

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem Pendingin udara digunakan pada mobil untuk mencapai kenyamanan termal yang diinginkan agar pengendaranya menjadi nyaman. Kondisi ini harus dijaga bahkan ketika mobil di parkir agar menjaga komponen dalam mobil tetap baik. Diketahui ketika berada di dalam ruang tertutup (kabin mobil) suhu kabin mobil mencapai  $52,6^{\circ}\text{C}$ , yang tentunya akan sangat mengganggu kenyamanan pengemudi dan penumpang [1]. Jika harus menyalakan AC saat mesin mobil mati maka energi yang digunakan adalah bersumber dari baterai / aki, karena mesin mobil tidak berputar. Hal ini akan menyebabkan cepat menurunnya performa dari aki. Berdasarkan penelitian yang dikaji oleh Raharjo *et al.*, yang mengkaji dampak penggunaan AC mobil dalam kondisi mesin mati terhadap ketahanan aki, menyebutkan bahwa Penurunan kapasitas aki setelah penggunaan 30 menit: 25-30% dan membutuhkan waktu pemulihan aki: 30-45 menit (dengan mesin hidup). Risiko kerusakan aki juga meningkat setelah penggunaan lebih dari 15 menit [2]. Hal ini sama kasusnya dengan yang ada pada mobil listrik yang dimana AC menyala menggunakan energi dari baterai mobil. Penggunaan sistem pendingin udara secara terus menerus akan berpengaruh jarak tempuh mobil listrik. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa penurunan kapasitas baterai sebesar 10% ketika sistem pendingin udara digunakan secara terus menerus [3]. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alternatif dalam menurunkan temperatur lingkungan kabin mobil yang rendah emisi dan bisa bekerja secara pasif.

Salah satu jenis pendingin yang rendah emisi dalam penggunaan energi adalah sistem pendingin absorpsi tekanan tunggal (*single pressure absorption cycle*), karena kemampuannya memanfaatkan energi panas, baik dari matahari maupun panas limbah sebagai sumber energi utamanya. Berbeda dengan siklus refrigerasi penyerapan tekanan ganda dan tiga konvensional, siklus penyerapan tekanan tunggal tidak memerlukan kerja mekanis untuk memompa cairan dari absorber ke generator bertekanan lebih tinggi. Fluida kerja yang digunakan terdiri dari dua jenis (pasangan) zat yang berbeda yang berfungsi sebagai penyerap (absorber) dan refrigeran (refrigeran). Terdapat beberapa pasangan absorber dan refrigeran yang

sering digunakan, yaitu pasangan  $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$  dan  $\text{H}_2\text{O-LiBr}$  [4]. Dari penelitian sebelumnya yang membahas sistem pendingin absorpsi tekanan ganda, pompa mekanis membutuhkan daya yang cukup tinggi untuk mengoperasikan sistem pendingin absorpsi  $\text{LiBr-H}_2\text{O}$  tekanan ganda, nilai performa yang didapatkan sebesar 10.57 dengan daya pada pompa sebesar 0.363 kW [5]. Pendingin absorpsi  $\text{LiBr}$  harus beroperasi pada tekanan yang sangat rendah (sekitar 1/100 tekanan atmosfer normal) agar air menguap pada suhu yang cukup dingin untuk menghasilkan air yang dingin untuk proses evaporasi [6].

Secara khusus, dalam sistem refrigerasi absorpsi tekanan tunggal yang dioperasikan pompa gelembung, kinerja siklus sepenuhnya bergantung pada sifat larutan penyerap refrigeran dan parameter pompa gelembung. Dalam siklus pendinginan difusi-absorpsi, pompa gelembung (*bubble pump*) atau pompa pengangkat uap (*vapor lift pump*) dapat digunakan untuk mengalirkan larutan dari generator ke absorber tanpa adanya kerja dari energi listrik. Dalam pompa gelembung, uap yang dihasilkan (melalui pemanasan) meningkatkan daya apung fluida, menyebabkan fluida tersebut naik melalui tabung vertikal dalam kondisi aliran dua fase. Semakin besar laju aliran yang keluar dari *bubble pump* akan semakin tinggi pula kapasitas pendinginannya [7].

