

**Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel
terhadap produktivitas purifikasi air berbasis
kabut pada temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, dan
150 °C**

*Experimental study of the effect of nozzle heating on the
productivity of fog-based water purification at heater temperatures
of 130 °C, 140 °C, and 150 °C*

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Farhan Hilal Fahrizal Permana

NPM: 213030007



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Farhan Hilal Fahrizal Permana

Nomor Pokok Mahasiswa : 213030007

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 laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil *plagiarism*.

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

Bandung, 5 April 2026

Penulis,



Farhan Hilal Fahrizal Permana

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

N a m a : Farhan Hilal Fahrizal Permana

NPM : 213030007

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:

Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut pada temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, dan 150 °C

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan 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, 5 April 2026

Yang menyatakan,



Farhan Hilal Fahrizal Permana

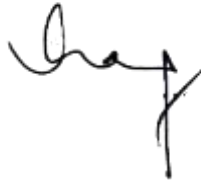
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap
produktivitas purifikasi air berbasis kabut pada temperatur
heater 130 °C, 140 °C, dan 150 °C**



Nama : Farhan Hilal Fahrizal Permana
NPM : 213030007

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Ir. Agus Sentana, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

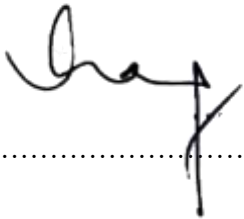
**Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap
produktivitas purifikasi air berbasis kabut pada temperatur
heater 130 °C, 140 °C, dan 150 °C**



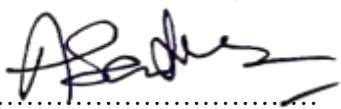
Nama : Farhan Hilal Fahrizal Permana
NPM : 213030007

Tanggal sidang skripsi: 7 Mei 2026

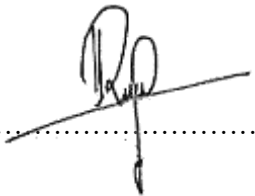
Ketua : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.


.....

Sekretaris : Ir. Agus Sentana, M.T.


.....

Anggota : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.


.....

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


.....

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul **“Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut pada temperatur heater 130 °C, 140 °C, dan 150 °C”** dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.

Penyusunan skripsi ini dilatarbelakangi oleh semakin meningkatnya kebutuhan air bersih di tengah keterbatasan sumber daya air di berbagai wilayah, terutama di daerah pesisir dan kering. Salah satu solusi inovatif yang sedang dikembangkan adalah teknologi purifikasi air berbasis kabut (*fog harvesting*), yaitu proses pengumpulan air dari kabut melalui media penangkap tertentu. Teknologi ini bersifat ramah lingkungan dan hemat energi, namun produktivitasnya masih perlu ditingkatkan agar dapat diimplementasikan secara efektif di lapangan.

Skripsi ini terdiri atas beberapa bagian utama yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, serta metodologi penelitian. Dalam penelitian ini, penulis berupaya melakukan studi eksperimen terhadap pengaruh pemanasan nosel, komponen utama pembentuk kabut, terhadap jumlah air hasil purifikasi yang diperoleh. Pemanasan nosel diharapkan dapat memperbaiki proses atomisasi air dengan menurunkan viskositas dan tegangan permukaan fluida, sehingga menghasilkan *droplet* dengan ukuran lebih kecil dan distribusi lebih merata. Dengan demikian, diharapkan produktivitas sistem purifikasi air berbasis kabut dapat meningkat secara signifikan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu Dosen Pembimbing Skripsi, yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Teknik Mesin, serta seluruh dosen dan staf Fakultas Teknik Universitas Pasundan, atas segala ilmu, bimbingan, dan fasilitas yang telah diberikan selama masa studi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa, khususnya di angkatan 2021, yang telah membantu dalam diskusi teknis dan persiapan peralatan

penelitian. Ucapan terima kasih yang mendalam juga penulis sampaikan kepada seseorang dengan npm 213507005 di Universitas Siliwangi dan kedua orang tua sekaligus keluarga tercinta atas doa, kasih sayang, dan dukungan moral yang tiada henti hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi analisis maupun ruang lingkup bahasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini pada tahap selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin maupun penerapan teknologi energi terbarukan di masa depan.

Bandung, 5 April 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Farhan', with a long horizontal stroke extending to the right.

Farhan Hilal Fahrizal Permana

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	3
3. Tujuan.....	3
4. Manfaat.....	3
5. Batasan masalah.....	3
6. Sistematika penulisan	4
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Air.....	5
2. Evaporasi	5
3. Penangkap kabut.....	6
4. Alat purifikasi air.....	6
5. Pemanas	7

6. Heater	7
7. Kondensasi.....	7
8. Data akuisisi	8
9. RTD PT100.....	8
10. Anemometer	9
11. REX-C100	9
12. Penelitian sebelumnya	10
13. Kesenjangan penelitian.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
1. Tahapan penelitian.....	12
2. Tempat penelitian	12
3. Variabel eksperimen	13
4. Rancangan eksperimen	13
5. Alat dan bahan	15
6. Set up eksperimen.....	16
7. Metode eksperimen.....	17
A. Persiapan Awal.....	17
B. Pengaturan Variabel Input.....	18
C. Proses Pembentukan Kabut.....	18
D. Proses Kondensasi.....	18
E. Pengukuran Parameter.....	18
F. Pengulangan dan Validasi	18
8. Kalibrasi TDS dan <i>Turbidity</i>	19
A. Kalibrasi menggunakan excel sesuai dengan spesifikasi sensor	19
B. Kalibrasi loadcell 3 kg dan 10 kg.....	20

C.	Kalibrasi turbidity dan TDS	22
9.	Metode pengolahan data hasil pengukuran/pengujian.....	24
A.	Editing (Pemeriksaan Data)	24
B.	Klasifikasi Data	24
C.	Analisis Data	24
D.	Kesimpulan	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
1.	Umum	25
2.	Data hasil eksperimen.....	25
3.	Pengolahan data	26
A.	Analisis ketidakpastian.....	26
B.	Penurunan TDS dan turbidity.....	36
C.	Desain faktorial	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		45
1.	Kesimpulan	45
2.	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46
LAMPIRAN.....		49
1.	Data hasil pengujian	49
2.	Proses persiapan alat dan bahan	51
3.	Air hasil pengujian.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penangkap kabut.	6
Gambar 2. Alat purifikasi air.	6
Gambar 3. <i>Heater</i> mica.....	7
Gambar 4. Data <i>acquisition</i>	8
Gambar 7. RTD PT100.....	8
Gambar 5. Anemometer.....	9
Gambar 6. REX-C100.....	9
Gambar 8. Diagram eksperimen	12
Gambar 9. Lokasi penelitian.	12
Gambar 10. Set up pengujian purifikasi.....	16
Gambar 11. Spesifikasi <i>loadcell</i> 3 kg dan 10 kg.....	19
Gambar 12. Spesifikasi <i>turbidity</i> sensor module	19
Gambar 13. Spesifikasi analog TDS sensor.....	19
Gambar 14. Grafik kalibrasi <i>loadcell</i> 3 kg.....	20
Gambar 15. Grafik kalibrasi <i>loadcell</i> 10 kg.....	21
Gambar 16. Grafik kalibrasi <i>turbidity</i>	22
Gambar 17. Grafik kalibrasi TDS	23
Gambar 18. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	27
Gambar 19. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	28
Gambar 20. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	29
Gambar 21. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	30
Gambar 22. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	31
Gambar 23. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	32
Gambar 24. Grafik ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 130 °C	33
Gambar 25. Grafik ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 140 °C	34
Gambar 26. Grafik ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 150 °C	35
Gambar 27. Penurunan nilai TDS pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	36
Gambar 28. Penurunan nilai <i>Turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	37
Gambar 29. Penurunan nilai TDS pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	38
Gambar 30. Penurunan nilai <i>Turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	38
Gambar 31. Penurunan nilai TDS pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	39
Gambar 32. Penurunan nilai <i>Turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	39
Gambar 33. Rancangan pengujian	51

Gambar 34. Proses pengujian	51
Gambar 35. Air umpan	52
Gambar 36. Air kondensat	52
Gambar 37. Air hasil pengujian	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan eksperimen pertama.	14
Tabel 2. Rancangan eksperimen kedua.....	14
Tabel 3. Rancangan eksperimen ketiga.....	15
Tabel 4. Kalibrasi <i>loadcell</i> 3 kg.....	20
Tabel 5. Kalibrasi <i>loadcell</i> 10 kg.....	21
Tabel 6. Data hasil kalibrasi <i>turbidity</i>	22
Tabel 7. Data kalibrasi TDS.....	23
Tabel 8. Data hasil eksperimen pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	25
Tabel 9. Data hasil eksperimen pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	25
Tabel 10. Data hasil eksperimen pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	26
Tabel 11. Nilai ketidakpastian pada konfigurasi 1 (1 m/s, 0,5 mm, 130 °C).....	26
Tabel 12. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 130 °C .	27
Tabel 13. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 140 °C .	28
Tabel 14. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur <i>heater</i> 150 °C .	29
Tabel 15. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	30
Tabel 16. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	31
Tabel 17. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	32
Tabel 18. Nilai ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	33
Tabel 19. Nilai ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	34
Tabel 20. Nilai ketidakpastian <i>turbidity</i> pada temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	35
Tabel 21. Persentase produksi kondensat kombinasi satu	40
Tabel 22. Persentase produksi kondensat kombinasi dua	40
Tabel 23. Penurunan TDS kombinasi satu.....	41
Tabel 24. Penurunan TDS kombinasi dua	41
Tabel 25. Penurunan <i>turbidity</i> kombinasi satu.....	42
Tabel 26. Penurunan <i>turbidity</i> kombinasi dua	42
Tabel 27. Nilai rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik kombinasi satu	43
Tabel 28. Nilai rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik kombinasi dua.....	43
Tabel 29. Data hasil pengujian dengan temperatur <i>heater</i> 130 °C.....	49
Tabel 30. Data hasil pengujian dengan temperatur <i>heater</i> 140 °C.....	50
Tabel 31. Data hasil pengujian dengan temperatur <i>heater</i> 150 °C.....	50

ABSTRAK

Penelitian ini membahas Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut pada temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, dan 150 °C. Ketersediaan air bersih yang semakin terbatas mendorong pengembangan teknologi alternatif yang hemat energi dan ramah lingkungan. Salah satu faktor penting dalam sistem ini adalah proses atomisasi air melalui nosel, yang dipengaruhi oleh temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas kondensat serta kualitas air hasil purifikasi berdasarkan parameter (TDS) dan kekeruhan (turbidity). Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi diameter nosel (0,5 mm; 0,6 mm; 0,8 mm), temperatur pemanasan (130 °C, 140 °C, 150 °C), dan kecepatan udara (1–1,5 m/s). Data dikumpulkan menggunakan sistem akuisisi berbasis sensor TDS dan turbidity yang telah dikalibrasi, kemudian dianalisis menggunakan metode ketidakpastian dan desain faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menurunkan turbidity sebesar 741 NTU dan TDS sebesar 892 ppm, dengan tingkat ketidakpastian di bawah 5% yang menunjukkan kestabilan data. Variabel yang paling berpengaruh terhadap performansi meliputi diameter dan jumlah nosel. Nilai optimal diperoleh pada produktivitas kondensat sebesar 85,96%, penurunan TDS sebesar 98 ppm, penurunan turbidity sebesar 250 NTU, serta rasio produktivitas energi sebesar 30,485 g/W·h. Penambahan lapisan *mistrap* juga meningkatkan jumlah air kondensat yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanasan nosel efektif meningkatkan kinerja sistem purifikasi air berbasis kabut dan berpotensi diaplikasikan sebagai solusi penyediaan air bersih.

Kata kunci: purifikasi air berbasis kabut, pemanasan nosel, produktivitas kondensat, TDS, turbidity.

ABSTRACT

This study presents an Experimental study of the effect of nozzle heating on the productivity of fog-based water purification at heater temperatures of 130 °C, 140 °C, and 150 °C. The increasing scarcity of clean water has driven the development of alternative technologies that are energy-efficient and environmentally friendly. One of the key factors in this system is the atomization process through the nozzle, which is influenced by temperature. This research aims to analyze the effect of nozzle heating on condensate productivity and water quality based on (TDS) and turbidity parameters. The method employed is a laboratory experiment with variations in nozzle diameter (0.5 mm, 0.6 mm, 0.8 mm), heating temperature (130 °C, 140 °C, 150 °C), and air velocity (1–1.5 m/s). Data were collected using a data acquisition system equipped with calibrated TDS and turbidity sensors and analyzed using uncertainty analysis and factorial design methods. The results show that the system is capable of reducing turbidity by 741 NTU and TDS by 892 ppm, with uncertainty values below 5%, indicating stable data. The most influential variables include nozzle diameter and number of nozzles. The optimal values achieved include condensate productivity of 85,96%, TDS reduction of 98 ppm, turbidity reduction of 250 NTU, and an energy productivity ratio of 30,485 g/W·h. Additionally, the use of a misttrap layer increases the amount of collected condensate. These findings indicate that nozzle heating effectively improves the performance of fog-based water purification systems and has potential for practical application in clean water supply.

Keywords: *fog-based water purification, nozzle heating, condensate productivity, TDS, turbidity.*

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Air merupakan unsur esensial bagi kehidupan dan menutupi sekitar 71% permukaan bumi. Sebagian besar berada dalam bentuk air asin di lautan serta dalam wujud es di kutub dan puncak gunung. Sebagian lainnya hadir sebagai air tawar yang terdapat pada sungai, danau, hujan, maupun uap air yang terus bergerak melalui siklus hidrologi dimulai dari proses penguapan, kondensasi, hingga kembali turun ke permukaan bumi sebagai hujan dan akhirnya mengalir menuju laut [1].

Berbagai metode dapat digunakan untuk menghasilkan air bersih, salah satunya adalah proses destilasi. Proses ini memisahkan air murni dari zat terlarut melalui pemanasan hingga membentuk uap, kemudian uap tersebut didinginkan melalui kondensor dan kembali menjadi cairan. Destilat yang dihasilkan umumnya dipakai di berbagai bidang seperti laboratorium kimia maupun sektor kesehatan [2].

Salah satu teknologi yang mulai banyak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih adalah purifikasi air berbasis kabut (*fog harvesting*). Teknologi ini memanfaatkan *droplet* air yang terdapat di atmosfer, kemudian ditangkap oleh permukaan tertentu seperti mesh kolektor atau plat kondensasi sehingga dapat dikumpulkan sebagai air bersih. Metode ini relatif sederhana, hemat energi, dan layak diterapkan pada wilayah yang memiliki tingkat kelembapan tinggi meskipun minim sumber air permukaan [3].

Ukuran *droplet* berperan besar terhadap efektivitas penangkapan kabut. *Droplet* yang terlalu besar cenderung jatuh sebelum tertangkap, sedangkan *droplet* yang sangat kecil dapat mudah menguap atau terbawa aliran udara. Oleh karena itu, kemampuan sistem untuk mengatomisasi air menjadi kabut halus merupakan aspek penting dalam peningkatan produktivitas purifikasi air. Salah satu metode yang dianggap potensial untuk meningkatkan performa atomisasi adalah pemanasan nosel (*heated nozzle*). Nosel berfungsi mengubah tekanan fluida menjadi energi kinetik sehingga menghasilkan semprotan halus. Karakteristik fluida seperti viskositas, densitas, dan tegangan permukaan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Ketika suhu meningkat, viskositas dan tegangan permukaan air akan menurun, sehingga proses pemecahan air menjadi *droplet* berukuran kecil menjadi lebih mudah [4].

Ketersediaan air bersih menjadi kebutuhan vital bagi kehidupan manusia, namun jumlahnya semakin terbatas karena pertumbuhan penduduk, pencemaran lingkungan, serta

tidak meratanya distribusi sumber air. Berbagai teknologi purifikasi dikembangkan untuk mengatasi krisis air, salah satunya metode purifikasi air berbasis kabut (*fog harvesting*). Teknologi ini bekerja dengan menangkap *droplet* kabut di udara dan mengubahnya menjadi air bersih melalui proses kondensasi. Metode ini bersifat hemat energi, ramah lingkungan, dan dapat dijalankan pada wilayah dengan kelembapan tinggi.

Salah satu komponen penting pada sistem ini adalah nosel pembentuk kabut, yang berfungsi mengatomisasi air menjadi *droplet* berukuran sangat kecil. Kualitas atomisasi sangat menentukan jumlah kabut yang dapat dikondensasikan. Pemanasan nosel diperkirakan mampu meningkatkan kualitas atomisasi dengan menurunkan viskositas dan tegangan permukaan air sehingga *droplet* menjadi lebih halus dan lebih mudah dikondensasikan.

Adapun fakta pendukung sebagai berikut:

- Jumlah air tawar sangat terbatas, hanya sebagian kecil dari total air di bumi yang dapat digunakan untuk kebutuhan manusia.
- *Fog harvesting* merupakan teknologi yang terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan air alternatif, karena sederhana dan tidak membutuhkan energi besar.
- Ukuran *droplet* menentukan efektivitas penangkapan kabut *droplet* yang sangat kecil lebih mudah ditangkap dan dikondensasikan.
- Peningkatan temperatur fluida menurunkan viskositas dan tegangan permukaan, sehingga atomisasi menjadi lebih baik.
- Penelitian sebelumnya belum secara spesifik menguji pemanasan nosel, kebanyakan hanya menggunakan pemanas air atau sistem *flashing* umum.

Fakta-fakta ini memperkuat pentingnya meneliti pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi berbasis kabut.

Dan alasan pentingnya topik ini memiliki beberapa point diantaranya:

- Krisis air bersih semakin meningkat, terutama di daerah pesisir dan kering yang minim sumber air permukaan.
- Teknologi *fog harvesting* berpotensi menjadi solusi alternatif yang hemat energi dan dapat diterapkan secara lokal.

- Pemanasan nosel merupakan inovasi yang belum banyak diteliti dalam konteks purifikasi berbasis kabut.
- Optimalisasi sistem ini dapat meningkatkan produktivitas kondensat secara signifikan tanpa menambah konsumsi energi besar.
- Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah baru berupa data pengaruh suhu pemanasan nosel terhadap kualitas kabut dan hasil kondensasi.
- Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan desain prototipe nosel berpemanas untuk pengembangan alat purifikasi yang lebih efisien.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, 150 °C terhadap pemanasan nosel pada penurunan *turbidity*, dan penurunan TDS?
- Apakah pemanasan nosel dengan temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, 150 °C mampu meningkatkan produktivitas kondensat dibandingkan generasi ke-4?

3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas kondensat, penurunan TDS dan penurunan *turbidity*.

4. Manfaat

Memberikan dasar rancangan untuk pembuatan nosel berpemanas (*heated nozzle*) yang efisien dalam menghasilkan kabut dengan ukuran *droplet* optimal.

