

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

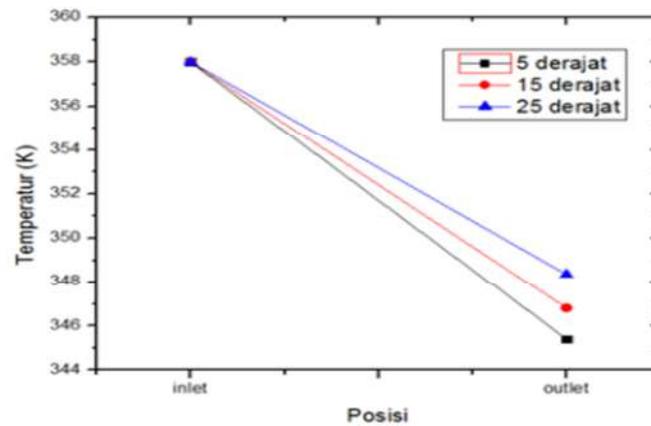
#### 2.1 Peneliti Terdahulu

Angka perubahan temperatur air di dalam tabung *cooler* dan pipa berbagai macam temperatur air *cooler* menggunakan aliran arus sebesar 0,5 m/detik dibuktikan pada tabel 2.1. Angka berubahnya temperatur air di dalam pipa nilainya negative ( - ), maksudnya jika fluida didalam pipa melalui tabung mengalir panas dan temperatur air di dalam tabung *cooler* nilainya positif ( + ), dapat artian bahwa selama simulasi tabung *cooler* mendapatkan tambahan panas dari aliran pipa. Berbagai macam temperatur inlet dan outlet di pipa yang melalui tabung dan tabung *cooler* lalu ditampilkan pada gambar 2.1 dan 2.2 grafik berubahnya temperatur dalam pipa menunjukkan perpedaan temperatur air pada outlet pipa yang melalui tabung dengan aliran arus air sebesar 1 m/detik. Perbedaan besar temperatur dipengaruhi dengan variasi temperatur air di tabung *cooler* dengan kecepatan air di setiap variasi yang sama ialah 0,5 m/detik. Hal yang sama ditunjukan pada bedanya berubahnya temperatur pada tabung.

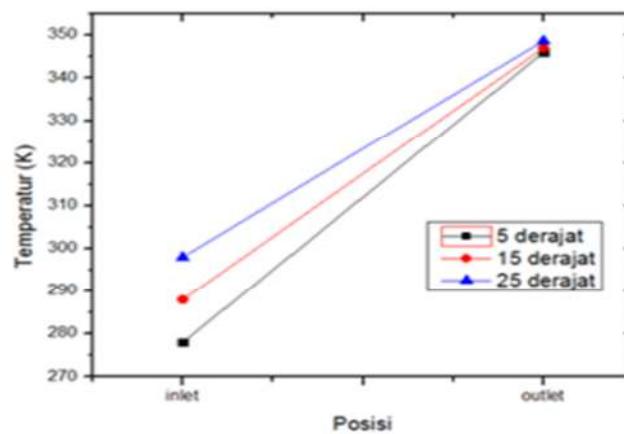
(Kurnia E, dkk, 2015)

**Tabel 2.1** Angka berubahnya temperatur air di aliran arus pipa 0,5 m/detik

Pipa		$\Delta T$ Pipa (out-in)	Tabung Cooler		$\Delta T$ Cooler (out-in)
Inlet (K)	Outlet (K)		Inlet (K)	Outlet (K)	
358	345,40	-12,59	278	346,02	68,02
358	346,81	-11,18	288	347,03	59,03
358	348,35	-9,64	298	348,7	50,7



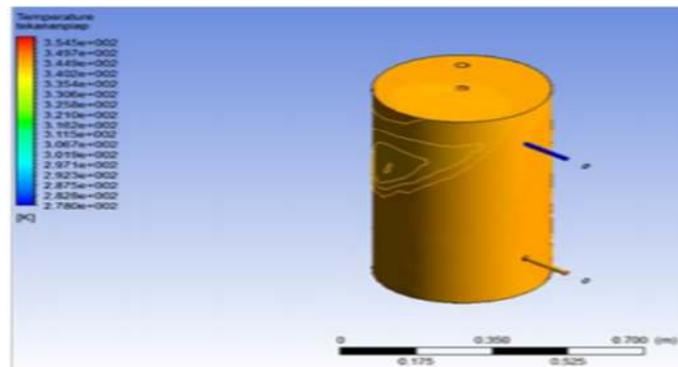
**Gambar 2.1** Grafik berubahnya temperatur air pada pipa yang melalui tabung dengan kecepatan arus 0,5 m/detik