Diketahui bahwa *bubble pump* beroperasi paling efisien pada *slug flow* [8], [9]. Pada tahap aliran *slug*, gelembung mengembang hingga berbentuk seperti peluru dan diameternya hampir mencapai diameter tabung. Gelembung-gelembung ini dipisahkan oleh butiran-butiran cairan, yang mungkin mengandung gelembung-gelembung gas yang lebih kecil [10]. Salah satu parameter yang mempengaruhi karakteristik aliran pada pompa gelembung ini adalah besaran masukan panas. Pfaff et al., menemukan bahwa frekuensi aksi pemompaan meningkat seiring dengan peningkatan panas yang diberikan ke pompa gelembung [9]. Delano menemukan bahwa peningkatan masukan panas ke pompa gelembung dengan *submergence ratio* tetap akan meningkatkan laju aliran cairan melalui pompa gelembung hingga mencapai maksimum, dan kemudian peningkatan lebih lanjut pada masukan panas akan menurunkan laju aliran cairan [8]. J. Aman et al., melakukan penelitian untuk mengkarakterisasi pompa gelembung yang dapat digunakan dalam sistem sistem pendingin absorpsi tanpa memedulikan jenis fluida kerja atau parameter fisik

pompa itu sendiri dengan menggunakan parameter non-dimensial, salah satunya terkait panas masukan [11]. Bella Gurevich membuat sebuah model teoritis pompa gelembung dengan asumsi rezim aliran laminar, model ini mengkorelasikan antara jumlah panas yang diterapkan dan laju aliran massa larutan kaya [12]. Diketahui minimnya penelitian terkait kinerja pompa gelembung dalam keadaan vakum.

Berdasarkan latar belakang diatas dan sedikitnya penelitian terkait kinerja pompa gelembung (*Bubble Pump*) untuk sistem pendingin absorpsi berdasarkan input panas yang diberikan dan pola aliran dua fase gas-cair. Dan juga belum ditemukannya penelitian mengenai kinerja pompa gelembung untuk pendingin absorpsi dengan refrigeran  $H_2O$  pada keadaan vakum. Oleh karena itu, Pada penelitian ini berfokus pada analisa kinerja pompa gelembung berupa daya dan *submergence ratio* terhadap kerja yang dihasilkan berupa laju aliran (*flow rate*) untuk sistem absorpsi dengan refrigeran  $H_2O$  pada tekanan vakum. Sehingga penelitian ini bertujuan agar dapat mendesain pompa gelembung untuk sistem pendingin absorpsi dengan refrigeran  $H_2O$  berukuran kecil agar bisa digunakan pada mobil untuk menurunkan temperatur udara dalam kabin mobil sehingga dapat meningkatkan kenyamanan thermal dengan sistem pasif.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, diantaranya yaitu:

1. Dibutuhkan sistem pendingin pasif dan minim daya untuk kabin mobil yang diparkir dan juga mobil listrik sehingga ramah lingkungan dan dapat menghemat energi.
2. Sistem pendingin absorpsi dengan refrigeran  $H_2O$  menggunakan refrigeran yang ramah lingkungan tanpa potensi pemanasan global maupun penipisan ozon, memiliki nilai COP yang lebih baik, cocok untuk pendinginan tenaga surya, memiliki volatilitas yang rendah, aksi korosif yang rendah, dan dapat beroperasi pada tekanan vakum (di bawah tekanan atmosfer).
3. Salah satu komponen utama dari sistem pendingin absorpsi yaitu pompa gelembung sangat berpengaruh kapasitas pendinginan, namun untuk bisa menyuplai refrigeran sesuai kebutuhan kapasitas pendingin yang di



inginkan perlu menentukan parameter yang paling efisien, diantaranya adalah besaran masukan panas dan *submergence ratio* (SR).

4. Diperlukan analisis terkait pengaruh masukan panas dan *submergence rasio* (SR) terhadap kinerja pompa gelembung berupa laju aliran yang akan digunakan pada sistem pendingin absorpsi dengan refrigeran H<sub>2</sub>O.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Perhitungan, dan analisis menggunakan program *Microsoft excel*.
2. Perancangan berfokus hanya pada kinerja pompa gelembung saja, tidak menganalisis satu sistem pendingin (tidak ada evaporator).
3. Parameter yang di uji adalah daya masukan panas dan rasio kerendaman (*Submergence Ratio*/SR) pompa gelembung.
4. Pengujian menggunakan larutan H<sub>2</sub>O murni.
5. Dalam perhitungan tidak disertakan faktor biaya.

### 1.4 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang disampaikan, maka akan muncul permasalahan yang dijadikan topik penelitian, yaitu bagaimana pengaruh daya masukan panas pada pompa gelembung terhadap laju alirannya untuk sistem pendingin absorpsi dengan refrigeran H<sub>2</sub>O ?