5. Batasan masalah

Untuk menjaga agar penelitian lebih terarah dan fokus, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

- Jenis nosel yang digunakan adalah nosel kabut berdiameter 0.5 mm, 0.6 mm, 0.8 mm.
- Air umpan yaitu air kotor dengan volume sebesar 6 liter dengan kekeruhan 800 NTU.
- Kecepatan udara menggunakan 6 level dari 1 m/s – 1.5 m/s.

- Pompa yang digunakan adalah pompa diafragma tekanan 5 bar.
- 1 nosel kabut yang digunakan dalam setiap pengujian.
- Temperatur *heater* yang menggunakan 3 level 130 °C, 140 °C, 150 °C.
- 15 lapis jumlah *mistrap*.

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 menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, keuntungan, batasan penelitian, serta tata cara penulisan.

BAB II: STUDI LITERATUR

Bab kedua menyajikan penjelasan mengenai teori-teori yang relevan, meliputi topik seperti evaporasi, penangkap kabut, alat purifikasi, pemanas dan kondensasi.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga melingkupi tahapan penelitian, tempat penelitian, variabel eksperimen, rancangan eksperimen, alat dan bahan, set up eksperimen, metode eksperimen dan pengolahan data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat membahas mengenai pengolahan data yang telah didapat dan definisi umum mengenai pengujian yang telah dilaksanakan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir membahas mengenai kesimpulan dan saran serta masukan untuk penelitian ini ke depannya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Air

Air tawar merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan manusia karena digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti minum, memasak, mandi, pertanian, industri, hingga sektor rekreasi. Namun, ketersediaannya semakin terbatas seiring meningkatnya jumlah penduduk dan menurunnya kualitas lingkungan. Degradasi kualitas air tawar menyebabkan semakin sedikit masyarakat yang dapat mengakses air bersih. Perilaku konsumsi yang boros memperparah kondisi tersebut dan membuat kelompok tertentu kehilangan akses terhadap air layak pakai [5].

Kualitas dan keamanan air sangat berpengaruh terhadap tingkat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Penyediaan air bersih merupakan langkah penting dalam upaya peningkatan kesehatan publik sekaligus pengurangan angka kemiskinan. Sebagai lembaga internasional yang berfokus pada kesehatan dan kualitas air, WHO berperan dalam mencegah penyebaran penyakit berbasis air melalui regulasi kesehatan, pendampingan terhadap pemerintah, serta pemberian panduan manajemen risiko untuk penyedia layanan air maupun masyarakat [6].

2. Evaporasi

Evaporasi adalah proses perubahan wujud air dari fase cair menjadi uap melalui permukaan air, tanah, atau vegetasi. Permukaan yang kasar biasanya menghasilkan laju evaporasi lebih tinggi dibandingkan permukaan yang rata. Semakin tinggi suhu udara di atas permukaan penguapan, semakin cepat proses perubahan fase cair menjadi gas terjadi. Laju evaporasi dipengaruhi oleh saturation deficit, yaitu kemampuan udara menyerap uap air sebelum mencapai kondisi jenuh. Oleh karena itu, evaporasi lebih dominan terjadi di lingkungan dengan udara kering dibandingkan daerah yang lembap [7].

Proses evaporasi juga sangat dipengaruhi oleh ketidakseimbangan antara jumlah uap air yang dapat ditampung udara dan kondisi aktual kelembapan udara. Ketika udara jauh dari kondisi jenuh, uap air lebih mudah meninggalkan permukaan penguapan. Hal ini membuat wilayah beriklim kering mengalami tingkat evaporasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan wilayah yang memiliki kelembapan tinggi [8].

3. Penangkap kabut

Kabut merupakan kumpulan tetesan air berukuran sangat kecil yang melayang di udara. Bentuknya menyerupai awan, tetapi berada dekat permukaan tanah. Kabut terbentuk ketika udara yang mengandung uap air jenuh mengalami pendinginan hingga melewati titik embun. Umumnya, diameter partikel kabut berada di bawah 0,001 mm [9][10].

Teknologi *fog harvesting* memanfaatkan partikel kabut ini sebagai sumber air alternatif. Perangkat penangkap kabut dirancang untuk mengumpulkan *droplet* dari kondisi meteorologis dan geografis tertentu. Ada beberapa faktor penting dalam pemilihan lokasi pemasangan, antara lain arah angin dominan, kehadiran awan rendah, area terbuka untuk menangkap kabut, serta kecepatan angin optimal sekitar 3–12 m/s. Lokasi yang bebas dari hambatan besar lebih ideal untuk memaksimalkan penangkapan kabut [11][12].



Gambar 1. Penangkap kabut.

4. Alat purifikasi air

Perangkat purifikasi berbasis kabut umumnya terdiri dari empat saluran udara yang tersusun berurutan: saluran udara awal, saluran pembentuk kabut dari air umpan, saluran pemanas udara, dan saluran penangkap hasil kondensasi. Keempat modul tersebut dipasang berurutan dari kiri ke kanan. Struktur salurannya menggunakan poliuretan dengan bentuk persegi berukuran 26 cm × 26 cm, dan panjang masing-masing saluran disesuaikan agar aliran udara di dalamnya tetap optimal [13][14].



Gambar 2. Alat purifikasi air.

5. Pemanas

Pemanas (*heater*) berfungsi meningkatkan temperatur air dalam penampung dengan memanfaatkan energi listrik. Daya pemanas umumnya berkisar antara 200–300 watt dan menggunakan arus bolak-balik karena kebutuhan daya yang cukup besar. Penggunaan *heater* dengan daya tinggi berdampak pada meningkatnya konsumsi listrik, sehingga kebutuhan energi dan biaya operasional juga meningkat [15].

6. Heater

Pemanas (*heater*) berfungsi untuk menaikkan suhu air di dalam wadah pemanas. Pada umumnya, pemanas memiliki kapasitas tertentu dan menggunakan arus bolak-balik karena memerlukan daya listrik yang cukup besar. Penggunaan daya yang tinggi tersebut sebanding dengan tingkat konsumsi serta biaya listrik yang dibutuhkan [16].



Gambar 3. *Heater mica*

Heater yang di gunakan Band Heater Mica, dengan tegangan 220V, maksimal temperatur 260°C, heater tersebut berfungsi untuk menaskan nozzle.

7. Kondensasi

Kondensasi merupakan proses perubahan uap air menjadi fase cair akibat penurunan temperatur. Proses ini dibedakan menjadi dua jenis: kondensasi eksterior yang terjadi di permukaan luar suatu benda, dan kondensasi interior yang berlangsung di dalam ruang tertutup atau sistem internal [17].

Air kondensat adalah hasil kondensasi dari uap air yang sebelumnya mengalami proses pemanasan atau evaporasi. Ketika uap tersebut melewati kondensor dan mengalami pendinginan, ia berubah kembali menjadi cairan. Air kondensat umumnya memiliki tingkat kemurnian tinggi sehingga banyak dimanfaatkan dalam sistem pendinginan, proses destilasi, dan teknologi konversi energi [18].

Dalam konteks pemenuhan kebutuhan air bersih, teknologi penangkap kabut sangat bermanfaat terutama pada wilayah yang mengalami krisis air, seperti Kabupaten Fakfak. *Cloudfisher* menjadi salah satu metode yang efektif untuk mengumpulkan air dari kabut dan dapat berfungsi sebagai sumber air alternatif yang layak konsumsi [19].

8. Data akuisisi

Akuisisi data (*data acquisition/DAQ*) merupakan proses pengumpulan sampel sinyal untuk mengukur kondisi fisik di dunia nyata yang selanjutnya dikonversi menjadi nilai numerik digital agar dapat diolah oleh sistem komputer. Secara sederhana, DAQ berfungsi sebagai penghubung antara kondisi fisik, seperti temperatur, tekanan, dan cahaya, dengan sistem komputer [20].



Gambar 4. Data *acquisition*

9. RTD PT100

Thermocouple tipe K terbuat dari perpaduan kromel dan alumel serta memiliki tegangan pengukuran sebesar 0–48,8 milivolt pada rentang temperatur 0–1200 °C. Thermocouple juga mampu mengukur temperatur di luar rentang tersebut, yaitu antara –270 °C hingga 1370 °C. Prinsip kerja thermocouple tergolong sederhana, yaitu menggunakan dua kawat konduktor dari logam berbeda yang disambungkan pada bagian ujungnya. Pada thermocouple, salah satu konduktor berfungsi sebagai referensi dengan temperatur tetap, sedangkan konduktor lainnya digunakan untuk mendeteksi temperatur panas maupun dingin [21].



Gambar 5. RTD PT100

10. Anemometer

Anemometer tipe tiga cangkir (*wind speed transmitter*) dengan nomor model SN-3000-FSJT-N01 berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran udara atau angin di dalam saluran (*ducting*) [22].



Gambar 6. Anemometer

11. REX-C100

Temperatur *controller* tipe REX-C100 berfungsi untuk mengendalikan suhu pemanas secara otomatis dengan menggunakan metode PID. Alat ini menjaga temperatur nosel agar tetap stabil sesuai nilai setpoint sehingga hasil pengujian menjadi lebih akurat dan konsisten [23].



Gambar 7. REX-C100

12. Penelitian sebelumnya

- Penelitian oleh Hery Sonawan, Toto Supriyono, Evi Sofia, dan Ahmad Gani berjudul "Aplikasi sistem kabut air pada sistem kolektor surya untuk meningkatkan produksi air bersih". Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi air bersih dengan menggunakan sistem kabut air pada sistem kolektor surya.
- Penelitian oleh Hery Sonawan dan Riki berjudul "Eksperimen pemurnian air dengan menerapkan metode flashing menggunakan nosel berputar". Penelitian ini bertujuan untuk memurnikan air dengan menggunakan metode flashing menggunakan nosel berputar.
- Penelitian oleh Christine D.M.D. Kowaas, Fachrian Kanafani, Fariz Adya Fathaya, Muhammad Irfan, Vania A. Pratiwi, dan Rizka Arbaningrum berjudul "Kajian bangunan penangkap kabut dan penampung air hujan untuk daerah Sentul sebagai ganti air bersih". Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan bangunan penangkap kabut dan penampung air hujan untuk daerah Sentul sebagai pengganti air bersih.
- Penelitian oleh Hangga Hiranandani Tanusekar dan Alexander Tunggal Sutanahji berjudul "Rancang bangun dan uji kinerja alat desalinasi sistem penyulingan menggunakan panas matahari dengan pengaturan tekanan udara". Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja alat desalinasi sistem penyulingan menggunakan panas matahari dengan pengaturan tekanan udara.
- Penelitian oleh Achmad Faisal Faputri berjudul "Desain evaporator dan pengujian kondisi operasi optimal pada desain peralatan". Penelitian ini bertujuan untuk mendesain evaporator dan menguji kondisi operasi optimal pada desain peralatan.
- Penelitian oleh Saikat Sinha ray, rohit kumar verma, Ashutosh singh, Mahesh ganesapillai, dan Young-nam kwon berjudul “Sebuah tinjauan holistic tentang bagaimana kecerdasan buatan telah mendefinisikan ulang proses pengolahan air dan desalinasi air laut”.
- Penelitian oleh Akili D. Khawajia, Ibrahim K. Kutubkhanaha, dan Jong-Mihn Wie berjudul “Kemajuan Dalam Teknologi Desalinasi Air Laut”.
- Penelitian Oleh Naufal Pratama dan Deny Septyan berjudul “Uji Performansi Alat Pemurnian Air Berbasis *Evaporative cooling*”.

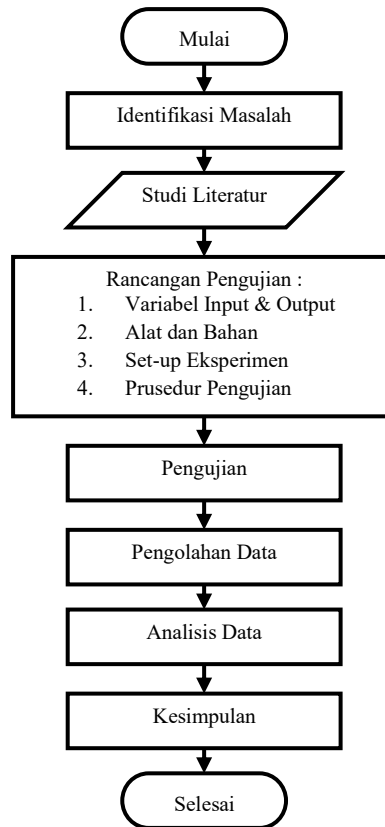
13. Kesenjangan penelitian

Berdasarkan kajian pada penelitian sebelumnya terdapat beberapa perbedaan, yang dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan *heater* yang terpisah dari nosel sedangkan penelitian ini yang secara spesifik menguji pengaruh pemanasan nosel terhadap performa purifikasi air berbasis kabut, baik dari aspek pembentukan kabut, produktivitas kondensat. Penelitian ini merupakan upaya mengisi celah tersebut dengan memberikan data eksperimen yang terukur dan prototipe alat yang teruji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

1. Tahapan penelitian

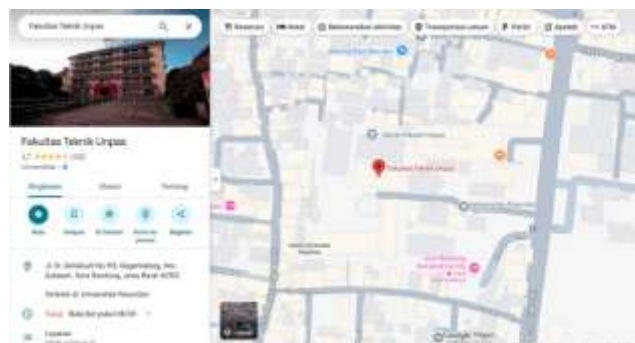
Rincian alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 8. Diagram eksperimen

2. Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di Labororia Mesin FT UNPAS jalan Dr. Setiabudi No, 193 Bandung.



Gambar 9. Lokasi penelitian.

3. Variabel eksperimen

Variabel *input* sebagai berikut;

- Jenis nosel yang digunakan adalah nosel kabut berdiameter 0.5 mm, 0.6 mm, 0.8 mm.
- Air umpan yaitu air kotor dengan volume sebesar 6000 ml.
- Kecepatan udara menggunakan 6 level dari 1 m/s – 1.5 m/s.
- Pompa yang digunakan adalah pompa diafragma tekanan 5 bar.
- 1 nosel kabut yang digunakan dalam setiap pengujian.
- Temperatur *heater* yang menggunakan 3 level 130 °C, 140 °C, 150 °C.
- 15 lapis jumlah *misttrap*.

Variabel *output* sebagai berikut:

- Produktivitas kondensat.
- Laju aliran massa air umpan.
- Laju aliran massa air kondensat.
- Kelembapan dan temperatur udara.

4. Rancangan eksperimen

Rancangan eksperimen disusun untuk mengetahui pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium menggunakan variasi parameter *input* yang telah ditentukan.

Pengujian dilakukan dengan pendekatan *One-Factor-At-A-Time (OFAT)*, di mana setiap variabel diuji secara terpisah sambil mempertahankan variabel lainnya tetap konstan.

Variasi utama pada penelitian ini meliputi:

- Diameter nosel: 0,5 mm; 0,6 mm; dan 0,8 mm.
- Temperatur *heater* pemanasan nosel: 130 °C, 140 °C, dan 150 °C.
- Kecepatan udara: 1–1,5 m/s (6 tingkat kecepatan).

Untuk setiap kombinasi parameter, dilakukan pengukuran terhadap:

- Laju aliran air umpan,
- Laju aliran kondensat,
- Produktivitas kondensat,
- Penurunan *turbidity*.
- Temperatur dan kelembapan udara pada saluran.

Tabel 1. Rancangan eksperimen pertama.

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan ppm	TDS Air Kondensat ppm	Turbidity Air Umpan NTU	Turbidity Air Kondensat NTU	Daya Listrik Watt
				Air Umpan	Air Kondensat	Air Umpan	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
1^1	1	0,5	130									
2^2	1,1	0,5	130									
3^3	1,2	0,5	130									
4^4	1,3	0,5	130									
5^5	1,4	0,5	130									
6^6	1,5	0,5	130									
7^19	1	0,6	130									
8^20	1,1	0,6	130									
9^21	1,2	0,6	130									
10^22	1,3	0,6	130									
11^23	1,4	0,6	130									
12^24	1,5	0,6	130									
13^37	1	0,8	130									
14^38	1,1	0,8	130									
15^39	1,2	0,8	130									
16^40	1,3	0,8	130									
17^41	1,4	0,8	130									
18^42	1,5	0,8	130									

Tabel 2. Rancangan eksperimen kedua.

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan ppm	TDS Air Kondensat ppm	Turbidity Air Umpan NTU	Turbidity Air Kondensat NTU	Daya Listrik Watt
				Air Umpan	Air Kondensat	Air Umpan	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
19^7	1	0,5	140									
20^8	1,1	0,5	140									
21^9	1,2	0,5	140									
22^10	1,3	0,5	140									
23^11	1,4	0,5	140									
24^12	1,5	0,5	140									
25^25	1	0,6	140									
26^26	1,1	0,6	140									
27^27	1,2	0,6	140									
28^28	1,3	0,6	140									
29^29	1,4	0,6	140									
30^30	1,5	0,6	140									
31^43	1	0,8	140									
32^44	1,1	0,8	140									
33^45	1,2	0,8	140									
34^46	1,3	0,8	140									
35^47	1,4	0,8	140									
36^48	1,5	0,8	140									

Tabel 3. Rancangan eksperimen ketiga.

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpan	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpan	Air Kondensat	Air Umpan	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
37^13	1	0,5	150									
38^14	1,1	0,5	150									
39^15	1,2	0,5	150									
40^16	1,3	0,5	150									
41^17	1,4	0,5	150									
42^18	1,5	0,5	150									
43^31	1	0,6	150									
44^32	1,1	0,6	150									
45^33	1,2	0,6	150									
46^34	1,3	0,6	150									
47^35	1,4	0,6	150									
48^36	1,5	0,6	150									
49^49	1	0,8	150									
50^50	1,1	0,8	150									
51^51	1,2	0,8	150									
52^52	1,3	0,8	150									
53^53	1,4	0,8	150									
54^54	1,5	0,8	150									

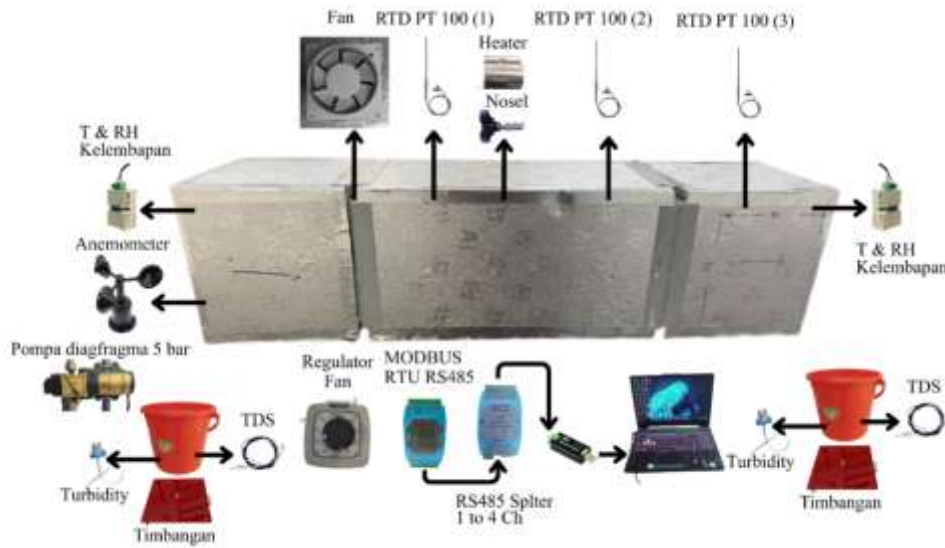
Setiap pengujian dilakukan minimal tiga kali pengulangan agar menghasilkan data yang valid dan dapat direplikasi. Hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk mengetahui hubungan antara pemanasan nosel dan jumlah kondensat yang dihasilkan.