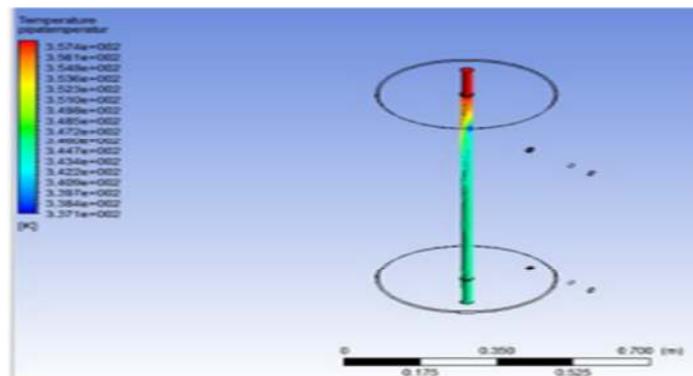
**Gambar 2.2** Grafik berubahnya temperatur air pada tabung *cooler* dengan kecepatan arus 0,5 m/ detik

Simulasi diatas menghasilkan semakin rendah temperatur pada air yang masuk ke dalam tabung *cooler*, maka mengambil kalor dari air di dalam pipa jadi semakin tinggi yang ditujukan pada kecilnya temperatur air keluar pipa gambar 2.1 dengan ini pendinginan yang terjadi semakin tinggi. Ansys bisa menunjukkan hasil simulasi virtual yang diperlihatkan pada gambar 2.3 inlet di bagian tabung berwarna biru lalu berubah ketika sudah masuk tabung menjadi coklat sampai di outlet. Sedangkan di pipa gambar 2.4 inlet berwarna merah lalu berubah warna

saat arus pipa masuk ke tabung. Perubahan ini dengan perlahan terlihat dibagian sisi pipa yang mempunyai warna merah agak kekuningan lalu kemudian menjadi warna hijau kebiruan.



**Gambar 2.3** Hasil simulasi perubahan temperatur di tabung *cooler* dengan kecepatan 0,5 m/detik



**Gambar 2.4** Hasil simulasi berubahnya temperatur air di dalam pipa dengan aliran arus 0,5 m/detik

Ditunjukkan hasil simulasi perpindahan panas di tabung *cooler* dengan menggunakan aplikasi ansys ditunjukkan semakin tinggi aliran arus air yang masuk ke dalam tabung, maka pendinginan yang dialami air di dalam pipa semakin bertambah tinggi. Jika temperatur air masuk ke dalam tabung *cooler* semakin rendah, dengan ini panas yang dilepaskan oleh air di dalam pipa akan semakin

cepat. Maka temperatur dan cepatnya aliran arus masuk ke dalam *cooler* akan menunjukkan besarnya pendingin yang terjadi dari air yang bersirkulasi di pipa.

## 2.2 Dasar Teori

Jamur tiram putih ialah jamur yang dapat tumbuh di kayu yang sudah lapuk dan mudah dibudidayakan dengan cara bubuk kayu yang dikemas didalam plastik dan diinkubasikan di rumah jamur. Jamur tiram putih yang memiliki daun berwarna putih, dan tangkai bercabang mempunyai bentuk seperti cangkang tiram laut. Hasil penelitian terdahulu dengan membuat rancang bangun teknologi pemadat *baglog* dengan menggunakan sistem *pneumatic* di jamur tiram putih, selanjutnya penelitian ke arah alat sterilisasi media *baglog* bertujuan mencapai proses produksi jamur dalam mencapai efisiensi dan efektifitas alat yang berguna bagi masyarakat usaha jamur. (Kaidi, dkk , 2018).

Kelompok usaha jamur ialah usaha yang bisa dijalani tanpa harus bergantung pada kondisi musim, teknis budidaya bisa dilakukan di dalam rumah jamur (kumbung) yang dirancang terpenuhnya syarat perkembangan jamur yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan jamur. Syarat pertumbuhan jamur tiram putih mengharuskan suhu sekitar 22°C sampai 28°C untuk perkembangan jamur.

Selama pertumbuhan rumah jamur ( kumbung ) memiliki kelembaban udara 60 sampai 70 persen, selain itu pada perkembangan jamur tiram kelembaban udara dipertahankan sekitar 80 sampai 90 persen. Kandungan air pada *baglog* jamur tiram putih sekitar 60 sampai 65 persen. Kelembaban dan juga

suhu bisa diatur melalui cara penyiraman air ke dalam rumah jamur. Saat cuaca kering atau berkurangnya air maka akan berdampak pada perkembangan jamur tiram akan bermasalah. (Direktorat Jenderal Hortikultura (2007).

