

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebuah bangunan hendaknya bisa memberikan para penghuninya rasa aman dan nyaman agar mereka bisa tinggal dan beraktifitas disana. Hal-hal yang memberikan rasa nyaman antara lain adalah mampu meminimalisir suara bising dari luar, memiliki pencahayaan ruangan yang cukup, dan yang tidak kalah penting yaitu dapat melindungi manusia dari iklim contohnya cuaca panas supaya penghuninya tidak merasa kepanasan, Karena tubuh manusia sangat membutuhkan kenyamanan termal untuk melakukan aktifitas [1].

Faktor utama untuk memberikan kenyamanan termal pada sebuah ruangan antara lain kualitas kebersihan udaranya, tingkat kelembaban udara yang rendah, dan alat pendingin udara. Namun sekarang ini salah satu sumber energi terbesar yang harus dikeluarkan untuk pengoperasian sebuah gedung adalah alat pendingin ruangnya yaitu *air conditioner* (AC). Energi yang dibutuhkan untuk pengoperasian sebuah AC pada sebuah gedung dapat mencapai hingga 65% energi keseluruhan gedung tersebut. Penelitian studi sebelumnya mengatakan salah satu langkah untuk upaya penghematan energi pada sebuah gedung yaitu dengan mengurangi beban energi dari AC [2,3].

Cadangan minyak bumi di Indonesia kapasitasnya semakin berkurang, hal ini disebabkan karena pertumbuhan industri dan pertambahan jumlah penduduk. Sehingga penghematan energi perlu dilakukan untuk memperpanjang eksistensi minyak bumi di Indonesia. Indonesia bahkan diramalkan akan kehabisan cadangan minyak bumi jika tidak menemukan sumur baru dalam kurun waktu 10 hingga 15 tahun [4].

Dalam sebuah ruangan yang tidak besar, banyak diaplikasikan pendingin ruangan berjenis pendinginan evaporatif. Pendinginan evaporatif yaitu pendinginan dengan cara membiarkan terjadinya kontak secara langsung antara air dan udara, sehingga peristiwa tersebut memungkinkan terjadinya perpindahan panas. Panas sensibel yang lepas dimanfaatkan untuk penguapan butiran air dan

temperatur bola kering udara mengalami penurunan [5,6]. Pendinginan evaporatif terbagi menjadi dua jenis yaitu pendinginan secara langsung dan tidak langsung. Pendinginan evaporatif langsung adalah proses pendinginan dengan cara menghirup udara sekitar dengan menggunakan kipas lalu diarahkan untuk melalui *cooling pad*, setelah itu *sprayer* menyemprotkan uap air sehingga memicu terjadinya kontak antara air dengan udara sehingga terjadilah pendinginan udara, sedangkan pada pendinginan evaporatif tidak langsung yaitu merupakan lanjutan dari proses evaporatif langsung. Hasil pendinginan evaporatif langsung diteruskan ke sebuah alat bernama *heat exchanger*, alat ini berfungsi sebagai tempat perpindahan panas antara udara hasil pendinginan evaporatif langsung dengan udara lingkungan sekitar [5].

Sebuah alat bernama *air cooler* adalah alat pendingin ruangan yang menerapkan sistem *evaporative cooling*. *Air cooler* banyak dipilih oleh masyarakat sebagai alat pendingin ruangan alternative dari AC karena untuk pengoperasian *air cooler* membutuhkan daya listrik yang jauh lebih rendah dari AC. *Air cooler* menggunakan daya hanya untuk kipas dan pompa air sedangkan AC membutuhkan daya untuk menggerakkan *compressor* dan kipas-kipas *evaporator* dan kondensor Daya listrik AC yang terendah berada dikisaran 373 watt, nilai tersebut masih lebih tinggi dari daya *air cooler*, bahkan ada *air cooler* yang dapat beroperasi dengan daya dibawah 100 watt [7].

