

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Di era modern ini penggunaan teknologi sangatlah dibutuhkan karena dapat meringankan beban pekerjaan pada manusia juga dapat menyelesaikan berbagai masalah. Perkembangan teknologi ini banyak meliputi berbagai aspek, baik itu teknologi pada pertanian, otomotif, perjalanan luar angkasa, pendinginan, dll. Salah satu teknologi yang sering dibahas merupakan teknologi dalam pendingin atau perpindahan panas. Pada perkembangan teknologi pendinginan, sudah banyak sekali perkembangan yang terjadi. Peranti elektronik merupakan salah satu yang membutuhkan sokongan dalam bentuk pendinginan. Sistem pendinginan udara masih merupakan alternatif yang diminati karena kemudahan implementasinya yang tidak menimbulkan kerusakan terhadap peranti elektronik apabila mengalami kebocoran^[1]. Oleh karena itu penelitian tentang pendinginan masih banyak dilakukan. Salah satunya ialah teknologi yang memanfaatkan gelombang dalam proses pendinginan atau perpindahan panas, teknologi itu ialah jet sintetik.

Jet sintetik ialah teknologi baru yang dikembangkan untuk melakukan kontrol aliran secara aktif yang penerapannya banyak dilakukan di bidang aerodinamika untuk mengurangi gaya hambat serta di bidang perpindahan panas yang banyak dipakai untuk pendinginan peralatan/komponen mikroelektronik untuk menggantikan teknologi kipas angin. Pengaplikasian jet sintetik pada aerodinamika juga dapat digunakan untuk mendinginkan baling-baling turbin^[2]. Penelitian tentang jet sintetik ini sudah banyak dan selalu dilakukan dikarenakan eksperimen tentang jet sintetik dalam pengaruh perpindahan panas sangat menjanjikan untuk menurunkan suhu pada permukaan datar yang panas^[3]. Pada jet sintetik ada aliran yang dihasilkan dari sebuah aktuator jet sintetik dengan nama SJA (*Synthetic Jet Actuator*). Aktuator jet sintetik tersebut adalah peralatan yang

bekerja dengan prinsip dasar berupa input *mass netto* nol (*zero mass input*) namun menghasilkan output *momentum netto* tidak nol (*non-zero momentum output*). Aliran jet sintetik ini terbentuk dari perpaduan rangkaian *vortex* yang ditimbulkan oleh getaran harmonik sebuah diafragma yang berfungsi sebagai dinding *cavity*. Aktuator yang digunakan merupakan sebuah pengeras suara (*loudspeaker*).

Konsep penggunaan jet sintetik untuk aplikasi perpindahan panas relatif baru jika dibandingkan dengan aplikasi pada bidang aerodinamika. Namun demikian pada dasarnya sebuah jet sintetik adalah rangkaian cincin *vortex* berurutan dengan intensitas turbulensi tinggi yang mendukung laju perpindahan panas, *momentum*, dan massa. Potensi awal ditunjukkan oleh Thompson, dkk yang mendapatkan peningkatan disipasi panas sampai 25 % pada pendinginan langsung menggunakan jet sintetik berdiameter 1,6 mm dengan arah jet normal dibandingkan konveksi alamiah terhadap modul *multichip* 49 elemen^[4]. Penelitian berikutnya juga tak kalah penting, dengan mengkombinasikan aliran udara jet sintetik dan aliran kipas (*fan*) untuk meningkatkan laju perpindahan panas kompartemen modul berbentuk chips dan untuk mengurangi kebutuhan aliran dari kipas (*fan*) pada laju pendinginan yang sama^[5]. Pengembangan modul penyerap panas terpadu berbasis jet sintetik juga telah dilakukan, yang dapat menghasilkan laju disipasi panas sampai lebih dari 100 watt pada laju aliran udara 3-4 cfm (cubic feet per minute) dengan mengembangkan penyerap panas aktif menggunakan *heatsink* model cross flow^[6].

Untuk aplikasi pendinginan tingkat lanjut optimisasi perancangan modul pendingin berbasis jet sintetik harus didukung oleh studi numerik dengan mengadaptasi teori jet kontinyu^[7].

Penelitian sebelumnya juga telah menggunakan metode visualisasi aliran pada sebuah jet sintetik dengan media penghasil aliran jet sintetiknya menggunakan sebuah *loudspeaker* yang diselidiki secara eksperimen dengan melakukan percobaan menggunakan teknik *naphthalene sublimation*^[8].

Penelitian lainnya dengan menyajikan sebuah sistem *microelectromechanical* (MEMS), sebuah perangkat yang terdiri dari substrat pendinginan aktif yang dirancang khusus dan dibuat untuk menambah fungsi pendinginan. Pada hasil pengujian selama 13 menit diperoleh penurunan nilai

temperatur pada detik ke 60 sampai detik ke 350, namun setelah melewati detik tersebut diperoleh kenaikan temperatur yang *constant*^[9].

