

Kaji Eksperimental Pengaruh Kecepatan Udara Masuk terhadap Distribusi Temperatur pada Lorong Udara Model dengan Panjang Lorong Udara Tetap

Denny M.E. Soedjono^{1,*}, Arino Anzip¹, Giri Nugroho¹, Rini Ulfaida¹

¹ Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

* E-mail : dsoedjono@gmail.com / dmes@me.its.ac.id

Abstrak. Sistem distribusi udara pada lorong udara mempunyai tugas utama yaitu mengalirkan udara dingin atau panas, udara bersih dan segar ke ruangan dengan jumlah yang tepat. Kecepatan dan temperatur yang dihasilkan sangat penting dalam sistem distribusi udara pada lorong udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan udara masuk yang diperlukan untuk mencapai distribusi temperatur yang maksimal. Bahan lorong udara yang dipakai untuk pembuatan alat pendingin ruangan ini adalah akrilik. Komponen utama alat pendingin ruangan ini adalah fan, termoelektrik dan heatsink. Pengujian alat pendingin ruangan ini dengan menggunakan slide regulator untuk memvariasikan kecepatan udara masuk. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan udara masuk maka semakin tinggi temperatur dalam lorong udara. Pada kecepatan udara masuk rata-rata 1.16 m/s, 1.40 m/s, 1.56 m/s, 1.59 m/s, 1.71 m/s di dapat temperatur sebesar 26.25 °C, 26.45 °C, 27 °C, 27 °C, 27.25 °C.

Kata Kunci: Sistem Distribusi Udara, Kecepatan Udara Masuk, Distribusi Udara

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini sistem tata udara dimanfaatkan dalam beberapa keperluan diantaranya untuk pendingin ruangan kendaraan, rumah, kantor, dan lain sebagainya. Pada dasarnya tata udara merupakan proses sirkulasi udara dengan mengatur tingkat kelembapan, temperatur, kebersihan udara secara serentak sehingga didapatkan sirkulasi udara sejuk, segar, dan nyaman bagi penghuni yang membutuhkan dalam ruangan. Sistem pendingin pada bangunan dapat menciptakan suasana kerja lebih efektif.

Dalam tata udara ruangan, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah temperatur serta distribusinya di dalam ruangan tersebut. Sistem distribusi udara mempunyai tugas utama mengalirkan udara dingin atau panas, udara bersih dan segar ke ruangan dengan jumlah yang tepat. Sistem distribusi udara juga harus memberikan kondisi yang baik pada ruangan yang di huni oleh manusia. Kondisi yang layak berarti gradient kecepatan dan temperatur rendah pada seluruh daerah yang di huni dan distribusi kontaminan yang rendah. Kecepatan dan temperatur yang dihasilkan sangat bergantung pada mesin pendingin yang digunakan untuk menghasilkan udara yang dialirkan ke ruangan.

Deddy [1] melakukan penelitian dengan menggunakan kotak yang terbuat dari “cork” dan “acrylic” sebagai bahan pelapis dalam serta menggunakan “heatsink” dengan sistem “internal flow”, temperatur ruangan pendingin yang diperoleh sebesar 19,4° C dalam waktu dua jam. Devi [2] melakukan penelitian ini digunakan ruangan pendingin berbentuk silinder dengan volume 5,3871 L dan digunakan “polyurethane (PU)” serta “extended polystyrene (EPS) foam” sebagai dinding ruang pendingin menggunakan “heatsink” dengan sistem “external flow”. Dari hasil perhitungan didapatkan, pada kondisi maksimum nilai heat rate heatsink pada sisi panas peltier sebesar 10,03 watt dan heat rate heatsink pada sisi dingin peltier sebesar 3,1 watt. Pada penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi temperatur pada lorong angin model.

1.2. Perumusan Masalah

- Bagaimana distribusi temperatur pada lorong udara dengan kecepatan udara masuk yang berbeda.
- Bagaimana pengaruh heat rate pada distribusi temperatur.

