

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Sejak pengenalannya pada tahun 1930, *chlorofluorocarbons (CFCs)* dan *hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)* telah banyak digunakan sebagai *refrigerant* utama pada sistem pendingin dan pengkondisian udara dikarenakan oleh karakteristik termodinamikanya yang bagus. Namun pada tahun 1974, Molina dan Rowland menemukan bahwa emisi dari *CFCs* dan *HCFCs* ke atmosfer dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon. Penemuan Molina ini dikonfirmasi oleh beberapa peneliti pada tahun-tahun berikutnya dan menyimpulkan hasil yang sama. Teori yang paling diakui mengenai penipisan lapisan ozon akibat kedua *refrigerant* ini yaitu ketika molekul dari *CFCs* atau *HCFCs* lepas ke atmosfer, lambat laun molekul ini akan memutuskan rantai-rantai ikatan molekulnya menjadi atom-atomnya, salah satu atom penyusunnya yaitu atom *chlorine* memiliki reaktifitas yang tinggi terhadap ozon ( $O_3$ ) akibatnya apabila pada suatu tempat di atmosfer memiliki konsentrasi atom *chlorine* yang tinggi maka laju perusakan ozon akan lebih besar dibandingkan laju pembentukannya, sehingga lapisan ozon pada daerah itu akan mengalami penipisan.[1] Sebagai alternatif dikembangkanlah *refrigerant* tanpa kandungan *chlorine* yaitu *hydrofluorocarbons (HFCs)*. Beberapa *HFCs* memiliki karakteristik sebagai *refrigerant* yang baik yaitu sifat termodinamikanya yang baik, tidak beracun, dan tidak dapat terbakar, namun seperti *CFCs* dan *HCFCs* ia merupakan gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Hal ini menyebabkan kebangkitan penggunaan *refrigerant* alami seperti amonia dan hydrocarbon dalam sistem pendingin, meskipun demikian pada umumnya *refrigerant* alami memiliki sifat beracun atau dapat terbakar.

Untuk mengantisipasi kian parahnya lapisan ozon, dunia internasional pun sepakat mengurangi konsumsi bahan perusak lapisan ozon (BPO) termasuk *CFCs*, *HCFCs*, dan *HFCs* secara bertahap. Kesepakatan internasional yang diadakan di Wina, Austria pada 22 Maret 1985 dan pertemuan di Montreal, Kanada pada 16 September 1987 itu kemudian menghasilkan Konvensi Wina dan Protokol Montreal. Menurut Deputi Bidang Pelestarian Lingkungan Kementerian LH, Dra Liana Bratasida, MS, pemerintah Indonesia melalui Keputusan Presiden No 23/1992 meratifikasi kedua perjanjian internasional tersebut, Dengan demikian, Indonesia berkewajiban ikut melaksanakan ketentuan dalam protokol tersebut yaitu mengembangkan program perlindungan lapisan ozon di tingkat nasional serta melaksanakan upaya penghapusan BPO secara bertahap sesuai dengan ketentuan yang berlaku.[2]

Salah satu teknologi pendinginan dan pengontrol udara yang menjanjikan sebagai teknologi masa depan dalam upaya mengurangi kerusakan lingkungan ialah sistem pendinginan tak langsung. Sistem ini memang tetap menggunakan *refrigerant* yang berbahaya namun tingkat keamanannya dapat ditingkatkan karena *refrigerant* utama yang merupakan *refrigerant* berbahaya dipusatkan pada lokasi yang aman sehingga peluang bocor ke atmosfer dapat diperkecil. Sedangkan *refrigerant* kedua yang merupakan jenis *refrigerant* yang aman bagi lingkungan didistribusikan ke daerah yang memerlukan pendinginan, proses perpindahan kalor antara *refrigerant* utama dan kedua terjadi pada alat penukar kalor utama. Jenis *refrigerant* kedua yang pada umumnya telah digunakan secara luas ialah larutan air dengan zat adiktif seperti garam, *ethylene glycol*, potassium format, dll. Fungsi utama penambahan zat adiktif pada air ialah untuk menurunkan titik beku larutan, semakin besar konsentrasi zat adiktif maka akan semakin rendah titik beku larutan. Pada aplikasinya larutan-larutan ini didinginkan hanya sampai mendekati titik beku larutan, akibatnya ia memiliki beberapa kerugian diantaranya volume yang besar dan terbatasnya aplikasi yang disebabkan hanya memanfaatkan kalor *sensible*. Pada perkembangan selanjutnya larutan-larutan tersebut didinginkan sampai temperatur dibawah titik bekunya yaitu pada daerah fase *liquid-ice* sehingga membentuk suspensi padatan yang terdistribusi merata pada cairan, suspensi ini biasa disebut sebagai *ice slurry*. *Ice*