### 1.5 Tujuan Penelitian

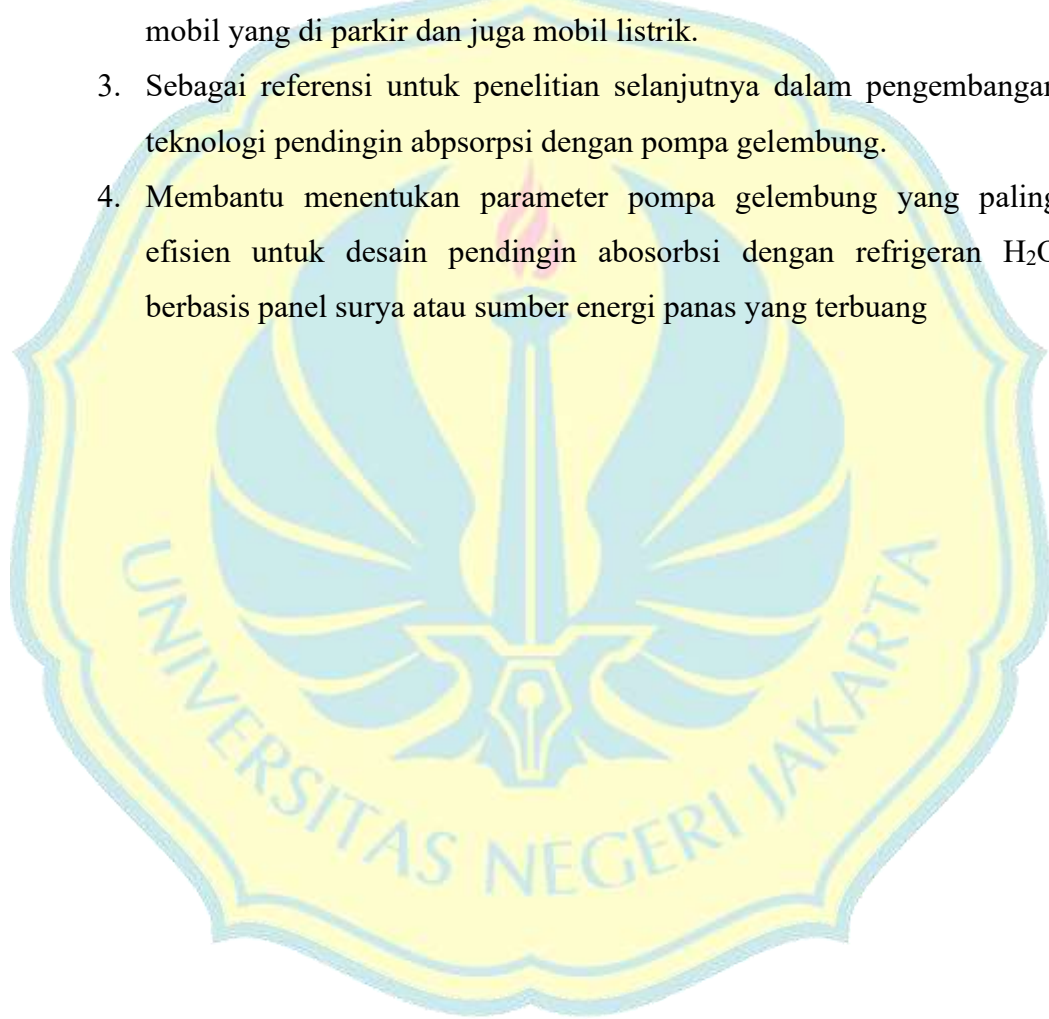
Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya :

1. Mengetahui pengaruh parameter daya dan SR terhadap laju aliran dan karakteristik aliran pompa gelembung berdasarkan kebutuhan sistem pendingin absorpsi dengan refrigeran H<sub>2</sub>O.
2. Mengetahui parameter terbaik dari hasil uji pompa gelembung yang nantinya akan di gunakan untuk pendingin absorpsi berefrigeran H<sub>2</sub>O.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya di bidang konversi energi, maka penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat, diantaranya yaitu:

1. Mendukung pengembangan teknologi pendingin ramah lingkungan.
2. Sebagai informasi bagi pengembangan sistem pendingin absorpsi pada mobil yang di parkir dan juga mobil listrik.
3. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknologi pendingin absorpsi dengan pompa gelembung.
4. Membantu menentukan parameter pompa gelembung yang paling efisien untuk desain pendingin absorpsi dengan refrigeran  $H_2O$  berbasis panel surya atau sumber energi panas yang terbuang



*Intelligentia - Dignitas*