1.3. Maksud dan Tujuan

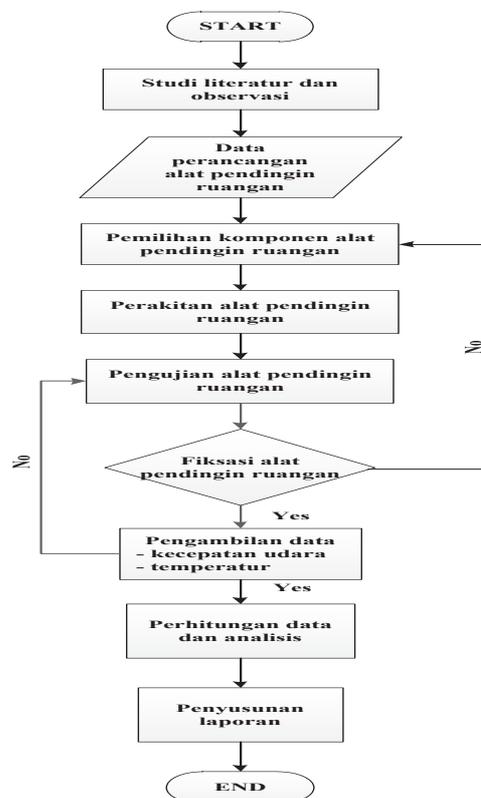
Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai heat rate heatsink dan lorong udara model dengan menggunakan 4 buah termoelektrik TEC 12706 dan menganalisis pengaruh variasi kecepatan udara masuk terhadap distribusi temperatur pada ducting alat peraga pengkondisian udara dengan menggunakan termoelektrik TEC 12706.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat konsep desain sederhana yang diterapkan pembahasan dibatasi pada hal-hal berikut :

- Konduksi “*steady state*”
- Perpindahan panas satu dimensi dan radiasi diabaikan
- Sifat udara diambil berdasarkan temperatur film

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1 Diagram alir proses pembuatan alat pendingin ruangan

3. Perancangan Alat Pendingin Ruangan

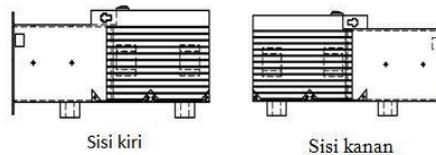
Sebelum melaksanakan perancangan pada alat pendingin portable ini harus diperhatikan beberapa langkah persiapan diantaranya :

- Memastikan kondisi komponen sistem utama dalam keadaan baik.
- Pembuatan ducting dari bahan Acrylic
- Pemasangan heatsink (dingin) pada sisi dalam acrylic (seperti pada gambar 3 dengan tanda kotak berwarna merah)



Gambar 2 Heatsink panas dan heatsink dingin pada alat pendingin ruangan

- Pemasangan peltier pada sisi kanan 2 buah dan kiri 2 buah pada alat peraga seperti gambar di bawah ini :

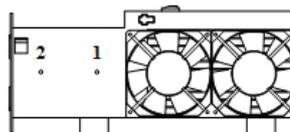


Gambar 3 Penempatan termoelektrik

- Pemasangan heatsink panas pada sisi luar acrylic (seperti pada gambar 2 dengan tanda kotak berwarna kuning)
- Pemasangan fan pembuang kalor pada heatsink panas.
- Perangkaian semua komponen kelistrikan

4. Titik Pengamatan saat Pengambilan Data

Pada pengambilan data temperatur pada ducting dilakukan sebanyak 2 titik pengamatan, lokasi pengamatan tersebut dapat di lihat pada gambar 4. Titik 1 mempunyai jarak 5 cm dari heatsink dingin, sedangkan titik 2 mempunyai jarak 15 cm dari heatsink dingin sehingga antara titik 1 dan titik 2 mempunyai jarak 10 cm. Untuk penempatan riil nya bisa dilihat pada gambar 4 a, dimana thermometer pada ducting tersebut dipasang *centerline*.



Gambar 4 Titik pengamatan temperatur pada ducting

Selain data temperatur ducting juga di ambil data kecepatan *centerline* pada ducting. Proses pengambilan data bisa di lihat pada gambar 5 yang lingkaran kuning. Pengambilan data kecepatan ini selain untuk perhitungan juga untuk menentukan variasi kecepatan dalam tugas akhir ini.



Gambar 5 Proses pengambilan data kecepatan *centerline* pada ducting

5. Hasil Dan Pembahasan

Berikut ini adalah data hasil pengujian temperature pada ducting yang nantinya akan digunakan sebagai perhitungan dan analisis.

