

Pengaruh Variasi Lilitan Pipa Kapiler pada *Line Suction* terhadap Laju Pendinginan dan Capaian Suhu Optimal Ruang *Prototype Trainer* Lemari Pendingin

Gede Darmawan*, I Gede Wiratmaja, Edi Elisa

Progam Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

*Penulis korespondensi: gededarmawan12@undiksha.ac.id

Histori artikel: diserahkan 26 Agustus 2021, direviu 05 September 2021, direvisi 22 September 2021

ABSTRACT

This study aims to find the effect of variations in the capillary tube winding on the suction line on achieving optimal temperature and room cooling rate. This study uses three variations: the capillary tube without being wrapped around the suction line, the capillary tube wrapped in half on the suction line, and the capillary tube fully wound on the suction line. Specifically, the purpose of this study was to determine the effect of variations in the capillary tube wrapped around the suction line, which led to efforts to maintain the performance of the refrigerator trainer prototype. The method used in this study uses an experimental method where the data collection process is carried out through observation and documentation. The data analysis technique used in this study uses quantitative descriptive research techniques where the research data will be tabulated and displayed in the form of tables and graphs, and data analysis is carried out to find out how much influence the achievement of the optimal room temperature and the cooling rate of the prototype trainer refrigerator room itself. From the research that has been carried out, it is obtained that the highest optimal room temperature achievement occurs in the variation of the capillary tube fully wound on the suction line, where there is an increase in the optimal room temperature achievement of 16.17% when compared to the room cooling rate using standard variations or without being wrapped. And the result in the form of the highest room cooling rate is the variation of the capillary pipe fully wound on the suction line.

Keywords: Refrigerator Trainer Prototype, Optimal Temperature, Room Cooling Rate

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v3i1.12290>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/12290>

PENDAHULUAN

Teknologi refrigerasi saat ini sangat erat penggunaannya dengan kehidupan sehari-hari. Pada rumah tangga, perkantoran, sekolah, maupun gedung-gedung yang memiliki banyak penghuninya membutuhkan teknologi refrigerasi pendingin yaitu lemari pendingin yang banyak memiliki fungsi bagi masyarakat. Lemari pendingin adalah sebuah alat rumah tangga yang berfungsi untuk mengawetkan makanan. Lemari pendingin umumnya memiliki beberapa komponen serta beberapa komponen pendukung seperti, kompresor, kondensor, evaporator dan, pipa kapiler/katup

ekspansi (Anwar *et al.*, 2010). Pipa kapiler berfungsi untuk menurunkan tekanan *refrigerant* yang berwujud cair dan yang akan dialirkan menuju evaporator untuk menyerap kalor didalam ruangan. Saluran keluar evaporator yang akan masuk ke kompresor disebut dengan *line suction*, *refrigerant* saat mengalir dalam evaporator dan *line suction* berada pada temperatur rendah. Setelah keluar dari kompresor, *refrigerant* mengalir dalam kondensor dengan temperatur yang lebih tinggi dari temperatur udara sekitar (Purnomo *et al.*, 2020)

Prototype trainer lemari pendingin karya Setiawan (2020) ini baru dalam pembuatan

media pembelajaran dan belum pernah dilakukan uji performansi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan mesin pendingin jenis lemari pendingin *prototype trainer* yang berjudul pengaruh variasi lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap laju pendinginan dan capaian suhu optimal ruangan *prototype trainer* lemari pendingin untuk diteliti agar bisa menemukan keuntungan atau manfaat dari penelitian tersebut.

Pengaruh perlakuan pipa kapiler terhadap laju pendinginan dan capaian suhu optimal ruangan unit lemari pendingin dapat dilihat dari berbagai penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu, dari penelitian yang dilakukan oleh Lukito dan Handoyo (2002) yang meneliti pengaruh pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction* terhadap waktu pendinginan dan COP (*coefficient of performance*) freezer dengan menggunakan refrigeran R406A mendapatkan hasil bahwa pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction* meningkat COP freezer sedangkan waktu pendinginan tidak banyak berubah. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Marwan yang melakukan penelitian serupa juga pada freezer, akan tetapi dengan menggunakan refrigeran 134a yang mendapat hasil bahwa penelitian pipa kapiler pada *line suction* meningkat COP dan waktu pendinginannya untuk menurunkan 1°C larutan air garam semakin lama untuk temperatur yang semakin rendah.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha yang menggunakan metode eksperimental untuk melakukan pengujian suatu data penelitian. Pengolahan dan analisis data ini menggunakan deskriptif kuantitatif untuk mengetahui seberapa pengaruh lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap capaian suhu optimal ruangan dan laju pendinginan ruangan *prototype trainer* lemari pendingin. Objek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lemari pendingin yang sudah dimodifikasi menjadi media pembelajaran berbentuk *prototype trainer* karya Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha yaitu Totok Setiawan. Dimana *prototype trainer* ini memiliki kompresor sebesar 1/8 pk dan

refrigerant yang digunakan adalah R-134a. Pada penelitian ini variasi yang digunakan untuk melakukan penelitian yaitu dengan melilitkan pipa kapiler pada *line suction*.

