

**Uji performansi *evaporative cooling* menggunakan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad***

***Evaporative cooling performance test using a fog nozzle instead of cooling pad***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Nama: Sukma Asmawijaya**

**NPM: 213030003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2025**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Sukma Asmawijaya  
Nomor Pokok Mahasiswa : 213030003  
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi.
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi.
3. Naskah skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 juni 2025

Penulis,



Sukma Asmawijaya

## SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Sukma Asmawijaya

NPM : 213030003

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Uji performansi *evaporative cooling* menggunakan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad***

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai Penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 30 juni 2025

Yang menyatakan,



Sukma Asmawijaya

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Uji performansi *evaporative cooling* menggunakan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad*



Nama: Sukma Asmawijaya  
NPM: 213030003

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.


## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Uji performansi *evaporative cooling* menggunakan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad*



Nama: Sukma Asmawijaya  
NPM: 213030003

Tanggal sidang skripsi: 30 Juni 2025

Ketua : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.  .....

Sekretaris : Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.  .....

Anggota : Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.  .....

Anggota : Ir. Farid Rizayana, M.T.  .....

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dengan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat membuat, menyusun, dan menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini mungkin tidak terselesaikan tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari orang-orang disekitar Penulis. Untuk itu Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya yang telah memberikan do'a serta dorongan, secara moral dan materil yang kuat sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
3. Bapak Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing pendamping.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan bekal ilmu selama melakukan studi.
6. Semua rekan rekan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 21 yang tidak dapat sebutkan satu persatu.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi Penulis dan pembacanya.

Bandung, 30 juni 2025

Penulis,



Sukma Asmawijaya

## DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>I</b>
<b>SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>III</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>IV</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1. Latar belakang.....	1
2. Rumusan masalah .....	2
3. Tujuan .....	2
4. Manfaat .....	2
5. Lingkup masalah.....	2
6. Sistematika penulisan.....	3
<b>BAB II STUDI LITERATUR .....</b>	<b>4</b>
1. <i>Evaporative cooling</i> .....	4
2. <i>Direct evaporative cooling</i> .....	4
3. <i>Diagram psychrometric</i> .....	5
4. Nosel kabut .....	6
5. RTD PT100 .....	7

6.	<i>Humidity sensor</i> .....	8
7.	Penelitian terdahulu.....	8
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>11</b>
1.	Alur eksperimen.....	11
2.	Variabel eksperimen.....	11
3.	Lokasi eksperimen .....	12
4.	Rancangan eksperimen.....	12
5.	Alat dan bahan .....	14
6.	<i>Set up</i> eksperimen .....	14
7.	Tahapan eksperimen.....	15
8.	Kalibrasi RTD PT100 .....	16
A.	Persiapkan air mendidih.....	16
B.	Persiapkan alat ukur pembanding .....	16
C.	Perakitan sensor dan sistem akuisisi data.....	17
D.	Pengukuran nilai referensi.....	17
E.	Pengukuran menggunakan RTD PT100.....	17
F.	Pengolahan data hasil kalibrasi .....	18
9.	Proses eksperimen.....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>20</b>
1.	Umum.....	20
A.	Grafik temperatur dan kelembapan jumlah satu nosel .....	20
B.	Grafik temperatur dan kelembapan jumlah dua nosel.....	21
C.	Grafik temperatur dan kelembapan jumlah tiga nosel.....	21
2.	Rekapitulasi data pengujian .....	22
3.	Pengolahan data dan pembahasan.....	26
A.	Analisis ketidakpastian.....	26
B.	Penurunan temperatur .....	31

