

TUGAS SARJANA

**PERANCANGAN PIPA KISI-KISI PADA BOILER
THERMAL OIL HEATER**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Strata-1
Universitas Medan Area**

Disusun Oleh :

FERDINAND MARBUN

038130027



**UNIVERSITAS MEDAN AREA
JURUSAN TEKNIK MESIN
MEDAN
2007**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRAK

Boiler thermal oil heater is machine which post with combination between system and equipment are used to change electric energy to be oil heater become warm energy that contain by boiler thermal oil heater.

The work manner boiler thermal system as follow :

Oil as fluid are entered in to the tank (Reservoir), then the oil are pumped in to heater that stake from elektrics element by lubricating oil tube. The equipment to pumps that oil are oil pumps are moved by electric car.

To slower pumps rotation by elektrics car is used treads overcast, so sirculation oil rotation are gotten efficiency tube. Oil are pumped by heater that followed to ward tube trellis whose made from Copper tube and trellis made Aluminium. In the trellis tube are pair fun/blower that have function to blow warm air is gotten by warming in heater, this warm air that willuse as drying result of culture. By trills tube are flowed again in to reservoir, so the work manner sirculation on and on until it's mover is offed.

The warm transferring is happened on trellis tube are transferring force convection warm, because both of side fluid to move it's fluid uses the other tools as pump tro fluid oil and fun to provide the air.

Speed up flows of fluid will make big quick mass flowing more big will make big flows quick it's warm mover.

By result of accounting, this trellis efficiency belong to conductivity of thermal substance and thick of trellis plat are used. effeciency of trellis plat is proportion by warm that moved by trellis plat with warm which moved if temperature all front of trellis plat same with temperature trellis plat based.

Coefficient this warm transferring belong to value from coefficient on the overage warm by both of fluid, efficiency of trellis plat, width area transferring warm and conductifity substance thermal.

By coefficient warm transferring spread all over so can be accounted quick of transferring warm that happen to know difference average temperature of logarithm.

DAFTAR ISI

RINGKASAN (ABSTRAK)	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SIMBOL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Maksud dan tujuan	2
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian boiler thermal oil heater	4
2.1.1 Perpindahan kalor konduksi	5
2.1.2 Perpindahan kalor konveksi	7
2.1.3 Perpindahan kalor radiasi	8
2.2 Heater	9
2.3 Pompa sirkulasi	10
2.4 Motor penggerak dan gigi reduksi	13
2.5 Sistem pemipaan	16

2.5.1 Pengelasan	16
2.5.2 Ulir (Thearded)	16
2.5.3 Menggunakan Flens (Flange)	16
2.6 Reservoir	17
2.7 Pipa kisi-kisi	18
2.8 Blower	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN / BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan waktu	21
3.2 Bahan dan konstruksi alat penukar kalor	23
3.2.1 Tube pada penukar kalor	23
3.2.2 Bahan dan ukuran tube	24
3.2.3 Konstruksi penukar kalor yang digunakan	26
3.3 Rancangan	27
3.4 Pelaksanaan penelitian	32
3.4.1 Perpindahan kalor konveksi	32
3.4.2 Perpindahan kalor konveksi bebas	34
3.4.3 Gabungan konveksi bebas dan konveksi paksa	36
3.4.4 Konveksi paksa didalam pipa dan saluran	38
3.5 Variabel yang diamati pada pipa kisi-kisi	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian	42
4.1.1 Beda temperatur rata-rata logaritma (ΔT_m) LMTD	42

UNIVERSITAS MEDAN AREA	45
------------------------------	----

4.1.3 Karakteristik permukaan sisi udara	46
4.1.4 Bilangan Reynold udara (Re_u)	50
4.1.5 Bilangan Nusselt udara (Nu_u)	50
4.1.6 Koefisien perpindahan panas rata-rata udara (h_u)	51
4.1.7 Sifat-sifat fisis minyak goreng	51
4.1.8 Karakteristik permukaan sisi minyak goreng	52
4.1.9 Bilangan Reynold minyak goreng (Re_m)	55
4.1.10 Bilangan Nusselt minyak goreng (Nu_u)	55
4.1.11 Koefisien perpindahan panas rata-rata minyak goreng (h_m)	56
4.1.12 Efisiensi plat kisi-kisi (η_f)	57
4.1.13 Efisiensi permukaan menyeluruh (η_m)	58
4.1.14 Koefisien perpindahan panas menyeluruh (U)	58
4.1.15 Laju perpindahan panas yang terjadi (q)	60
4.2 Rekapitulasi hasil perhitungan	60
4.3 Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Penggunaan energi secara keseluruhan semakin meningkat, hal ini disebabkan teknologi industri berkembang cukup pesat. Akhir-akhir ini industri-industri kebanyakan telah dan mulai menerapkan penggunaan teknologi canggih dalam menjalankan proses produksinya dengan kapasitas yang tinggi dan berkualitas. Pada masa pembangunan dewasa ini bahwa bidang industri harus mampu membawa perubahan-perubahan mendasar pada bangsa Indonesia, sehingga produksi nasional yang berasal dari sektor diluar pertanian menjadi semakin besar. Selanjutnya proses industri harus mampu mendorong perkembangan terhadap industri sebagai penggerak umum dalam meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi dan perluasan lapangan kerja. Hal ini bahwa industrilisasi merupakan instrumen yang harus mampu menginformasikan sektor-sektor pertanian, pertambangan dan energi, perhubungan, administrasi dan industri.