5. Alat dan bahan

Alat-alat utama yang digunakan dalam eksperimen ini antara lain:

- Modul alat purifikasi berbasis kabut terdiri dari tiga saluran (saluran awal, saluran pembentuk kabut, dan saluran penangkap kondensat).
- Nosel kabut (diameter 0.5 mm, 0.6 mm, 0.8 mm).
- Pompa diafragma tekanan 5 bar.
- *Heater* / pemanas nosel dengan pengaturan suhu hingga lebih dari 200 °C.
- *Blower* / kipas axial untuk menghasilkan aliran udara 1–1,5 m/s.
- Anemometer digital untuk mengukur kecepatan udara.
- RTD PT 100 temperatur sensor untuk temperatur saluran.
- Humidity sensor untuk mengukur kelembapan.
- TDS meter & *turbidity* meter untuk uji kualitas air kondensat.
- *Loadcell* untuk mengukur laju aliran air masuk dan kondensat.
- Wadah penampung air kondensat.

6. Set up eksperimen



Gambar 10. Set up pengujian purifikasi.

Sistem ini memanfaatkan prinsip purifikasi air berbasis kabut di mana air dipompa melalui nosel yang dipanaskan menggunakan *heater*. Nosel menghasilkan kabut halus, dan agar kabut ini dapat ditangkap oleh *mistrap* untuk proses kondensasi. Sistem ini terdiri dari tiga ducting dengan konfigurasi sebagai berikut:

- Ducting 1: Dilengkapi dengan anemometer dan sensor kelembapan untuk memantau kondisi udara awal. Digunakan sebagai saluran udara awal yang berperan untuk mengondisikan kecepatan dan kelembapan udara sebelum memasuki proses pembentukan kabut. Pada saluran ini dipasang anemometer dan sensor kelembapan untuk memastikan bahwa aliran udara berada pada kondisi stabil dan sesuai dengan parameter pengujian, mengingat kecepatan udara yang digunakan divariasikan antara 1 hingga 1,5 m/s. Stabilitas aliran pada ducting 1 penting agar udara yang masuk ke tahap berikutnya tidak menimbulkan turbulensi yang dapat mengganggu proses pembentukan kabut.
- Ducting 2: Dilengkapi dengan kipas berdiameter 8 inci yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke tahap selanjutnya, *heater* yang berfungsi memanaskan nosel, nosel kabut yang mengarahkan semprotan air ke ducting 3. Pada ducting ini terjadi proses pembentukan kabut, di mana air dari pompa diafragma disemprotkan melalui nosel yang dipanaskan pada temperatur 130 °C, 140 °C, atau 150 °C. Pemanasan nosel bertujuan meningkatkan kualitas kabut dengan menurunkan viskositas dan tegangan permukaan air sehingga menghasilkan kabut lebih halus.

Selain itu, kipas axial pada ducting 2 membantu membawa kabut secara terarah menuju saluran berikutnya. Penempatan nosel dan *heater* pada ducting ini juga dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kondensasi dini sebelum kabut mencapai *mistrap*.

- Ducting 3: Uap air yang terbentuk diarahkan ke ducting terakhir, di mana terdapat *mistrap* (penangkap kabut) untuk proses kondensasi. Pada saluran ini dipasang *mistrap* sebanyak 15 lapis yang berfungsi menangkap kabut dan mengubahnya kembali menjadi fase cair. Sensor kelembapan ditempatkan pada ducting 3 untuk memantau kondisi akhir udara selama proses kondensasi berlangsung. Air hasil kondensasi kemudian ditampung dalam wadah dan diukur kualitasnya menggunakan sensor TDS dan *turbidity*. Pemisahan proses penentuan kabut dan kondensasi melalui penggunaan ducting 3 memungkinkan pengamatan yang lebih akurat terhadap produktivitas kondensat dan kualitas air hasil purifikasi.

Sensor TDS 1 dan *Turbidity* 1 terpasang pada penampung air berisi air kotor dan diletakan di atas sensor massa atau timbangan untuk mengukur kualitas air sebelum pemrosesan. Air lalu dipompa menggunakan pompa diafragma bertekanan 5 bar menuju ducting 2, di mana nosel kabut menyemburkan air searah dengan kipas 8 inci yang berada di ducting 1. Uap yang terbentuk selanjutnya diarahkan ke ducting 3 untuk proses kondensasi, menghasilkan air yang lebih bersih. Pada ducting terakhir, sensor kelembapan memantau kondisi udara selama proses kondensasi berlangsung. Air hasil kondensasi kemudian ditampung dalam wadah yang diletakan diatas sensor massa atau timbangan telah dilengkapi dengan sensor TDS 2 dan *Turbidity* 2 untuk mengukur kualitas air hasil pemurnian.

7. Metode eksperimen

Langkah-langkah eksperimen dilakukan sebagai berikut:

A. Persiapan Awal

- Mengisi tangki air umpan dengan 6000 ml air kotor.
- Memastikan seluruh sambungan nosel, pompa, pemanas, dan *blower* terpasang dengan benar.
- Menyalakan instrumen pengukuran (RTD PT 100, humidity, anemometer, *loadcell*).

B. Pengaturan Variabel Input

- Menetapkan diameter nosel sesuai pengujian.
- Menyetel kecepatan udara sesuai tingkat pengujian menggunakan *blower*.
- Mengatur pemanasan nosel hingga mencapai *heater* yang diuji (130 °C, 140 °C, atau 150 °C).

C. Proses Pembentukan Kabut

- Pompa diafragma diaktifkan sehingga air masuk ke nosel.
- Nosel yang telah dipanaskan memecah air menjadi kabut halus.
- Aliran udara membawa kabut menuju modul penangkap.

D. Proses Kondensasi

- Kabut yang masuk ke saluran penangkap mengenai permukaan kondensasi dan berubah menjadi cair.
- Air hasil kondensasi ditampung dalam wadah penampung dan volumenya diukur.

E. Pengukuran Parameter

- Volume air kondensat.
- dan kelembapan saluran.
- Kecepatan aliran udara.
- Laju aliran air masuk.
- TDS dan kekeruhan air kondensat.

F. Pengulangan dan Validasi

- Setiap kombinasi variabel diulang sebanyak tiga kali.
- Hasil diolah dengan perhitungan rata-rata dan deviasi untuk memastikan konsistensi data.

8. Kalibrasi TDS dan *Turbidity*

Tujuan kalibrasi adalah mengonversi keluaran sensor TDS dan *turbidity* dari satuan mA menjadi ppm dan NTU, karena satuan yang diperlukan dalam pengolahan data adalah ppm dan NTU.

A. Kalibrasi menggunakan excel sesuai dengan spesifikasi sensor

Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor *turbidity* dan tds:

Load Cell YZC-131 (10kg&3kg)	Spesifikasi
	Kapasitas Maksimum: 10kg & 3 kg
	Rated Output: 1.0 ± 0.1 mV/V & $1,0$ mV/V $\pm 0,15$ mV
	Zero Output: 0,1 mV/V
	Perubahan Beban Diam: 0,03% dalam 30 menit
	Tegangan Operasi yang Disarankan: 3 – 12 VDC
	Tegangan Operasi Maksimum: 15 VDC

Gambar 11. Spesifikasi *loadcell* 3 kg dan 10 kg

Turbidity sensor module	Spesifikasi
	Tegangan Operasional: 3.3V – 5V
	Default sinyal analog
	Bisa dikonfigurasi untuk output digital (high/low level)
	Rentang Pengukuran: 0 – 1000 NTU
	Tegangan Output Referensi: 0 – 4.5V (bisa bervariasi tergantung suhu, cahaya, dan tegangan input)

Gambar 12. Spesifikasi *turbidity* sensor module

Analog TDS sensor	Spesifikasi
	Tegangan Masukan: 3.3V ~ 5.5V
	Sinyal Keluaran: 0 ~ 2.3V (analog)
	Arus Operasional: 3 ~ 6mA
	Rentang Pengukuran TDS: 0 ~ 1000 ppm
	Akurasi Pengukuran: $\pm 10\%$ F.S. (pada 25°C)

Gambar 13. Spesifikasi analog TDS sensor

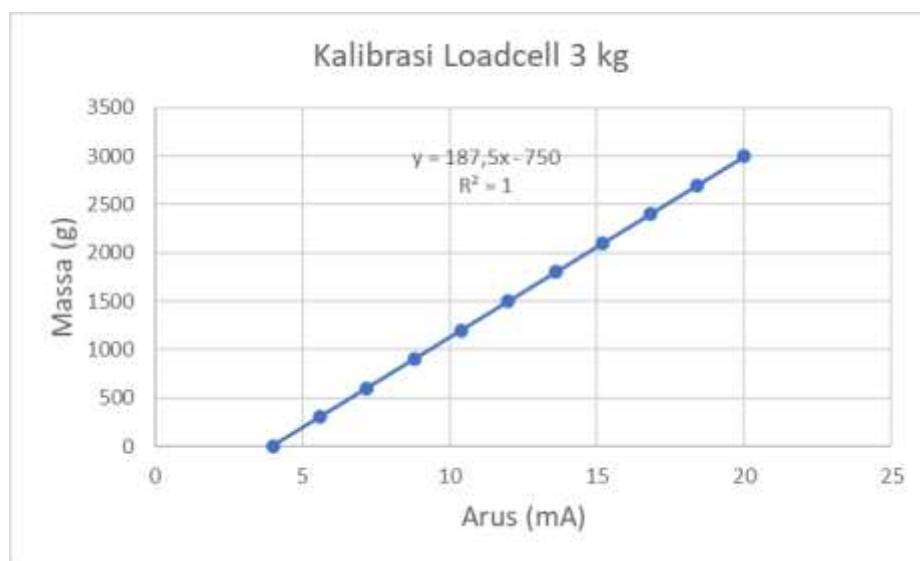
Lalu lakukan pengolahan data menggunakan perangkat lunak seperti Microsoft Excel atau perangkat lunak statistik lainnya untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan nilai acuan. Selanjutnya, lakukan analisis regresi linier serta perhitungan koefisien

determinasi (R^2). Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dengan baik.

B. Kalibrasi *loadcell* 3 kg dan 10 kg

Tabel 4. Kalibrasi *loadcell* 3 kg

arus (mA)	massa (g)
4	0
5,6	300
7,2	600
8,8	900
10,4	1200
12	1500
13,6	1800
15,2	2100
16,8	2400
18,4	2700
20	3000



Gambar 14. Grafik kalibrasi *loadcell* 3 kg

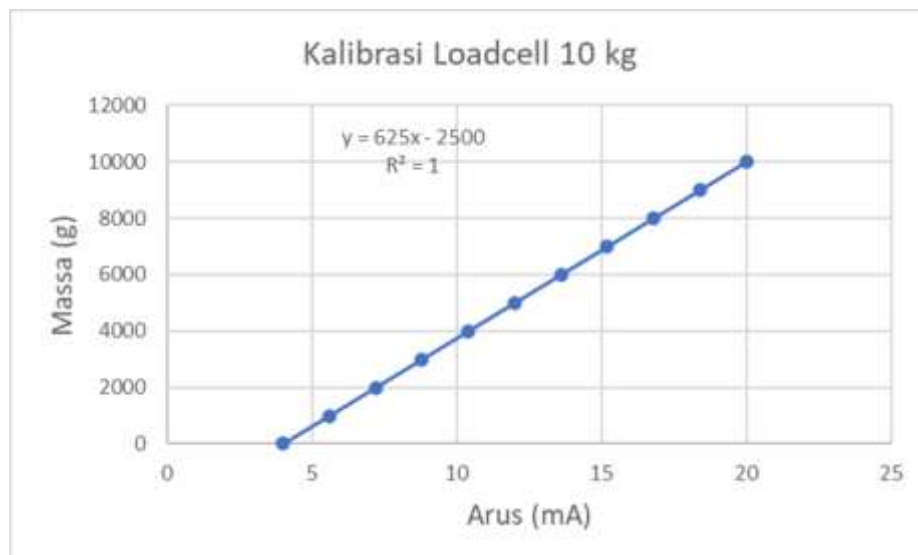
Pada tabel 4 diatas menunjukkan bahwa sensor *loadcell* 3 kg menunjukkan satuan mA dari mulai 4 mA sampai 20 mA. Hal ini berbanding lurus dengan massa yang terbacanya yaitu dari mulai 0 gram sampai 3000 gram. hasil kalibrasi diatas menghasilkan persamaan:

$$y = 187,5x - 750 \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan diatas digunakan untuk mengkonversi satuan mA ke gram.

Tabel 5. Kalibrasi *loadcell* 10 kg

arus (mA)	massa (g)
4	0
5,6	1000
7,2	2000
8,8	3000
10,4	4000
12	5000
13,6	6000
15,2	7000
16,8	8000
18,4	9000
20	10000



Gambar 15. Grafik kalibrasi *loadcell* 10 kg

Pada tabel 5 diatas menunjukkan bahwa sensor *loadcell* 10 kg menunjukkan satuan mA dari mulai 4 mA sampai 20 mA. Hal ini berbanding lurus dengan massa yang terbacanya yaitu dari mulai 0 gram sampai 10000 gram. hasil kalibrasi diatas menghasilkan persamaan:

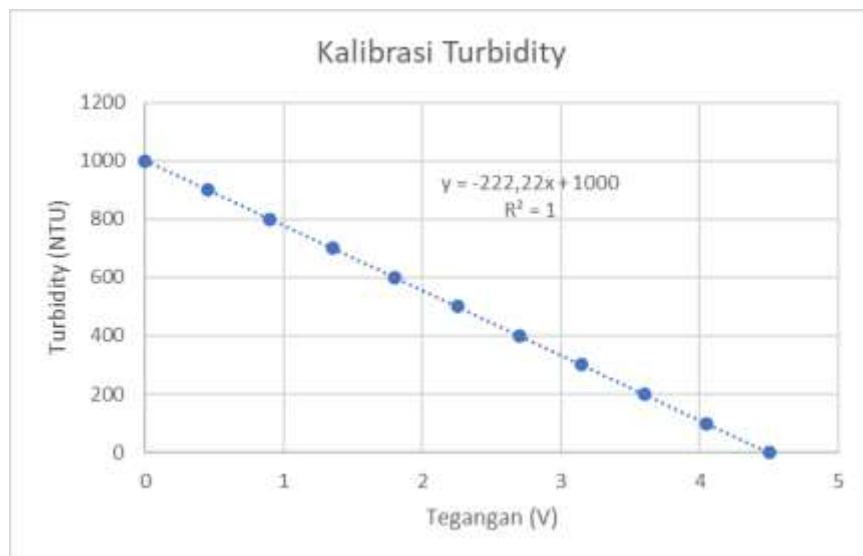
$$y = 625x - 2500 \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan diatas digunakan untuk mengkonversi satuan mA ke gram.

C. Kalibrasi *turbidity* dan TDS

Tabel 6. Data hasil kalibrasi *turbidity*

V	NTU
Tegangan	Turbidity
0	1000
0,45	900
0,9	800
1,35	700
1,8	600
2,25	500
2,7	400
3,15	300
3,6	200
4,05	100
4,5	0



Gambar 16. Grafik kalibrasi *turbidity*

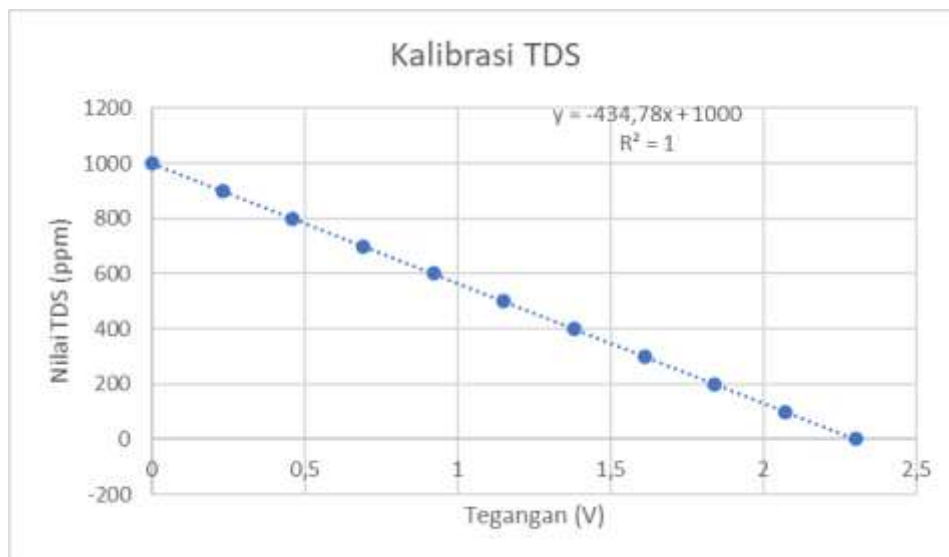
Pada tabel 6 diatas menunjukkan bahwa sensor turbidity menunjukkan satuan V dari mulai 0 V sampai 4,5 V. Berbeda dengan loadcell untuk sensor turbidity menghasilkan data mulai dari 1000 NTU sampai 0 NTU, jadi semakin besar tegangan yang terbaca semakin kecil NTU yang dihasilkan. Hasil kalibrasi diatas menghasilkan persamaan:

$$y = -222,22x + 1000.....(3)$$

Persamaan diatas digunakan untuk merubah nilai yang terbaca pada modbus ke NTU.

Tabel 7. Data kalibrasi TDS

V	ppm
Tegangan	TDS
0	1000
0,23	900
0,46	800
0,69	700
0,92	600
1,15	500
1,38	400
1,61	300
1,84	200
2,07	100
2,3	0



Gambar 17. Grafik kalibrasi TDS

Pada tabel 7 diatas menunjukkan bahwa sensor TDS menunjukkan satuan V dari mulai 0 V sampai 2,3 V. Sama dengan *turbidity* untuk sensor TDS menghasilkan data mulai dari 1000 ppm sampai 0 ppm, jadi semakin besar tegangan yang terbaca semakin kecil ppm yang dihasilkan. Hasil kalibrasi diatas menghasilkan persamaan:

$$y = -434,78x + 1000 \dots \dots \dots (4)$$

Persamaan diatas digunakan untuk merubah nilai yang terbaca pada modbus ke ppm.