C. Kenaikan kelembapan .....	34
D. Efisiensi saturasi.....	38
E. <i>Energy efficiency ratio</i> .....	41
F. Desain faktorial .....	45
4. Perbandingan dengan pengujian sebelumnya .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
1. Kesimpulan .....	49
2. Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>
1. Dokumentasi pengujian.....	53
2. Data hasil pengujian.....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Direct evaporative cooler</i> [11].....	5
Gambar 2. Diagram <i>psychrometric</i> [15].....	6
Gambar 3. Proses dasar pengkondisi udara [15].....	6
Gambar 4. Nosel kabut .....	7
Gambar 5. RTD PT100 [19] .....	8
Gambar 6. <i>Humidity sensor</i> [21].....	8
Gambar 7. Diagram alir penelitian.....	11
Gambar 8. Lokasi FT Universitas Pasundan.....	12
Gambar 9. Diagram kabel data akusisi .....	12
Gambar 10. Set up eksperimen .....	14
Gambar 11. Sampel air mendidih .....	16
Gambar 12. Alat ukur kalibrasi temperatur .....	16
Gambar 13. Sistem data akusisi .....	17
Gambar 14. Proses pengukuran nilai referensi .....	17
Gambar 15. Proses pembacaan data pada excel.....	18
Gambar 16. Grafik kalibrasi <i>thermocouple smartt sensor</i> .....	18
Gambar 17. Hasil pengujian temperatur jumlah satu nosel .....	20
Gambar 18. Hasil pengujian kelembapan jumlah satu nosel .....	20
Gambar 19. Hasil pengujian temperatur jumlah dua nosel .....	21
Gambar 20. Hasil pengujian kelembapan jumlah dua nosel .....	21
Gambar 21. Hasil pengujian temperatur jumlah tiga nosel.....	22
Gambar 22. Hasil pengujian kelembapan jumlah tiga nosel.....	22
Gambar 23. Contoh perhitungan nilai ketidakpastian.....	26
Gambar 24. Grafik ketidakpastian temperatur jumlah satu nosel .....	27
Gambar 25. Grafik ketidakpastian kelembapan jumlah satu nosel .....	28
Gambar 26. Grafik ketidakpastian temperatur jumlah dua nosel.....	29
Gambar 27. Grafik ketidakpastian kelembapan jumlah dua nosel.....	29
Gambar 28. Grafik ketidakpastian temperatur jumlah tiga nosel .....	30
Gambar 29. Grafik ketidakpastian kelembapan jumlah tiga nosel .....	30
Gambar 30. Grafik penurunan temperatur jumlah satu nosel .....	33
Gambar 31. Grafik penurunan temperatur jumlah dua nosel.....	33
Gambar 32. Grafik penurunan temperatur jumlah tiga nosel.....	34

Gambar 33. Grafik kenaikan kelembapan jumlah satu nosel.....	36
Gambar 34. Grafik kenaikan kelembapan jumlah dua nosel .....	37
Gambar 35. Grafik kenaikan kelembapan jumlah tiga nosel .....	37
Gambar 36. Grafik efisiensi saturasi jumlah satu nosel.....	40
Gambar 37. Grafik efisiensi saturasi jumlah dua nosel.....	40
Gambar 38. Grafik efisiensi saturasi jumlah tiga nosel .....	41
Gambar 39. Grafik EER jumlah satu nosel.....	43
Gambar 40. Grafik EER jumlah dua nosel .....	44
Gambar 41. Grafik EER jumlah tiga nosel .....	45
Gambar 42. Proses pengisian air umpan.....	53
Gambar 43. (a) Proses pengecekan data akusisi, (b) Proses <i>evaporative cooling</i> .....	53
Gambar 44. Proses pengujian <i>evaporative cooling</i> .....	54
Gambar 45. Diagram kabel data akusisis.....	55