*Air cooler* bekerja dengan menggunakan fluida kerja berupa air dan es balok, es balok akan direndam kedalam sebuah penampung yang berisi air, lalu es tersebut akan menurunkan suhu air, air tersebut lalu akan diubah menjadi bentuk uap lalu dihembuskan keluar bersama dengan udara [7]. Penggunaan es balok pada alat ini menjadi salah satu kekurangan pada *air cooler*, karena es yang sifatnya hanya sementara dan lama-kelamaan akan menjadi cair sehingga tidak lagi dapat mendinginkan air [8]. Uap air yang dihembuskan oleh *air cooler* ini juga dapat memicu meningkatnya kelembaban udara di dalam ruangan, udara dengan kelembaban yang tinggi ini dapat berpotensi memicu terjadinya pertumbuhan bakteri di udara dan akan beresiko bagi kesehatan manusia [9]. Berdasarkan data tersebut perlu dilakukan pembaharuan pada alat pendingin *air cooler* supaya bisa menjadi alat penyejuk ruangan yang ramah kesehatan namun

tetap hemat energi sehingga bisa menjadi alat pendingin alternative bagi pengguna *Air Conditioner*.

Sebuah teknologi bernama efek peltier ditemukan oleh seorang fisikawan asal prancis yang bernama Jean Charles Peltier di tahun 1834. Efek ini bekerja dengan cara mengkonversi arus listrik menjadi suatu perubahan suhu [10]. *Thermoelectric cooler* atau pendingin termoelektrik merupakan alat pendingin yang memanfaatkan *peltier* [11,12]. *Peltier* memiliki dua konduktor terbuat dari elemen berbahan semikonduktor. Elemen ini memiliki dua sisi yang memiliki respon berlawanan apabila diberikan arus listrik, satu sisi menjadi panas dan sisi yang lainnya menjadi dingin, masing-masing sisi elemen dapat dimanfaatkan sesuai dengan kegunaannya [13]. **Gaga Putra et al** [14], melakukan eksperimen pada kabin mobil yang terparkir di bawah sinar matahari untuk mencegah panas yang berlebihan di dalam kabin yang dapat menyebabkan kerusakan kompartemen interior dan berbahaya bagi kesehatan dengan memasang alat pendingin yang memanfaatkan *thermoelectric*, hasil dari eksperimen tersebut yaitu panas di dalam kabin menurun 10 °C dan daya pendinginan sebesar 339 Watt [14].

**Ficho Cahaya Putra dan V. Vekky R. Repi** [11] merancang sebuah kotak pendingin untuk tempat vaksin dan obat-obatan dengan memanfaatkan alat *thermoelectric cooler* sebagai alat pendinginnya, hasilnya kotak pendingin tersebut memiliki suhu 18,4 °C saat kosong, 18,6 °C pada beban 100 ml, 18,8 °C pada beban 250ml, dan 18,9 °C pada beban 500ml [11]. Berdasarkan penelitian tersebut, *thermoelectric cooler* dipercaya juga bisa dimanfaatkan pada alat pendingin udara *air cooler*, alat ini bisa digunakan untuk menjaga suhu air dan es agar tetap dingin sehingga memperpanjang masa pakai *air cooler*.

Sisi yang dingin pada *thermoelectric cooler* dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan air pada wadah dan sisi yang panas akan terjadi proses pembuangan kalor sehingga perlu alat yang dapat menyerap kalor yaitu heat sink dan fan sebagai alat untuk membuang kalor. Model *transfer* panas melalui heat sink atau alat penukar kalor lainnya sangat mempengaruhi kinerja dari modul *thermoelectric* [15]. Kinerja *thermoelectric* sangat dipengaruhi oleh perbedaan suhu pada kedua sisinya, guna menambah kemampuan pembuangan kalor pada

sisi panas *thermoelectric* perlu diberikan sebuah heat exchanger tambahan yang memiliki kemampuan pengantar panas yang tinggi yaitu salah satunya adalah *heat pipe* atau pipa kalor.

*Heat Pipe* adalah alat yang tingkat koefisien penghantar panas yang sangat tinggi [16]. *Heat pipe* memiliki tiga bagian yaitu bagian *evaporator*, diabatik dan kondensor, pada bagian *evaporator* berfungsi sebagai tempat penyerapan panas dari struktur sumbu dan dinding pipa panas, sehingga fluida akan menguap, pada bagian diabatik fluida kerja yang menguap lalu menghasikan tekanan uap yang membuat fluida terdorong ke bagian kondensor, pada bagian kondensor terjadi pengembunan dan melepaskan panas laten dari penguapan [16]. *Heat pipe* dapat digunakan pada perangkat elektronik contohnya komputer, chip pada komputer yang pengepakannya cukup padat memicu terjadinya peningkatan panas sehingga perlu ada alat yang mampu melakukan pembuangan panas yaitu *heat pipe* [16].