Kajian selanjutnya yang berfokus pada penerapan ejektor jet sintetis untuk meningkatkan kinerja dengan mengontrol aliran *bypass* yang memberikan momentum tambahan untuk aliran supaya mempercepat proses pendinginan pada IC (Integrated Circuit) dibagian kiri dan kanan pada bagian sisi heat sink. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan dua prosesor AMD yang menekankan pada pembuangan panas tinggi^[10].

Kajian eksperimental menggunakan media *membrane piezoelectric* yang tak kalah pentingnya kala itu dengan model jet sintetis impinging untuk mengetahui karakteristik aliran dan perpindahan panas dari sebuah jet sintetis yang digerakkan oleh aktuator *piezoelectric*. Dari hasil eksperimen tersebut diperoleh kesimpulan bahwa panas yang diturunkan paling besar dan efektif terletak pada daerah pusat semburan aliran jet tepat berada di zona bagian tumbukan fluida terhadap *heated wall*^[11].

Penelitian lebih lanjut dengan teknik visualisasi menggunakan *Particle Image Velocimetry* (PIV) bahwa model jet sintetis *impinging* diidentifikasi sebagai suatu teknik yang menjanjikan untuk memperoleh perpindahan panas konvektif tingkat tinggi pada aplikasi dengan geometri terbatas untuk pendingin elektronik. Aliran ini menciptakan *entrainment* kuat dari udara di sekitarnya dan lebih kuat pencampuran dekat permukaan perpindahan panas dibandingkan dengan jet yang menimpa terus menerus yang sebanding dengan bilangan Reynolds. Pengaruh dari aliran turbulensi berhubungan erat dengan nilai frekuensi dari getaran membran jet sintetis, dengan mendeskripsikan persamaan bilangan Reynolds yang dipengaruhi oleh getaran dari frekuensi membran jet sintetis^[12]. Ditahun yang sama H. Herwig, dkk juga melakukan penelitian yang mengamati pengaruh aliran *unsteady* dengan kinerja perpindahan panas jet *impinging* yang mempelajari secara sistematis dengan menerapkan berbagai bentuk zona *cavity* dan frekuensi yang berubah-ubah. Jet *impinging* tersebut diciptakan oleh suatu sistem laju aliran massa menggunakan kontrol khusus, perangkat tersebut dikembangkan di *Universitas Erlangen Nürnberg/Germany*^[13].

Penelitian lebih lanjut mengembangkan sistem pendinginan komponen mikroelektronik yang dilakukan dengan pendekatan numerik memakai *software* COMSOL *finite element method* yang menggabungkan model kondisi batas konveksi paksa dan konduksi perpindahan panas dari sumber panas menggunakan sebuah *heatsink* bersirip. Penelitian tersebut terfokus pada desain antarmuka jet sintetik dengan chip sebagai sumber panas yang tertanam di dalam rongga. Hasil kajian numerik tersebut melaporkan bahwa koefisien perpindahan panas *heatsink* mencapai $70 \text{ W/m}^2\text{K}$ ^[14].

Penelitiannya lainnya dengan menggunakan *experimental set up* sama tetapi memiliki perbedaan lubang laluan fluida jet sintetik. Pada *experimental set up* tersebut mereka melakukan penelitian dengan menggunakan aktuator jet sintetik yang memiliki lubang laluan fluida berbentuk persegi panjang, dengan memvariasikan modus eksitasi, besaran frekuensi dan tinggi tumbukan aliran fluida terhadap *heater* yang terpasang. Dari hasil eksperimen tersebut diperoleh nilai *nusselt number* paling optimum dengan menggunakan model lubang laluan fluida yang berbentuk persegi (*square*) dibandingkan dengan lubang laluan fluida yang berbentuk lingkaran (*circle*)^[15].

Mangesh Chaudhrai, dkk melakukan kajian eksperimental untuk perpindahan panas pada penggunaan jet sintetik dengan *aktuator loudspeaker* diatas sumber panas dan kemudian diukur menggunakan *thermocouple*^[16].

Saat ini diketahui ada dua model aliran jet sintetik yang banyak digunakan dalam penelitian yaitu *cross flow* model dan juga *impinging* model. Perbedaan mendasar dari kedua model ini pada posisi peletakan jet sintetik terhadap sumber panas (*heat source*) yaitu perbedaan bagian bidang aliran fluida yang dituju. Pada kondisi jet sintetik *impinging* arah aliran *vortex* langsung menumbuk *heated wall* sehingga aliran *vortex* membentur *heated wall* dan kemudian aliran *vortex* bergerak disepanjang dinding *heated wall*^[17]. Sedangkan pada kondisi *cross flow* jet mengarahkan *vortex* yang keluar dari orifis langsung melewati dinding-dinding *heated wall* serta bergerak sejajar dinding yang menuju sepanjang dinding pembatas *heated wall*^[18].