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan eksperimen jumlah satu nosel .....	13
Tabel 2. Rancangan eksperimen jumlah dua nosel .....	13
Tabel 3. Rancangan eksperimen jumlah tiga nosel .....	13
Tabel 4. Data hasil kalibrasi temperatur .....	19
Tabel 5. Hasil pengujian jumlah satu nosel .....	23
Tabel 6. Hasil pengujian jumlah dua nosel .....	24
Tabel 7. Hasil pengujian jumlah tiga nosel .....	25
Tabel 8. Nilai ketidakpastian temperatur jumlah satu nosel .....	27
Tabel 9. Nilai ketidakpastian kelembapan jumlah satu nosel .....	27
Tabel 10. Nilai ketidakpastian temperatur jumlah dua nosel .....	28
Tabel 11. Nilai ketidakpastian kelembapan jumlah dua nosel .....	28
Tabel 12. Nilai ketidakpastian temperatur jumlah tiga nosel .....	29
Tabel 13. Nilai ketidakpastian kelembapan jumlah tiga nosel .....	30
Tabel 14. Hasil penurunan temperatur jumlah satu nosel .....	31
Tabel 15. Hasil penurunan temperatur jumlah dua nosel .....	32
Tabel 16. Hasil penurunan temperatur jumlah tiga nosel .....	32
Tabel 17. Hasil kenaikan kelembapan jumlah satu nosel .....	35
Tabel 18. Hasil kenaikan kelembapan jumlah dua nosel .....	35
Tabel 19. Hasil kenaikan kelembapan jumlah tiga nosel .....	36
Tabel 20. Hasil perhitungan efisiensi saturasi jumlah satu nosel .....	38
Tabel 21. Hasil perhitungan efisiensi saturasi jumlah dua nosel .....	39
Tabel 22. Hasil perhitungan efisiensi saturasi jumlah tiga nosel .....	39
Tabel 23. Hasil perhitungan EER jumlah satu nosel .....	42
Tabel 24. Hasil perhitungan EER jumlah dua nosel .....	42
Tabel 25. Hasil perhitungan EER jumlah ntiga nosel .....	43
Tabel 26. Hasil desain faktorial temperatur kombinasi satu .....	45
Tabel 27. Hasil desain faktorial temperatur kombinasi dua .....	46
Tabel 28. Hasil desain faktorial kelembapan kombinasi satu .....	46
Tabel 29. Hasil desain faktorial kelembapan kombinasi dua .....	46
Tabel 30. Hasil desain faktorial efisiensi saturasi kombinasi satu .....	47
Tabel 31. Hasil desain faktorial efisiensi saturasi kombinasi dua .....	47
Tabel 32. Hasil desain faktorial EER kombinasi satu .....	48

Tabel 33. Hasil desain faktorial EER kombinasi dua .....	48
Tabel 34. Data hasil perbandingan dengan pengujian sebelumnya .....	48
Tabel 35. Data hasil pengujian 1 DN 0,5 mm JN 1 .....	57
Tabel 36. Data hasil pengujian 2 DN 0,5 mm JN 1 .....	58
Tabel 37. Data hasil pengujian 3 DN 0,5 mm JN 1 .....	59
Tabel 38. Data hasil pengujian 4 DN 0,5 mm JN 1 .....	60
Tabel 39. Data hasil pengujian 5 DN 0,5 mm JN 1 .....	61
Tabel 40. Data hasil pengujian 6 DN 0,5 mm JN 1 .....	62
Tabel 41. Data hasil pengujian 7 DN 0,6 mm JN 1 .....	63
Tabel 42. Data hasil pengujian 8 DN 0,6 mm JN 1 .....	64
Tabel 43. Data hasil pengujian 9 DN 0,6 mm JN 1 .....	65
Tabel 44. Data hasil pengujian 10 DN 0,6 mm JN 1 .....	66
Tabel 45. Data hasil pengujian 11 DN 0,6 mm JN 1 .....	67
Tabel 46. Data hasil pengujian 12 DN 0,6 mm JN 1 .....	68
Tabel 47. Data hasil pengujian 13 DN 0,8 mm JN 1 .....	69
Tabel 48. Data hasil pengujian 14 DN 0,8 mm JN 1 .....	70
Tabel 49. Data hasil pengujian 15 DN 0,8 mm JN 1 .....	71
Tabel 50. Data hasil pengujian 16 DN 0,8 mm JN 1 .....	72
Tabel 51. Data hasil pengujian 17 DN 0,8 mm JN 1 .....	73
Tabel 52. Data hasil pengujian 18 DN 0,8 mm JN 1 .....	74
Tabel 53. Data hasil pengujian 19 DN 0,5 mm JN 2 .....	75
Tabel 54. Data hasil pengujian 20 DN 0,5 mm JN 2 .....	76
Tabel 55. Data hasil pengujian 21 DN 0,5 mm JN 2 .....	77
Tabel 56. Data hasil pengujian 22 DN 0,5 mm JN 2 .....	78
Tabel 57. Data hasil pengujian 23 DN 0,5 mm JN 2 .....	79
Tabel 58. Data hasil pengujian 24 DN 0,5 mm JN 2 .....	80
Tabel 59. Data hasil pengujian 25 DN 0,6 mm JN 2 .....	81
Tabel 60. Data hasil pengujian 26 DN 0,6 mm JN 2 .....	82
Tabel 61. Data hasil pengujian 27 DN 0,6 mm JN 2 .....	83
Tabel 62. Data hasil pengujian 28 DN 0,6 mm JN 2 .....	84
Tabel 63. Data hasil pengujian 29 DN 0,6 mm JN 2 .....	85
Tabel 64. Data hasil pengujian 30 DN 0,6 mm JN 2 .....	86
Tabel 65. Data hasil pengujian 31 DN 0,8 mm JN 2 .....	87
Tabel 66. Data hasil pengujian 32 DN 0,8 mm JN 2 .....	88
Tabel 67. Data hasil pengujian 33 DN 0,8 mm JN 2 .....	89