*Baglog* ialah media tanam jamur tiram yang dapat digunakan untuk memproduksi jamur tiram putih, dan karena terkendala informasi pembuatan *baglog* jamur tiram putih yang tergolong tidak terlalu komplit maka banyak pembudidaya jamur tiram putih yang tidak paham dengan baik cara pembuatan *baglog*. (Saryant I.G.A.D.,2017 )

Alat Penukar Kalor ( APK) (*heat exchanger*) telah berabad-abad digunakan dan terus dikembangkan, baik dalam perindustrian maupun dalam bidang akademik. Alat penukar kalor adalah peralatan yang dapat menyebabkan terjadi perpindahan energi dalam wujud panas yang memerlukan dua fluida yang terpisah dengan sekat pemisah. Seiring dengan berjalannya waktu banyak perubahan dan pengembangan yang diterapkan pada alat penukar kalor dengan kontruksi dan fungsinya masing-masing. Alat penukar kalor banyak dimanfaatkan dalam sistem pembangkit, industri kimia, industri makanan, pengkondisian udara, sistem refrigerasi dan lain lain .

Alat penukar kalor tiga lapis tabung konsentris ini adalah pengembangan dari Alat penukar kalor dua tabung berpusat, yang mana alat tersebut banyak dipergunakan dalam industri kimia khususnya bahkan sebagai komponen utama dalam sistem produksi untuk menghasilkan produk dalam hal mendinginkan atau memanaskan suatu fluida. Namun tidak sedikit juga digunakan sebagai komponen

yang menjaga kestabilan kondisi layak operasi suatu alat industri yang intens bekerja dengan melakukan pengendalian panas yang dihasilkan akibat gesekan yang terjadi selama proses produksi berlangsung karena fungsi alat penukar kalor yang dapat mengakomodasi pertukaran panas dengan media fluida.

Dalam penelitian ini APK dimanfaatkan saat pendinginan fluida panas dengan melalui fluida dingin sejenis dengan suhu sesuai dengan percobaan yang dilakukan secara eksperimental. Saat melaksanakan penelitian dibutuhkan rancangan dan pembuatan alat uji yang sempurna untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Rancangan APK tiga lapis tabung konsentrasi ini, seperti hal APK lainnya yang membutuhkan perhitungan biaya produksi dan teknis. Pertimbangan teknis juga melibatkan material dan ukuran yang digunakan, juga menghasilkan pengaruh pada kinerja Alat Penukar Kalor secara langsung. Di sisi lain pertimbangan biaya menjadikan produk Alat Penukar Kalor yang berkualitas ditunjukkan dengan efektifitas alat. Agar menghasilkan Alat Penukar Kalor yang berkualitas dibutuhkan bahan yang mempunyai konduktivitas termal yang bagus, masalah itu juga sejalan dengan naiknya harga yang dibutuhkan.

Sekarang sudah dikembangkan cara menganalisa berbagai fenomena fluida diketahui dengan nama *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Menggunakan metode numerik yang digunakan pada CFD bisa mengatasi masalah harga yang tinggi, juga kesulitan teknis yang ditemukan pada pengembangan berbagai penelitian yang akan dibuat. *Computational Fluid Dynamic* adalah aplikasi yang bermanfaat untuk memahami dinamika fluida di dalam Alat Penukar Kalor mempunyai misi pengembangan rancangan. Bukan seperti metode eksperimen,

analitik dan perhitungan di dimensi yang sangat kecil, aplikasi ini bisa membuat para pengguna untuk simulasi dan menampilkan hasil dinamika fluida yang sulit dengan cara menyelesaikan inti hukum fisika untuk momentum, geometri, energi dan massa (Julianto E, 2018)

### **2.2.1 Aplikasi Ansys**

Ansys adalah komputer elemen hingga tujuan umum program untuk solusi perpindahan struktural dan panas analisis rekayasa. Kemampuan solusi ansys meliputi: analisis statis, elastis, plastik, tegangan termal, tegangan kaku, defleksi besar, elemen bi-linear; dinamis analisis, modal (frekuensi alami dan bentuk mode), respons harmoni, riwayat waktu linier, waktu nonlinier sejarah; analisis perpindahan panas, konduksi, konveksi, radiasi, digabungkan ke aliran fluida, digabungkan ke listrik substruktur. Analisis dapat dilakukan dalam satu, dua, atau tiga dimensi, termasuk elemen sumbu simetris dan harmoni pilihan. Ansys juga berisi paket grafis lengkap dan kemampuan pra dan pasca-pemrosesan yang luas (Kohnke P.C., 1982)