Penelitian dalam penggunaan jet sintetik *impinging* untuk mendinginkan *Central Processing Unit* (CPU) menyimpulkan bahwa pendinginan dengan jet

sintetik *impinging* lebih baik dari pada penggunaan kipas. Dimana dalam penelitian ini mendapatkan hasil koefisien perpindahan panas 9.6 kali dari konveksi alami dan 3 kali dari penggunaan kipas^[19].

Meskipun jet sintetik memiliki banyak keunggulan terutama dalam peningkatan koefisien perpindahan panas dan juga tidak rumit dikarenakan tidak memerlukan pipa-pipa yang rumit^[20]. Meskipun demikian banyak karakteristik dari jet sintetik tersebut belum dijelajahi, seperti penggunaan gelombang *sweep* atau membandingkan gelombang *constant* dan *sweep*.

Pada penggunaan jet sintetik dengan *aktuator loudspeaker* kali ini dan juga menggunakan model *impinging* dan ditambah dengan gelombang *triangular*, maka penelitian ini akan mengkarakteristik sekaligus menganalisa antara gelombang *constant* dan *sweep* dan membandingkan proses yang lebih menguntungkan dalam penggunaan jet sintetik dalam pendinginan.

I.2 Perumusan masalah

1. Dalam mendinginkan plat datar agar kurang lebih sama dengan suhu ruang, siapakah lebih baik penggunaan konveksi paksa atau konveksi alami?
2. Dalam konveksi paksa menggunakan Jet Sintetik, siapakah yang lebih baik dalam mendinginkan plat datar yang dipanaskan antara penggunaan gelombang variasi *constant* atau *sweep*?
3. Pada frekuensi berapa antara frekuensi *constant* atau *sweep* pada gelombang *triangular* yang akan menghasilkan koefisien perpindahan panas tertinggi?
4. Bagaimana aplikasi CFD menunjukkan aliran udara yang tercipta dari jet sintetik sebagai pendingin pada variasi *constant* ?

I.3 Batasan Masalah

Laporan ini bertujuan untuk membahas unjuk kerja sistem pendingin menggunakan jet sintetik pada sumber panas yang dikendalikan menggunakan fungsi dari *Test Tone Generator* (TTG) sebagai penghasil jenis gelombang. Adapun batasan masalah yang ditentukan agar penelitian menjadi fokus dalam menganalisis data penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan variasi gelombang *constant* dan *sweep* dari fungsi *Test Tone Generator*.
2. Menggunakan jenis gelombang *Triangular* dari fungsi *Test Tone Generator*.
3. Pada gelombang *sweep* menggunakan durasi 5 detik dari gelombang minimum ke maksimum.
4. Frekuensi yang digunakan ialah 80Hz, 100Hz, 120Hz pada gelombang *constant*. Sedangkan pada gelombang *sweep* mendapatkan rentang gelombang 300Hz menjadi 80Hz-380Hz, 100Hz-400Hz, 120Hz-420Hz.
5. Ketinggian jet sintetik terhadap sumber panas 30mm.
6. Interval suhu uji selama pengambilan data berada pada suhu ruang sekitar 25⁰C-28⁰C.
7. Bahan *heat source* aluminium.
8. Pengambilan data uji dilakukan selama 3600 detik.
9. Penganalisaan data menggunakan data per menit
10. Selama 1 detik ada 1 data dalam satu jenis pengujian atau ada 3600 data dalam satu kali pengujian.
11. Simulasi aliran udara dilakukan dengan aplikasi CFD Fluent.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui siapa yang lebih baik antara konveksi paksa atau konveksi alami dalam mendinginkan plat datar agar mencapai suhu kurang lebih sama dengan suhu ruang.
2. Untuk mengetahui pada frekuensi mana yang lebih baik dalam konveksi paksa dalam penggunaan jet sintetis antara frekuensi *constant* atau *sweep*.
3. Untuk mengetahui pada frekuensi berapa diantara 80Hz, 100Hz, 120Hz dalam frekuensi *constant* dan 80Hz-380Hz, 100Hz-400Hz, 120Hz-420Hz dalam frekuensi *sweep* dalam menghasilkan koefisien perpindahan panas tertinggi.
4. Untuk mengetahui aliran udara yang tercipta dari jet sintetis pada variasi *constant* dan *sweep* melalui simulasi di aplikasi CFD.

I.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini diajukan sebagai suatu karya tulis yang terbagi menjadi beberapa bab yang saling berhubungan. Adapun sistematika penulisan laporan penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

BAB I: bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II: bab ini menguraikan teori studi literatur yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III: bab ini menjelaskan langkah dan prosedur penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV: bab ini memuat data hasil penelitian, Analisis percobaan, serta penjabaran dari rumusan masalah.

BAB V: bab ini merupakan kesimpulan akhir berdasarkan hasil penelitian serta saran untuk melakukan penelitian dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA