

Pengaruh Perbedaan Ketebalan Insulasi pada *Suction Line* terhadap Kinerja AC Split

Kelvin Alif Zulhamsyah¹, Andriyanto Setyawan², Hafid Najmudin³

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : kelvin.alif.tptu418@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : andriyanto@polban.ac.id

³Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Bandung, Indonesia
Email : hafidnajmudin@gmail.com

ABSTRAK

Sistem AC Split menjadi unit yang banyak digunakan oleh masyarakat terutama untuk kebutuhan residensial seperti perumahan, karena memiliki sistem yang praktis dan instalasi yang mudah. Sistem AC Split terdiri dua bagian utama yaitu bagian unit *indoor* dan unit *outdoor*. Kedua sistem tersebut dihubungkan menggunakan pipa berjenis tembaga yang dilindungi oleh sebuah insulasi yang berbahan *polyethylene*. Setiap insulasi memiliki tebal yang berbeda-beda, perbedaan ketebalan insulasi itu tentunya akan memiliki pengaruh terhadap kinerja AC Split, maka dilakukan penelitian pengaruh variasi ketebalan insulasi pipa *suction* terhadap kinerja sistem AC Split. Penelitian ini dilakukan menggunakan *psychrometric calorimeter chamber* dengan *setting* temperatur sesuai standar ISO 5151 2017 dilakukan dengan interval waktu 30 detik dan terdapat 7 titik pengukuran *thermocouple* terdiri dari temperatur *suction*, temperatur *discharge*, temperatur kondenser atas, temperatur kondenser tengah, temperatur kondenser bawah, temperatur masuk evaporator dan temperatur keluar evaporator. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada variasi ketebalan insulasi pipa *suction* tanpa insulasi, 3/8 inch dan 1 inch, ditunjukkan dengan kenaikan kapasitas pendinginan sebesar 5,3%, EER mengalami kenaikan sebesar 5%, dan daya input cenderung konstan.

Kata Kunci

Insulasi, AC Split, Kinerja, Polyethylene, Psychrometric Calorimeter Chamber, Ketebalan

1. PENDAHULUAN

Air Conditioning (AC) sudah banyak digunakan oleh masyarakat, baik untuk kebutuhan komersial dan kebutuhan residensial. Sistem AC Split memiliki 2 sistem utama, *indoor unit* dan *outdoor unit*. Semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem, semakin rendah nilai *coefficient of performance* (COP) sistem dan semakin tinggi biaya untuk mencapai manfaat yang sama [1]. *Superheat* menjadi salah satu faktor yang bisa menyebabkan besar kecilnya nilai COP. Nilai *superheat* tersebut bisa disebabkan karena penggunaan insulasi yang kurang baik dan semakin menipisnya insulasi yang disebabkan karena waktu penggunaan dan terkena panas matahari dan hujan. Insulasi memiliki peran penting dalam meminimalisir terjadinya perpindahan panas yang besar antara temperatur lingkungan dengan temperatur pipa. Dengan meningkatkan ketebalan membuat penggunaan energi menurun menjadi -65%

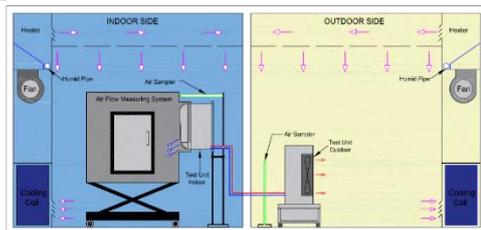
hingga 49% tetapi membuat biaya bahan insulasi meningkat secara linear dengan ketebalan insulasi [2]. Perpindahan panas tersebut terjadi karena adanya perbedaan temperatur antara lingkungan dengan temperatur pipa, karena panas akan selalu berpindah dari kondisi yang memiliki temperatur tinggi ke kondisi yang memiliki temperatur lebih rendah [3]. Dalam menentukan insulasi, terdapat sejumlah kriteria dalam pemilihan insulasi yang ideal seperti tidak korosif, memiliki nilai konduktivitas yang rendah, tidak beracun dan tidak mudah terbakar [4]. Perancangan perbaikan menggunakan insulasi jenis *armaflex* dapat mengurangi perpindahan panas yang terjadi pada sistem AHU, menjadi 36,688 kW pada pipa *supply AHU* dan 36,57 kW pada pipa *return chiller* [5]. *Armaflex* dan *rockwool* menjadi bahan insulasi yang memiliki perpindahan panas yang sedikit, oleh karena itu temperatur air pada tangki

penyimpanan dapat terjaga dan tidak mudah untuk mengalami penurunan temperatur [6]. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan ketebalan insulasi pada *suction line* terhadap kinerja *AC Split* mulai dari ketebalan 1 inch, 3/8 inch dan tanpa insulasi dengan panjang pipa 7,5 meter. Kinerja *AC Split* meliputi kapasitas pendinginan, *energy efficiency ratio* dan konsumsi daya.