Dalam proses pengambilan data tentunya penulis memerlukan beberapa instrumen penelitian agar nantinya dipermudahkannya dalam pengambilan data. Beberapa instrumen penelitian yang digunakan peneliti yaitu stopwatch yang berfungsi untuk mengukur waktu saat melakukan penelitian, thermometer digital berfungsi untuk membaca suhu di dalam kabin *prototype trainer* lemari pendingin, manifold gauge berfungsi untuk mengukur tekanan refrigerant. Adapun untuk teknik pengumpulan data penelitian ini yaitu dengan cara melakukan perhitungan secara deskriptif kuantitatif data yang didapat setelah melakukan pengujian, teknik pengumpulan data juga menggunakan dokumentasi berupa foto dan video.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Penelitian Capaian Suhu Optimal Ruang

Setelah melakukan proses pengambilan data pada variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction prototype trainer* lemari pendingin kemudian diperoleh data hasil penelitian dari capaian suhu optimal ruangan sebanyak 10 kali pengulangan dengan variasi tanpa lilitan, lilitan setengah dan, lilitan penuh. Tabel 1 merupakan hasil data yang dapat dijadikan perhitungan untuk mencari hasil capaian suhu optimal ruangan dari setiap variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction*. Tabel 2 menunjukkan rata-rata capaian suhu optimal *prototype trainer* lemari pendingin.

Gambar 1 memperlihatkan perbandingan pengaruh variasi lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap capaian suhu optimal ruangan. Capaian suhu optimal ruangan dihitung dari temperatur awal ruangan yaitu sebesar 28 °C dengan waktu 15 menit. Dalam grafik dapat dilihat bahwa capaian suhu optimal ruangan tertinggi terjadi pada variasi lilitan pipa kapiler penuh pada *line suction*, yaitu sebesar -8,26 °C, sedangkan capaian suhu optimal ruangan dengan variasi lilitan pipa kapiler setengah pada *line suction* sebesar -7,68 °C, dan capaian suhu optimal ruangan

dengan variasi standar pipa kapiler tanpa dililitkan pada *line suction* sebesar -7,11 °C, dimana telah terjadi peningkatan capaian suhu optimal ruangan sebagai berikut;

1. Pada variasi lilitan pipa kapiler setengah pada *line suction* terjadi peningkatan capaian suhu optimal ruangan terhadap variasi tanpa lilitan pipa kapiler sebesar:

$$\frac{-7,11 - (-7,68)}{-7,11} \times 100\% = 8,01\%$$

2. Pada variasi lilitan pipa kapiler penuh pada *line suction* terjadi peningkatan capaian

suhu optimal ruangan terhadap variasi tanpa lilitan pipa kapiler sebesar:

$$\frac{-7,11 - (-8,26)}{-7,11} \times 100\% = 16,17\%$$

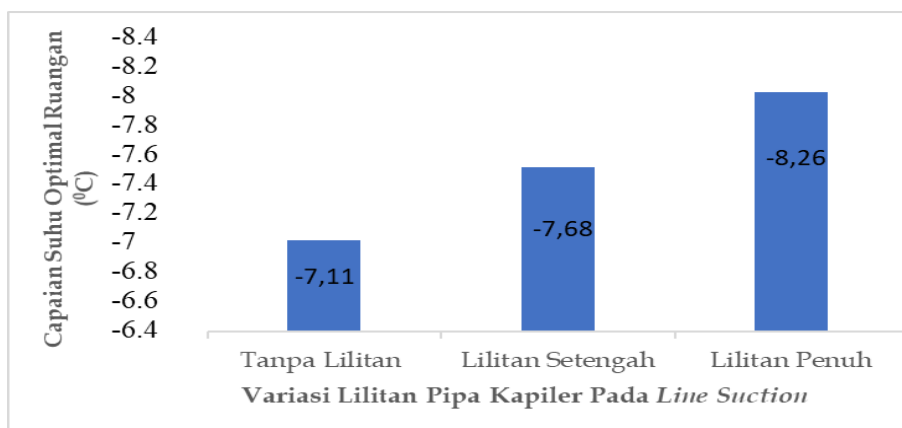
Peningkatan capaian suhu optimal ruangan variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction* selaras dengan penelitiannya (Riandika, 2018) yaitu kecepatan aliran fluida mempunyai pengaruh yang signifikan dari capaian suhu optimal, ini dikarenakan semakin cepat aliran fluida maka semakin cepat juga pendinginan yang terjadi.