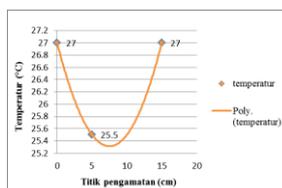
Tabel 1. Hasil pengujian temperatur pada ducting

Titik Pengamatan (cm)	T _{ducting} (°C) pada kecepatan rata-rata (m/s)					I (A)	V (Volt)
	1.16	1.40	1.56	1.59	1.71		
5	25.5	25.7	26	26	26.5	13	12
15	27	27.2	28	28	28	13	12
Mean	26.25	26.45	27	27	27.25		

Data hasil pengujian ini didapatkan hasil temperatur ketika *fan* divariasikan dengan kecepatan udara masuk sebesar 1.16 m/s, 1.40 m/s, 1.56 m/s, 1.58 m/s, 1.71 m/s. Pengujian temperatur ini dilakukan pada 2 titik pengukuran tiap variasi kecepatan rata-rata. Titik pengukuran pada ducting ini bisa dilihat pada gambar 4. Pada kecepatan udara masuk 1.16 m/s didapatkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar 26.25 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.40 m/s didapatkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar 26.45 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.56 m/s didapatkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar 27 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.59 m/s didapatkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar 27 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.71 m/s didapatkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar 27.25 °C.

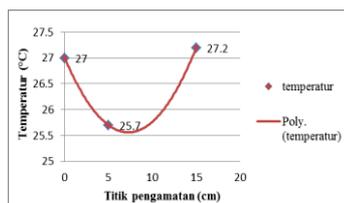
Semakin kecil kecepatan udara masuk yang divariasikan semakin kecil pula temperaturnya dan sebaliknya semakin besar kecepatan udara masuk yang divariasikan maka semakin besar pula temperatur yang dihasilkan. Kuat arus dan Tegangan pada pengujian ini tetap yaitu sebesar 13 A dan 12 V

Dalam penelitian ini didapat nilai heat rate pada heatsink panas sebesar 147.6 Watt. Sedangkan untuk heat rate ducting di dapat pada kecepatan 1.16 m/s sebesar -32.23 Watt. Pada kecepatan 1.40 m/s didapat nilai heat rate sebesar -25.3 Watt. Pada kecepatan 1.56 m/s didapat nilai heat rate sebesar -24.3 Watt. Pada kecepatan 1.59 m/s didapat nilai heat rate sebesar -22.28 Watt. Pada kecepatan 1.71 m/s didapat nilai heat rate sebesar -23.7 Watt.



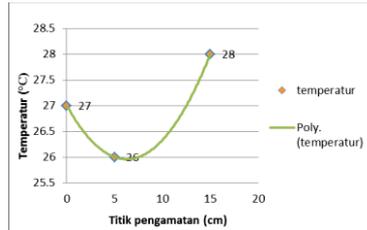
Gambar 6 Grafik distribusi temperatur ducting pada kecepatan 1,16 m/s

Pada letak pengamatan 5 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 25.5 °C dan pada letak pengamatan 15 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 27 °C. jadi semakin mendekati fan distribusi udara maka temperature nya akan semakin tinggi.



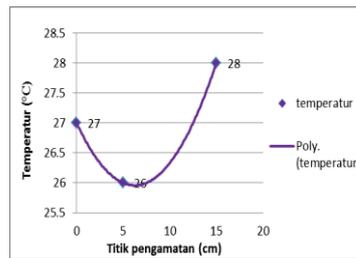
Gambar 7 Grafik distribusi temperatur ducting pada kecepatan 1,40 m/s

Pada letak pengamatan 5 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 25.7 °C dan pada letak pengamatan 15 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 27,2 °C. jadi semakin mendekati fan distribusi udara maka temperature nya akan semakin tinggi.



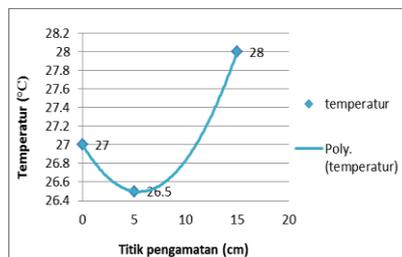
Gambar 8 Grafik distribusi temperatur ducting pada kecepatan 1,56 m/s

Pada letak pengamatan 5 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 26 °C dan pada letak pengamatan 15 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 28 °C. jadi semakin mendekati fan distribusi udara maka temperature nya akan semakin tinggi.