2. METODOLOGI

2.1 Pengaturan Eksperimen

Penelitian ini dilakukan menggunakan *AC Split* R32 dan kapasitas 2,6 kW pada *psychrometric chamber*. Pada percobaan ini unit *indoor* dan unit *outdoor* ditempatkan di masing-masing sisi bagian (Gambar 1). Masing-masing temperatur *dry bulb* dan *wet bulb chamber* tersebut dikondisikan sebesar 27°C dan 19°C untuk *indoor side* dan 35°C dan 24°C untuk *outdoor side* menurut ISO 5151:2017 [7]. Untuk mencapai temperatur tersebut, di dalam ruangan dipasang *cooling coil*, *heater* dan *humidifier*. *Cooling coil* digunakan ketika temperatur *outdoor side* terlalu tinggi. *Heater* memiliki fungsi ketika temperatur *outdoor side* terlalu rendah. *Humidifier* memiliki fungsi sebagai penambah kadar air pada udara. Parameter yang diukur untuk menentukan kondisi operasi dan kinerja *AC Split* pada penelitian ini adalah *dry-bulb* dan *wet-bulb indoor chamber*, *dry-bulb* dan *wet-bulb outdoor chamber*, temperatur *suction*, temperatur *discharge*, temperatur kondenser, temperatur evaporator. Mengukur tegangan, arus, dan daya listrik untuk menentukan konsumsi daya *AC Split* akibat perbedaan ketebalan insulasi.

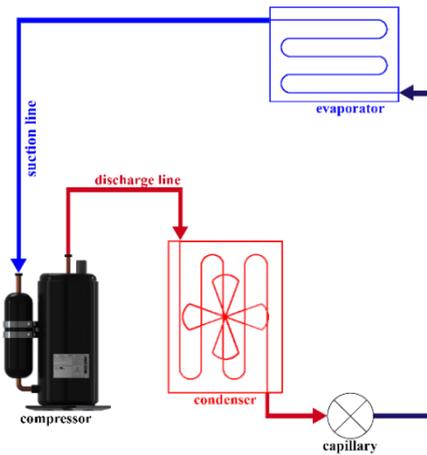


Gambar 1. Diagram *psychrometric chamber*

2.2 Siklus Refrigerasi

Sistem *AC Split* memiliki 4 komponen utama: kompresor, kondenser, alat ekspansi dan evaporator. Keempat komponen tersebut membentuk siklus yang berulang-ulang (Gambar 2). Refrigeran berfasa uap di kompresi oleh kompresor untuk meningkatkan temperatur dan tekanan. Aliran refrigeran berfasa uap melewati kondenser untuk

melepas kalor ke lingkungan sehingga terjadi perubahan fasa dari uap menjadi cair. Pada alat ekspansi refrigeran berfasa cair di turunkan tekanan dan temperatur agar aliran refrigeran dapat menarik kalor dari ruangan oleh evaporator.



Gambar 2. Siklus Refrigerasi

2.3 Perhitungan Kapasitas Pendingin

Kapasitas pendingin merupakan ukuran kapasitas pendingin untuk menghilangkan panas. Kapasitas pendinginan dapat dihitung dari hasil kali antar laju aliran massa udara dengan beda entalpi udara masuk dan keluar evaporator. Laju aliran massa dihitung dengan persamaan:

$$\dot{m} = \rho \times Q \quad (1)$$

Perbedaan entalpi udara masuk dan keluar evaporator didapat dari diagram *psychrometric* dengan memploting temperatur masuk sistem *AC Split* dengan temperatur keluar sistem atau *supply*. Sehingga kapasitas pendinginan dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_e = \dot{m} \times \Delta h \quad (2)$$

