

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

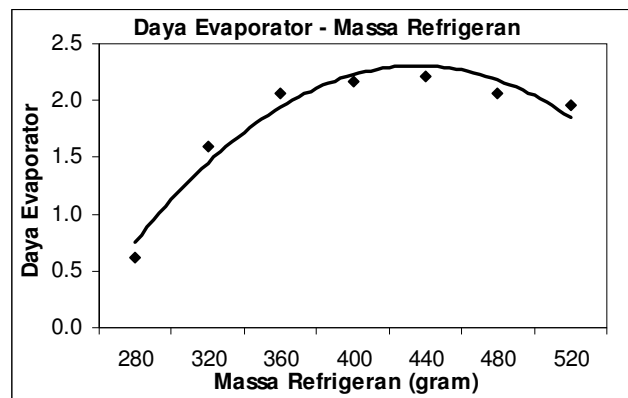
Dari perancangan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Kompresor, kompresor yang digunakan :
 - kompresor hermetik jenis rotari
 - daya kompresor sebesar 1 HP
2. Evaporator, menggunakan pipa tembaga ukuran diameter 3/8 in yang disusun sedemikian rupa dalam bentuk laluan dengan panjang satu laluan adalah 31 cm maka jumlah laluan seluruhnya adalah 66 laluan dan disusun dalam 11 tingkat dengan jumlah laluan pertingkat adalah 6. Data hasil perancangan evaporator :
 - Temperatur permukaan, T_s adalah $9,17\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Luas total permukaan pipa, A_o adalah $0,6175\text{ m}^2$
 - Panjang total pipa, L adalah $20,69\text{ m}$
 - Koefisien konveksi rata-rata sisi evaporator $h_o = 219,018\text{ W/m}^2.\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Koefisien perpindahan kalor total, $U_o = 172,7496\text{ W/m}^2.\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Kondensor, menggunakan pipa tembaga ukuran diameter 3/8 in ini disusun sedemikian rupa dalam bentuk laluan dengan panjang satu laluan adalah 33 cm maka jumlah laluannya adalah 66 laluan dan disusun dalam 11 tingkat dengan jumlah laluan pertingkat adalah 6. Data hasil perancangan kondensor
 - Temperatur permukaan, T_s adalah $40,93\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Luas total permukaan pipa, A_o adalah $0,6489\text{ m}^2$
 - Panjang total pipa, L adalah $21,74\text{ m}$

- Koefisien konveksi rata-rata sisi evaporator $h_0 = 315,738 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
 - Koefisien perpindahan kalor total, $U_0 = 236,469 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
4. Pipa kapiler, menggunakan pipa tembaga dengan diameter 1,7 mm, yang bekerja pada temperatur kondensasi $45 \text{ }^\circ\text{C}$ dan temperatur evaporasi $5 \text{ }^\circ\text{C}$ panjang pipa kapiler adalah 1,65 m