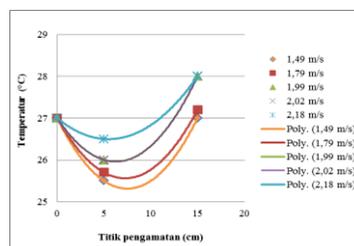
Gambar 9 Grafik distribusi temperatur ducting pada kecepatan 1,59 m/s

Pada letak pengamatan 5 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 26 °C dan pada letak pengamatan 15 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 28 °C. jadi semakin mendekati fan distribusi udara maka temperature nya akan semakin tinggi.



Gambar 10 Grafik distribusi temperatur ducting pada kecepatan 1,71 m/s

Pada letak pengamatan 5 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 26,5 °C dan pada letak pengamatan 15 cm dari heatsink dingin di dapat temperature 28 °C. jadi semakin mendekati fan distribusi udara maka temperature nya akan semakin tinggi.



Gambar 11 Grafik Keseluruhan Temperatur Dari Variasi Kecepatan Udara Masuk

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan yang di variasikan maka temperature nya semakin tinggi. Sedangkan jika kecepatan udaranya di variasikan rendah maka temperaturnya akan turun.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kecepatan udara terhadap distribusi temperatur, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecepatan udara masuk sangat berpengaruh terhadap temperatur dalam alat pendingin
2. Data pengujian alat pendingin ruangan menunjukkan bahwa pada kecepatan udara masuk 1.16 m/s di dapat temperatur sebesar 26.25 °C. Pada kecepatan udara masuk 1,40 m/s di dapat temperatur sebesar 26.45 °C , pada kecepatan udara masuk 1.56 m/s di dapat temperatur sebesar 27 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.59 m/s di dapat temperatur sebesar 27 °C. Pada kecepatan udara masuk 1.71 m/s di dapat temperatur sebesar 27.25 °C.
3. Semakin besar kecepatan udara yang masuk ke ducting maka temperatur di dalam ducting akan semakin tinggi dan sebaliknya jika kecepatan udara masuk ke ducting semakin kecil maka temperatur pada ducting akan turun. Hal ini di karenakan adanya perpindahan panas akibat fan yang dalam posisi menghisap udara dari dalam ducting dan di keluarkan ke ruangan.
4. Perhitungan data pengujian alat pendingin ruangan menunjukkan bahwa pada kecepatan udara masuk 1.16 m/s di dapat heat rate sebesar -32.23 Watt. Pada kecepatan udara masuk 1.40 m/s di dapat heat rate sebesar -25.3 Watt, pada kecepatan udara masuk 1.56 m/s di dapat heat rate sebesar -24.3 Watt. Pada kecepatan udara masuk 1.59 m/s di dapat heat rate sebesar -22.28 Watt. Pada kecepatan udara masuk 1.71 m/s di dapat heat rate sebesar -23.7 Watt.
5. Semakin besar kecepatan udara yang masuk, maka heat rate pada ducting akan semakin kecil sehingga perpindahan panas akan semakin kecil begitupun sebaliknya jika semakin kecil kecepatan udara yang masuk maka heat rate akan besar dimana perpindahan panas akan cepat.

7. Daftar Pustaka

- [1] Djaya Putra, Nandy Setiadi, *Aplikasi Riset Termoelektrik Pada Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium di Indonesi*, Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010.
- [2] Fox, Robert W, *Introduction to Fluid Mechnics*, 8th edition, Danvers, MA, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [3] Incropera, Frank P, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 7th Edition, Danvers, MA, John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- [4] Priyambada, Sadya, *Pendingin Kabin Mobil Berbasis Termoelektrik*, Depok: Universitas Indonesia, 2012.
- [5] Purwadi, Tri, *Penerapan Desain Untuk Perakitan (DFA) pada Perakitan Coolbox Sepeda Motor*, Depok: Universitas Indonesia, 2012.
- [6] Soedjono, Denny M.E. Joko Sarsetiyanto, *Pengaruh Posisi Difuser dan Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Distribusi Temperatur Ruang Terkondisi (Kaji Numerik)*, Jurnal Teknik Mesin UK Petra Surabaya, Vol.8 No 1 April 2006 p 1-7.
- [7] Sugiyanto, *Pengembangan Coolbox*, Indonesia: FT UI Universitas Indonesia, 2008.