TABEL 1. Hasil capaian suhu optimal ruangan *prototype trainer* lemari pendingin

Pengulangan Pengujian	Capaian Suhu Optimal Ruangan(°C)		
	Pipa Kapiler Tanpa Dililitkan Pada <i>Line Suction</i> (X ₁)	Pipa Kapiler Dililitkan Setengah Pada <i>Line Suction</i> (X ₂)	Pipa Kapiler Dililitkan Penuh Pada <i>Line Suction</i> (X ₃)
1	-7,1	-7,6	-8,3
2	-7,1	-7,7	-8,3
3	-7,2	-7,7	-8,2
4	-7,0	-7,6	-8,3
5	-7,1	-7,7	-8,4
6	-7,1	-7,8	-8,2
7	-7,1	-7,7	-8,3
8	-7,3	-7,6	-8,0
9	-7,0	-7,7	-8,3

TABEL 2. Perbandingan rata-rata capaian suhu optimal *prototype trainer* lemari pendingin

Parameter	Variasi Pipa Kapiler Yang Dililitkan Pada <i>Line Suction</i>		
	Tanpa Lilitan	Lilitan Setengah	Lilitan Penuh
Temperatur Awal ruangan (°C)	28	28	28
Selang Waktu (s)	900	900	900
Capaian Suhu Optimal (°C)	-7,11	-7,68	-8,26



GAMBAR 1. Grafik perbandingan capaian suhu optimal ruangan pada *prototype trainer* lemari pendingin.

Hasil Data Pengujian Laju Pendinginan
Ruangan

$$\frac{0,0039 - 0,0037}{0,0037} \times 100\% = 5,40\%$$

Setelah melakukan proses pengambilan data pada variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction prototype trainer* lemari pendingin kemudian diperoleh data hasil penelitian dari laju pendinginan ruangan sebanyak 10 kali pengulangan dengan variasi tanpa lilitan, lilitan setengah dan, lilitan penuh (Tabel 3). Tabel 4 menunjukkan rata-rata laju pendinginan ruangan dari variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction*.

Pada Gambar 2 dapat dilihat perbandingan pengaruh variasi lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap laju pendinginan ruangan. Laju pendinginan ruangan ini dihitung dari temperatur awal ruangan yaitu sebesar 28°C ke temperatur optimal lemari pendingin yaitu sebesar 4°C. Dalam grafik dapat dilihat bahwa laju pendinginan ruangan tertinggi terjadi pada variasi lilitan pipa kapiler penuh pada *line suction*, yaitu sebesar 0,00491 Kj/s, sedangkan laju pendinginan ruangan dengan variasi lilitan pipa kapiler setengah pada *line suction* sebesar 0,0398 Kj/s, dan laju pendinginan ruangan dengan variasi standar tanpa lilitan sebesar 0,00370 Kj/s, dimana telah terjadi peningkatan laju pendinginan ruangan sebagai berikut.

1. Pada variasi pipa kapiler dililitkan setengah pada *line suction* terjadi peningkatan laju pendinginan ruangan terhadap variasi tanpa lilitan sebesar:

2. Pada variasi pipa kapiler dililitkan penuh pada *line suction* telah terjadi peningkatan laju pendinginan ruangan terhadap variasi tanpa lilitan sebesar:

$$\frac{0,0049 - 0,0037}{0,0037} \times 100\% = 32,43\%$$

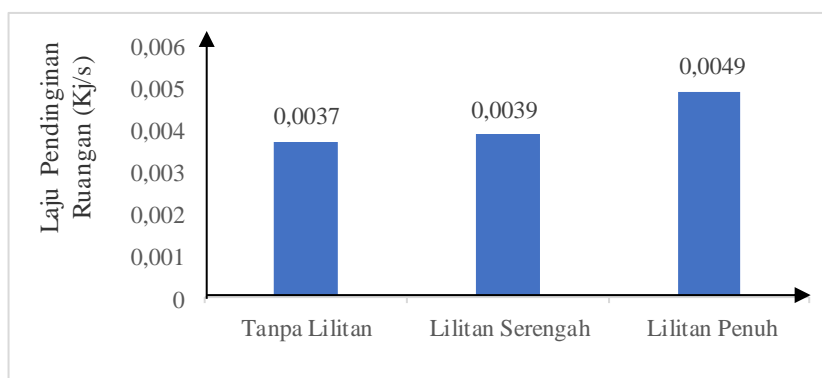
Peningkatan laju pendinginan ruangan berbanding lurus dengan lilitan pipa kapiler pada *line suction* dan berbanding terbalik dengan waktu, yaitu dimana semakin panjang lilitan pipa kapiler pada *line suction* maka laju pendinginan ruangan semakin besar, begitupun sebaliknya dimana semakin sedikit lilitan pipa kapiler pada *line suction* maka laju pendinginan ruangan semakin kecil. Hal ini selaras dengan hasil penelitian dari Lukito dan Handoyo (2002) dimana pada penelitiannya melakukan variasi lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap *coefficient of performance* dan waktu pendinginan *Freezer* dengan hasil waktu pendinginan menjadi lebih singkat, hal tersebut disebabkan karena *refrigerant* masuk kompresor bertemperatur tinggi dan *refrigerant* saat masuk pipa kapiler bertemperatur rendah, kondisi ini berakibat kapasitas mesin pendingin lebih besar. Dengan membuat kapasitas pendinginan lebih besar.