*slurry* memiliki sifat termodinamika yang sangat baik yaitu kapasitas panas yang besar yang disebabkan pemanfaatan kalor *sensible* dan kalor *laten* sehingga ia mampu menyerap panas lebih besar untuk massa yang sama dibandingkan larutan brine konvensional. Selain itu meskipun berada pada fase *liquid-ice*, *ice slurry* tetap mampu dialirkan melalui pipa dengan pressure drop yang masih terjangkau oleh pompa-pompa pada umumnya.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari hasil penelitian sebelumnya pada laboratorium perpindahan kalor departemen teknik mesin UI, dilaporkan bahwa untuk membuat *ice slurry* menggunakan *ice slurry generator* dibutuhkan kecepatan *auger* yang tinggi (sampai 750 rpm), diduga hal ini dikarenakan pada *auger* belum dilengkapi *scraper* yang mampu meningkatkan koefisien perpindahan kalor. Selain itu juga dilaporkan pada dinding *heat transfer ice slurry generator* ditutupi oleh lapisan es sehingga meningkatkan resistansi perpindahan kalor.[3] Diharapkan apabila *auger* tersebut dilengkapi dengan *scraper* maka kedua hal ini dapat diperbaiki.

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk merancang dan membangun *scraper* yang mampu bersatu dengan baik pada *auger* yang telah ada dan mampu meningkatkan koefisien perpindahan kalor pada *ice slurry generator*, sehingga untuk mengubah suatu larutan *biner* menjadi *ice slurry* diperlukan kecepatan putaran yang relatif rendah dan terbentuknya fraksi massa es yang besar dalam waktu yang relatif lebih cepat dibandingkan tanpa menggunakan *scraper* untuk massa larutan *biner* yang sama.

## 1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini ialah peningkatan koefisien perpindahan kalor akibat penggunaan *scraper* pada *auger ice slurry generator*. Dengan demikian

diharapkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setimbang dapat lebih cepat pada kecepatan *auger* yang relatif rendah.

## 1.5 RUANG LINGKUP DAN BATAS-BATAS PENELITIAN

Ruang lingkup dari penelitian ini terdiri dari beberapa aspek, diantaranya:

- Perancangan dan pembuatan *scraper*
- Pengaruh kecepatan putar dan fraksi massa awal larutan terhadap perpindahan kalor
- Pengujian perpindahan kalor pada *ice slurry generator* dengan dan tanpa *scraper*
- Perbaikan sistem refrigerasi *ice slurry generator*.

Adapun batas-batas pada penelitian ini ialah:

- Larutan *biner* yang digunakan merupakan campuran air dengan ethylene glycol sebagai zat penurun titik beku.
- Analisa berdasarkan kurva temperatur pada dinding dan larutan *biner* terhadap waktu, selain itu untuk menganalisa pola aliran menggunakan perangkat bantu berupa software metode CFD.
- Tidak diselidiki peningkatan torsi akibat adanya adhesi es pada dinding perpindahan kalor.
- Tidak diselidiki ukuran kristal es yang terbentuk pada semua mode pengujian.

## 1.6 METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pembelajaran bahan-bahan yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal dan situs-situs internet.

### 2. Perancangan *scraper*

Perancangan alat *Scraper* dilakukan dengan pertimbangan seperti kekuatan dan sifat material, kemudahan dalam mencari komponen-komponen yang dibutuhkan dipasaran, kelayakan dalam proses produksi, dan efektif dalam meningkatkan performa *ice slurry generator*.

### 3. Pembuatan *Scraper*

Pembuatan *scraper* dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kinerja *ice slurry generator* dengan dan tanpa *scraper*.

### 4. Pengujian *ice slurry generator* yang telah dilengkapi *scraper*

Unjuk kerja alat dilakukan melalui proses kalibrasi termokopel, pengambilan data temperatur pada alat dan pengolahan data pengujian.

### 5. Analisa dan Kesimpulan Hasil Pengujian

Setelah data diolah maka dilakukan proses analisa terhadap grafik yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, mengetahui unjuk kerja dari alat *ice slurry generator* yang dilengkapi *scraper* dan memberikan saran terhadap pengembangan *ice slurry generator* selanjutnya.

## 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini dilakukan menurut urutan bab-bab sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi latar belakang yang melandasi penulisan skripsi, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendasari penelitian ini dan perkembangan teknologi *ice slurry* yang kemungkinan bisa diterapkan untuk *ice slurry generator*. Tinjauan pustaka ini diambil dari beberapa buku, jurnal dan situs-situs internet.

### BAB III PERANCANGAN *SCRAPER*

Bab ini berisi penjelasan secara lengkap tentang konsep desain alat, penerapan formula-formula yang telah disebutkan pada tinjauan pustaka dan analisa modulus kegagalan *scraper*.

### BAB IV PERALATAN DAN PERBAIKAN SISTEM

Bab ini menjabarkan alat-alat yang digunakan untuk penelitian, perbaikan alat, prosedur penelitian dan metode pengolahan data

## BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini ditampilkan grafik-grafik temperatur untuk berbagai modus pengujian, nilai laju perpindahan kalor dan koefisien perpindahan kalor. Kemudian menganalisa hasil yang didapat yang meliputi performa *ice slurry generator* dengan dan tanpa *scraper*, dan laju perpindahan kalor atau koefisien perpindahan kalor terhadap kecepatan putar dan konsentrasi.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan diambil beberapa kesimpulan dari seluruh analisa yang telah dilakukan dengan disertai saran terhadap sistem ISG.