2.3 Energy Efficiency Ratio (EER)

Energy efficiency ratio dapat dihitung dari hasil kapasitas pendinginan dibagi dengan daya listrik. Daya listrik meliputi untuk daya kompresor, kipas kondenser, dan sistem kontrol. Sehingga nilai *energy efficiency ratio* dapat dihitung dengan persamaan:

$$EER = \frac{Q_e}{P} \quad (3)$$

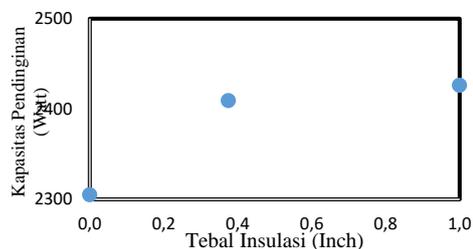
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini membahas mengenai meliputi kapasitas pendinginan, *energy efficiency ratio*

(EER), daya listrik, temperatur *suction* dan temperatur *discharge*

3.1 Kapasitas Pendinginan

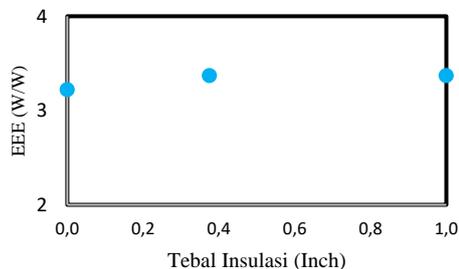
Kapasitas pendinginan kemampuan sistem pendingin dalam menghilangkan panas dari ruangan yang akan dikondisikan. Menggunakan insulasi paling tebal dengan tebal 1 inch, nilai kapasitas pendingin sebesar 2426 W. Mengalami penurunan nilai kapasitas pendinginan menjadi 2409 dan 2305 W ketika ketebalan insulasi menjadi 0,375 inch dan 0 inch. Hasi tersebut bisa disebabkan karena perpindahan panas antara temperatur refrigeran pada pipa dengan temperatur lingkungan semakin kecil dengan bertambahnya ketebalan insulasi dan semakin besar lajur aliran massa yang terjadi



Gambar 3. Pengaruh Perbedaan Ketebalan Insulasi Terhadap Kapasitas Pendinginan

3.2 Energy Efficiency Ratio (EER)

Energy Efficiency Ratio merupakan perbandingan antara kapasitas pendinginan dengan daya. Nilai *Energy Efficiency Ratio* dari percobaan adalah pada Gambar 4. Nilai EER tertinggi pada variasi ketebalan insulasi 1 inch dan 0,375 inch sebesar 3,37. Ketika 0 inch atau tanpa insulasi, nilai EER mengalami penurunan menjadi 3,22. Nilai EER dapat dipengaruhi dengan penggunaan daya listrik pada sistem. Semakin besarnya nilai daya listrik maka semakin kecil nilai EER yang dihasilkan

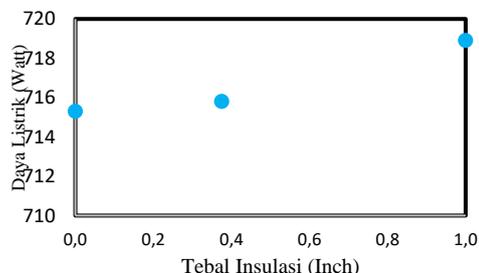


Gambar 4. Pengaruh Perbedaan Ketebalan Insulasi Terhadap *Energy Efficiency Ratio*

3.3 Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan sistem *AC Split* meliputi daya kompresor, kipas kondenser,

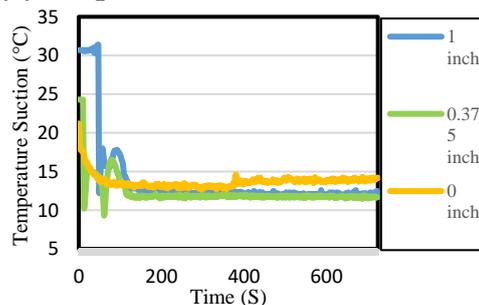
dan sistem kontrol. Setiap perubahan ketebalan insulasi, daya listrik cenderung konstan. Dapat dilihat pada Gambar 5, untuk daya listrik menggunakan tebal insulasi 1 inch sebesar 718,9 W. Nilai daya listrik menggunakan tebal insulasi 0,375 dan 0 inch sebesar 715,8 W dan 715,3 W.