Tabel 68. Data hasil pengujian 34 DN 0,8 mm JN 2 .....	90
Tabel 69. Data hasil pengujian 35 DN 0,8 mm JN 2 .....	91
Tabel 70. Data hasil pengujian 36 DN 0,8 mm JN 2 .....	92
Tabel 71. Data hasil pengujian 37 DN 0,5 mm JN 3 .....	93
Tabel 72. Data hasil pengujian 38 DN 0,5 mm JN 3 .....	94
Tabel 73. Data hasil pengujian 39 DN 0,5 mm JN 3 .....	95
Tabel 74. Data hasil pengujian 40 DN 0,5 mm JN 3 .....	96
Tabel 75. Data hasil pengujian 41 DN 0,5 mm JN 3 .....	97
Tabel 76. Data hasil pengujian 42 DN 0,5 mm JN 3 .....	98
Tabel 77. Data hasil pengujian 43 DN 0,6 mm JN 3 .....	99
Tabel 78. Data hasil pengujian 44 DN 0,6 mm JN 3 .....	100
Tabel 79. Data hasil pengujian 45 DN 0,6 mm JN 3 .....	101
Tabel 80. Data hasil pengujian 46 DN 0,6 mm JN 3 .....	102
Tabel 81. Data hasil pengujian 47 DN 0,6 mm JN 3 .....	103
Tabel 82. Data hasil pengujian 48 DN 0,6 mm JN 3 .....	104
Tabel 83. Data hasil pengujian 49 DN 0,8 mm JN 3 .....	105
Tabel 84. Data hasil pengujian 50 DN 0,8 mm JN 3 .....	106
Tabel 85. Data hasil pengujian 51 DN 0,8 mm JN 3 .....	107
Tabel 86. Data hasil pengujian 52 DN 0,8 mm JN 3 .....	108
Tabel 87. Data hasil pengujian 53 DN 0,8 mm JN 3 .....	109
Tabel 88. Data hasil pengujian 54 DN 0,8 mm JN 3 .....	110

## ABSTRAK

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki temperatur dan kelembapan udara yang relatif tinggi sepanjang tahun. Kondisi tersebut dapat menurunkan kenyamanan termal di dalam ruangan, khususnya pada bangunan yang belum dilengkapi dengan sistem pendingin udara konvensional. Salah satu alternatif yang ditawarkan adalah penerapan sistem pendinginan evaporatif berbasis nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja sistem tersebut dengan memvariasikan diameter nosel 0.5, 0.6 dan 0.8 mm, jumlah nosel 1–3 buah, serta kecepatan aliran udara 1.0–1.5 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jumlah nosel meningkatkan penurunan temperatur hingga 2.57 °C serta menaikkan kelembapan relatif sebesar 14.85%. Efisiensi saturasi tertinggi, yaitu 81.06%, dicapai pada konfigurasi tiga nosel dengan diameter 0.8 mm dan kecepatan udara 1.5 m/s. Sementara itu, EER tertinggi, sebesar 41.38, diperoleh pada konfigurasi satu nosel berdiameter 0.6 mm dengan kecepatan udara 1.4 m/s. Analisis faktorial 2<sup>3</sup> menunjukkan bahwa diameter nosel dan kecepatan udara berperan dominan terhadap peningkatan nilai EER serta efisiensi pendinginan. Adapun jumlah nosel memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kelembapan dan efisiensi saturasi. Namun demikian, penggunaan nosel berlebih dapat menurunkan efisiensi energi karena sebagian kabut tidak sepenuhnya mengalami penguapan. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa sistem pendinginan evaporatif berbasis nosel kabut mampu menjadi teknologi pendingin yang efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan. Dengan kinerja yang sesuai dengan kondisi iklim tropis, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi pengkondisian udara di Indonesia maupun negara tropis lainnya.

