itu, penerapan refrigeran HC juga memerlukan modifikasi pada alatnya, sehingga tidak bisa langsung menggantikan R-134A begitu saja.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh narasumber kami, narasumber telah memodifikasi alat dengan menambahkan Heat Exchanger (alat penukar kalor) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik. Dengan modifikasi ini, penggunaan listrik tidak akan terlalu besar, sehingga dapat menyeimbangkan apabila R-134A digantikan secara massal.

Alternatif R-290 yang berbahan dasar hidrokarbon (HC) tidak berkontribusi terhadap ODP dan GWP karena terbuat dari bahan alami, namun refrigerator berbahan HC seperti R-290 (Propana), R-1270 (Propilena) yang bersumber dari minyak bumi, saat ini masih dalam tahap penelitian dan belum menjadi produk komersial resmi. Meskipun demikian, ada salah satu pabrikan yang menggunakan HC dengan nama R-600A tetapi penggunaannya tidak berlangsung lama. Alasannya karena R-600A (HC) memiliki tingkat kebakaran yang tinggi, dengan kemampuan menyala pada suhu rendah. Sebagai contoh, pada suhu 300 derajat HC sudah dapat meledak dan menyebabkan kebakaran jika terjadi kebocoran. Hal ini semakin berbahaya jika unsur segitiga api, yang terdiri dari api, udara, dan bahan bakar terbentuk dengan komposisi ideal, yang akan memudahkan terjadinya kebakaran. HC merupakan bahan yang mudah menyala, dan ketika terjadi kebocoran disertai dengan korsleting listrik, dapat memicu kebakaran. Oleh karena itu, meskipun refrigeran berbahan dasar HC dapat digunakan, aspek keselamatan kerja sangat penting untuk diperhatikan. Sebagai langkah pencegahan, bagian-bagian dalam peralatan elektronik, seperti mobil, kulkas, AC, dan perangkat lainnya yang berpotensi menimbulkan percikan api atau korsleting listrik, harus dilengkapi dengan isolator seperti terminal kabel atau silikon untuk mencegah terjadinya percikan api.

Penggunaan refrigeran yang berbahan dasar HC belum bisa diterapkan di Indonesia, karena kebiasaan buruk masyarakat Indonesia yang abai terhadap aspek keselamatan baik dalam bekerja maupun kehidupan sehari-hari. Dipaparkan oleh narasumber kami, bahwa R-410A merupakan refrigeran sintetis yang tersusun atas dua unsur kimia, yaitu R-32 & R-125 yang digunakan untuk AC model baru saat itu. Namun ditemukan masalah jika terjadi kebocoran di sebuah unit AC maka tekanan akan turun, dan untuk mencapai nilai gas

ideal, perlu dilakukan penambahan refrigeran, masalahnya ketika menambahkan tekanan, tidak dapat diketahui jenis refrigeran mana yang harus ditambah.

Para pabrikan terus melakukan riset dan akhirnya memutuskan untuk menggunakan R-32 saja. Salah satu perusahaan yang mempelopori penggunaan AC dengan tipe R-32 adalah Daikin. Daikin merupakan perusahaan pertama yang menginisiasi penggunaan R-32, yang memiliki sifat mirip dengan hidrokarbon (HC), namun dengan tingkat nyala yang lebih rendah. Meskipun R-32 bersifat sintetis dan ada kekhawatiran terkait potensi kebakaran, namun jika terjadi ledakan, dampaknya tidak sebesar yang ditimbulkan oleh HC.

Pernah dilakukan simulasi di suatu ruangan, di mana gas hidrokarbon yang berasal dari tipe AC R-32 dan R-290 dimasukkan ke dalam ruangan tersebut, kemudian disediakan api. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ledakan yang timbul dari tipe AC R-290 (HC) lebih besar dibandingkan dengan ledakan yang berasal dari tipe AC R-32. Meskipun demikian, R-32 masih dianggap aman, meskipun memiliki tekanan kerja yang lebih tinggi

R-22 (HCFC) kini digantikan dengan R-32. Namun, AC lama yang masih menggunakan komponen seperti R-22 tidak bisa langsung digantikan dengan R-32. Hal ini berbeda dengan penggantian R-12, yang dapat langsung digantikan dengan R-134A, meskipun beberapa komponen, seperti karet dan lainnya, perlu diganti.

Menurut narasumber alasan R22 tidak bisa digantikan langsung dengan R32 karena tekanan kerjanya yang beda. R-22 memiliki tekanan maksimal 90 PSI, sementara R-32 dan R-410A memiliki tekanan dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan R-22. Sebagai contoh, untuk AC lama yang menggunakan R-22, sistem pendinginannya memerlukan tekanan minimal 60 PSI. Sementara itu, AC dengan R-32 memerlukan tekanan minimal 120 PSI. Jika disimulasikan, AC lama yang menggunakan R-22 yang saat ini sudah tidak lagi dipasarkan, ketika mengalami kerusakan tidak bisa diperbaiki karena R-22 sudah tidak tersedia di pasar. Saat ini, yang dipasarkan adalah R-32. Karena perbedaan tekanan ini, R-22 tidak bisa langsung diganti dengan R-32, sehingga perlu dilakukan penggantian kompresor, pipa, dan komponen lainnya. Pipa yang digunakan pada AC R-22 biasanya lebih tipis, misalnya 0,4 mm, sementara pipa untuk R-32 minimal memiliki ketebalan 0,6 mm untuk menahan tekanan yang lebih tinggi. Jika pemakaian R-32 dipaksakan pada pipa R-22 yang tipis, lama kelamaan pipa tersebut akan bocor karena tidak mampu menahan tekanan yang lebih tinggi.

