

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya zaman modern, kehidupan manusia menjadi sangat dipermudah dengan kehadiran elektronik baik dalam bidang industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan elektronik salah satunya ditandai dengan kehadiran ponsel pintar yang mampu membantu manusia dalam berkomunikasi. Contoh lain dari perkembangan elektronik dapat dilihat dengan kehadiran kamera dan laptop. Untuk melakukan fungsinya dengan baik, suatu elektronik tentu didukung oleh banyak komponen didalamnya. Komponen-komponen tersebut memiliki batasan *working temperature* masing-masing. Ketika komponen-komponen tersebut bekerja pada temperatur diluar batasnya, maka komponen tersebut akan rusak. Diantara kasus-kasus kegagalan komponen-komponen elektronik, 55% kerusakan/kegagalan disebabkan oleh faktor temperature (Janicki and Napieralski, 2000).

Pendinginan pada elektronik bekerja dengan cara mempercepat proses pertukaran panas dari komponen elektronik ke fluida lainnya. Dahulu, *fan* menjadi jawaban yang tepat untuk mendinginkan komponen elektronik. Namun, seiring berkembangnya teknologi hadirlah tuntutan dan inovasi lainnya yang lebih modern seperti rendahnya penggunaan daya serta kecilnya dimensi suatu elektronik. Tuntutan ini tentu membuat *fan* tidak lagi memenuhi kriteria di zaman modern karena *fan* memiliki beberapa keterbatasan salah satunya ialah dimensinya yang relatif besar. Hal ini karena *fan* bekerja menggunakan prinsip *basic electromagnetic* yang membutuhkan area minimum untuk menempatkan *coil* (Rhakasywi *et al.*, 2019).

Dalam satu dekade terakhir, penelitian mengenai jet sintetik mulai banyak dilakukan karena dianggap memiliki kelebihan-kelebihan yang sejalan dengan tuntutan elektronik di zaman modern karena jet sintetik bekerja dengan konsep net-zero-mass serta tidak memerlukan pipa yang kompleks (Smith and Glezer, 1998). Sehingga jet sintetik sangat cocok digunakan pada elektronik modern yang mengusung konsep *simple* dengan dimensi elektronik yang tipis.

Unjuk kerja pendinginan jet sintetik dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya adalah faktor bentuk *nozzle*. Pengaruh bentuk *nozzle* terhadap penurunan temperatur sumber panas telah diteliti secara eksperimen pada frekuensi yang berbeda. Bentuk lingkaran dan persegi terbukti menghasilkan perubahan suhu pada sumber panas yang berbeda pada beragam frekuensi. *Nozzle* dengan bentuk persegi memberikan efek pendinginan yang lebih baik pada frekuensi 120 Hz (Harinaldi, Deberland and Rhakasywi, 2013). Hal ini terjadi karena pada ukuran yang sama, persegi memiliki luas yang lebih besar dibandingkan dengan lingkaran sehingga mampu memberikan efek pendinginan yang lebih baik. Chaudhari dkk melaporkan bahwa *nozzle* bentuk persegi lebih efektif daripada *nozzle* dengan bentuk persegi panjang dan lingkaran pada jarak axial  $z/d > 5$ . Selain itu, dilaporkan juga bahwa pada *aspect ratio* antara 3 dan 5 memberikan performansi pendinginan yang lebih baik dengan *nozzle* berbentuk persegi panjang (Chaudhari, Puranik and Agrawal, 2010). Selain itu, Garg dkk menilai bahwa jet sintetik mampu menghasilkan resistensi termal 82% lebih sedikit jika dibandingkan dengan menggunakan pendinginan konveksi alami (Garg *et al.*, 2005).

Penelitian lainnya yang memvariasikan bentuk *nozzle* telah dilakukan oleh Watson dkk. Penelitian tersebut menyatakan bahwa bentuk *nozzle* persegi panjang lebih banyak menghasilkan turbulensi pada aliran fluidanya dibandingkan bentuk lingkaran dengan besar area *nozzle* yang sama. Hal ini terjadi karena bentuk persegi memiliki sudut-sudut yang memengaruhi karakteristik jet sintetik yang dihasilkan. Alasannya ialah karena sudut-sudut tersebut mampu menghasilkan *small-scale*

*mixing* di keempat sudut *nozzle* bentuk persegi panjang (Watson, Jaworski and Wood, 2003). Semakin banyak turbulensi yang terjadi maka akan semakin rendah pula *heat resistance* yang dihasilkan.

Selain itu penelitian mengenai *corners* pada *nozzle* juga telah dilakukan dengan menggunakan bentuk *oval* dan *diamond*. Penelitian ini menemukan bahwa keberadaan *sharp corners* pada bentuk *nozzle diamond* dapat meningkatkan turbulensi pada jet sintetik jika dibandingkan dengan bentuk *oval*. Oleh karena itu, penggunaan *nozzle* dapat menurunkan nilai *thermal resistance* (Mangate, 2015).