9. Metode pengolahan data hasil pengukuran/pengujian

Data yang diperoleh dalam penelitian ini diolah melalui beberapa tahapan berikut:

A. *Editing* (Pemeriksaan Data)

Data yang dikumpulkan dari berbagai sensor, seperti TDS, *turbidity*, kelembapan, dan temperatur udara, diperiksa untuk memastikan keakuratan serta konsistensinya dari setiap percobaan.

B. Klasifikasi Data

Data yang telah diperiksa kemudian disusun dan dikelompokkan berdasarkan parameter yang diukur, misalnya kualitas air sebelum dan sesudah pemurnian, serta kondisi lingkungan selama proses berlangsung.

C. Analisis Data

Data yang sudah diklasifikasikan selanjutnya dianalisis untuk menilai kinerja sistem pemurnian, termasuk efisiensi dalam menghilangkan kontaminan dan meningkatkan kualitas air hasil kondensasi.

D. Kesimpulan

Dilakukan evaluasi terhadap kelayakan alat purifikasi dalam menghasilkan air bersih. Hasil kesimpulan ini menjadi dasar untuk menentukan apakah sistem dapat diterapkan secara efektif bagi masyarakat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Umum

Pengujian dilakukan sebanyak 54 percobaan dengan memvariasikan jumlah nosel, ukuran diameter nosel, serta kecepatan aliran udara. Fokus penelitian diarahkan pada kinerja alat pemurnian air, meliputi persentase kondensat yang dihasilkan, penurunan nilai TDS, penurunan tingkat kekeruhan, serta perbandingan antara hasil kondensat dan konsumsi energi listrik. Data eksperimen kemudian dianalisis menggunakan metode ketidakpastian dan rancangan faktorial.

2. Data hasil eksperimen

Tabel 8. Data hasil eksperimen pada temperatur *heater* 130 °C

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpan	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpan	Air Kondensat	Air Umpan	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
1^1	1	0,5	130	1,16	0,37	4174,56	1317,60	968,39	892,55	786,66	700,66	98,02
2^2	1,1	0,5	130	0,95	0,51	3422,88	1851,84	967,61	890,94	802,77	656,42	99,16
3^3	1,2	0,5	130	0,96	0,52	3445,20	1860,48	983,86	892,48	840,61	656,42	104,55
4^4	1,3	0,5	130	0,86	0,34	3087,36	1226,88	966,59	887,65	800,40	622,34	107,38
5^5	1,4	0,5	130	0,93	0,55	3330,72	1996,92	972,21	887,19	819,98	704,94	113,83
6^6	1,5	0,5	130	0,79	0,40	2846,16	1452,24	969,05	884,53	789,85	693,45	118,26
7^19	1	0,6	130	1,23	0,75	4431,96	2696,76	961,66	881,07	810,16	560,01	99,56
8^20	1,1	0,6	130	1,21	0,77	4364,28	2771,28	957,29	874,87	778,68	544,52	106,13
9^21	1,2	0,6	130	1,20	0,81	4316,40	2910,24	968,89	875,79	817,68	686,19	105,81
10^22	1,3	0,6	130	0,86	0,56	3083,40	2025,36	967,04	876,45	805,74	647,57	111,88
11^23	1,4	0,6	130	1,07	0,74	3868,56	2674,80	966,29	876,24	805,70	710,32	109,91
12^24	1,5	0,6	130	1,00	0,78	3599,64	2794,68	972,28	874,24	807,12	721,77	115,88
13^37	1	0,8	130	1,26	0,58	4540,68	2104,56	968,39	892,55	784,01	698,01	93,65
14^38	1,1	0,8	130	1,86	0,70	6679,80	2515,68	966,11	884,87	805,21	622,86	108,55
15^39	1,2	0,8	130	1,50	0,68	5400,00	2438,28	966,67	879,04	780,50	640,56	108,95
16^40	1,3	0,8	130	1,51	0,72	5439,60	2591,28	969,66	877,32	811,57	741,75	112,11
17^41	1,4	0,8	130	1,46	0,67	5269,68	2401,56	966,29	876,24	805,70	710,32	109,71
18^42	1,5	0,8	130	1,21	0,83	4357,80	2982,24	969,05	884,53	789,85	693,45	125,94

Tabel 9. Data hasil eksperimen pada temperatur *heater* 140 °C

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpan	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpan	Air Kondensat	Air Umpan	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
19^7	1	0,5	140	0,71	0,36	2545,56	1298,88	965,38	883,63	770,36	656,37	100,21
20^8	1,1	0,5	140	0,62	0,16	2216,16	579,6	966,11	884,87	808,99	622,86	106,04
21^9	1,2	0,5	140	0,91	0,49	3273,84	1773,72	966,67	879,04	780,50	640,56	109,15
22^10	1,3	0,5	140	0,70	0,26	2509,2	939,24	966,44	877,51	805,61	616,13	111,13
23^11	1,4	0,5	140	0,70	0,30	2513,16	1086,84	967,16	876,80	804,85	658,34	117,81
24^12	1,5	0,5	140	0,67	0,28	2396,88	1000,44	967,70	878,39	796,84	631,15	121,93
25^25	1	0,6	140	1,20	0,73	4317,84	2641,32	968,39	892,55	784,01	698,01	109,99
26^26	1,1	0,6	140	1,14	0,72	4115,16	2601,36	967,61	890,94	802,77	656,42	114,32
27^27	1,2	0,6	140	1,15	0,69	4152,24	2494,44	965,37	875,32	808,11	653,48	115,94
28^28	1,3	0,6	140	0,95	0,38	3431,16	1362,24	967,04	876,45	810,25	647,57	118,59
29^29	1,4	0,6	140	1,17	0,79	4209,48	2837,88	967,16	876,80	806,62	658,34	117,70
30^30	1,5	0,6	140	1,23	0,84	4416,84	3012,48	972,28	874,24	810,25	721,77	119,97
31^43	1	0,8	140	2,04	0,78	7340,4	2825,64	961,66	881,07	810,16	560,01	115,24
32^44	1,1	0,8	140	0,92	0,68	3325,32	2464,56	966,11	884,87	804,32	622,86	106,55
33^45	1,2	0,8	140	1,47	0,68	5281,2	2436,12	966,67	879,04	780,50	640,56	124,14
34^46	1,3	0,8	140	1,97	0,71	7093,08	2548,44	962,84	887,23	811,00	623,19	126,90
35^47	1,4	0,8	140	1,50	0,79	5415,12	2850,84	972,21	887,19	819,98	704,94	119,80
36^48	1,5	0,8	140	1,19	0,93	4266,72	3344,4	969,05	884,53	789,85	693,45	126,61

Tabel 10. Data hasil eksperimen pada temperatur *heater* 150 °C

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpam	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpam	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpam	Air Kondensat	Air Umpam	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
37°13	1	0,5	150	0,76	0,15	2738,16	536,4	961,66	881,07	810,16	560,01	106,24
38°14	1,1	0,5	150	0,69	0,15	2494,44	545,76	957,29	874,87	776,03	541,87	111,26
39°15	1,2	0,5	150	0,84	0,38	3023,64	1367,28	960,71	874,98	811,03	590,61	128,40
40°16	1,3	0,5	150	0,79	0,41	2860,92	1460,16	969,66	877,32	811,57	741,75	118,52
41°17	1,4	0,5	150	0,78	0,44	2795,04	1571,76	965,02	876,67	806,01	720,67	126,35
42°18	1,5	0,5	150	0,99	0,65	3565,08	2325,6	972,28	874,24	810,81	721,77	136,06
43°31	1	0,6	150	1,53	0,99	5509,8	3576,96	969,64	892,84	803,59	692,21	117,34
44°32	1,1	0,6	150	1,35	0,81	4850,28	2923,2	957,29	874,87	776,03	541,87	109,01
45°33	1,2	0,6	150	1,07	0,66	3855,6	2359,8	983,50	892,34	799,22	647,57	115,46
46°34	1,3	0,6	150	0,93	0,57	3358,08	2053,08	967,04	876,45	810,39	647,57	121,60
47°35	1,4	0,6	150	1,44	0,68	5198,4	2449,08	886,22	538,04	820,64	706,02	126,37
48°36	1,5	0,6	150	1,21	0,72	4369,68	2591,28	969,05	884,53	789,85	693,45	130,58
49°49	1	0,8	150	1,71	0,56	6165	2017,8	969,64	892,84	792,21	692,21	115,99
50°50	1,1	0,8	150	0,87	0,54	3130,92	1953,36	967,61	890,94	802,77	656,42	118,42
51°51	1,2	0,8	150	1,78	0,74	6408	2663,64	966,67	879,04	780,50	640,56	119,81
52°52	1,3	0,8	150	1,05	0,91	3791,16	3258,72	967,04	876,45	806,94	647,57	133,39
53°53	1,4	0,8	150	1,44	0,81	5193,72	2928,24	965,02	876,67	803,06	720,67	134,00
54°54	1,5	0,8	150	1,48	0,86	5325,12	3106,44	967,70	878,39	796,84	631,15	138,77

Hasil eksperimen disajikan pada tiga table diatas, masing-masing mewakili konfigurasi sistem dengan temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, dan 150 °C.

3. Pengolahan data

Berdasarkan tabel hasil eksperimen, data diolah menggunakan metode analisis ketidakpastian dan desain faktorial. Analisis ketidakpastian bertujuan untuk menentukan tingkat kepercayaan terhadap hasil pengukuran serta mengidentifikasi sejauh mana variasi data memengaruhi kesimpulan. Sementara itu, desain faktorial digunakan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing variabel, seperti persentase produksi kondensat, penurunan TDS, penurunan *turbidity*, serta rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik.

A. Analisis ketidakpastian

Analisis ketidakpastian digunakan untuk merancang eksperimen dengan memperkirakan kemungkinan kesalahan dalam pengukuran. Penelitian ini menerapkan tingkat kepercayaan sebesar 95%, yang berarti batas toleransi kesalahan berada pada kisaran ± 2 simpangan baku dari nilai rata-rata. Data dengan sebaran kurang dari 5% menunjukkan fluktuasi yang rendah, sedangkan persentase ketidakpastian di atas 5% menunjukkan fluktuasi yang tinggi.

Tabel 11. Nilai ketidakpastian pada konfigurasi 1 (1 m/s, 0,5 mm, 130 °C)

	TDS AIR UMPAN	TDS AIR KONDENSAT	TURBIDITY AIR UMPAN	TURBIDITY AIR KONDENSAT
	(ppm)	(ppm)	(NTU)	(NTU)
Average	786,66	700,66	968,39	892,55
Max	806,70	703,44	976,36	892,95
Min	746,09	698,55	961,41	892,16
UNC	30,31	2,44	7,48	0,39
UNC %	3,85%	0,35%	0,77%	0,04%

Nilai ketidakpastian (*UNC*) pada data dihitung menggunakan metode rentang maksimum dan minimum, yaitu:

$$UNC = \frac{Max-Min}{2} \dots\dots\dots (5)$$

Persentase ketidakpastian dihitung dengan membagi nilai (*UNC*) terhadap nilai (*Average*), lalu dikalikan 100% sebagai berikut:

$$\%UNC = \frac{UNC}{Average} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

Tabel 12. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 130 °C

Temperatur Heater	Produktivitas Kondensat	Persentase Produksi Kondensat	Daya Listrik	Rasio Produksi Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik	Nilai Uncertainty			
	g/h		Watt		Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
130	2856,96	31,56%	98,02	13,44	57,81	19,50	1,29%	8,61%
130	1571,04	54,10%	99,16	18,67	78,13	24,00	1,70%	5,98%
130	1584,72	54,00%	104,55	17,80	54,06	24,66	1,13%	7,59%
130	1860,48	39,74%	107,38	11,43	53,44	26,44	1,13%	12,34%
130	1333,80	59,95%	113,83	17,54	84,38	23,44	1,83%	5,35%
130	1393,92	51,02%	118,26	12,28	50,00	18,94	1,06%	5,68%
130	1735,20	60,85%	99,56	27,09	66,88	32,53	1,56%	4,64%
130	1593,00	63,50%	106,13	26,11	62,19	32,81	1,42%	4,98%
130	1406,16	67,42%	105,81	27,51	62,19	33,84	1,46%	4,50%
130	1058,04	65,69%	111,88	18,10	47,81	23,44	1,02%	5,34%
130	1193,76	69,14%	109,91	24,34	57,50	40,88	1,32%	5,60%
130	804,96	77,64%	115,88	24,12	57,19	35,63	1,25%	5,37%
130	2436,12	46,35%	93,65	22,47	66,56	28,69	1,50%	6,04%
130	4164,12	37,66%	108,55	23,18	94,37	33,84	2,47%	5,46%
130	2961,72	45,15%	108,95	22,38	77,50	33,09	1,91%	5,34%
130	2848,32	47,64%	112,11	23,11	80,63	36,75	1,95%	5,61%
130	2868,12	45,57%	109,71	21,89	78,13	33,09	1,96%	4,87%
130	1375,56	68,43%	125,94	23,68	76,25	40,69	1,74%	5,61%



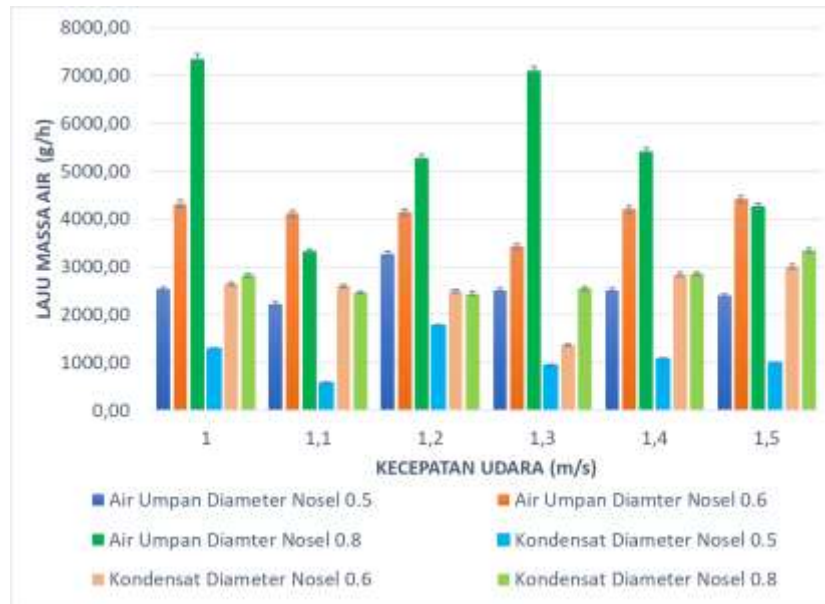
Gambar 18. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 130 °C

Nilai ketidakpastian pada produktivitas kondensat diatas pada temperatur *heater* 130 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, yang mengindikasikan tingkat

fluktuasi rendah. Oleh karena itu, data tersebut dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial.

Tabel 13. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 140 °C

Temperatur Heater	Produktivitas Kondensat	Persentase Produksi Kondensat	Daya Listrik Watt	Rasio Produksi Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik g/W.h	Nilai Uncertainty			
	g/h				Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
140	1246,68	51,03%	100,21	12,96	35,31	11,91	0,74%	4,04%
140	1636,56	26,15%	106,04	5,47	42,19	11,53	0,86%	10,15%
140	1500,12	54,18%	109,15	16,25	53,13	18,56	1,17%	4,81%
140	1569,96	37,43%	111,13	8,45	40,00	11,16	0,83%	9,99%
140	1426,32	43,25%	117,81	9,23	39,69	12,75	0,81%	4,97%
140	1396,44	41,74%	121,93	8,21	38,75	9,94	0,81%	4,37%
140	1676,52	61,17%	109,99	24,01	81,25	36,09	1,82%	6,12%
140	1513,80	63,21%	114,32	22,76	65,94	31,31	1,50%	5,04%
140	1657,80	60,07%	115,94	21,52	65,63	33,00	1,42%	6,85%
140	2068,92	39,70%	118,59	11,49	51,25	19,22	1,13%	5,66%
140	1371,60	67,42%	117,70	24,11	67,50	46,59	1,52%	6,75%
140	1404,36	68,20%	119,97	25,11	69,69	42,28	1,59%	5,74%
140	4514,76	38,49%	115,24	24,52	102,50	38,25	2,99%	5,03%
140	860,76	74,11%	106,55	23,13	41,88	21,75	0,94%	3,42%
140	2845,08	46,13%	124,14	19,62	76,56	35,44	1,87%	6,00%
140	4544,64	35,93%	126,90	20,08	98,44	42,09	2,68%	6,47%
140	2564,28	52,65%	119,80	23,80	76,56	39,38	1,90%	5,48%
140	922,32	78,38%	126,61	26,42	71,25	46,78	1,60%	5,80%

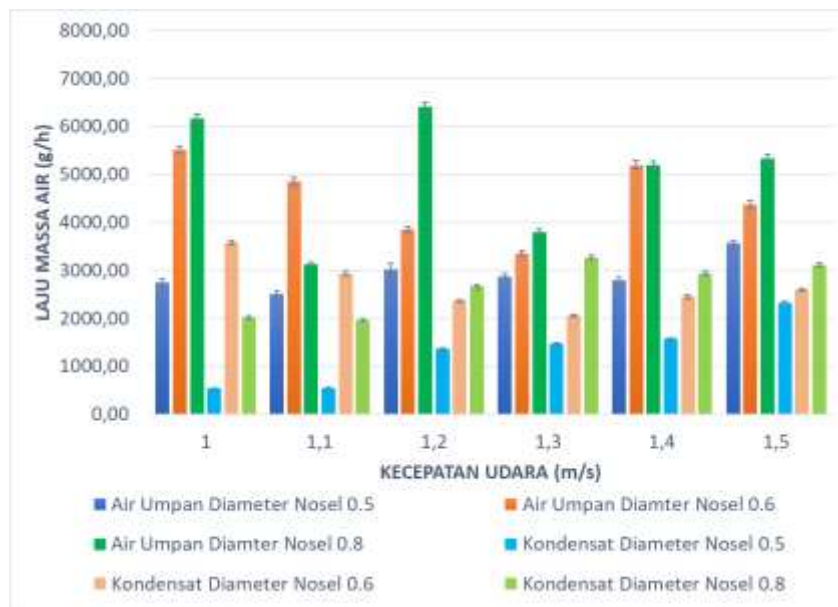


Gambar 19. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 140 °C

Nilai ketidakpastian pada produktivitas kondensat diatas pada temperatur *heater* 140 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, yang mengindikasikan tingkat fluktuasi rendah. Oleh karena itu, data tersebut dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial.