TABEL 3. Data hasil laju pendinginan ruangan

Pengulangan Pengujian	Laju Pendinginan Ruangan		
	Tanpa Lilitan Pada <i>Line Suction</i>	Lilitan Setengah Pada <i>Line Suction</i>	Lilitan Penuh Pada <i>Line Suction</i>
1	0,00373 kj/s	0,00401 kj/s	0,00488 kj/s
2	0,00368 kj/s	0,00399 kj/s	0,00498 kj/s
3	0,00377 kj/s	0,00405 kj/s	0,00482 kj/s
4	0,00361 kj/s	0,00389 kj/s	0,00502 kj/s
5	0,00373 kj/s	0,00394 kj/s	0,00514 kj/s
6	0,00366 kj/s	0,00401 kj/s	0,00479 kj/s
7	0,00368 kj/s	0,00403 kj/s	0,00488 kj/s
8	0,00382 kj/s	0,00395 kj/s	0,00470 kj/s
9	0,00361 kj/s	0,00393 kj/s	0,00498 kj/s
10	0,00372 kj/s	0,00401 kj/s	0,00498 kj/s

TABEL 4. Perbandingan rata-rata laju pendinginan ruangan dari variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction*

Parameter	Variasi pipa kapiler yang dililitkan pada <i>line suction</i>		
	Tanpa Lilitan	Lilitan setengah	Lilitan penuh
Massa Jenis Udara (Kg/m ³)	1,2	1,2	1,2
Volume ruangan (m ³)	0,043	0,043	0,043
Temperatur awal ruangan (°C)	28	28	28
Temperatur Akhir ruangan (°C)	4	4	4
Selang waktu (s)	336,6	312,6	253,3
Laju Pendinginan Ruangan (Kj/s)	0,00370	0,00398	0,00491

GAMBAR 2. Grafik perbandingan pengaruh variasi pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction* terhadap laju pendinginan ruangan

KESIMPULAN

Pengaruh variasi lilitan pipa kapiler pada *line suction* terhadap capaian suhu optimal ruangan dan laju pendinginan. Capaian suhu optimal semakin banyak lilitan pipa kapiler pada *line suction* maka capaian suhu optimal semakin meningkat. Laju pendinginan ruangan terjadi proses peningkatan laju pendinginan ruangan, dimana waktu yang singkat dibutuhkan untuk mendinginkan ruangan. Hasil uji performansi yang lebih pada lemari pendingin maka penulis memberikan saran, perlunya melakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi pipa kapiler terhadap performansi lemari pendingin dan pemberian pembebanan untuk menguji performansi dari lemari pendingin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K., Arif, E., & Piarah, W. H. 2010. Efek temperatur pipa kapiler terhadap kinerja mesin pendingin. *Jurnal Mekanikal*, 1(1).
- Lukito, A., & Handoyo, E. A. 2002. Analisis pengaruh pipa kapiler yang dililitkan pada *line suction* terhadap performansi mesin pendingin. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 94-98.
- Purnomo, B. C., Widodo, N., Munahar, S., & Nugroho, D. (2020). Karakteristik Refrigeran Musicool Dalam Mesin Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Evaporator Ganda. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2), 48-54.
- Riandika, P., Wigraha, N. A., & Nugraha, I. N. P. 2018. Pengaruh Kecepatan Aliran Fluida Terhadap Capaian Suhu Optimal Hasil Rancangan Coolbox Zero Pollution. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 6(3), 160-167.
- Setyawan, T. 2020. *Pengembangan Alat Peraga Lemari Pendingin sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Perancangan Sistem Refrigerasi. (Undergraduate thesis, Universitas Pendidikan Ganesha).*