

BAB IV

ANALISIS

4.1 ANALISA PERANCANGAN DAN ALAT

Perancangan *containerized block ice plant* ini sangat mempertimbangkan faktor biaya pembangunan *ice plant*. *Containerized block ice plant* ini menggunakan sebuah *container* berukuran 20 ft. Dalam *container* tersebut dibangun *block ice plant* yang secara garis besar terdiri dari ruang mesin dan ruang produksi. Ruang produksi berukuran $4,6 \times 2,3$ m, sedangkan ruang mesin berukuran $1,4 \times 2,3$ m.

Ruang produksi merupakan ruang dibuatnya es balok dalam *ice bank*, sedangkan ruang mesin merupakan ruang penempatan mesin-mesin refrigerasi. Antara ruang produksi dan ruang mesin dipisahkan dengan sandwich panel untuk mereduksi perpindahan kalor dari ruang mesin menuju ruang produksi. Pada ruang mesin dibuat dua pintu berbentuk jeruji. Disain pintu berbentuk jeruji ini berfungsi untuk membantu sirkulasi udara pada ruang mesin serta mengeluarkan panas pada ruang mesin sehingga tidak merambat ke ruang produksi.

Pekerja melakukan aktivitas produksi es ini di atas *ice bank* dengan sedikit merunduk terkait dengan keterbatasan ketinggian *container*. Pada ruang produksi dilas plat I beam pada langit-langit *container* sebagai jalur maju mundur dari *hoist* pengangkat *can*. Sedangkan, *water reservoir* ditempatkan di atas *container* untuk mengisi sebaris cetakan yang telah kosong setelah panen. Pada *water reservoir* ini, dibuat sekat-sekat yang membagi reservoir menjadi beberapa bagian sesuai jumlah *can* dalam satu baris. Disamping itu, volume dari ruang-ruang pada reservoir tersebut sesuai dengan volume *can*, sehingga jumlah air pada reservoir sama dengan jumlah air yang dibutuhkan untuk memenuhi kembali sebaris *can* yang telah dipanen.

Ketika panen, es direndam terlebih dahulu pada diptank yang terletak berdampingan dengan *ice bank*. Setelah itu baru dipisahkan antara es dan *can* pada *tilting* dan slideboard. *Tilting* dan slideboard dilengkapi dengan roda

sehingga dapat dipindah-pindahkan dengan mudah. Ketika akan panen, maka *tilting* dan slideboard dikeluarkan dari tempat penyimpanannya untuk digunakan, pada saat selesai disimpan kembali pada tempatnya.

Pada perancangan ini, untuk meratakan pendinginan oleh *brine* maka dibuat sudu yang mengarahkan *brine* menjadi tiga arah untuk membekukan air. Selain itu, digunakan pula agitator two four-blade untuk mensirkulasikan *brine* pada level bawah dan atas.

4.2 ANALISIS PERHITUNGAN

4.2.1 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan Pembuatan Es

Melalui perhitungan dapat ditentukan spesifikasi peralatan yang sesuai dengan perancangan yang ada. Spesifikasi tersebut meliputi dimensi, kapasitas, maupun daya peralatan, sehingga dapat dilakukan pemilihan peralatan yang tepat.

Beban refrigerasi untuk membekukan air merupakan perhitungan awal yang dilakukan untuk menentukan jumlah kalor yang harus diserap dalam proses refrigerasi ini. Dalam penghitungan beban refrigerasi, selain menghitung beban pendinginan langsung dan kerugian-kerugian kalor, juga ditambahkan *safety factor* sebesar 30% dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Kurang sempurnanya isolasi yang diberikan pada *ice bank*,
- Pembukaan kayu penutup pada waktu mencabut es dan pengisian air juga menambah beban panas.

Perhitungan beban refrigerasi ini akan mempengaruhi perhitungan-perhitungan selanjutnya serta menjadi pertimbangan dalam memilih peralatan refrigerasi.