Kata kunci: desain faktorial, *evaporative cooling*, efisiensi saturasi, EER, nosel kabut.

## ABSTRACT

Indonesia, as a tropical country, has relatively high air temperature and humidity throughout the year. These conditions often reduce indoor thermal comfort, particularly in buildings without conventional air-conditioning systems. One alternative solution is the application of an evaporative cooling system using mist nozzles as a substitute for cooling pads. This study aims to evaluate the performance of such a system by varying nozzle diameter (0.5, 0.6, and 0.8 mm), the number of nozzles 1–3, and airflow velocity 1.0–1.5 m/s. The results indicate that increasing the number of nozzles enhances temperature reduction by up to 2.57 °C and raises relative humidity by 14.85%. The highest saturation efficiency, 81.06%, was achieved with a configuration of three nozzles, a diameter of 0.8 mm, and an airflow velocity of 1.5 m/s. Meanwhile, the highest Energy Efficiency Ratio (EER), 41.38, was obtained with a single nozzle of 0.6 mm diameter at an airflow velocity of 1.4 m/s. The 2<sup>3</sup> factorial analysis revealed that nozzle diameter and airflow velocity play dominant roles in improving EER and cooling efficiency, while the number of nozzles significantly contributes to increasing humidity and saturation efficiency. However, excessive use of nozzles may reduce energy efficiency due to incomplete evaporation of mist particles. Overall, this study demonstrates that an evaporative cooling system using mist nozzles can serve as an efficient, energy-saving, and environmentally friendly cooling technology. With performance well suited to tropical climates, this system has strong potential to be further developed as an alternative air-conditioning solution in Indonesia and other tropical regions.

*Keywords:* evaporative cooling, EER, factorial design, mist nozzle, saturation efficiency.



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar belakang

Indonesia Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki temperatur harian yang relatif lebih tinggi dibandingkan banyak negara lain, akibat posisinya yang berada pada garis lintang rendah dan dekat dengan garis khatulistiwa. Temperatur maksimum di beberapa wilayah dapat mencapai 35.7 °C, sehingga sering menimbulkan ketidaknyamanan termal dalam ruangan karena temperatur dan kelembapan yang tinggi. Idealnya, temperatur ruang di wilayah tropis berada pada kisaran 22.8–25.8 °C dengan kelembapan relatif 40–50%. Oleh karena itu, pemanfaatan sifat termodinamika udara maupun sistem pendingin diperlukan untuk mencapai kenyamanan termal [1]. Hal ini menimbulkan sebuah permasalahan ketika musim kemarau tiba. Udara panas dan kondisi lingkungan yang kering mengakibatkan kenyamanan manusia dalam beraktivitas menjadi terganggu [2].

Mesin pendingin, atau sistem refrigerasi, adalah perangkat yang mentransfer kalor dari satu area ke area lain, menciptakan perbedaan temperatur. Umumnya, digunakan untuk memindahkan kalor dari dalam keluar ruangan, menghasilkan temperatur yang lebih rendah [3]. Penggunaan AC sebagai pendingin ruangan memiliki keterbatasan, terutama dalam konsumsi energi yang tinggi serta dampak negatif terhadap lingkungan. Sebagai alternatif, sistem pendinginan evaporatif menawarkan solusi yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan. Dengan memahami prinsip kerja serta jenis-jenis pendinginan evaporatif, masyarakat dapat memilih teknologi pendingin yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan [4]. Jenis *evaporative cooling* yang tersedia di pasaran terdiri atas dua, yaitu *direct evaporative cooling* (DEC) dan *indirect evaporative cooling* (IEC). DEC merupakan jenis yang paling umum digunakan dengan *cooling pad* sebagai media pendingin sekaligus penyaring udara. Udara yang melewati *cooling pad* akan mengalami penurunan temperatur dan peningkatan kelembapan. Semakin rendah temperatur air pendingin dan semakin besar debit air yang diberikan, maka penurunan temperatur bola kering, efektivitas pendinginan (efisiensi saturasi), kapasitas pendinginan, serta nilai EER akan semakin tinggi. [5].