4.2 Pembahasan

4.2.1 Massa Optimum Refrigeran Hidrokarbon HCR22

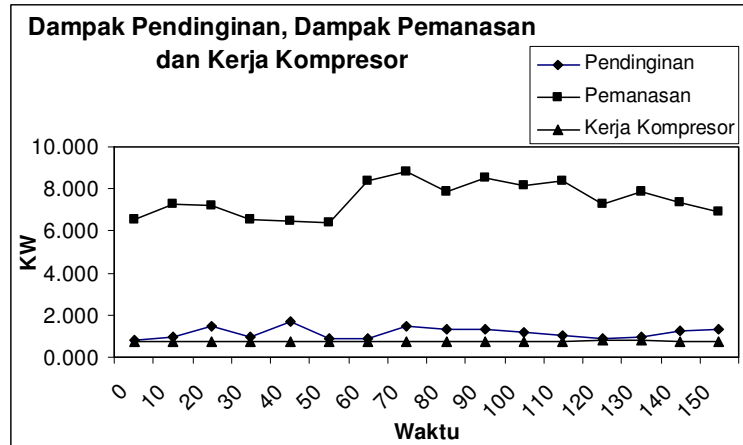


Gambar 4.1 Grafik massa refrigeran HCR22 optimum dan daya evaporator

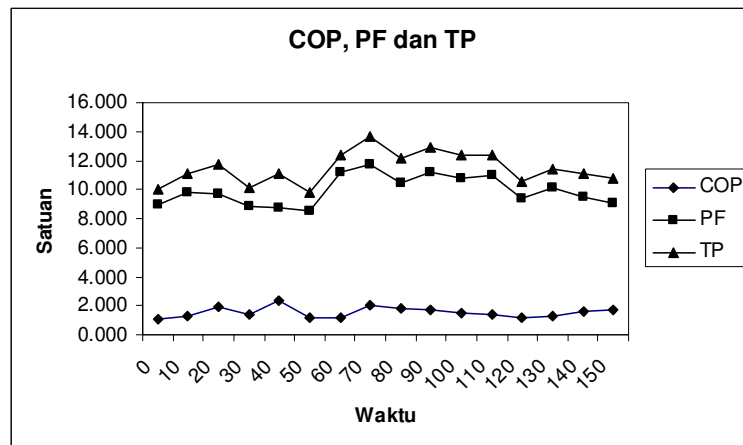
Penggunaan refrigeran HCR 22 massa refrigeran lebih hemat 51,2 persen dari massa refrigeran R22(Azridjal Aziz, 2006) . Pada gambar 4.1 terlihat bahwa massa refrigeran optimum HCR22 sebesar 440 gram pada COP 2,221. Setelah penambahan massa refrigeran COP cenderung turun, hal ini disebabkan massa refrigeran yang bertambah mengakibatkan daya kompresor meningkat. Hal ini menyebabkan COP mesin menurun karena adanya pengaruh peningkatan daya kompresor. COP merupakan perbandingan atau rasio antara daya pendinginan di evaporator dibandingkan terhadap daya kompresor yang menggerakkan mesin pendingin.

4.2.2 Proses Charging

Pada gambar 4.2 dapat dilihat dampak pendinginan rata-rata dari HCR22 adalah 1,151 kW, dampak pemanasan rata-rata 7,502 kW dengan daya kompresor rata-rata 0,754 kW.



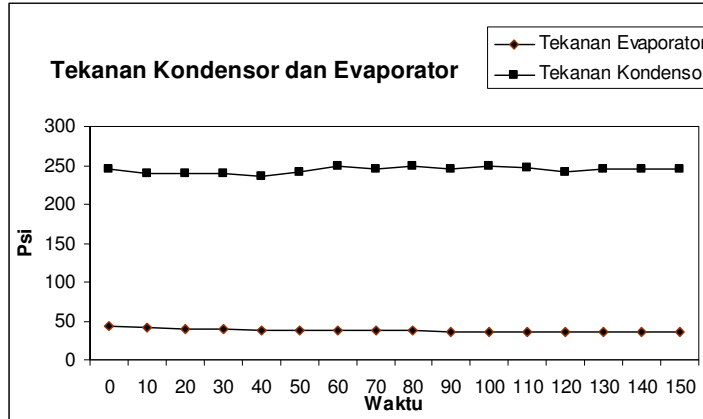
Gambar 4.2 Dampak pendinginan, dampak pemanasan dan kerja kompresor



Gambar 4.3 COP, PF dan TP mesin refrigerasi hibrida dengan Thermal Energy Storage (Ice Storage)

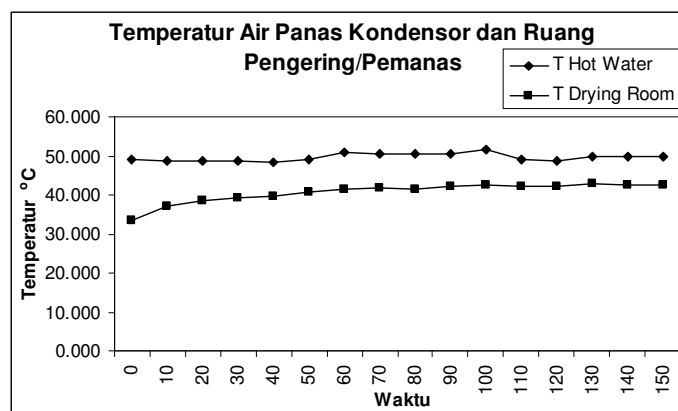
COP rata-rata dari mesin pada proses Charging adalah 1,528, PF rata-rata adalah 9,945 dan Tp rata-rata adalah 11,473. Tampak di sini bahwa pola kecenderungan gambar 4.2 dan gambar 4.3 memiliki kecenderungan yang sama, hal ini karena COP,

PF maupun TP merupakan rasio daya pada evaporator atau panas yang dimanfaatkan di kompresor terhadap kerja kompresor secara keseluruhan.