Tabel 14. Nilai ketidakpastian produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 150 °C

Temperatur Heater	Produktivitas Kondensat	Persentase Produksi	Daya Listrik	Rasio Produksi Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik	Nilai Uncertainty			
	g/h	Kondensat	Watt	g/W.h	Nilai Uncertainty Air Kondensat	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
150	2201,76	19,59%	106,24	5,05	82,50	8,34	1,77%	5,23%
150	1948,68	21,88%	111,26	4,91	60,62	7,22	1,25%	5,64%
150	1656,36	45,22%	128,40	10,65	108,13	14,53	2,16%	7,56%
150	1400,76	51,04%	118,52	12,32	65,63	20,16	1,39%	5,78%
150	1223,28	56,23%	126,35	12,44	52,50	20,53	1,11%	5,64%
150	1239,48	65,23%	136,06	17,09	51,56	27,75	1,14%	5,16%
150	1932,84	64,92%	117,34	30,48	82,19	48,00	2,00%	5,69%
150	1927,08	60,27%	109,01	26,82	80,63	43,59	1,92%	6,40%
150	1495,80	61,20%	115,46	20,44	63,13	26,06	1,40%	4,77%
150	1305,00	61,14%	121,60	16,88	60,63	25,50	1,32%	5,36%
150	2749,32	47,11%	126,37	19,38	79,38	34,31	1,91%	2,52%
150	1778,40	59,30%	130,58	19,84	69,69	34,13	1,60%	5,38%
150	4147,20	32,73%	115,99	17,40	88,75	28,41	2,28%	5,59%
150	1177,56	62,39%	118,42	16,50	43,75	25,03	0,95%	4,85%
150	3744,36	41,57%	119,81	22,23	87,81	36,28	2,28%	5,50%
150	532,44	85,96%	133,39	24,43	59,38	43,97	1,35%	5,44%
150	2265,48	56,38%	134,00	21,85	76,56	39,75	1,84%	5,58%
150	2218,68	58,34%	138,77	22,39	87,19	42,66	2,12%	5,54%

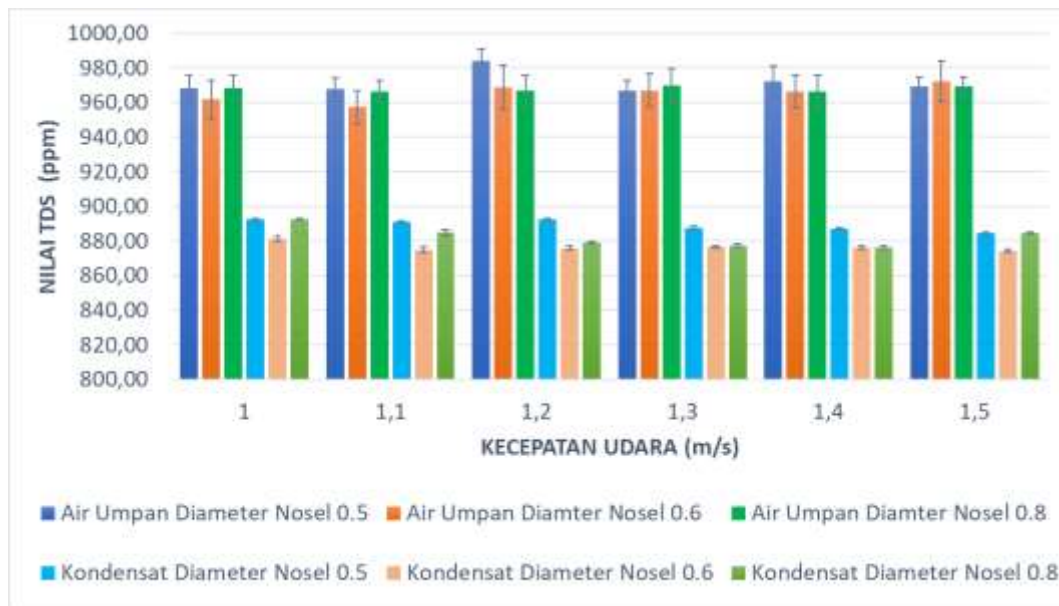


Gambar 20. Grafik produktivitas kondensat pada temperatur *heater* 150 °C

Nilai ketidakpastian pada produktivitas kondensat diatas pada temperatur *heater* 150 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, yang mengindikasikan tingkat fluktuasi rendah. Oleh karena itu, data tersebut dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial.

Tabel 15. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 130 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan TDS	Nilai Uncertainty			
	ppm	ppm	ppm	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
130	968,39	892,55	75,84	7,48	0,39	0,77%	0,04%
130	967,61	890,94	76,67	6,62	0,25	0,68%	0,03%
130	983,86	892,48	91,37	6,99	0,37	0,71%	0,04%
130	966,59	887,65	78,94	6,07	0,62	0,63%	0,07%
130	972,21	887,19	85,03	8,72	0,46	0,90%	0,05%
130	969,05	884,53	84,53	5,77	0,39	0,60%	0,04%
130	961,66	881,07	80,60	11,10	1,32	1,15%	0,15%
130	957,29	874,87	82,42	9,49	1,89	0,99%	0,22%
130	968,89	875,79	93,10	12,76	1,25	1,32%	0,14%
130	967,04	876,45	90,59	9,76	0,83	1,01%	0,09%
130	966,29	876,24	90,05	9,39	0,97	0,97%	0,11%
130	972,28	874,24	98,04	11,75	0,92	1,21%	0,11%
130	968,39	892,55	75,84	7,48	0,39	0,77%	0,04%
130	966,11	884,87	81,24	6,88	1,85	0,71%	0,21%
130	966,67	879,04	87,63	8,86	0,51	0,92%	0,06%
130	969,66	877,32	92,34	9,74	0,58	1,00%	0,07%
130	966,29	876,24	90,05	9,39	0,97	0,97%	0,11%
130	969,05	884,53	84,53	5,77	0,39	0,60%	0,04%

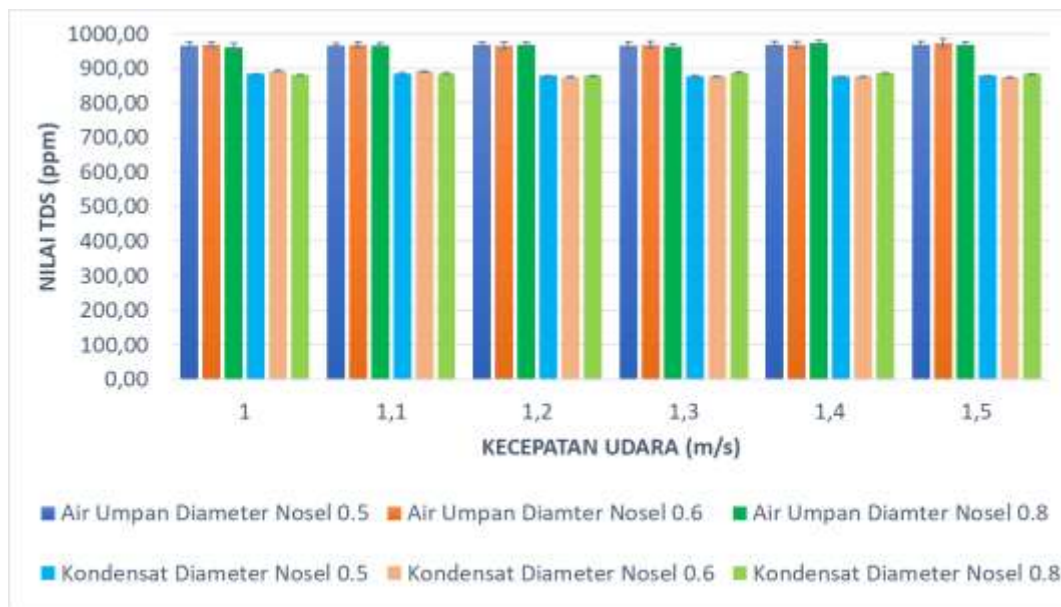


Gambar 21. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 130 °C

Nilai ketidakpastian pada TDS diatas pada temperatur *heater* 130 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang rendah. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

Tabel 16. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 140 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan TDS	Nilai Uncertainty			
	ppm	ppm	ppm	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
140	965,38	883,63	81,75	9,90	0,74	1,03%	0,08%
140	966,11	884,87	81,24	6,88	1,85	0,71%	0,21%
140	966,67	879,04	87,63	8,86	0,51	0,92%	0,06%
140	966,44	877,51	88,94	8,91	1,89	0,92%	0,22%
140	967,16	876,80	90,36	9,86	1,02	1,02%	0,12%
140	967,70	878,39	89,31	10,48	0,95	1,08%	0,11%
140	968,39	892,55	75,84	7,48	0,39	0,77%	0,04%
140	967,61	890,94	76,67	6,62	0,25	0,68%	0,03%
140	965,37	875,32	90,05	9,42	0,99	0,98%	0,11%
140	967,04	876,45	90,59	9,76	0,83	1,01%	0,09%
140	967,16	876,80	90,36	9,86	1,02	1,02%	0,12%
140	972,28	874,24	98,04	11,75	0,92	1,21%	0,11%
140	961,66	881,07	80,60	11,10	1,32	1,15%	0,15%
140	966,11	884,87	81,24	6,88	1,85	0,71%	0,21%
140	966,67	879,04	87,63	8,86	0,51	0,92%	0,06%
140	962,84	887,23	75,61	7,52	0,72	0,78%	0,08%
140	972,21	887,19	85,03	8,72	0,46	0,90%	0,05%
140	969,05	884,53	84,53	5,77	0,39	0,60%	0,04%

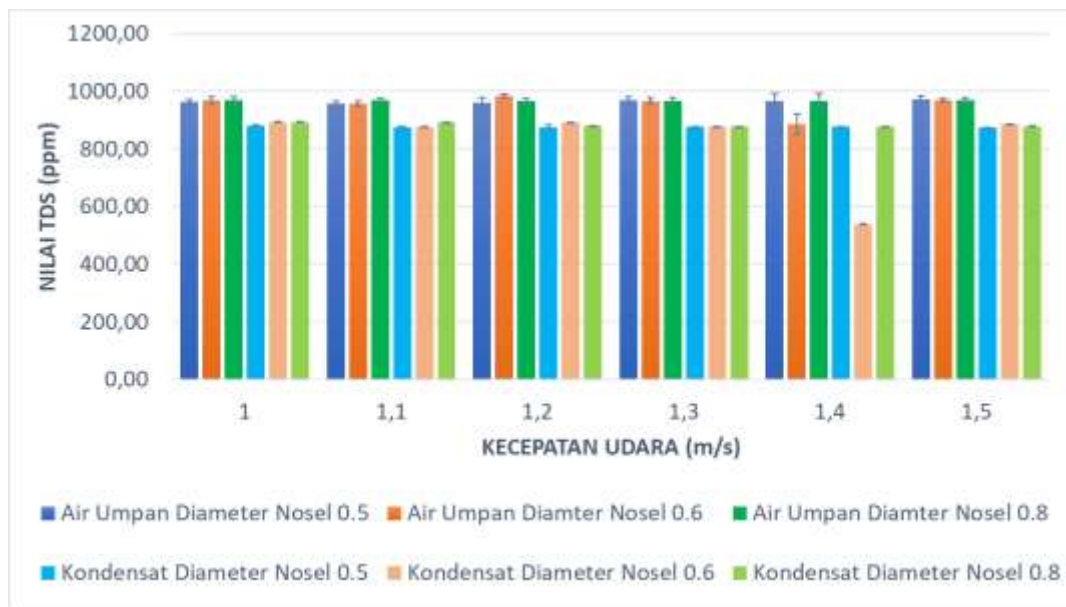


Gambar 22. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 140 °C

Nilai ketidakpastian pada TDS diatas pada temperatur *heater* 140 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang rendah. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

Tabel 17. Nilai ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 150 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan TDS	Nilai Uncertainty			
	ppm	ppm	ppm	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
150	961,66	881,07	80,60	11,10	1,32	1,15%	0,15%
150	957,29	874,87	82,42	9,49	1,89	0,99%	0,22%
150	960,71	874,98	85,73	16,69	6,69	1,74%	0,76%
150	969,66	877,32	92,34	9,74	0,58	1,00%	0,07%
150	965,02	876,67	88,35	28,39	1,43	2,94%	0,16%
150	972,28	874,24	98,04	11,75	0,92	1,21%	0,11%
150	969,64	892,84	76,79	11,70	1,64	1,21%	0,18%
150	957,29	874,87	82,42	9,49	1,89	0,99%	0,22%
150	983,50	892,34	91,16	7,22	0,88	0,73%	0,10%
150	967,04	876,45	90,59	9,76	0,83	1,01%	0,09%
150	886,22	538,04	82,51	35,73	1,89	4,03%	0,35%
150	969,05	884,53	84,53	5,77	0,39	0,60%	0,04%
150	969,64	892,84	76,79	11,70	1,64	1,21%	0,18%
150	967,61	890,94	76,67	6,62	0,25	0,68%	0,03%
150	966,67	879,04	87,63	8,86	0,51	0,92%	0,06%
150	967,04	876,45	90,59	9,76	0,83	1,01%	0,09%
150	965,02	876,67	88,35	28,39	1,43	2,94%	0,16%
150	967,70	878,39	89,31	10,48	0,95	1,08%	0,11%

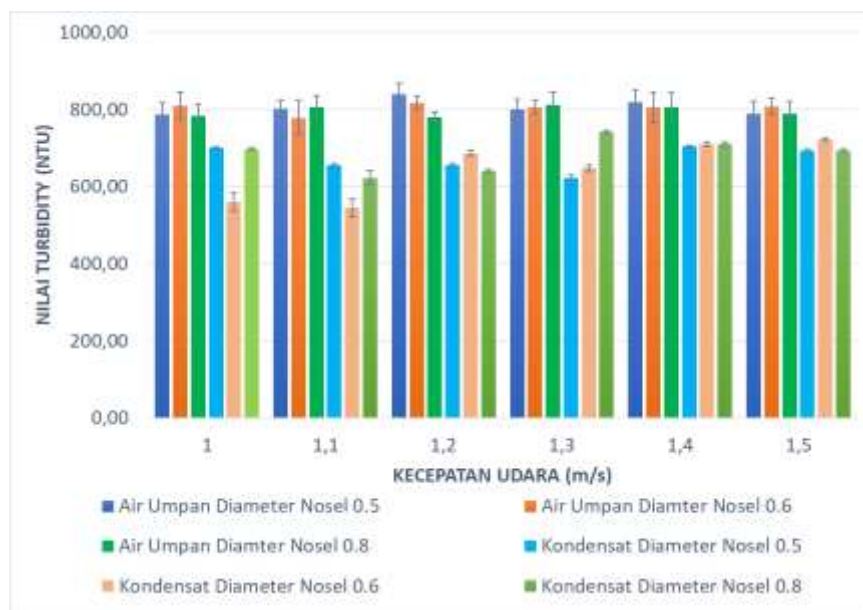


Gambar 23. Grafik ketidakpastian TDS pada temperatur *heater* 150 °C

Nilai ketidakpastian pada TDS diatas pada temperatur *heater* 150 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang rendah. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

Tabel 18. Nilai ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 130 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan Turbidity	Nilai Uncertainty			
	NTU	NTU	NTU	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
130	786,66	700,66	86,00	30,31	2,44	3,85%	0,35%
130	802,77	656,42	146,35	20,38	3,09	2,54%	0,47%
130	840,61	656,42	184,18	27,46	3,09	3,27%	0,47%
130	800,40	622,34	178,06	25,45	7,57	3,18%	1,22%
130	819,98	704,94	115,05	31,75	1,38	3,87%	0,20%
130	789,85	693,45	96,40	31,28	3,88	3,96%	0,56%
130	810,16	560,01	250,15	35,38	25,07	4,37%	4,48%
130	778,68	544,52	234,16	44,01	23,12	5,65%	4,25%
130	817,68	686,19	131,49	17,37	6,57	2,12%	0,96%
130	805,74	647,57	158,17	17,66	9,20	2,19%	1,42%
130	805,70	710,32	95,38	38,53	4,91	4,78%	0,69%
130	807,12	721,77	85,35	20,81	3,36	2,58%	0,47%
130	784,01	698,01	86,00	30,31	2,44	3,87%	0,35%
130	805,21	622,86	182,35	30,44	17,61	3,78%	2,83%
130	780,50	640,56	139,94	12,18	3,42	1,56%	0,53%
130	811,57	741,75	69,82	34,05	4,45	4,20%	0,60%
130	805,70	710,32	95,38	38,53	4,91	4,78%	0,69%
130	789,85	693,45	96,40	31,28	3,88	3,96%	0,56%

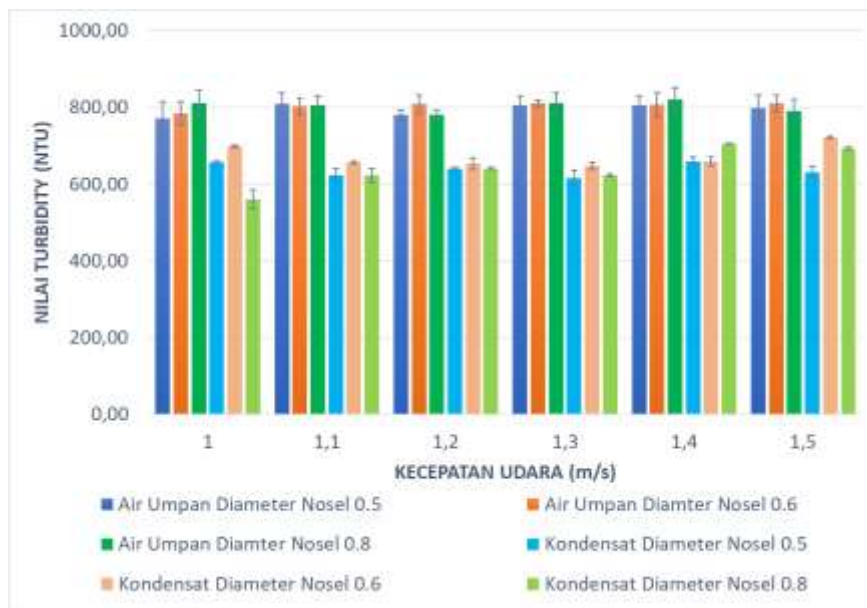


Gambar 24. Grafik ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 130 °C

Nilai ketidakpastian pada *turbidity* diatas pada temperatur *heater* 130 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang kecil. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