*Evaporative cooling* nosel kabut merupakan teknologi pendingin yang efektif dan ramah lingkungan dengan menggunakan prinsip penguapan. Teknologi ini banyak diterapkan di berbagai sektor untuk menciptakan kenyamanan secara efisien. Meskipun kinerjanya dipengaruhi oleh kelembapan udara, sistem kabut tetap menjadi pilihan populer

untuk solusi pendinginan di ruang terbuka maupun lingkungan industri [6]. *Evaporative cooling* bekerja berdasarkan prinsip fisika sederhana dimana air menyerap, energi panas menguap. Ketika air disemprotkan melalui nosel kabut, partikel air yang sangat kecil akan menyebar ke udara. Sebagian dari air ini akan menguap, menyerap panas dari udara sekitar, dan menurunkan temperatur [7]. Proses ini dikenal sebagai pendinginan adiabatik.

## **2. Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana pengaruh diameter nosel kabut terhadap penurunan temperatur bola kering, kenaikan kelembapan, efisiensi saturasi dan EER. Dan bagaimana pengaruh jumlah nosel terhadap penurunan temperature bola kering, kenaikan kelembapan, efisiensi saturasi dan EER.

## **3. Tujuan**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, tujuan yang hendak dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh variasi diameter nosel dan jumlah nosel terhadap penurunan temperatur bola kering, kenaikan kelembapan, efisiensi saturasi dan EER.

## **4. Manfaat**

Untuk mempermudah masyarakat dalam pendinginan ruangan dengan biaya yang lebih rendah dan menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dengan cara yang lebih efisien.

## **5. Lingkup masalah**

Lingkup masalah adalah suatu penjelasan ruang lingkup dari suatu permasalahan supaya pembahasan yang akan dilakukan tidak terlampaui jauh dan melebar dengan tujuan agar pembahasan fokus. Adapun batasan masalah diperlukan:

- a. Melakukan pengujian dengan jenis nosel yang digunakan adalah nosel kabut berdiameter 0.5 mm, 0.6 mm, dan 0,8 mm.
- b. Melakukan pengujian dengan jumlah nosel kabut yang digunakan dalam setiap pengujian terdiri dari 1, 2 dan 3 nosel.
- c. Melakukan pengujian dengan pompa yang digunakan adalah pompa diafragma tekanan 5 bar.
- d. Melakukan pengujian dengan kecepatan udara menggunakan 6 level dari 1 m/s hingga 1.5 m/s.

## **6. Sistematika penulisan**

Sistematika terdiri dari empat bab dalam tulisan ini, yang disusun secara sistematis agar memberikan pemahaman yang jelas. Berikut adalah ringkasan dari masing-masing bab:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab pertama membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II: STUDI LITELATUR**

Bab kedua, terdapat uraian mengenai dasar teori yang relevan.

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ketiga melingkupi tahapan penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, metode pengujian, lokasi penelitian serta anggaran yang telah digunakan.

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab keempat membahas perihal pengolahan data hasil eksperimen.

### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kelima membahas perihal kesimpulan dan saran.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji performansi *evaporative cooling* menggunakan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Sistem pendinginan udara berbasis *evaporative cooling* dengan nosel kabut sebagai pengganti *cooling pad* menghasilkan penurunan temperatur sebesar 2.57 °C dan kenaikan kelembapan relatif sebesar 14.85%.
- b. Nilai ketidakpastian pada pengukuran temperatur dan kelembapan tercatat di bawah 5%, artinya data yang diperoleh fluktuasinya kecil. Hal ini dipengaruhi oleh penempatan sensor yang tepat secara fungsional di dalam saluran uji.
- c. Efisiensi saturasi mengindikasikan peningkatan seiring bertambahnya jumlah nosel, diameter nosel dan kecepatan udara, nilai tertinggi efisiensi saturasi sebesar 81.06% pada kecepatan udara 1,5 m/s diameter nosel 0.8 mm dengan menggunakan 3 nosel, menunjukkan pendekatan sistem menuju kondisi ideal pendinginan.
- d. EER menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kecepatan udara, nilai tertinggi EER sebesar 41,38 pada kecepatan udara 1,4 m/s, diameter nosel 0.6mm dengan menggunakan 1 nosel.
- e. Desain faktorial menunjukkan jumlah nosel (JN) paling konsisten memengaruhi efisiensi saturasi. Diameter nosel (DN) berpengaruh pada penurunan temperatur dan kenaikan kelembapan, sedangkan kecepatan udara (KU) paling besar memengaruhi *energy efficiency ratio* (EER).