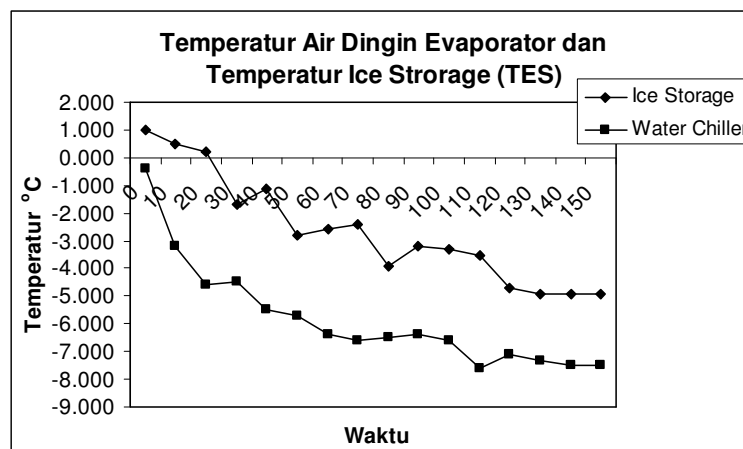
Gambar 4.4 Tekanan kondensor dan tekanan evaporator

Tekanan kerja pada kondensor dan evaporator seperti tampak pada gambar 4.4 adalah tekanan rata-rata kondensor 245 Psi dengan tekanan evaporator rata-rata 38 Psi. Tekanan kerja evaporator cenderung turun dari tekanan standarnya yaitu 70 Psi, hal ini terjadi karena temperatur di tangki evaporator /water chiller berada pada temperatur rata-rata -6°C , sedangkan tekanan standar pada sistem refrigerasi berada temperatur rata-rata 10°C .



Gambar 4.5 Temperatur ruang pengering/pemanas dan temperatur air panas di tangki kondensor

Pada gambar 4.5 dapat dilihat rata-rata temperatur air panas adalah 49,7 °C dengan temperatur ruang pengering/pemanas pada temperatur 40,7 °C. Temperatur ini diperoleh pada tekanan kondensor rata-rata 245 Psi. Selisih antara temperatur air panas dan temperatur ruangan berkisar 10 °C, selisih ini terjadi karena adanya rugi-rugi kalor/panas saat terjadinya proses pertukaran kalor dan distribusi air panas di koil pemanas di ruang pemanas/pengering.



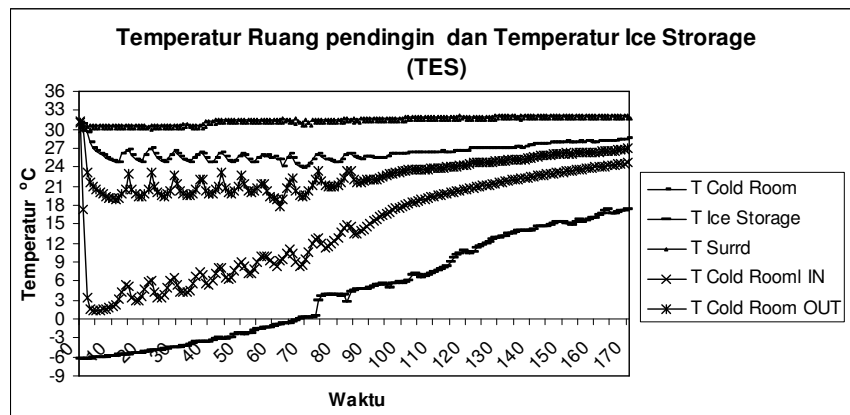
Gambar 4.6. Temperatur air dingin di evaporator dan temperatur Ice Storage

Temperatur temperatur air dingin rata-rata di evaporator adalah -5,8 °C dengan temperatur terendah pada -7,5 °C, sedangkan temperatur air dingin di Ice Storage rata-rata -2,6 °C dengan temperatur terendah -4,9 °C. Temperatur tersebut didapatkan pada tekanan rata-rata evaporator 38 Psi.