Tabel 19. Nilai ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 140 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan Turbidity	Nilai Uncertainty			
	NTU	NTU	NTU	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
140	770,36	656,37	113,99	43,41	4,97	5,64%	0,76%
140	808,99	622,86	186,13	27,76	17,61	3,43%	2,83%
140	780,50	640,56	139,94	12,18	3,42	1,56%	0,53%
140	805,61	616,13	189,47	22,36	19,32	2,78%	3,14%
140	804,85	658,34	146,52	24,15	11,50	3,00%	1,75%
140	796,84	631,15	165,69	34,95	14,73	4,39%	2,33%
140	784,01	698,01	86,00	30,31	2,44	3,87%	0,35%
140	802,77	656,42	146,35	20,38	3,09	2,54%	0,47%
140	808,11	653,48	154,63	23,23	15,14	2,87%	2,32%
140	810,25	647,57	162,69	8,06	9,20	0,99%	1,42%
140	806,62	658,34	148,28	31,15	11,50	3,86%	1,75%
140	810,25	721,77	88,48	21,33	3,36	2,63%	0,47%
140	810,16	560,01	250,15	35,38	25,07	4,37%	4,48%
140	804,32	622,86	181,46	26,21	17,61	3,26%	2,83%
140	780,50	640,56	139,94	12,18	3,42	1,56%	0,53%
140	811,00	623,19	187,81	25,83	3,74	3,19%	0,60%
140	819,98	704,94	115,05	31,75	1,38	3,87%	0,20%
140	789,85	693,45	96,40	31,28	3,88	3,96%	0,56%

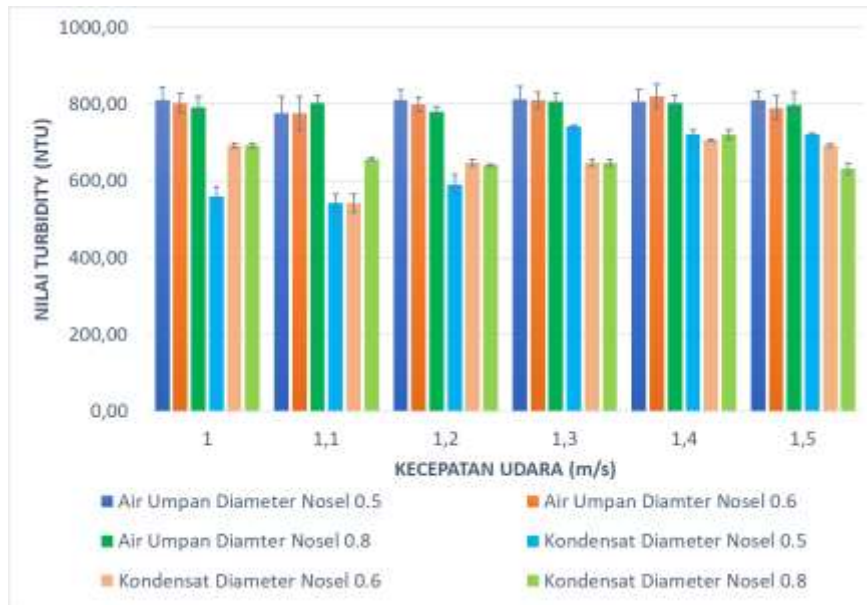


Gambar 25. Grafik ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 140 °C

Nilai ketidakpastian pada *turbidity* diatas pada temperatur *heater* 140 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang kecil. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

Tabel 20. Nilai ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 150 °C

Temperatur Heater	Air Umpan	Air Kondensat	Penurunan Turbidity	Nilai Uncertainty			
	NTU	NTU	NTU	Nilai Uncertainty Air Umpan	Nilai Uncertainty Air Kondensat	% Air Umpan	% Air Kondensat
150	810,16	560,01	250,15	35,38	25,07	4,37%	4,48%
150	776,03	541,87	234,16	44,01	23,12	5,67%	4,27%
150	811,03	590,61	220,42	25,53	25,48	3,15%	4,31%
150	811,57	741,75	69,82	34,05	4,45	4,20%	0,60%
150	806,01	720,67	85,34	33,62	12,13	4,17%	1,68%
150	810,81	721,77	89,05	22,87	3,36	2,82%	0,47%
150	803,59	692,21	111,38	24,58	6,38	3,06%	0,92%
150	776,03	541,87	234,16	44,01	23,12	5,67%	4,27%
150	799,22	647,57	151,65	18,88	9,20	2,36%	1,42%
150	810,39	647,57	162,82	20,95	9,20	2,58%	1,42%
150	820,64	706,02	114,62	31,63	1,38	3,85%	0,20%
150	789,85	693,45	96,40	31,28	3,88	3,96%	0,56%
150	792,21	692,21	100,00	27,08	6,38	3,42%	0,92%
150	802,77	656,42	146,35	20,38	3,09	2,54%	0,47%
150	780,50	640,56	139,94	12,18	3,42	1,56%	0,53%
150	806,94	647,57	159,38	22,87	9,20	2,83%	1,42%
150	803,06	720,67	82,39	21,52	12,13	2,68%	1,68%
150	796,84	631,15	165,69	34,95	14,73	4,39%	2,33%



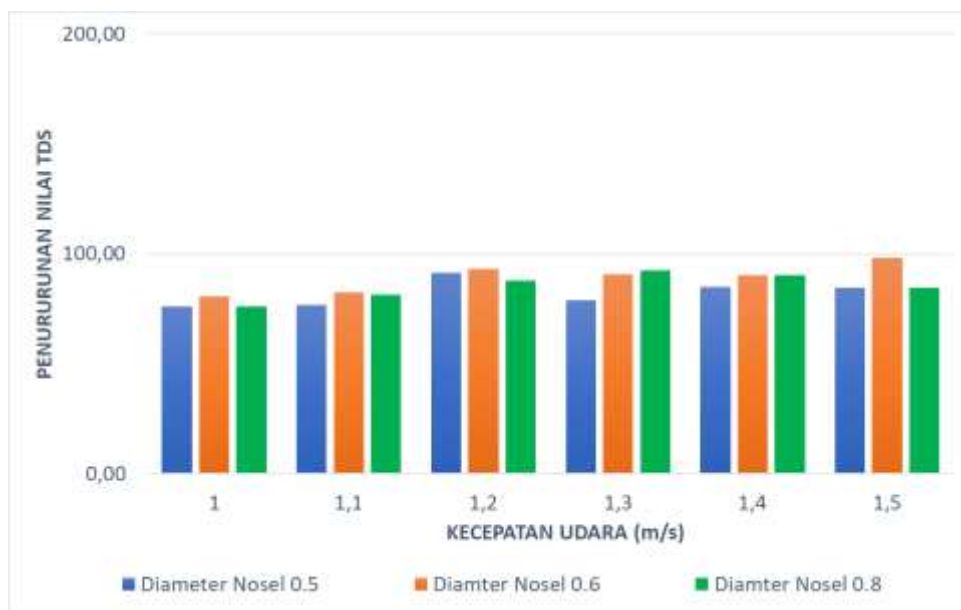
Gambar 26. Grafik ketidakpastian *turbidity* pada temperatur *heater* 150 °C

Nilai ketidakpastian pada *turbidity* diatas pada temperatur *heater* 150 °C menunjukkan bahwa seluruh data berada di bawah 5%, sehingga mencerminkan tingkat fluktuasi yang kecil. Dengan demikian, data tersebut dinilai memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode desain faktorial guna mengidentifikasi pengaruh serta interaksi antarvariabel yang diuji.

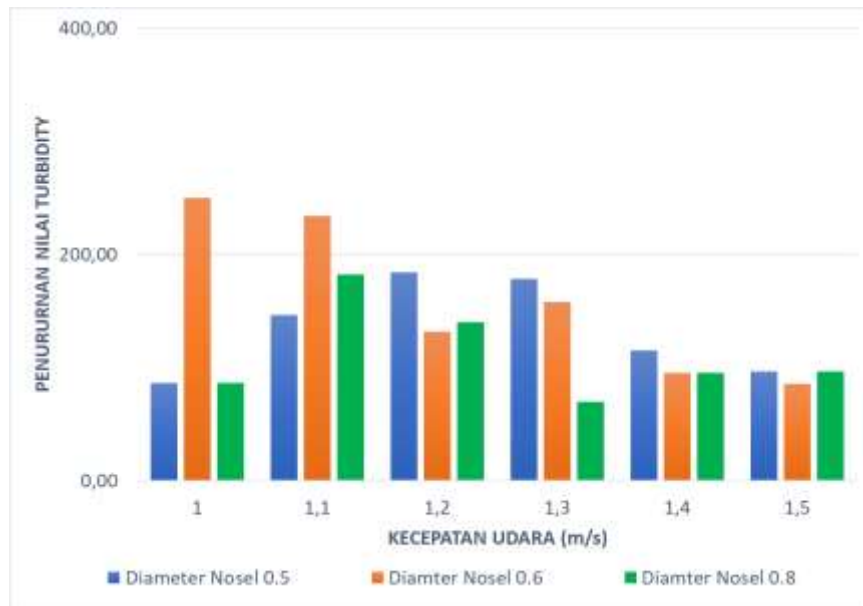
Nilai ketidakpastian pada pengukuran air umpan dan kondensat tercatat berada di bawah 5%, yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki tingkat fluktuasi rendah. Kondisi ini dapat dicapai melalui penempatan sensor yang tepat, pelaksanaan pembersihan sensor secara rutin setelah setiap pengujian, serta pemilihan data yang memenuhi kriteria ketidakpastian di bawah ambang 5%. Dengan tingkat ketidakpastian yang rendah, data tersebut dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut pada tahap perancangan dan evaluasi menggunakan metode desain faktorial.

B. Penurunan TDS dan *turbidity*

Penurunan nilai TDS dan *turbidity* diperoleh dengan menghitung selisih antara nilai pada air umpan dan nilai yang diukur pada kondensat. Prosedur ini bertujuan untuk menilai kemampuan sistem dalam menurunkan kandungan zat terlarut (TDS) serta partikel tersuspensi (*turbidity*) selama proses kondensasi berlangsung. Hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara kecepatan udara dan besarnya penurunan nilai TDS serta *turbidity*, sehingga dapat menggambarkan pengaruh variasi kecepatan udara terhadap kinerja sistem dalam meningkatkan kualitas air kondensat.

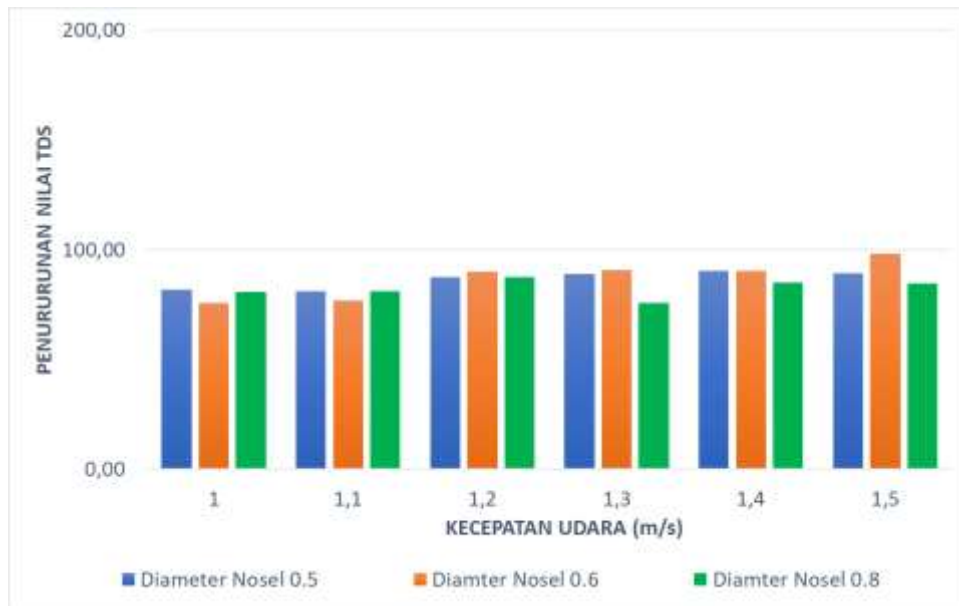


Gambar 27. Penurunan nilai TDS pada temperatur *heater* 130 °C

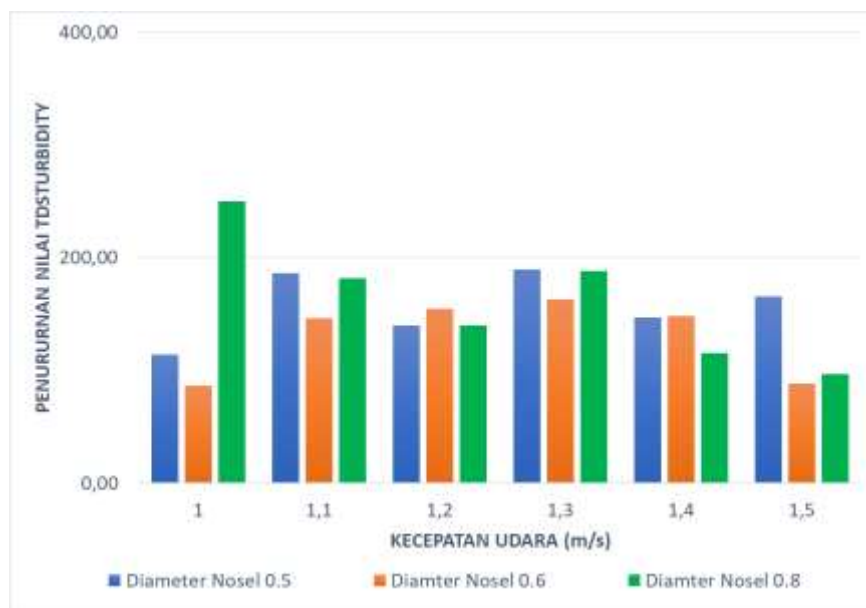


Gambar 28. Penurunan nilai *Turbidity* pada temperatur *heater* 130 °C

Grafik penurunan pada *heater* diatas 130 °C nilai TDS menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi peningkatan efektivitas dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, kemudian mengalami penurunan pada diameter 0,8 mm. Pola yang sama juga terlihat pada variasi kecepatan udara 1,1 hingga 1,2 m/s. Adapun pada penurunan nilai *turbidity*, grafik menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi peningkatan dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, namun mengalami penurunan pada diameter 0,8 mm. Kecenderungan serupa juga terjadi pada kecepatan udara 1,1 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan diameter nosel 0,6 mm cenderung memberikan hasil yang lebih optimal dalam menurunkan TDS maupun *turbidity* namun tidak selalu konsisten pada setiap kondisi operasional.



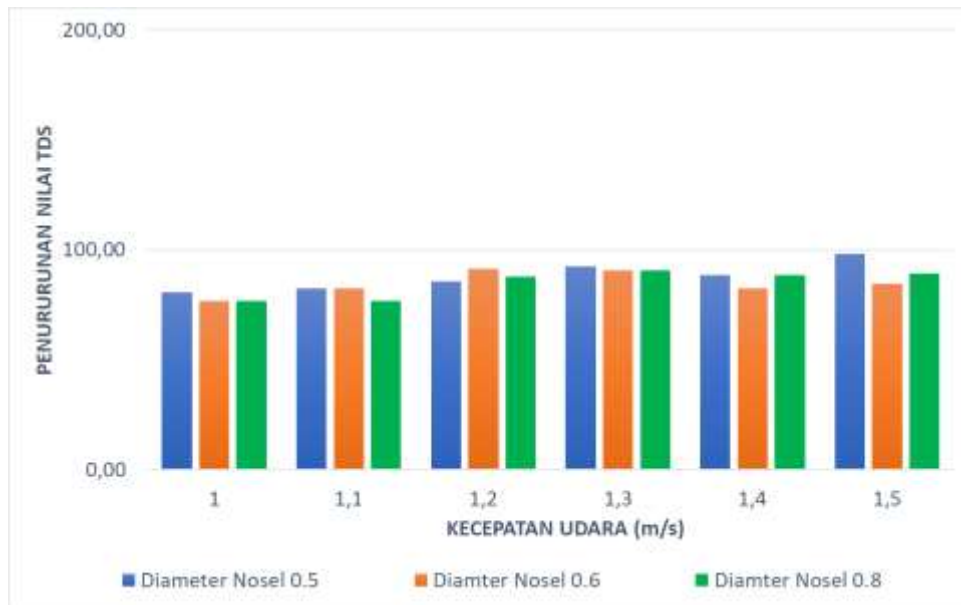
Gambar 29. Penurunan nilai TDS pada temperatur *heater* 140 °C



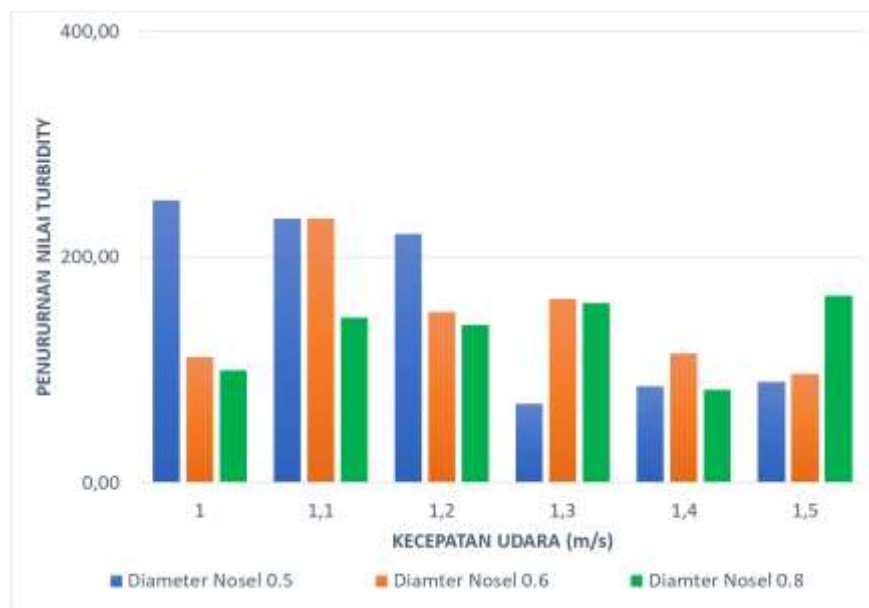
Gambar 30. Penurunan nilai *Turbidity* pada temperatur *heater* 140 °C

Grafik penurunan pada temperatur *heater* 140 °C diatas nilai TDS menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi penurunan dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, kemudian mengalami peningkatan pada diameter 0,8 mm. Pola yang sama juga terlihat pada variasi kecepatan udara 1,1. Adapun pada penurunan nilai *turbidity*, grafik menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi penurunan dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, namun mengalami peningkatan pada diameter 0,8 mm. Kecenderungan serupa juga terjadi pada kecepatan udara 1,1 m/s, 1,3 m/s, dan 1,5 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan diameter nosel 0,5 mm cenderung memberikan hasil yang lebih optimal

dalam menurunkan TDS maupun *turbidity* namun tidak selalu konsisten pada setiap kondisi operasional.



Gambar 31. Penurunan nilai TDS pada temperatur *heater* 150 °C



Gambar 32. Penurunan nilai *Turbidity* pada temperatur *heater* 150 °C

Grafik penurunan pada temperatur *heater* 150 °C diatas nilai TDS menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi penurunan dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, kemudian mengalami penurunan lagi pada diameter 0,8 mm. Pola yang sama juga terlihat pada variasi kecepatan udara 1,1 dan 1,3 m/s. Adapun pada penurunan nilai *turbidity*, grafik menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 1 m/s terjadi penurunan dari diameter nosel 0,5 mm ke 0,6 mm, dan Kembali mengalami penurunan pada diameter 0,8 mm. Kecenderungan

serupa juga terjadi pada kecepatan udara 1,2 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan diameter nosel 0,5 mm cenderung memberikan hasil yang lebih optimal dalam menurunkan TDS maupun *turbidity* namun tidak selalu konsisten pada setiap kondisi operasional.