Kebutuhan akan mesin dan peralatan ini akan semakin bertambah dengan meningkatnya kebutuhan akan komponen-komponen dan peralatan teknik yang menunjang industri-industri kecil yang baru

Dasar pertimbangan pembuatan mesin boiler thermal oil heater ini adalah tersedianya sumber daya manusia dan sumber daya teknologi. Mengingat Negara Indonesia adalah Negara agraria dimana penduduk Indonesia sebahagian besar bertani, maka dengan keberadaan mesin boiler thermal oil heater sangat membantu penduduk Indonesia untuk pengeringan hasil pertanian tersebut.

1.2 Perumusan masalah

Untuk lebih memahami satu bagian saja dari yang penulis lakukan didalam praktek kerja lapangan, penulis membatasi masalah yang akan dibahas didalam laporan ini yaitu :

- 1.2.1 Analisa minyak goreng yang dipanasi di boiler thermal oil heater.
- 1.2.2 Prinsip kerja boiler thermal heater.
- 1.2.3 Perencanaan pipa kisi-kisi pada boiler thermal oil heater.

1.3 Maksud dan tujuan

Maksud dan tujuan penulisan laporan ini adalah :

1. Diharapkan teori serta pembahasan yang ada dapat berfungsi sebagai bahan masukan dan perbandingan apabila melaksanakan kegiatan dilapangan.
2. Bagi penulis sendiri, untuk menambah pengetahuan dan wawasan dalam pelaksanaan kegiatan yang sama setelah terjun langsung kelapangan.
3. Diharapkan bagi mahasiswa-mahasiswi yang akan membahas hal yang

sama, laporan ini dapat membantu pada penulisan laporannya.

1.4 Batasan masalah

Untuk lebih memahami satu bagian saja dari yang penulis lakukan didalam kerja praktek, penulis membatasi masalah yang akan dibahas didalam laporan ini yaitu: Perencanaan pipa kisi-kisi pada boiler thermal oil heater.

1.5 Sistematika penulisan

Untuk lebih terarahnya Penulisan ini dan menghindari agar tidak terjadi pembahasan berulang-ulang serta untuk memudahkan pembaca dalam memahaminya, maka disusunlah sistematika penulisan , yaitu :

Bab I : Pendahuluan,

Merupakan bab yang berisikan tentang pengenalan terhadap tulisan ini yaitu: Latar Belakang, Perumusan Masalah, Maksud dan tujuan, Batasan Masalah.

Bab II : Tinjauan Pustaka,

Dalam Bab ini Penulis menguraikan pengertian tentang Boiler thermal oil heater, Perpindahan Kalor Konduksi, Perpindahan Kalor konveksi, Perpindahan Kalor Radiasi, Peralatan atau komponen-komponen yang digunakan untuk pembuatan mesin Boiler thermal oil heater.

Bab III : Metode Penelitian / Bahan dan Metode,

Untuk menjelaskan isi dari metode penelitian ini, penulis menerangkan tempat dan waktu, Bahan, Rancangan, pelaksanaan penelitian, variable yang diamati.

Bab IV : Hasil dan Pembahasan,

Merupakan Bab yang berisikan tentang hasil penelitian yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian dan pembahasan.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Pada Bab ini penulis membuat kesimpulan dari hasil tulisan ini dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

mengharapkan saran dari pembaca untuk kesempurnaan tulisan ini.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Boiler Thermal Oil Heater

Boiler thermal oil heater adalah suatu kombinasi antara sistem-sistem dan peralatan yang dipakai untuk mengubah energi listrik melalui pemanasan oil menjadi energi panas yang dikandung oleh boiler thermal oil heater. Perpindahan kalor atau alih bahang (heat transfer) ialah ilmu yang meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Dari hukum termodinamika dapat diketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau bahang atau panas (heat). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana kalor atau panas itu berpindah dari satu benda ke benda lain, tetapi dapat juga meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu.