4.2.3 Proses DisCharging

Pada gambar 4.7 kondisi temperatur yang diperoleh pada proses disCharging, temperatur terendah pada ice storage perlahan-lahan naik seiring terjadinya pertukaran kalor antara air dingin di koil pendingin di ruang pendingin dengan temperatur di ruang pendingin. Proses pendinginan pada saat disCharging berlangsung selama 170 menit, dimana proses pendinginan di evaporator saat

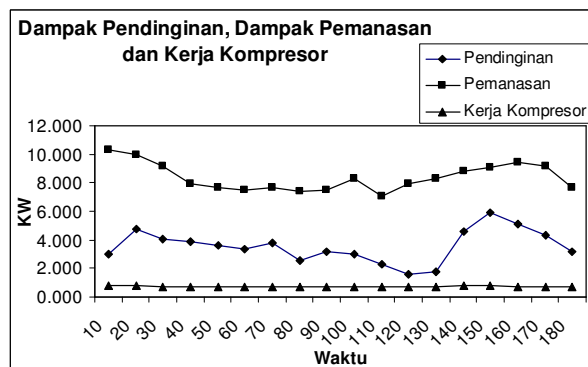
Charging berlangsung selama 150 menit, sehingga terdapat penghematan penggunaan pendinginan selama 20 menit, atau penghematan daya kompresor dikurangi daya pompa sebesar 0,6 kW. Penggunaan refrigeran hidrokarbon HCR22 juga dapat menghemat daya kompresor sekitar 25% - 30%, sehingga terjadi penghematan energi yang cukup berarti pada sistem Ice Storage.



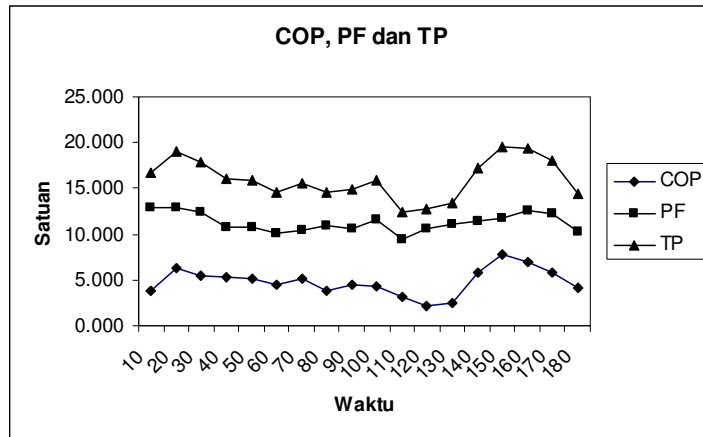
Gambar 4.7 Temperatur ruang pendingin dan temperatur Ice Storage

4.2.4 Proses Konvensional/Evaporator Chiller

Pada gambar 4.8 dapat dilihat dampak pendinginan rata-rata dari HCR22 adalah 3,383 kW, dampak pemanasan rata-rata 8,847 kW dengan daya kompresor rata-rata 0,748 kW.

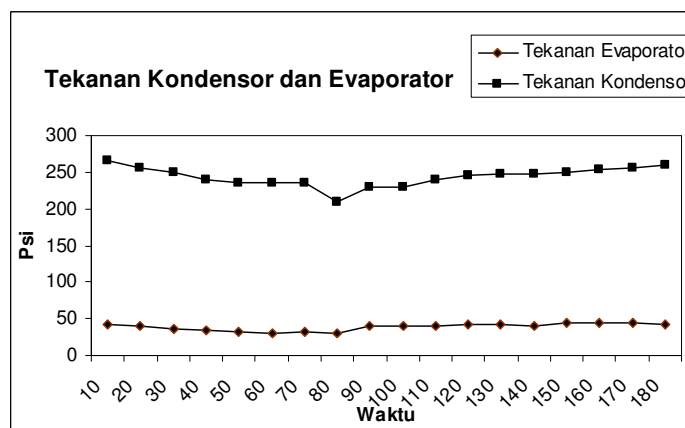


Gambar 4.8 Dampak pendinginan, dampak pemanasan dan kerja kompresor



Gambar 4.9 COP, PF dan TP mesin refrigerasi proses konvensional

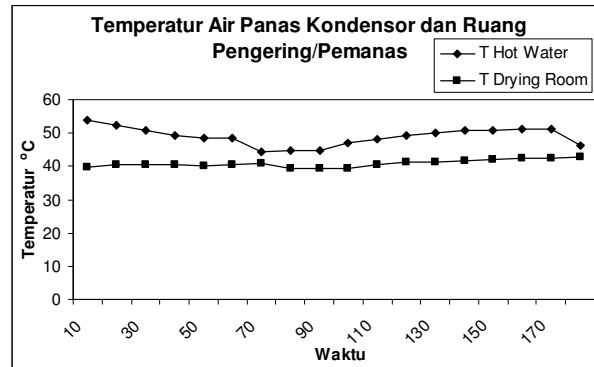
COP rata-rata dari mesin pada proses Charging adalah 4,544, PF rata-rata adalah 11,315 dan Tp rata-rata adalah 15,859. Tampak di sini bahwa pola kecenderungan gambar 4.8 dan gambar 4.9 memiliki kecenderungan yang sama, hal ini karena COP, PF maupun TP merupakan rasio daya pada evaporator atau panas yang dimanfaatkan di kompresor terhadap kerja kompresor secara keseluruhan.