C. Desain faktorial

Analisis desain faktorial dilakukan dengan membandingkan dua tabel kombinasi variabel pada setiap parameter, yaitu persentase produksi kondensat, penurunan TDS, penurunan *turbidity*, serta rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel yang memberikan pengaruh paling dominan serta menilai apakah pengaruh setiap variabel menunjukkan hubungan yang selaras atau tidak. Keselarasan tersebut ditinjau dari konsistensi perubahan nilai variabel terhadap hasil pengukuran yang diperoleh. Untuk mendukung penyelesaian analisis tersebut, penelitian ini menerapkan metode desain faktorial 2³.

Tabel 21. Persentase produksi kondensat kombinasi satu

Persentase Produksi Kondensat									
TH	DN	KU	% Produksi Kondensat	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (%)	AVERAGE
130	0,5	1	31,56%	0,826	2,046	4,403	8	55,04%	TH
140	0,5	1	51,03%	1,220	2,357	0,126	4	3,15%	DN
130	0,6	1	60,85%	1,082	0,198	0,587	4	14,69%	TH-DN
140	0,6	1	61,17%	1,275	-0,072	-0,267	4	-6,67%	KU
130	0,5	1,1	54,00%	0,195	0,394	0,311	4	7,77%	TH-KU
140	0,5	1,1	54,18%	0,003	0,193	-0,270	4	-6,74%	DN-KU
130	0,6	1,1	67,42%	0,002	-0,191	-0,201	4	-5,03%	TH-DN-KU
140	0,6	1,1	60,07%	-0,073	-0,075	0,116	4	2,90%	

Tabel 22. Persentase produksi kondensat kombinasi dua

Persentase Produksi Kondensat									
TH	DN	KU	% Produksi Kondensat	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (%)	AVERAGE
130	0,5	1	31,56%	0,512	1,302	3,484	8	43,55%	TH
150	0,5	1	19,59%	0,791	2,181	-0,185	4	-4,63%	DN
130	0,8	1	46,35%	1,162	-0,256	0,137	4	3,42%	TH-DN
150	0,8	1	32,73%	1,020	0,071	0,129	4	3,22%	KU
130	0,5	1,2	59,95%	-0,120	0,279	0,879	4	21,98%	TH-KU
150	0,5	1,2	56,23%	-0,136	-0,142	0,327	4	8,17%	DN-KU
130	0,8	1,2	45,57%	-0,037	-0,016	-0,422	4	-10,54%	TH-DN-KU
150	0,8	1,2	56,38%	0,108	0,145	0,162	4	4,04%	

Hasil pengolahan data desain faktorial pada parameter persentase produksi kondensat menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh pada tabel kombinasi pertama adalah diameter nosel dengan nilai pengaruh sebesar 14,69%, sedangkan pada tabel kombinasi kedua variabel yang paling dominan adalah kecepatan udara dengan nilai pengaruh sebesar 21,98%. Perbedaan variabel dominan pada kedua tabel tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan variabel keluaran yang dianalisis. Namun, karena kecepatan udara memiliki nilai pengaruh absolut yang lebih besar dibandingkan diameter nosel, maka kecepatan udara dapat ditetapkan sebagai variabel yang paling berpengaruh secara keseluruhan terhadap persentase produksi kondensat. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa dua variabel, yaitu kecepatan udara (KU) dan temperatur *heater* (TH), menunjukkan pengaruh yang selaras karena keduanya sama-sama menyebabkan penurunan

persentase produksi kondensat seiring dengan peningkatan nilainya. Pada variabel temperatur *heater*, peningkatan temperatur dari 130 °C menjadi 140 °C mm menurunkan persentase produksi kondensat sebesar 3,15%, sedangkan peningkatan dari 130 °C mm menjadi 150 °C menghasilkan penurunan yang lebih besar, yaitu sebesar -4,63%. Sementara itu, pada variabel kecepatan udara, peningkatan dari 1,0 m/s menjadi 1,1 m/s menyebabkan penurunan sebesar 7,77%, dan peningkatan hingga 1,2 m/s menghasilkan penurunan sebesar 21,98%. Berbeda dengan kedua variabel tersebut, diameter nosel (DN) menunjukkan pengaruh yang tidak selaras atau berlawanan, sehingga perubahan nilainya tidak selalu memberikan dampak yang konsisten terhadap persentase produksi kondensat.

Tabel 23. Penurunan TDS kombinasi satu

Penurunan TDS									
TH	DN	KU	ΔTDS	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (ppm)	
130	0,5	1	75,84	157,59	314,03	676,18	8	84,523	AVERAGE
140	0,5	1	81,75	156,44	362,15	-5,64	4	-1,409	TH
130	0,6	1	80,60	179,00	1,16	2,99	4	0,747	DN
140	0,6	1	75,84	183,15	-6,79	-9,97	4	-2,493	TH-DN
130	0,5	1,2	91,37	5,91	-1,16	48,12	4	12,029	KU
140	0,5	1,2	87,63	-4,76	4,15	-7,95	4	-1,987	TH-KU
130	0,6	1,2	93,10	-3,75	-10,67	5,30	4	1,326	DN-KU
140	0,6	1,2	90,05	-3,05	0,70	11,37	4	2,843	TH-DN-KU

Tabel 24. Penurunan TDS kombinasi dua

Penurunan TDS									
TH	DN	KU	ΔTDS	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (ppm)	
130	0,5	1	75,84	156,44	309,07	660,85	8	82,606	AVERAGE
150	0,5	1	80,60	152,63	351,78	7,34	4	1,834	TH
130	0,8	1	75,84	173,38	5,71	1,22	4	0,305	DN
150	0,8	1	76,79	178,40	1,63	-8,83	4	-2,208	TH-DN
130	0,5	1,4	85,03	4,76	-3,81	42,71	4	10,679	KU
150	0,5	1,4	88,35	0,95	5,03	-4,08	4	-1,020	TH-KU
130	0,8	1,4	90,05	3,33	-3,81	8,83	4	2,208	DN-KU
150	0,8	1,4	88,35	-1,70	-5,03	-1,22	4	-0,305	TH-DN-KU

Hasil pengolahan data desain faktorial pada parameter penurunan TDS menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh pada tabel kombinasi pertama adalah kecepatan udara dengan nilai pengaruh sebesar 12,029 ppm, sedangkan pada tabel kombinasi kedua variabel yang paling dominan adalah kecepatan udara dengan nilai pengaruh sebesar 10,679 ppm. Perbedaan variabel dominan pada kedua tabel tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan variabel keluaran yang dianalisis. Namun demikian, besarnya nilai pengaruh jumlah nosel yang jauh lebih tinggi dibandingkan variabel lainnya menunjukkan bahwa kecepatan udara merupakan variabel yang paling berpengaruh secara keseluruhan terhadap penurunan TDS. Berdasarkan analisis yang dilakukan, variabel kecepatan udara (KU) menunjukkan pengaruh yang selaras terhadap penurunan TDS pada air kondensat, sedangkan temperatur *heater* (TH) menunjukkan pengaruh yang tidak selaras. Pada

variabel diameter nosel, perubahan diameter nosel dari 0,5 mm menjadi 0,6 mm menghasilkan penurunan TDS sebesar 0,747 ppm, sedangkan peningkatan dari 0,5 mm menjadi 0,8 mm menghasilkan penurunan sebesar 0,305 ppm. Meskipun besar pengaruhnya berbeda cukup signifikan, kedua perubahan tersebut tetap menunjukkan arah yang sama, yaitu menurunkan nilai TDS. Pada variabel temperatur *heater*, peningkatan temperatur dari 130 °C menjadi 140 °C menyebabkan kenaikan nilai TDS sebesar -1,409 ppm, sedangkan peningkatan hingga 150 °C juga menghasilkan kenaikan sebesar 1,834 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *heater* secara konsisten memberikan dampak yang serupa terhadap perubahan TDS. Sementara itu, variabel kecepatan udara menunjukkan pengaruh yang selaras karena peningkatan kecepatan udara dari 1,0 m/s ke 1,2 m/s dan dari 1,0 m/s ke 1,4 m/s memberikan efek yang sama atau selaras terhadap penurunan TDS.

Tabel 25. Penurunan *turbidity* kombinasi satu

Penurunan Turbidity									
TH	DN	KU	ΔTurbidity	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (NTU)	
130	0,5	1	86,00	199,99	536,14	1146,39	8	143,299	AVERAGE
140	0,5	1	113,99	336,15	610,25	-157,27	4	-39,318	TH
130	0,6	1	250,15	324,13	-136,16	98,16	4	24,541	DN
140	0,6	1	86,00	286,12	-21,11	-124,76	4	-31,190	TH-DN
130	0,5	1,2	184,18	27,99	136,16	74,11	4	18,528	KU
140	0,5	1,2	139,94	-164,15	-38,00	115,06	4	28,764	TH-KU
130	0,6	1,2	131,49	-44,24	-192,14	-174,16	4	-43,541	DN-KU
140	0,6	1,2	154,63	23,14	67,38	259,52	4	64,879	TH-DN-KU

Tabel 26. Penurunan *turbidity* kombinasi dua

Penurunan Turbidity									
TH	DN	KU	ΔTurbidity	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (NTU)	
130	0,5	1	86,00	336,15	522,15	900,31	8	112,539	AVERAGE
150	0,5	1	250,15	186,00	378,16	135,45	4	33,861	TH
130	0,8	1	86,00	200,39	178,15	-172,77	4	-43,192	DN
150	0,8	1	100,00	177,77	-42,70	-133,44	4	-33,360	TH-DN
130	0,5	1,4	115,05	164,15	-150,15	-143,99	4	-35,998	KU
150	0,5	1,4	85,34	14,00	-22,62	-220,85	4	-55,213	TH-KU
130	0,8	1,4	95,38	-29,71	-150,15	127,53	4	31,884	DN-KU
150	0,8	1,4	82,39	-13,00	16,71	166,86	4	41,716	TH-DN-KU

Hasil pengolahan data desain faktorial pada parameter penurunan *turbidity* menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh pada tabel kombinasi pertama adalah temperatur *heater* dengan nilai pengaruh sebesar -39,318 NTU, sedangkan pada tabel kombinasi kedua variabel yang paling dominan adalah diameter nosel dengan nilai pengaruh sebesar -43,192 NTU. Perbedaan variabel dominan pada kedua tabel tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan variabel keluaran yang dianalisis. Namun, karena diameter nosel memiliki nilai pengaruh yang jauh lebih besar dibandingkan variabel lainnya, maka diameter nosel dapat ditetapkan sebagai variabel yang paling berpengaruh secara keseluruhan terhadap penurunan *turbidity*. Berdasarkan hasil analisis, variabel temperatur *heater* (TH) dan diameter nosel (DN) menunjukkan pengaruh yang selaras terhadap perubahan *turbidity*,

yaitu sama-sama menyebabkan peningkatan nilai *turbidity* seiring dengan peningkatan level variabel. Sementara itu, variabel kecepatan udara (KU) menunjukkan pengaruh yang tidak selaras atau berlawanan. Pada variabel temperatur *heater*, peningkatan temperatur *heater* dari 130 °C menjadi 140 °C menghasilkan peningkatan nilai *turbidity* sebesar 39,318 NTU, sedangkan penambahan dari 1 menjadi 3 meningkatkan *turbidity* sebesar 33,861 NTU. Kedua perubahan tersebut menunjukkan arah pengaruh yang konsisten, yaitu meningkatkan nilai *turbidity*. Pada variabel diameter nosel, peningkatan diameter dari 0,5 mm menjadi 0,6 mm menyebabkan kenaikan *turbidity* sebesar 24,541 NTU, sedangkan peningkatan dari 0,5 mm menjadi 0,8 mm menghasilkan peningkatan yang jauh lebih besar, yaitu sebesar -43,192 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar diameter nosel, semakin tinggi nilai *turbidity* yang dihasilkan. Sama halnya dengan kedua variabel tersebut, kecepatan udara menunjukkan pengaruh yang selaras. Peningkatan kecepatan udara dari 1,0 m/s ke 1,2 m/s menyebabkan peningkatan nilai *turbidity*, namun pada peningkatan dari 1,0 m/s ke 1,4 m/s justru terjadi peningkatan juga pada nilai *turbidity*. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaruh kecepatan udara terhadap *turbidity* bersifat konsisten pada setiap tingkat perubahan variabel.

Tabel 27. Nilai rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik kombinasi satu

Rasio Produksi Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik									
TH	DN	KU	Kondensat/Listrik	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (g/W.h)	AVERAGE
130	0,5	1	1344,26%	26,404	78,195	161,673	8	20,209	TH
140	0,5	1	1296,15%	51,791	83,478	-9,987	4	-2,497	DN
130	0,6	1	2708,60%	34,047	-2,862	40,771	4	10,193	TH-DN
140	0,6	1	2470,49%	49,431	-7,124	-5,934	4	-1,484	KU
130	0,5	1,2	1779,60%	-0,481	25,387	5,283	4	1,321	TH-KU
140	0,5	1,2	1625,09%	-2,381	15,384	-4,262	4	-1,066	DN-KU
130	0,6	1,2	2750,52%	-1,545	-1,900	-10,003	4	-2,501	TH-DN-KU
140	0,6	1,2	2192,59%	-5,579	-4,034	-2,134	4	-0,534	

Tabel 28. Nilai rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik kombinasi dua

Rasio Produksi Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik									
TH	DN	KU	Kondensat/Listrik	1ST	2ND	3RD	DIVIDER	RESULT (g/W.h)	AVERAGE
130	0,5	1	1344,26%	18,834	58,704	132,828	8	16,603	TH
150	0,5	1	539,19%	39,870	74,124	-18,665	4	-4,666	DN
130	0,8	1	2247,33%	29,984	-13,128	35,191	4	8,798	TH-DN
150	0,8	1	1739,62%	44,140	-5,538	7,643	4	1,911	KU
130	0,5	1,4	1754,38%	-8,051	21,035	15,420	4	3,855	TH-KU
150	0,5	1,4	1244,01%	-5,077	14,156	7,590	4	1,898	DN-KU
130	0,8	1,4	2228,70%	-5,104	2,973	-6,879	4	-1,720	TH-DN-KU
150	0,8	1,4	2185,30%	-0,434	4,670	1,696	4	0,424	

Hasil pengolahan data desain faktorial pada parameter rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh pada tabel kombinasi pertama maupun tabel kombinasi kedua adalah diameter nosel, dengan nilai pengaruh masing-masing sebesar 10,193 g/W·h dan 8,798 g/W·h. Konsistensi hasil tersebut menunjukkan bahwa diameter nosel merupakan variabel yang paling dominan serta paling berpengaruh secara keseluruhan terhadap rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik. Berdasarkan hasil analisis, variabel diameter nosel (DN) dan kecepatan udara (KU) menunjukkan pengaruh yang selaras terhadap rasio produksi kondensat

terhadap konsumsi listrik, karena peningkatan kedua variabel tersebut sama-sama memberikan peningkatan terhadap rasio yang dihasilkan. Sebaliknya, variabel temperatur *heater* (TH) menunjukkan pengaruh yang tidak selaras atau berlawanan. Pada variabel jumlah nosel, perubahan diameter nosel dari 0,5 mm menjadi 0,6 mm meningkatkan rasio produksi kondensat sebesar 10,193 g/W·h, sedangkan peningkatan dari 0,5 mm menjadi 0,8 mm menghasilkan kenaikan sebesar 8,798 g/W·h. Kedua perubahan tersebut menunjukkan arah pengaruh yang konsisten, yaitu meningkatkan efisiensi rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik. Pada variabel kecepatan udara, peningkatan dari 1,0 m/s menjadi 1,2 m/s meningkatkan rasio sebesar 1,321 g/W·h, sedangkan peningkatan dari 1,0 m/s ke 1,4 m/s memberikan kenaikan yang lebih besar, yaitu sebesar 3,855 g/W·h. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara cenderung meningkatkan rasio produksi kondensat secara konsisten. Sementara itu, variabel temperatur *heater* menunjukkan pengaruh yang selaras juga karena peningkatan temperatur *heater* dari 0,5 mm ke 0,6 mm dan ke 0,8 mm menghasilkan dampak yang sama sama konsisten terhadap rasio produksi kondensat terhadap konsumsi listrik. Dengan demikian, diameter nosel tidak menunjukkan pola pengaruh yang selaras dibandingkan variabel lainnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Pemanasan nosel berpengaruh signifikan terhadap kinerja system purifikasi air berbasis kabut generasi 5 khususnya pada produksi kondensat dibandingkan system generasi 4, tetapi untuk penurunan nilai *turbidity* dan TDS mengalami penurunan dibandingkan dengan generasi 4. Nilai ketidakpastian pada pengukuran air umpan dan kondensat tercatat di bawah 5%, artinya data yang diperoleh fluktuasinya kecil. Hal ini disebabkan oleh penempatan sensor dan dipengaruhi oleh proses pembersihan sensor setelah setiap pengujian, serta pemilihan data yang hanya di bawah 5%. Hasil pengolahan data dengan desain faktorial menghasilkan variabel yang paling berpengaruh pada masing-masing performansi. nilai terbaik pada masing-masing performansi, yaitu:

- Persentase Produktivitas Kondensat Menghasilkan nilai terbaik yaitu 85,96% pada konfigurasi 52 yang menggunakan nosel diameter 0,8 mm dengan kecepatan udara 1,3 m/s dan temperatur *heater* ada pada 150 °C.
- Penurunan TDS Menghasilkan nilai terbaik yaitu 98 ppm pada konfigurasi 42 yang menggunakan nosel diameter 0,5 mm dengan kecepatan udara 1,5 m/s dan temperatur *heater* 150 °C.
- Penurunan *Turbidity* Menghasilkan nilai terbaik yaitu 250 NTU pada konfigurasi 37 yang menggunakan nosel diameter 0,5 mm dengan kecepatan udara 1 m/s dan temperatur *heater* 150 °C.
- Rasio Produktivitas Kondensat Terhadap Konsumsi Listrik Menghasilkan nilai terbaik yaitu 30,485 g/W.h pada konfigurasi 43 yang menggunakan nosel diameter 0,6 mm dengan kecepatan udara 1 m/s dan temperatur *heater* 150 °C.