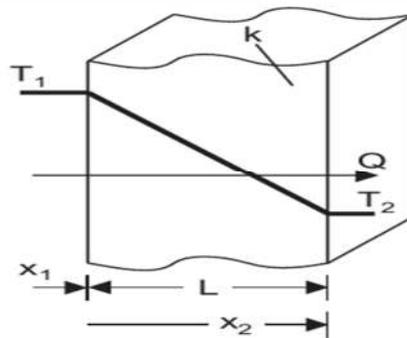
### **2.2.2 Perpindahan Panas**

Perpindahan panas adalah ilmu membaca perpindahan energi dalam bentuk panas terjadi ada perbedaan suhu di antara benda, dalam proses perpindahan energi tentu adanya kecepatan perpindahan panas yang berlangsung, bisa juga dikenal dengan laju perpindahan panas. Dengan ini ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk membaca laju perpindahan panas yang terjadi di kondisi tertentu. Perpindahan kalor bisa didefinisikan sebagai proses berpindahny suatu

energi dari tempat ke tempat lain karena adanya perbedaan temperatur pada tempat tersebut. Bentuk mekanis perpindahan panas yang diketahui ada tiga yaitu : konduksi, Konveksi, radiasi. ( J.P Holman,1994 )

### A. Konduksi

Perpindahan panas dengan cara konduksi ialah proses perpindahan panas disaat panas mengalir dari tempat yang mempunyai temperatur besar ke tempat yang temperatur kecil dalam suatu medium ( padat, gas dan cair ) bisa melalui medium yang berlawanan yang berkontak langsung sehingga terjadinya pertukaran energi. (J.P Holman,1994 )



**Gambar 2.5** Perpindahan panas konduksi pada bidang datar

Persamaan laju konduksi mempunyai hukum *fourier* (*Fourier Law of Heat Conduction*) tentang konduksi, yang mempunyai persamaan matematikanya sebagai berikut :

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \dots \dots \dots (2.1)$$

Adalah :

$q_k$  = Perpindahan panas konduksi ( W )

$k$  = Konduktivitas Termal Bahan

$A$  = Luas penampang aliran panas ( m )

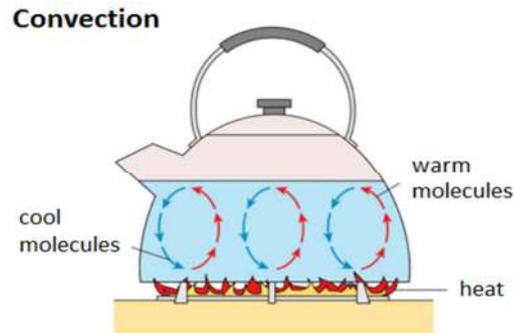
$\frac{dT}{dx}$  = Gradien temperatur ( K/m )

Simbol ( - ) diberikan supaya memenuhi hukum Termodinamika II, mempunyai berbunyi, panas dari media bertemperatur tinggi akan bergerak menuju media yang bertemperatur lebih rendah.

### **B. Konveksi**

Perpindahan panas secara konveksi yaitu perpindahan panas disebabkan adanya aliran dan campuran dari bagian panas melaju ke bagian yang lebih dingin. Contohnya adalah pendinginan secangir kopi. Menurut cara menggerakkan aliran, perpindahan panas secara konveksi dapat dibagi menjadi dua, yaitu konveksi bebas dan paksa. Jika pergerakan fluida disebabkan adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, maka dari itu perpindahan panas disebut dengan konveksi bebas. Jika pergerakan fluida disebabkan dengan gaya paksa dari luar contohnya pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan maka perpindahan panas disebut dengan konveksi paksa.