4.2.2 Analisis Perhitungan dan Pemilihan Mesin-Mesin Refrigerasinya

4.2.2.1 Evaporator

Beban refrigerasi merupakan input dari perancangan mesin-mesin dan efek refrigerasi. Dengan perhitungan beban refrigerasi ini dapat ditentukan jumlah kalor yang harus diserap oleh evaporator dalam system refrigerasi. Dari nilai kalor tersebut dapat ditentukan jumlah tubes yang digunakan sebagai flooded evaporator pada system refrigerasinya. Proses penghitungan flooded evaporator

ini harus mempertimbangkan temperatur evaporator, *brine*, dan fluktuasi temperatur *brine* akibat penyerapan kalor dan *heat losses*. Selain itu, juga dipengaruhi oleh konduktivitas termal dari material tubes serta diameter dan panjang tubes.

4.2.2.2 Kompresor

Setelah beban pendinginan dan evaporator ditentukan, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap daya kompresor yang dibutuhkan. Pada perhitungan daya kompresor ini, sangat dipengaruhi oleh laju aliran *refrigerant* dan daya kompresi. Selain itu, pada kondisi real terdapat beberapa pertimbangan seperti di bawah ini:

- Semua kompresor yang ada membutuhkan temperatur *superheat* untuk menjamin bahwa tidak ada *refrigerant* cair yang masuk ke dalam kompresor. Biasanya perusahaan kompresor menetapkan temperatur *superheat* minimal 5K.^[14]
- Efisiensi isentropis kompresor tidak ada yang sama dengan 1, tetapi hanya berkisar antara 0,7 – 0,8.^[17]
- Pressure drop senantiasa timbul pada system refrigerasi, umumnya didisain pada range 0.5-1 K.^[18]
- Compressor heatloss pada kompresor semihermetic sebesar 10 %.^[17]

Berdasarkan semua pertimbangan di atas maka ditentukanlah jenis kompresor yang sesuai dengan input tersebut. Pada pemilihan kompresor ini digunakan software bitzer untuk menentukan tipe kompresor yang sesuai dengan kebutuhan perancangan.

4.2.2.3 Kondensor

Setelah menentukan evaporator dan kompresor, kemudian dilanjutkan dengan menentukan *condenser*. Kerja kondensasi yang dibutuhkan merupakan penjumlahan antara kerja evaporasi dengan kerja kompresi yang digunakan, sehingga daya *condenser* dapat ditentukan dengan laju aliran *refrigerant* 0,103 kg/s. Dalam pemilihan *condenser*, perlu dipertimbangkan beberapa hal yaitu:

- Temperatur udara yang mendinginkan *refrigerant*,
- Daya *condenser* yang dibutuhkan.

Temperatur udara yang digunakan di sini adalah temperatur udara yang ada di Surabaya. Karena berdasarkan 5 stasiun cuaca yang ada di Indonesia, temperatur terpanas pada bulan terpanas terdapat di kota Surabaya^[10] di mana temperatur udara mampu 34,2°C dengan temperatur rata-rata bola basah yang bersesuaian sekitar 24,6°C. Sehingga dalam pemilihan kondenser nantinya digunakan temperatur udara 35°C dan temperatur bola basah 25°C.

4.3 ANALISIS KAPASITAS PRODUKSI

Dari perhitungan, diperoleh waktu pembekuan es, $t_{\text{pembekuan}}$, sebesar 20,6 jam. Sehingga panen hanya dapat dilakukan sekali dalam 1 hari dengan jumlah es balok sebanyak 128 buah. Dengan 128 es balok yang diproduksi per harinya, membutuhkan air sebanyak 1644,44 kg atau 15,85 kg/can per hari. Kapasitas produksi ini didukung oleh kompresor berdaya 6,65 kW. Perbandingan antara kapasitas produksi dengan daya kompresor sebesar:

$$\frac{m_{es}}{P_k} = \frac{1644,44}{6,84} = 240,4 \frac{kg}{kW}$$

Jika dibandingkan dengan rancangan sebelumnya dengan kapasitas produksinya 144×24×3 kg/hari, dengan daya kompresor 58,7 kW, maka dihasilkan perbandingan antara massa es yang diproduksi dengan daya kompresor adalah sebesar:

$$\frac{m_{es}}{P_k} = \frac{24 \times 144 \times 3}{58,7} = 176,63 \frac{kg}{kW}$$

Dari data di atas tampak bahwa perancangan *Containerized block ice plant* ini cukup efektif melihat jumlah kg es yang diproduksi per kW kompresornya lebih besar daripada rancangan *containerized block ice plant* yang sebelumnya.