### 2. Saran

Adapun beberapa saran untuk pengembangan dan perbaikan penelitian ini, yaitu:

- a. Lakukan pengujian di dalam ruangan tertutup dengan volume tertentu agar dapat dilihat kinerjanya.
- b. Menambahkan lapisan mistrap pada sistem mengurangi jumlah air yang terbawa keluar bersama aliran udara.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Fadillah, “Uji performansi *in-duct direct evaporative cooler* yang ditambahkan condenser,” 2021, [online]. available: [https://repository.unpas.ac.id/62415/1/adhitya\\_farick\\_fadillah\\_173030064\\_teknik\\_mesin\\_%282%29](https://repository.unpas.ac.id/62415/1/adhitya_farick_fadillah_173030064_teknik_mesin_%282%29).
- [2] E. Sofia and h. Sonawan, “*Performance test of commercial air coolers with cooling pads made from banana midrib fiber and honeycomb* uji performansi air cooler komersial menggunakan cooling pad dari serat pelepah pisang dan *honeycomb*,” *mestro j. ilm.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–17, 2024, [online]. available: <https://jurnal.publikasi-untagcirebon.ac.id/index.php/mestro/>
- [3] F.T. Hidayat, e. Achdi, and A. sentana., “Pembuatan sistem pengujian performansi mesin pendingin kompresi uap kapasitas ½ pk,” *skripsi*, 2018, [online]. available: <http://repository.unpas.ac.id/39378/>
- [4] M. J. Moran and H. n. shapiro, *Introduction to thermal systems engineering thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer*. 2003. [online]. available: [https://www.academia.edu/10330785/introduction\\_to\\_thermal\\_systems\\_engineering](https://www.academia.edu/10330785/introduction_to_thermal_systems_engineering)
- [5] I. N. Suryana, i. n. Suarnadwipa, and H. wijaksana, “Studi eksperimental performansi pendingin *evaporative portable* dengan pad berbahan spon dengan ketebalan berbeda,” *j. ilm. tek. desain mek.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–70, 2014.
- [6] R. Media, t. jamur, and n. p. sari, “Edible mushroom ),” 2019, [online]. available: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/172039>
- [7] B. Yunianto, f. b. hasugia, B. fajar, and N. sinaga, “*Performance test of indirect evaporative cooler by primary air flow rate variations*,” vol. 9, p. 1, 2019, [online]. available: <https://eprints.undip.ac.id/81747/>
- [8] G. Heidarinejad, m. Farmahini farahani, and S. delfani, “*Investigation of a hybrid system of nocturnal radiative cooling and direct evaporative cooling*,” *build. environ.*, vol. 45, no. 6, pp. 1521–1528, 2010, doi: 10.1016/j.buildenv.2010.01.003.
- [9] D. Kartikawati and p. u. pramesti, “Evaluasi aspek penghawaan alami terkait sistem ventilasi bangunan berdasarkan standar nasional indonesia ( sni ),” *gewang*, vol. 6, no. 1, pp. 53–60, 2024.