Gambar 4.10 Tekanan kondensor dan tekanan evaporator

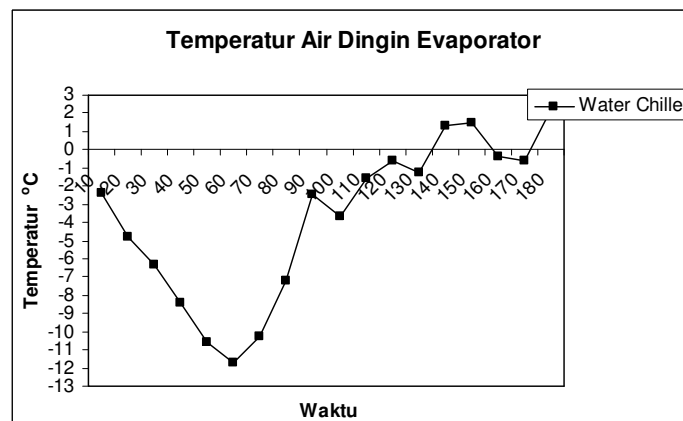
Tekanan kerja pada kondensor dan evaporator seperti tampak pada gambar 4.10 adalah tekanan rata-rata kondensor 245 Psi dengan tekanan evaporator rata-rata 39 Psi. Tekanan kerja evaporator cenderung turun dari tekanan standarnya yaitu 70 Psi,

hal ini terjadi karena temperatur di tangki evaporator /water chiller berada pada temperatur rata-rata $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan tekanan standar pada sistem refrigerasi berada temperatur rata-rata $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



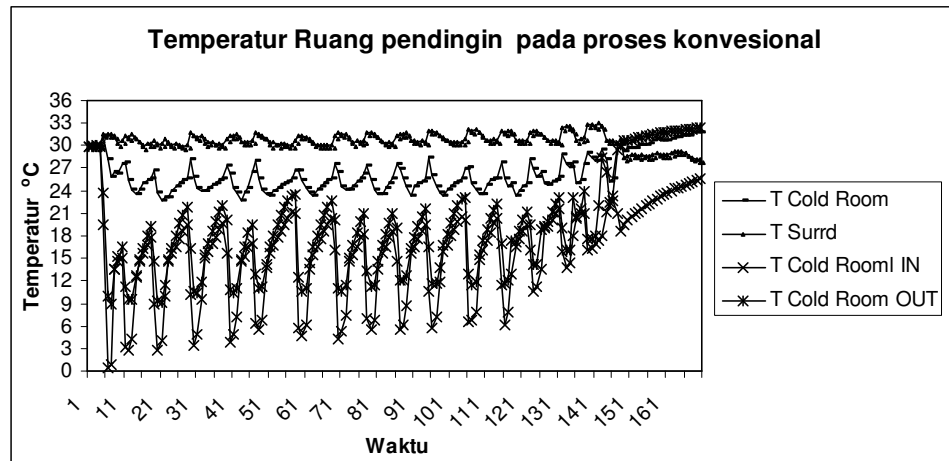
Gambar 4.11 Temperatur ruang pengering/pemanas dan temperatur air panas di tangki kondensator

Pada gambar 4.11 dapat dilihat rata-rata temperatur air panas adalah $49,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur ruang pengering/pemanas pada temperatur $40,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatur ini diperoleh pada tekanan kondensator rata-rata 245 Psi. Selisih antara temperatur air panas dan temperatur ruangan berkisar $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, selisih ini terjadi karena adanya rugi-rugi kalor/panas saat terjadinya proses pertukaran kalor dan distribusi air panas di koil pemanas di ruang pemanas/pengering.



Gambar 4.12 Temperatur air dingin di evaporator pada proses konvensional

Temperatur temperatur air dingin rata-rata di evaporator adalah $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur terendah pada $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, seperti dapat dilihat pada gambar 4.12. Sedangkan temperatur ruang dingin rata-rata adalah $26,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ seperti dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Temperatur ruang pendingin pada proses konvensional