

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobil merupakan salah satu moda transportasi yang banyak digunakan dan mudah dijumpai di Indonesia. Seiring dengan perkembangan waktu, jumlah kendaraan bermotor, khususnya mobil penumpang, mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan sektor ekonomi, serta meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap sarana transportasi yang cepat dan nyaman. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah mobil penumpang di Indonesia menunjukkan tren kenaikan yang konsisten. Pada tahun 2020 tercatat sebanyak 15.797.746 unit mobil penumpang, kemudian meningkat menjadi 16.413.348 unit pada tahun 2021, dan terus bertambah hingga mencapai 17.168.862 unit pada tahun 2022 [1]. Kondisi tersebut mencerminkan meningkatnya ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan mobil. Namun demikian, pertumbuhan jumlah kendaraan tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan fasilitas parkir yang memadai. Di lapangan, masih banyak ditemukan jalan umum maupun area terbuka yang dimanfaatkan sebagai lahan parkir akibat terbatasnya fasilitas parkir tertutup. Ketika mobil diparkir pada siang hari di ruang terbuka, paparan radiasi matahari dalam waktu yang lama menyebabkan panas terperangkap di dalam kabin kendaraan, sehingga mengakibatkan peningkatan temperatur udara di dalam kabin mobil [2]. Suhu udara di dalam kabin dapat meningkat hingga 20–30 °C lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan sekitarnya. Kondisi ini berpotensi menimbulkan suhu ekstrem yang dapat merusak komponen elektronik dan interior kendaraan, serta membahayakan keselamatan dan kesehatan pengguna. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengurangi panas di dalam kabin, seperti penggunaan penutup kaca depan berbahan aluminium foil dan pemasangan kaca film dengan tingkat kegelapan tinggi. Namun, metode tersebut dinilai kurang efektif dalam menghilangkan panas yang telah terperangkap di dalam kabin, karena panas tersebut tetap berada di dalam ruang tertutup. Oleh karena itu, diperlukan solusi

alternatif untuk mengatasi permasalahan ini, salah satunya dengan penerapan sistem pendingin pasif, seperti sistem pendingin absorpsi [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Sukarno *et al.* [4] menunjukkan bahwa temperatur kabin mobil yang diparkir di bawah paparan sinar matahari dapat mencapai 52,6 °C, dengan suhu rata-rata kabin sebesar 46,5 °C. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Issam [5] juga melaporkan bahwa temperatur udara di dalam mobil yang diparkir tanpa pelindung (*unshaded*) dapat mencapai 70 °C, sedangkan temperatur pada permukaan dasbor dapat mendekati 100 °C. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya panas berlebih di dalam kabin mobil, kerusakan komponen interior, menurunnya kenyamanan termal, serta berpotensi membahayakan kesehatan manusia [6]. Berbagai metode telah diterapkan untuk mengurangi panas tersebut, seperti penggunaan *car cover*. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena kurang efektif apabila digunakan saat kondisi mobil masih panas, mengingat *car cover* dapat menahan panas dan menyebabkan panas tetap terperangkap di dalam kabin. Selain itu, penggunaan kaca film juga dapat membantu mengurangi panas yang masuk ke dalam kendaraan, tetapi pemasangan kaca film dengan tingkat kegelapan yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap visibilitas dan keselamatan berkendara. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif lain yang lebih efektif untuk menurunkan temperatur kabin mobil yang diparkir di ruang terbuka, salah satunya dengan memanfaatkan sistem pendingin absorpsi.

Sistem pendingin merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menurunkan temperatur pada suatu area, ruangan, atau lingkungan kerja tertentu. Pada kendaraan bermotor, sistem pendingin berperan dalam mengurangi panas, mensirkulasikan udara di dalam kabin, serta menjaga kenyamanan termal penggunanya [7]. Secara umum, sistem pendingin yang banyak digunakan terbagi menjadi dua jenis, yaitu sistem pendingin kompresi uap dan sistem pendingin absorpsi. Perbedaan utama antara kedua sistem tersebut terletak pada komponen penggerakannya, di mana sistem pendingin absorpsi tidak menggunakan kompresor, melainkan memanfaatkan absorber dan generator sebagai penggantinya [8]. Sistem pendingin absorpsi dikenal sebagai sistem yang hemat energi karena menggunakan