Artinya R-32 yang dipakai saat ini, tidak bisa menggantikan yang lama dengan tipe R-22 sehingga yang lama akan dimuseumkan atau bisa menggunakan R-290/R-1270 hanya saja aspek safety-nya harus benar-benar diperhatikan.

Narasumber yang juga merupakan Kepala Laboratorium Refrigerasi dan Tata Udara (RTU) di Workshop Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri (FPTI) Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) mengungkapkan bahwa dahulu, di workshop laboratorium RTU FPTK UPI, terdapat pelatihan dari PT Pertamina. Pelatihan tersebut menyarankan agar apabila terjadi penggantian refrigeran sintetis ke HC, tipe AC yang dimodifikasi wajib diberi label stiker penggunaan R-290 (HC). Hal ini bertujuan agar teknisi dapat mengetahui jenis refrigeran yang digunakan dan berhati-hati, sehingga dapat mencegah potensi kebakaran dan kecelakaan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- R-12 yang mengandung bahan kimia sintetik CFC dapat merusak lapisan ozon karena mengandung unsur chlorin dan fluoro dapat menimbulkan pemanasan global.
- Alternatif berbahan HFC pada tipe R-134A tidak berkontribusi ODP, tapi berkontribusi terhadap GWP.
- Pada tipe R290 berbahan dasar HC tidak berkontribusi ODP & GWP, karena berbahan alami.
- Penggunaan refrigeran berbahan HC memiliki sifat mudah terbakar dalam suhu rendah dan tingkat menyala yang tinggi.
- Penggunaan refrigeran yang berbahan dasar HC belum bisa diterapkan di Indonesia, karena kebiasaan buruk masyarakat Indonesia yang abai terhadap aspek keselamatan baik dalam bekerja maupun kehidupan sehari-hari.
- HFC masih menjadi "miracle refrigerant" dari berbagai aspek memiliki kualitas yang baik, hanya saja semakin lama akan mengakibatkan ODP & GWP.
- Ketika akan menerapkan penggunaan refrigeran HC tidak dapat secara langsung dijadikan alternatif pengganti, harus disertai dengan modifikasi alat
- R-32 yang dipakai saat ini tidak dapat menggantikan refrigeran R-22 yang lama karena R-32 memiliki tekanan yang dua kali lipat dari R-22
- Sampai saat ini belum ada alternatif secara legal diterapkan dan memiliki efisiensi yang tepat hanya ada dalam skala laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, Y., Khoerun, B., & Fatihah, G. (2020, December). Analisis Kinerja Pemanfaatan Tenaga Surya pada AC Split dengan Refrijeran R22. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 29-35).
- Ayyubi, A. R., Mustaqim, H. W., & Wibowo, A. (2020). *Analisis Kinerja Evaporator Pada AC Split 1/2 PK Dengan Refrigeran R-22 dan R-290* (Doctoral dissertation, Pancasakty University).
- Sunardi, C., Sutandi, T., Putra, A. D. D., & Kosasih, A. (2019). Pengaruh Refrigeran R-22 Dan Mc-22 Terhadap Performansi Sistem Refrigerasi Brine Cooling. *Edusaintek*, 3.
- Mutaufiq, M., Sulistyio, H., Berman, E. T., & Wiyono, A. (2019). Investigasi Eksperimental Retrofit Refrigeran Pada Alat Praktik Refrigerator dengan Refrigeran Produk Domestik yang Ramah Lingkungan. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 51-56.
- Waruwu, M. (2024). Pendekatan penelitian kualitatif: Konsep, prosedur, kelebihan dan peran di bidang pendidikan. *Afeksi: Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 5(2), 198-211.
- Prasanti, D. (2018). Penggunaan media komunikasi bagi remaja perempuan dalam pencarian informasi kesehatan. *Jurnal Lontar*, 6(1), 13-21.
- Pujianto, M. E., Subri, M., & Amin, M. (2021). Uji Eksperimental Pengaruh Temperatur Lingkungan Terhadap Kinerja Mesin Pendingin Refrigeran Hidrokarbon. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 17(2), 89-92.

- Cahyadi, C. I. (2025). ANALISA PERBANDNGAN SUHU DAN ARUS AIR CONDITIONER MENGGUNAKAN REFRIGERANT R32 DENGAN R410A. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1).
- Cappenberg, A. D. (2020). Analisis Chiller Dengan Menggunakan R123 Dan R134a Pada Kinerja Pendinginan. *Jurnal kajian teknik mesin*, 5(1), 48-57.
- Prayogi, U. (2022). Analisa Perbandingan Global Warming Potential (Gwp) Dan Ozone Depletion Potential (Odp), Pada Refrigeran R32, R290, R407c, R410a, Sebagai Pengganti R22. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 11(1), 14-20.