Hasil penelitian tersebut menjadi alasan penelitian ini dalam pemilihan variasi bentuk *nozzle* yang memiliki sudut yaitu menggunakan huruf X dan Z karena belum ada penelitian jet sintetik yang memvariasikan bentuk *nozzle* menggunakan huruf alfabet. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *heat transfer* yang mampu dihasilkan pada jet sintetik karena keberadaan sudut-sudut pada *nozzle* bentuk abjad X dan Z dengan besar area *nozzle* yang sama. Penelitian ini juga ingin mengetahui apakah besarnya sudut pada *nozzle* terhadap unjuk kerja pendinginan memiliki pengaruh terhadap *heat transfer* dimana huruf X memiliki sudut-sudut sebesar  $90^\circ$  dan huruf Z yang memiliki sudut-sudut  $45^\circ$ . Untuk membandingkan unjuk kerja pendinginan menggunakan *nozzle* bentuk huruf X dan Z maka dilakukan pula analisis pendinginan terhadap bentuk *nozzle* yang paling umum digunakan yaitu *nozzle* berbentuk lingkaran (*circle*).

Analisis numerik dilakukan dengan menggunakan *software* CFD FLUENT ANSYS. *Software* CFD bekerja dengan memberikan hasil akhir berupa *contour*, *pathline*, *vector*, dan bentuk lainnya dengan cara menyelesaikan persamaan-persamaan *science* didalamnya. CFD mampu memberikan prediksi aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena-fenomena lainnya dengan cara pemberian kondisi batas pada suatu lingkungan sesuai dengan yang kita inginkan. Hasil akhir dari CFD selanjutnya dianalisis dan dipelajari untuk menemukan kesimpulan dari suatu penelitian.

Untuk mengetahui unjuk kerja pendinginan yang dihasilkan dari berbagai bentuk *nozzle* yaitu lingkaran, abjad X dan huruf Z maka perlu dilakukan penelitian yang sesuai dengan rumusan dan batasan masalah yang telah ditentukan didalam penelitian ini. Penulis berfokus pada pengaruh variasi bentuk *nozzle* pada frekuensi 40 Hz, 60 Hz, 80 Hz, dan 100 Hz terhadap performansi pendinginan jet sintetis. Tujuannya ialah untuk menentukan apakah bentuk *nozzle* X dan Z mampu meningkatkan *heat transfer* yang terjadi pada plat sumber panas. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman dan pengetahuan yang lebih mendalam mengenai jet sintetis agar jet sintetis bisa benar-benar menggantikan alat pendinginan konvensional yaitu *fan*. Penelitian ini juga diharapkan mampu berkontribusi dalam menyelamatkan bumi karena jika dilihat dari perspektif yang lebih luas, jet sintetis tidak semata-mata hadir sebagai jawaban atas tuntutan zaman modern namun juga hadir untuk mendukung pelaksanaan dematerialisasi pada elektronik modern di seluruh dunia.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana perubahan temperatur yang terjadi pada plat sumber panas akibat variasi bentuk *nozzle* pada tiap frekuensi yang diberikan?
2. Bagaimana karakteristik aliran fluida akibat variasi bentuk *nozzle* untuk tiap frekuensi pada aktuator?
3. Apakah keberadaan *corners* pada *nozzle* bentuk X dan Z dapat meningkatkan *heat transfer* pada plat sumber panas?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Bentuk *nozzle* yang digunakan ialah lingkaran, huruf X, dan huruf Z.
2. Ukuran *nozzle* yang digunakan ialah 3 mm dengan nilai akurasi sebesar 1 mm.
3. Tebalnya *nozzle* 3 mm
4. Sudut 90° untuk *nozzle* huruf X
5. Sudut 45° untuk *nozzle* huruf Z

6. Menggunakan variasi gelombang *sine* dari fungsi *test tone generator* (ttg).
7. Frekuensi gelombang yang digunakan ialah 40 Hz, 60 Hz, 80 Hz dan 100 Hz
8. Jarak antara *nozzle* dengan sumber panas ialah 3 cm.
9. Selama pengujian pintu ruangan dikondisikan tertutup.
10. Suhu di plat dijaga hingga 60 °C kemudian termostat dimatikan.
11. Temperatur uji ruangan setelah pengujian antara 26 °C – 29 °C
12. Pengambilan data uji dilakukan selama satu jam.
13. Simulasi aliran udara dilakukan menggunakan aplikasi CFD FLUENT.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Untuk menganalisis perubahan temperatur pada sumber panas dan aliran fluida yang dipengaruhi pada tiap bentuk *nozzle* dan frekuensi yang diberikan.
2. Untuk mengetahui karakteristik aliran fluida akibat variasi bentuk *nozzle* dalam menciptakan pendinginan pada tiap frekuensi aktuator.
3. Untuk mengetahui apakah keberadaan sudut-sudut (*corners*) pada *nozzle* X dan Z mampu meningkatkan *heat transfer* yang terjadi di plat sumber panas

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini secara garis besar dibuat menjadi lima bab, secara garis besar dibuat sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan dari laporan skripsi ini.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan teori yang didapatkan dari studi literatur yang berkaitan dengan topik skripsi agar dapat memberikan pemahaman lebih mendalam.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan metode penelitian serta alat apa saja yang digunakan selama proses penelitian mulai dari pemilihan topik hingga analisis data yang didapat.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil data yang diperoleh serta analisis yang dilakukan oleh penulis terhadap data yang didapat agar mampu menghasilkan suatu kesimpulan.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terhadap topik yang diteliti agar dapat memberikan manfaat dikemudian hari.