- [10] A. M. Kartika, s. Sunanto, and a. S. margana, "Uji performansi *evaporative cooling system* pada kumbung jamur merang dengan variasi tekanannya," *jtt (jurnal teknol. ter.*, vol. 8, no. 2, p. 90, 2022, doi: 10.31884/jtt.v8i2.367.
- [11] K. M. Octaviansyah, "Uji performansi air *cooler* dengan *cooling pad* berbahan dasar serat nanas," 2020, [online]. available: <http://repository.unpas.ac.id/47512/%0ahttp://repository.unpas.ac.id/47512/1/kend> i melian octaviansyah\_153030046\_teknik mesin.pdf
- [12] C. Cahyo hardanto and b. Bambang yunianto, "Uji prestasi pendinginan evaporasi kontak tidak langsung (*indirect evaporative cooling*) dengan variasi temperatur media pendingin air," *j. tek. mesin undip*, vol. 3, no. 3, pp. 239–244, 2015, [online]. available: <https://www.neliti.com/publications/142287/>
- [13] G. Heidarinejad, m. Bozorgmehr, s. Delfani, and j. Esmaelian, "*Experimental investigation of two-stage indirect/direct evaporative cooling system in various climatic conditions*," *build. environ.*, vol. 44, no. 10, pp. 2073–2079, 2009, doi: 10.1016/j.buildenv.2009.02.017.
- [14] B. Yunianto, "Pemanfaatan *evaporative cooling* untuk meningkatkan kenyamanan ruang," *rotasi*, vol. 20, no. 1, p. 29, 2018, doi: 10.14710/rotasi.20.1.29-32.
- [15] D. Reksa anestyana, h. Wijaksana, i. Nengah suarnadwipa, and b. Jimbaran bali abstrak, "Study eksperimental performansi *evaporative cooling pad* dengan penggunaan aliran paksa udara dingin dengan saluran udara berbentuk persegi empat," *j. ilm. tek. desain mek.*, vol. 7, no. 2, pp. 182–188, 2018.
- [16] M. E. Arsana, l. p. I. midiani, and A. darmawan, "Analisa kinerja fcu menggunakandiagram psikrometri," *j. appl. mech. eng. green technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 119–122, 2021, doi: 10.31940/jametech.v2i3.119-122.
- [17] A. A. Nursalim, f. u. a. f. u. albab, n. a. alhadid, and s. d. lestari, "Pengaruh sudut nozzle terhadap daya turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala praktikum," *j. fak. tek. kuningan*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2025, doi: <https://doi.org/10.70476/p8v0fm44>.
- [18] R. Maulana and Meriani, "Penggunaan *resistance temperature detector* pada air *cooler generator* unit 1 ulpl ta musi," *jteraf (jurnal tek. elektro raflesia)*, vol. 3, no. 2, 2023, [online]. available: <https://ejournal.polraf.ac.id/index.php/jteraf/article/view/469>

- [19] B. Indrajit, "Aplikasi sensor temperatur pt100 pada sistem pendingin *engine* di lombo *gecc power plant* (peaker) 130-150 mw," 2020, [online]. available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/%0aintisari>
- [20] M. Sefriza toriq hidayat and w. d. kurniawan, "Analisa perbandingan sistem kontrol berbasis arduino dan plc pada pengendalian temperatur," *j. rekayasa mesin*, vol. 07, no. 02, pp. 24–28, 2022, [online]. available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47898>
- [21] S. Muhammad makruf *et al.*, "Analisis kelembaban udara terhadap tingginya temperatur di sekaran semarang," *j. anal.*, vol. 4, no. 1, pp. 93–100, 2025, [online]. available: <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/analisis>
- [22] R. P. Rachman and b. yunianto, "Pengaruh jenis *sprayer* terhadap efektivitas *direct evaporative cooling* dengan *cooling pad* serabut kelapa," *j. tek. mesin s-1*, vol. 2, no. 2, pp. 78–82, 2014, doi: <https://doi.org/10.32497/jrm.v20i1.5739>.
- [23] I. P. P. Susila, h. wijaksana, and i. n. suarnadwipa, "Studi laju *evaporasi* pada *direct evaporative cooling* berbahan *pad* jerami padi dan tapis kelapa," *iptekma*, vol. 8, no. 1, p. 25, 2019, doi: [10.24843/iptekma.2019.v08.i01.p04](https://doi.org/10.24843/iptekma.2019.v08.i01.p04).
- [24] K. Sathierbach *et al.*, "Pengaruh laju air sistem *evaporative cooling* terhadap temperatur sistem mesin pengkondisian udara," *proc. natl. acad. sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2015, [online]. available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056>  
<https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827>  
<https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827/internal-pdf/semisupervised-3254828305/semisupervised.ppt>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005>
- [25] A. Amrullah, z. djafar, and w. h. piarah, "Analisa kinerja mesin *refrigerasi* rumah tangga dengan variasi *refrigeran*," *jtt (jurnal teknol. ter.)*, vol. 3, no. 2, pp. 7–11, 2017, doi: [10.31884/jtt.v3i2.55](https://doi.org/10.31884/jtt.v3i2.55).