( J.P Holman,1994 )



**Gambar 2.6** Proses perpindahan panas konveksi

Laju perpindahan panas konveksi memenuhi pada hukum Newton soal pendinginan (*Newton's Law of Cooling*) sebagai berikut :

$$q_{\text{konv}} = h \cdot A_S \cdot (T_S - T_{\infty}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$q_{\text{konv}}$  = Perpindahan Panas Konveksi ( W )

$h$  = Koefisien Perpindahan Panas Konveksi (  $W/m^2.K$  )

$A_S$  = Luas Permukaan (  $m^2$  )

$T_S$  = Temperatur Permukaan ( K )

$T_{\infty}$  = Temperatur Fluida ( K )

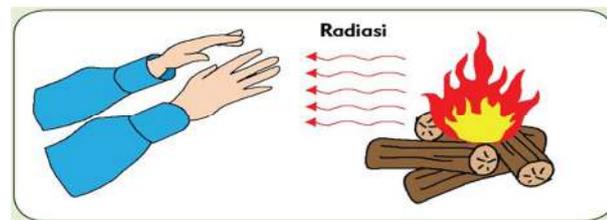
Menurut perpindahan panas konveksi, aliran fluida dapat penyusunan sebagai berikut :

A. Konveksi paksa (*forced convection*). Jika aliran fluida disebabkan dari gaya luar, seperti: kipas angin, dan pompa.

B. Konveksi alami (*natural convection*). Jika aliran fluida disebabkan dari efek gaya apungnya. Di fluida temperaturnya berbanding terbalik dengan massa jenis. Disebabkan semakin besar temperaturnya maka fluida massa jenisnya akan semakin kecil, dan juga sebaliknya.

### C. Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi juga disebutkan sebagai proses perpindahan panas dari satu tempat ke tempat lain diakibatkan bedanya temperatur tanpa perlu media perantara. fenomena perpindahan panas secara radiasi ini akan lebih mudah terjadi pada ruang yang hampa, bedanya perpindahan panas konduksi ataupun konveksi yang harus ada media perpindahan panas. Ilustrasi perpindahan panas secara radiasi digambarkan seperti gambar 2.7 ( J.P Holman,1994 )



**Gambar 2.7** Proses perpindahan panas secara radiasi

Radiasi yang dipancarkan oleh permukaan suatu benda nyata (*real*) ( $q_{\text{rad.g}}$ ), ialah :

$$q_{\text{rad.g}} = \epsilon \cdot \sigma \cdot T_s^4 \cdot A$$

Untuk benda hitam sempurna (*black body*), dengan nilai emisivitas ( $\epsilon = 1$ ) memancarkan radiasi ( $q_{\text{rad.b}}$ ), sebesar :

$$q_{\text{rad.b}} = \sigma \cdot T_s^4 \cdot A$$

Untuk laju pertukaran panas radiasi seluruhnya, antara permukaan dengan kelilingnya dengan temperatur sekeliling ( $T_{\text{sur}}$ ), ialah :

$$q_{\text{rad}} = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_{\text{sur}}^4) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$q_{\text{rad}}$  = Pertukaran Panas Radiasi ( W )

$\epsilon$  = Emisivitas Suatu Benda (  $0 \leq \epsilon \leq 1$  )

$\sigma$  = Konstanta proporsionalitas, disebut juga konstanta Stefan Boltzmann dengan nilai  $5,67 \times 10^{-8}$  (  $\text{W/m}^2\text{K}^4$  )

$A$  = Luas Permukaan (  $\text{m}^2$  )

$T_s$  = Temperatur Benda ( K )

Dalam hal ini semua analisis tentang temperatur dalam pertukaran panas radiasi adalah dalam temperatur mutlak (absolut) yaitu Kelvin (K).

Perpindahan Panas (Kalor) juga memiliki rumus – rumusnya, yaitu :

Konduksi : Laju kalor =  $Q/t = kA (T_2 - T_1)/x$

Konveksi : Laju kalor =  $Q/t = hA (T_2 - T_1)$

Radiasi : Laju Kalor =  $Q/t = \epsilon \sigma A T^4$

Dalam analisa perhitungan berikut ini akan mencari perhitungan energi yang dihasilkan oleh alat sterilisasi *baglog* jamur dengan berbagai temperatur

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

A. Energi yang diserap persatuan waktu

$$\frac{W}{t} = \epsilon \sigma ( T^4 - T_0^4 ) A$$

B. Energi total yang dipancarkan

$$R = Q/A.t$$

$P$  = daya (besar energi per waktu, dengan satuan watt atau Joule/s)

$\epsilon$  = emisivitas benda, untuk benda hitam sempurna nilainya adalah 1

$\sigma$  = konstanta Stefan-Boltzman sebesar  $5,67 \times 10^{-8}$   $\text{W/m}^2\text{K}^4$

$A$  = luas permukaan benda ( satuan  $\text{m}^2$  )

$T$  = suhu mutlak benda ( satuan Kelvin)

$W =$  daya Listrik P ( Watt )

$t =$  melambangkan waktu

$R =$  resistor hambatan

$Q =$  energi yang dikeluarkan ( Joule )