**Sukarno et al** [17], melakukan penelitian dengan mendesain sistem HVAC pada ruangan *airborne infection isolation* (AII) pada rumah sakit dengan tujuan untuk menghilangkan udara terkontaminasi dengan melakukan perubahan fisik melalui penambahan *heat pipe heat exchanger* (HPHE). Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan suhu masuk udara segar antara 30 dan 45 C dan kecepatan antara 1,5 dan 2,5 m/s dengan tiga konfigurasi. HPHE berhasil mengurangi konsumsi energi melalui pra-pendinginan udara segar sebelum memasuki perangkat koil pendingin dengan perbedaan suhu tertinggi 9,4 C. Pemulihan energi tertinggi adalah 767 W pada volume udara 0,080 m<sup>3</sup>/s, yang dapat menangani 46% dari total beban sistem HVAC pada kondisi pengoperasian dan meningkatkan efisiensi gabungan sistem HVAC [17]. *Heat pipe* telah terbukti mampu menghantarkan dan membuang panas dengan baik, oleh karena itu *heat pipe* seharusnya dapat diaplikasikan pada *thermoelectric* untuk memaksimalkan proses pembuangan kalor pada sisi panas *thermoelectric*.

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan alat penyejuk udara skala kecil dengan memanfaatkan *thermoelectric* dan *heat pipe* menjadi satu kesatuan, lalu memasangkannya disamping wadah air pada alat pendingin *air cooler*. Pemasangan *thermoelectric* dan *heat pipe* ini bertujuan untuk memaksimalkan membuang kalor dari dalam

*casing air cooler* agar es yang ada didalamnya tidak mudah mencair dalam waktu singkat sehingga *air cooler* dapat difungsikan dalam waktu yang lebih lama. sehingga *air cooler* dapat berperan menggantikan AC dan bisa menjadi pendingin ruangan yang hemat energi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi, diantaranya:

1. *Air conditioner* (AC) merupakan salah satu konsumsi energi terbesar pada pengoperasian sebuah gedung
2. *Air cooler* yang sudah ada di pasaran menghembuskan udara dengan kelembaban tinggi yang tidak baik untuk kesehatan karena dapat memicu pertumbuhan bakteri di udara
3. *Air cooler* menggunakan *ice pack* sebagai media pendinginan air sehingga penggunaannya sementara dan terbatas

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian dan tidak terjadi perluasan masalah maka penulis membatasi sebagai berikut:

1. Variabel alat pendingin dibatasi hanya 6 variasi
2. Massa *ice pack* dibatasi hanya 800 gram
3. Modul *thermoelectric cooler* yang digunakan tipe TEC1-12706
4. Modul *thermoelectric cooler* dibatasi menggunakan sampai 2 tingkat
5. Pengujian ini mengabaikan tingkat kelembaban udara
6. Pengujian difokuskan pada suhu udara yang dihasilkan oleh alat, suhu air dan waktu kenaikan suhu air

## 1.4 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Apakah penggunaan *thermoelectric* dapat memperlambat kenaikan suhu air pada alat penyejuk udara *portable*?
2. Apakah penggunaan *heat pipe* dapat meningkatkan kinerja *thermoelectric*?

3. Bagaimana pengaruh penggunaan *thermoelectric* dan *heat pipe* terhadap penghematan energi pada alat penyejuk udara *portable*?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan *thermoelectric* terhadap laju kenaikan suhu air pada alat penyejuk udara *portable*
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *heat pipe* terhadap kinerja *thermoelectric*
3. Menganalisis pengaruh penggunaan *thermoelectric* dan *heat pipe* terhadap penghematan energi pada alat penyejuk udara *portable*

### 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini kedepannya bisa dijadikan untuk pengetahuan yang sangat bermanfaat dan referensi tentang pendingin *thermoelectric* dan *heat pipe*.

1. Menciptakan alat penyejuk udara hemat energi yang ramah kesehatan dan lingkungan
2. Menambah ilmu pengetahuan mengenai pemanfaatan *thermoelectric* dan *heat pipe* terhadap alat penyejuk udara *portable*
3. Menjadi perbandingan dan bahan referensi untuk penelitian di masa yang akan datang