Gambar 5. Pengaruh Perbedaan Ketebalan Insulasi Terhadap Daya Listrik

3.4 Temperatur *Suction*

Pengukuran temperatur *suction* dilakukan pada pipa masuk kompresor. Pada Gambar 6, temperatur *suction* terendah berada pada variasi ketebalan 0,375 inch dengan rata-rata temperatur *suction* sebesar 11,20°C. Sedangkan variasi ketebalan 1 inch dan 0 inch memiliki nilai rata-rata temperatur *suction* sebesar 11,94°C dan 13,91°C. Hal tersebut dapat disebabkan adanya celah antara insulasi dan pipa refrigeran. Pada variasi ketebalan 1 inch memiliki celah sebesar 7,16 mm dan untuk variasi ketebalan 0,375 inch memiliki celah sebesar 2,96 mm. Oleh karena itu temperatur lingkungan dapat mempengaruhi pipa dengan melewati celah tersebut.

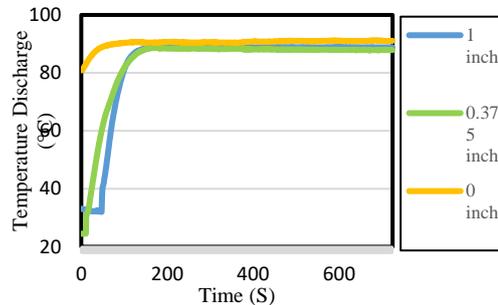


Gambar 6. Temperatur *Suction*

3.5 Temperatur *Discharge*

Temperatur *Discharge* diukur selama pengujian berlangsung. Pengukuran dilakukan pada pipa keluaran kompresor, ketika fasa uap telah dikompresi. Pada Gambar 7, ketebalan 0 inch memiliki rata-rata nilai temperatur *discharge* tertinggi sebesar 91,06°C. Pada ketebalan 1 inch dan 0,375 inch memiliki nilai rata-rata temperatur *discharge* sebesar 88,79°C dan 87,82°C. Nilai temperatur *discharge*

tersebut bisa disebabkan karena pengaruh pada pipa *suction* yang masuk kompresor. Nilai temperatur *discharge* yang terlalu tinggi bisa menyebabkan *overheat* dan sistem berhenti bekerja.



Gambar 7. Temperatur *Discharge*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian telah dilakukan pada sebuah ruangan *chamber* yang temperaturnya telah dikondisikan. Semakin tebal insulasi yang digunakan pada pipa *suction* mengakibatkan peningkatan nilai kapasitas pendinginan. Pada tebal insulasi 0 inch hingga 1 inch mengalami peningkatan kapasitas pendinginan sebesar 5,3%. Selain itu nilai energy efficiency ratio pun mengalami peningkatan sebesar 5% dan pada daya listrik cenderung konstan.

Saran yang bisa dilanjutkan untuk kelanjutan penelitian ini adalah menggunakan bahan insulasi yang berbeda yang dapat memungkinkan memiliki nilai konduktivitas yang besar namun memiliki ketebalan yang lebih tipis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) dan Politeknik Negeri Bandung atas dukungan dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardita, I Nengah; Wirajati, I G.A.B; Susila, I. D. M. . S. (2020). *Teknik Mesin* , Politeknik Negeri Bali , Bukit Jimbaran , Kuta Selatan , Badung-Bali Email : nengahardita@pnb.ac.id
PENDAHULUAN Air conditioning unit (AC Unit) adalah sebuah alat yang

digunakan untuk mengkondisikan udara dalam ruangan . Udara dalam ruang. 6(1), 170–177.

- [2] Ersöz, M. A., & Yildiz, A. (2016). Determination of economic optimum insulation thickness of indoor pipelines for different insulation materials in split air conditioning systems. *Journal of Thermal Science and Technology*, 11(1),
- [3] Dossat, Roy. J. (1981). "Principles Of Refrigeration and Air Conditioning (2nd edition)", John Willey and Sons, New York.
- [4] Deshmukh, Gajanan dkk. (2017). Thermal Insulation Materials: A Tool for Energy Conservation. *Journal of Food Processing & Technology*
- [5] Rafif, M., Al, M., Prajogo, S., & Kurniasetiawati, A. S. (2021). *Perancangan Insulasi Pipa Distribusi Air Dingin untuk Penghematan Energi Sistem Pendingin Hotel Grand Tjokro Bandung.* 4–5.
- [6] Wicaksono, A. D., Ajiwiguna, T. A., Elektro, F. T., Telkom, U., & Fiber, C. (2017). *Tangki Penyimpanan Air Untuk Sistem Pemanas Air Berbasis Surya Effect of Insulation Material To Heat Transfer in Water Storage.* 4(3), 3845–3852.
- [7] International Standard. (2017). ISO 5151 Non-ducted air conditioners and heat pumps-Testing and rating for performance. Switzerland