2. Saran

Agar hasil air yang diperoleh menjadi lebih jernih, pengujian dapat dilakukan secara berkala dan berulang untuk memperoleh proses purifikasi yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Nainggolan, R. Arbaningrum, A. Nadesya, D. J. Harliyanti, and M. A. Syaddad, "Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi," *J. Widyakala*, vol. 6, no. 7, pp. 12–20, 2019, doi: 10.36262/widyakala.v6i0.187.
- [2] A. S. Husnul Khotimah*, Erika Wulan Anggraeni, "Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi," in *Characterization Of Water Processing Using Distillation Equipment Corporate Sustainability-A New Paradigm*, vol. 32, no. 3, 2017, pp. 34–38. doi: <http://dx.doi.org/10.30872/cmg.v1i2.1143>.
- [3] N. V. Ahmed Z. Khan, "Water harvesting through fog collectors : a review of conceptual , experimental and operational aspects," *Int. J. Low-Carbon Technol.*, vol. 18, no. 3, pp. 392–403, 2022, doi: 10.1093/ijlct/ctac129.
- [4] W. C. Hoffmann, B. K. Fritz, and D. E. Martin, "Air and Spray Mixture Temperature Effects on Atomization of Agricultural Sprays," *J. CIGR*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2011, [Online]. Available: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1730>
- [5] Dhani Hapsari, "Kajian Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Masyarakat di Sekitar Pabrik Semen Kelurahan Karangtalun Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap," *J. Sains Teknol. Lingkung.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2015, doi: <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art2>.
- [6] M. T. K. Ratna Dian Kurniawati, Mariana Henny Kraar, Vivit Nurul Aulia, "Peningkatan Akses Air Bersih Melalui Sosialisasi Dan Penyaringan Air Sederhana Desa Haurpugur," *J. Pengabd. dan Peningkatan Mutu Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 136–143, 2020, doi: 10.22219/janayu.v1i2.11784.
- [7] S. H. M. Binsasi, Remigius, Retno Peni Sancayaningsih, "Evaporasi dan Transpirasi Tiga Spesies Dominan dalam Konservasi Air di Daerah Tangkapan Air (DTA) Mata Air Geger Kabupaten Bantul Yogyakarta," *J. Pendidik. Biol.*, vol. 1, no. 3, pp. 32–34, 2016, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/npk65h2ggncpfrmzdx6a57iq/access/wayback/https://savana-cendana.id/index.php/BE/article/download/66/64/>
- [8] D. S. V. P. V. Mehere, Suvarna, Krunal P. Mudafale, "Review of Direct Evaporative Cooling System With Its Applications," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp.

- 995–999, 2014, [Online]. Available: <https://www.ijergs.org/files/documents/REVIEW-OF-DIRECT28.pdf>
- [9] H. Sonawan, T. Supriyono, E. Sofia, and A. Gani, “Water mist system application in solar collector system to increase clean water production,” *Water Pract. Technol.*, vol. 17, no. 10, pp. 2048–2058, 2022, doi: 10.2166/wpt.2022.125.
- [10] Dian Pranata Putra Ambali, “Analisis Potensi Teknologi Pemanen Kabut (Fog Harvesting) Sebagai Alternatif Sumber Daya Air Terbarukan Di Kabupaten Toraja Utara,” *J. Dyn. Saint*, vol. 4, no. 2, pp. 822–830, 2019, doi: <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v4i2.884>.
- [11] H. Sonawan and K. Aprillianto, “Use of a self-rotating nozzle for more efficient flash purification of dirty water,” *Water Pract. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 652–659, 2020, doi: 10.2166/wpt.2020.048.
- [12] M. R. H. Erwanto, Zulis, M. Rizalul Ilmi, “Penerapan Teknologi Menara Penangkap Kabut (Fog Harvesting) Untuk Kebutuhan Air Bersih,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 32–38, 2021, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/105415844/483523475.pdf>
- [13] H. Sonawan, D. Nurhidayat, and H. Saefudin, “Influence of wall atomizer to condensation rate in flashing purification,” *Water Pract. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 872–883, 2019, doi: 10.2166/wpt.2019.070.
- [14] Hery Sonawan and Halim Abdurrachim, “Water purification experiment by applying flashing method with a rotating nozzle,” *J. Water Sci. Technol. Water Supply*, vol. 20, no. 5, pp. 1965–1974, 2020, doi: 10.2166/ws.2020.108.
- [15] M. A. J. Iman Dirja, “Rancang Bangun Pemanas Air (Water Heater) dengan Menggunakan Baterai Arduino Pro Mini,” *J. Infomatek*, vol. 21, no. 9, pp. 91–96, 2019, doi: doi.org/10.23969/infomatek.v21i2.1981.
- [16] M. Cutting, W. Up, I. T. L. Tl, T. Elektronika, and P. G. Tunggal, “Modifikasi Sistem Kontrol Heater Dengan Display Thermocontrol dan Sensor Thermocouple Pada,” *J. Instrumentasi dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 161–171, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.poltek-gt.ac.id/jiti/id/article/view/88/162>
- [17] I Kadek Dwiana, “Pengaruh Sistem Distribusi Air Pada Cooling Pad Terhadap Performansi Evaporative Cooling,” vol. 1, no. 9, pp. 1-4,44-45, 2022, [Online].

Available: <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/1886>

- [18] I. P. G. A. N. Ketut Astawa, Made Sucipta, “Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 5, no. 1, pp. 7–13, 2011, [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/33113628/air_tenaga_surya.pdf
- [19] N. Muhlisah, Jusmawandi, and R. Niswati Tarman, “Potential for Developing Cloudfisher Technology (Fog Catcher) as a Source of Consumption Water in Fakfak Regency,” *Konstr. Publ. Ilmu Tek. Perenc. Tata Ruang dan Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 178–192, 2025, doi: 10.61132/konstruksi.v3i2.959.
- [20] K. Nakayoshi *et al.*, “Development of a data acquisition sub-system using DAQ-Middleware,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. A Accel. Spectrometers, Detect. Assoc. Equip.*, vol. 600, no. 1, pp. 173–175, 2009, doi: 10.1016/j.nima.2008.11.136.
- [21] D. A. Putri, “Pembuatan Perangkat Penyedia Air Panas Untuk Penyeduh Minuman Kopi Berbasis Mikrokontroler,” *Lapoiran skripsi*, p. 84, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/47858/>
- [22] Sawaluddin, “Rancang Bangun Dan Pengujian Anemometer Untuk Sudu Savonius. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.” *Rekayasa Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 1–23, 2020, doi: doi.org/10.36706/jrm.v20i1.68.
- [23] B. Budiman and M. Ali, “PID Controller Design for Heating Furnace Temperature Based on Bat Algorithm (BA),” *JEEMECs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*, vol. 6, no. 1, pp. 45–50, 2023, doi: 10.26905/jeemecs.v6i1.9307.

LAMPIRAN

1. Data hasil pengujian

Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Pasundan dengan memanfaatkan sensor TDS dan *turbidity* sebagai alat pemantauan kualitas air dan sensor *loadcell* untuk mengetahui laju aliran massa air umpan sekaligus air kondensat. Penelitian ini menggunakan 3 temperatur *heater* 130 °C, 140 °C, 150 °C, dan variasi diameter nosel sebesar 0,5 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm, serta enam tingkat kecepatan udara yang berkisar antara 1,0 m/s hingga 1,5 m/s. Seluruh data pengukuran dikumpulkan secara *real-time* melalui sistem akuisisi data yang telah terintegrasi dengan aplikasi *Modbus poll*.

Tabel 29. Data hasil pengujian dengan temperatur *heater* 130 °C

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpan	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpan	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpan		Air Kondensat						
				g/s	g/s	g/h	g/h	ppm	ppm	NTU	NTU	Watt
1^1	1	0,5	130	1,16	0,37	4174,56	1317,60	968,39	892,55	786,66	700,66	98,02
2^2	1,1	0,5	130	0,95	0,51	3422,88	1851,84	967,61	890,94	802,77	656,42	99,16
3^3	1,2	0,5	130	0,96	0,52	3445,20	1860,48	983,86	892,48	840,61	656,42	104,55
4^4	1,3	0,5	130	0,86	0,34	3087,36	1226,88	966,59	887,65	800,40	622,34	107,38
5^5	1,4	0,5	130	0,93	0,55	3330,72	1996,92	972,21	887,19	819,98	704,94	113,83
6^6	1,5	0,5	130	0,79	0,40	2846,16	1452,24	969,05	884,53	789,85	693,45	118,26
7^19	1	0,6	130	1,23	0,75	4431,96	2696,76	961,66	881,07	810,16	560,01	99,56
8^20	1,1	0,6	130	1,21	0,77	4364,28	2771,28	957,29	874,87	778,68	544,52	106,13
9^21	1,2	0,6	130	1,20	0,81	4316,40	2910,24	968,89	875,79	817,68	686,19	105,81
10^22	1,3	0,6	130	0,86	0,56	3083,40	2025,36	967,04	876,45	805,74	647,57	111,88
11^23	1,4	0,6	130	1,07	0,74	3868,56	2674,80	966,29	876,24	805,70	710,32	109,91
12^24	1,5	0,6	130	1,00	0,78	3599,64	2794,68	972,28	874,24	807,12	721,77	115,88
13^37	1	0,8	130	1,26	0,58	4540,68	2104,56	968,39	892,55	784,01	698,01	93,65
14^38	1,1	0,8	130	1,86	0,70	6679,80	2515,68	966,11	884,87	805,21	622,86	108,55
15^39	1,2	0,8	130	1,50	0,68	5400,00	2438,28	966,67	879,04	780,50	640,56	108,95
16^40	1,3	0,8	130	1,51	0,72	5439,60	2591,28	969,66	877,32	811,57	741,75	112,11
17^41	1,4	0,8	130	1,46	0,67	5269,68	2401,56	966,29	876,24	805,70	710,32	109,71
18^42	1,5	0,8	130	1,21	0,83	4357,80	2982,24	969,05	884,53	789,85	693,45	125,94

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian 18 konfigurasi Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut dengan variasi kecepatan udara, diameter nosel, dan temperatur *heater* 130 °C.

Tabel 30. Data hasil pengujian dengan temperatur *heater* 140 °C

KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpam	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpam	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpam	Air Kondensat	Air Umpam	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
19^7	1	0,5	140	0,71	0,36	2545,56	1298,88	965,38	883,63	770,36	656,37	100,21
20^8	1,1	0,5	140	0,62	0,16	2216,16	579,6	966,11	884,87	808,99	622,86	106,04
21^9	1,2	0,5	140	0,91	0,49	3273,84	1773,72	966,67	879,04	780,50	640,56	109,15
22^10	1,3	0,5	140	0,70	0,26	2509,2	939,24	966,44	877,51	805,61	616,13	111,13
23^11	1,4	0,5	140	0,70	0,30	2513,16	1086,84	967,16	876,80	804,85	658,34	117,81
24^12	1,5	0,5	140	0,67	0,28	2396,88	1000,44	967,70	878,39	796,84	631,15	121,93
25^25	1	0,6	140	1,20	0,73	4317,84	2641,32	968,39	892,55	784,01	698,01	109,99
26^26	1,1	0,6	140	1,14	0,72	4115,16	2601,36	967,61	890,94	802,77	656,42	114,32
27^27	1,2	0,6	140	1,15	0,69	4152,24	2494,44	965,37	875,32	808,11	653,48	115,94
28^28	1,3	0,6	140	0,95	0,38	3431,16	1362,24	967,04	876,45	810,25	647,57	118,59
29^29	1,4	0,6	140	1,17	0,79	4209,48	2837,88	967,16	876,80	806,62	658,34	117,70
30^30	1,5	0,6	140	1,23	0,84	4416,84	3012,48	972,28	874,24	810,25	721,77	119,97
31^43	1	0,8	140	2,04	0,78	7340,4	2825,64	961,66	881,07	810,16	560,01	115,24
32^44	1,1	0,8	140	0,92	0,68	3325,32	2464,56	966,11	884,87	804,32	622,86	106,55
33^45	1,2	0,8	140	1,47	0,68	5281,2	2436,12	966,67	879,04	780,50	640,56	124,14
34^46	1,3	0,8	140	1,97	0,71	7093,08	2548,44	962,84	887,23	811,00	623,19	126,90
35^47	1,4	0,8	140	1,50	0,79	5415,12	2850,84	972,21	887,19	819,98	704,94	119,80
36^48	1,5	0,8	140	1,19	0,93	4266,72	3344,4	969,05	884,53	789,85	693,45	126,61

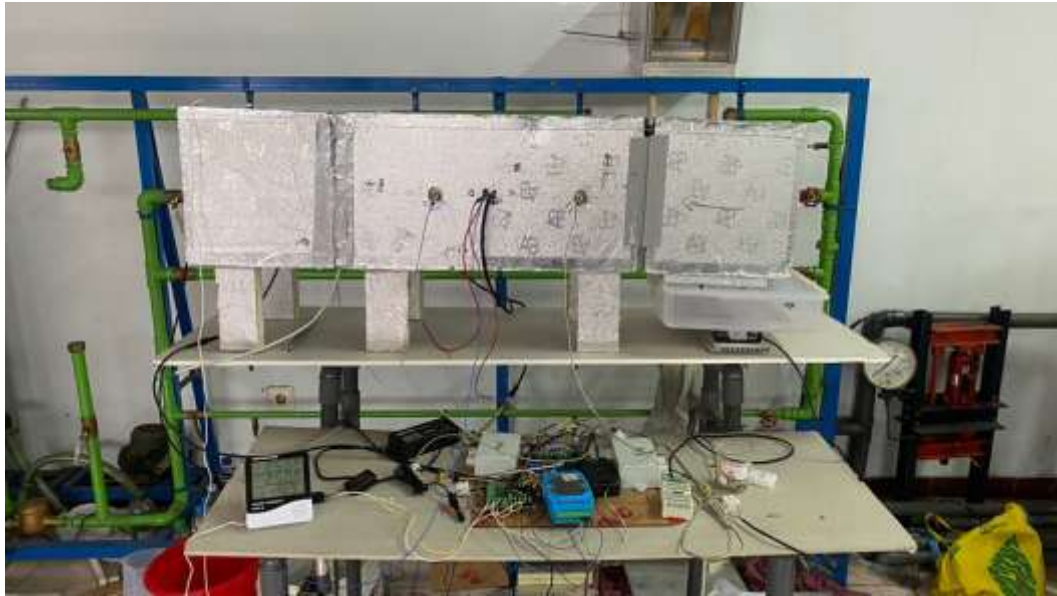
Tabel ini menunjukkan hasil pengujian 18 konfigurasi Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut dengan variasi kecepatan udara, diameter nosel, dan temperatur *heater* 140 °C.

Tabel 31. Data hasil pengujian dengan temperatur *heater* 150 °C

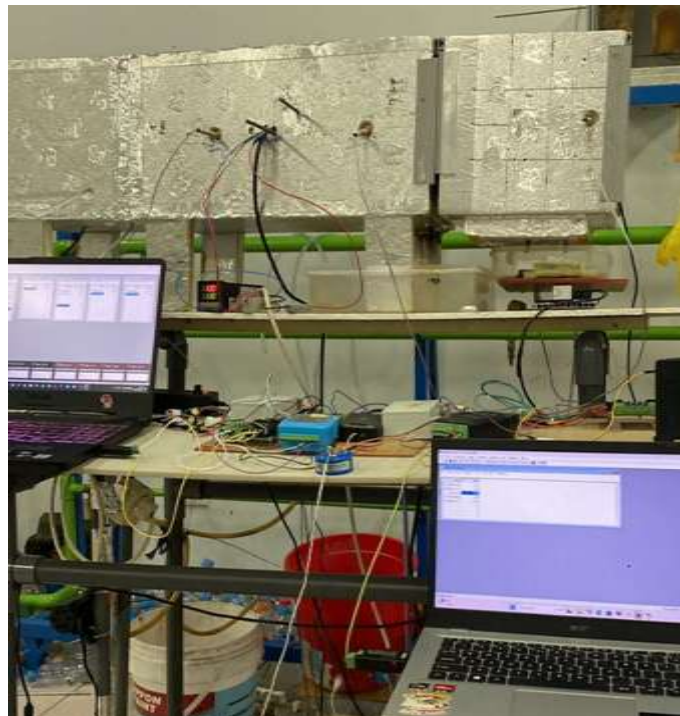
KONFIGURASI	Kecepatan Udara (m/s)	Diameter Nosel Kabut (mm)	Temperatur Heater	Laju Aliran Massa				TDS Air Umpam	TDS Air Kondensat	Turbidity Air Umpam	Turbidity Air Kondensat	Daya Listrik
				Air Umpam	Air Kondensat	Air Umpam	Air Kondensat					
				g/s	g/s	g/h	g/h					
37^13	1	0,5	150	0,76	0,15	2738,16	536,4	961,66	881,07	810,16	560,01	106,24
38^14	1,1	0,5	150	0,69	0,15	2494,44	545,76	957,29	874,87	776,03	541,87	111,26
39^15	1,2	0,5	150	0,84	0,38	3023,64	1367,28	960,71	874,98	811,03	590,61	128,40
40^16	1,3	0,5	150	0,79	0,41	2860,92	1460,16	969,66	877,32	811,57	741,75	118,52
41^17	1,4	0,5	150	0,78	0,44	2795,04	1571,76	965,02	876,67	806,01	720,67	126,35
42^18	1,5	0,5	150	0,99	0,65	3565,08	2325,6	972,28	874,24	810,81	721,77	136,06
43^31	1	0,6	150	1,53	0,99	5509,8	3576,96	969,64	892,84	803,59	692,21	117,34
44^32	1,1	0,6	150	1,35	0,81	4850,28	2923,2	957,29	874,87	776,03	541,87	109,01
45^33	1,2	0,6	150	1,07	0,66	3855,6	2359,8	983,50	892,34	799,22	647,57	115,46
46^34	1,3	0,6	150	0,93	0,57	3358,08	2053,08	967,04	876,45	810,39	647,57	121,60
47^35	1,4	0,6	150	1,44	0,68	5198,4	2449,08	886,22	538,04	820,64	706,02	126,37
48^36	1,5	0,6	150	1,21	0,72	4369,68	2591,28	969,05	884,53	789,85	693,45	130,58
49^49	1	0,8	150	1,71	0,56	6165	2017,8	969,64	892,84	792,21	692,21	115,99
50^50	1,1	0,8	150	0,87	0,54	3130,92	1953,36	967,61	890,94	802,77	656,42	118,42
51^51	1,2	0,8	150	1,78	0,74	6408	2663,64	966,67	879,04	780,50	640,56	119,81
52^52	1,3	0,8	150	1,05	0,91	3791,16	3258,72	967,04	876,45	806,94	647,57	133,39
53^53	1,4	0,8	150	1,44	0,81	5193,72	2928,24	965,02	876,67	803,06	720,67	134,00
54^54	1,5	0,8	150	1,48	0,86	5325,12	3106,44	967,70	878,39	796,84	631,15	138,77

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian 18 konfigurasi Studi eksperimen pengaruh pemanasan nosel terhadap produktivitas purifikasi air berbasis kabut dengan variasi kecepatan udara, diameter nosel, dan temperatur *heater* 150 °C.

2. Proses persiapan alat dan bahan



Gambar 33. Rancangan pengujian



Gambar 34. Proses pengujian

3. Air hasil pengujian



Gambar 35. Air umpan



Gambar 36. Air kondensat



Gambar 37. Air hasil pengujian