sumber energi panas sebagai penggerak utama [9]. Selain itu, sistem ini juga menggunakan fluida kerja yang relatif ramah lingkungan. Sifat ramah lingkungan tersebut disebabkan oleh penggunaan refrigeran yang tidak berbahaya dan tidak berkontribusi terhadap pemanasan global [10]. Sebaliknya, penggunaan refrigeran konvensional seperti CFC, HCFC, dan HFC diketahui dapat merusak lapisan ozon, meningkatkan efek pemanasan global, serta berpotensi membahayakan kesehatan manusia apabila terjadi kebocoran ke lingkungan [11]. Oleh karena itu, penggunaan refrigeran yang ramah lingkungan diharapkan dapat menjaga keseimbangan lingkungan, mengurangi dampak pemanasan global, serta meningkatkan keselamatan manusia. Pada sistem pendingin absorpsi umumnya digunakan dua jenis zat sebagai fluida kerja, yang terdiri dari zat penyerap (absorber) dan zat pendingin (refrigeran). Pasangan fluida kerja yang paling umum digunakan dalam sistem pendingin absorpsi adalah $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ dan $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$. Pada pasangan $\text{LiBr-H}_2\text{O}$, litium bromida berfungsi sebagai zat penyerap, sedangkan air (H_2O) berperan sebagai refrigeran. Sementara itu, pada pasangan $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$, amonia berfungsi sebagai refrigeran dan air bertindak sebagai penyerap [12]. Meskipun demikian, masing-masing pasangan fluida kerja tersebut memiliki keterbatasan. Penggunaan litium bromida memerlukan biaya yang relatif tinggi sehingga masih terbatas penggunaannya di sektor industri maupun perumahan. Di sisi lain, amonia memiliki risiko terhadap kesehatan manusia apabila terlepas ke lingkungan dan terhirup. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dalam penelitian ini diusulkan penggunaan *pure water* (air murni) sebagai refrigeran tunggal. Air murni memiliki beberapa keunggulan, antara lain bersifat aman, tidak beracun, tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, mudah diperoleh, serta memiliki biaya yang relatif rendah. Selain itu, air memiliki kalor laten penguapan yang tinggi, sehingga berpotensi digunakan sebagai fluida kerja pada sistem pendingin berbasis energi panas. Pemanfaatan air murni sebagai refrigeran pada sistem pendingin absorpsi diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi pendinginan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Secara operasional, efektivitas sistem pendingin absorpsi sangat bergantung pada performa generator, yang berfungsi sebagai penggerak utama dalam sirkulasi fluida kerja menggantikan peran kompresor mekanis. Didalam generator, terjadi

proses yang menjadi kunci utama seluruh siklus, yaitu pemisahan refrigeran air dari larutan penyerap melalui pemberian energi panas. Oleh karena itu, besarnya input kalor atau daya yang diberikan pada generator menjadi variabel yang paling menentukan dalam penelitian ini, karena jumlah panas tersebut secara langsung mengatur seberapa banyak uap air yang bisa dihasilkan untuk kemudian dikirim ke evaporator guna menurunkan suhu kabin. Dengan memvariasikan daya generator, karakteristik performa sistem dapat dianalisis secara mendalam untuk menentukan titik keseimbangan terbaik antara konsumsi energi panas dengan efisiensi pendinginan *Coefficient of Performance* (COP) yang dihasilkan. Sehingga penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Studi Eksperimen Pengaruh Input Kalor Pada Generator Terhadap Performa Sistem Pendingin Absorpsi Menggunakan Refrigeran Air”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Temperatur kabin mobil yang diparkir dibawah sinar matahari dapat mencapai 50-70 °C dan dapat menyebabkan kerusakan komponen mobil.
2. Diperlukan sistem pendingin untuk membuang panas dari kabin mobil.
3. Sistem pendingin yang diperlukan adalah sistem pendingin yang memanfaatkan energi panas sebagai sumber energi.
4. Diperlukannya energi panas (input kalor) yang memadai pada generator agar proses pemisahan refrigeran air menjadi uap dapat berjalan secara optimal.

1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian ini yaitu :

1. Fluida kerja atau refrigeran yang digunakan adalah air murni (*pure water*).
2. Sistem pendingin absorpsi yang dirancang tidak terisolasi sempurna dan pengambilan data sesuai dengan yang terbaca pada alat ukur yang digunakan.

3. Kontruksi dari sistem pendingin absorpsi memiliki ukuran yang lebih kecil atau skala labolatorium.
4. Input kalor dari generator berasal dari pemanas listrik (*heater*).
5. Heater yang digunakan berkapasitas 300 watt.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu “Bagaimana pengaruh input kalor terhadap performa sistem pendingin absorpsi menggunakan refrigeran air”.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui bagaimana membuat sistem pendingin absorpsi menggunakan refrigeran air..
2. Menganalisis pengaruh variasi input kalor pada generator terhadap kinerja sistem pendingin absorpsi menggunakan refrigeran air.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan wawasan tentang pengaruh input kalor terhadap kinerja dan performa sistem pendingin absorpsi menggunakan refrigeran air.
2. Memahami referensi penelitian terkait studi eksperimen sistem pendingin absorpsi menggunakan refrigeran air.