Termodinamika mempelajari konsep sistim energi yang menyangkut kaitan antara panas (heat) dan kerja (work). Hukum Pertama Termodinamika (konservasi energi), menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dihilangkan tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk menjadi bentuk yang lainnya. Hukum ini mengatur semua perubahan bentuk enegi secara kuantatif

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

tetapi tidak membatasi arah perubahan bentuk itu. Sedangkan hukum termodinamika kedua menyatakan bahwa tidak ada kemungkinan terjadinya proses yang satu-satunya hasilnya adalah perpindahan bersih panas dari suatu daerah yang suhu panasnya lebih rendah kesuatu daerah yang suhu panasnya lebih tinggi.

Analisis pada perpindahan panas adalah masalah laju perpindahan panas, inilah yang membedakan ilmu Perpindahan Panas (kalor) dari Termodinamika. Termodinamika membahas sistem dalam keseimbangan, ilmu ini dapat digunakan untuk meramalkan energi yang diperlukan untuk mengubah sistem dari dari suatu keadaan seimbang ke keadaan seimbang lain, tetapi tidak dapat meramalkan kecepatan perpindahan itu. Ilmu perpindahan kalor itu saling melengkapi antara hukum pertama dan hukum yang kedua yaitu dengan memberikan beberapa kaidah percobaan yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan perpindahan energi.

istilah-istilah yang digunakan untuk menyatakan tiga modus perpindahan kalor yaitu :

2.1.1 Perpindahan kalor konduksi

Perpindahan kalor konduksi ini disebut juga dengan perpindahan panas hantaran. Jika pada suatu benda terdapat gradient suhu (temperature gradient), maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian suhu tinggi ke bagian suhu rendah, kita katakan energi yang berpindah itu secara konduksi atau hantaran dan bahwa laju perpindahan panas

berbanding dengan gradient suhu normal :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Jika dimasukkan konstanta proporsionalitas (proportionality constant) atau tetapan kesebandingan maka :

$$q = -kA \frac{dT}{dx}$$

dimana :

1. k, konduktivitas termal bahan.
2. A, luas penampang melalui mana panas mengalir dengan cara konduksi, yang harus diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas.
3. dT/dx , gradient suhu pada penampang tersebut, yaitu laju perubahan suhu T terhadap jarak dalam arah aliran panas x .
4. q, laju perpindahan kalor.

Sedangkan tanda minus diselipkan agar memenuhi hukum kedua Termodinamika, yaitu bahwa kalor mengalir ketempat yang lebih rendah dalam skala suhu. persamaan diatas hukum fourier tentang konduksi kalor yaitu menurut ahli matematika fisika bangsa prancis, joseph fourier , yang telah memberikan sumbangan yang sangat penting dalam pengolahan analitis masalah perpindahan panas konduksi. Perlu dicatat disini bahwa persamaan diatas merupakan persamaan dasar dari konduktivitas thermal, bahwa satuan k ialah watt/ meter/ derajat selsius (dalam satuan yang menggunakan watt sebagai satuan aliran kalor). Dengan menggunakan persamaan diatas sebagai titik awal sekarang dapat kita menentukan persamaan dasar yang mengatur perpindahan

2.1.2 Perpindahan kalor konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dengan proses transport energi dengan gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan panas konveksi ini diklasifikasikan dalam konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). konveksi bebas terjadi akibat secara alamiah (natural), bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat dari luar, seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa.

Rumus yang digunakan adalah:

$$q = - h \cdot A \cdot dT$$

dimana :

q = laju aliran panas (j / jam)

A = luas permukaan (m^2)

$- dT$ = perbedaan suhu ($T_2 - T_1$) ($^{\circ}C$ atau $^{\circ}K$)

h = koefisien perpindahan panas (j / jam. m^2K)

Perpindahan panas konveksi ini sering juga disebut dengan ilian, salah satu contoh: plat logam yang sudah dipanaskan kita taruh didepan kipas angin plat logam ini akan lebih cepat dingin bila dibandingkan dengan plat logam yang ditempatkan di udara tenang, panas yang dikandung oleh plat logam itu akan dikonveksikan atau dialirkan keluar,

istilah konveksi atau ilian barangkali sudah memberi gambaran tentang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

apa yang terjadi dalam proses perpindahan kalor ini. Tetapi gambaran ini

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

harus dikembangkan agar kita dapat melakukan pengolahan analitis yang memadai tentang masalah ini. Umpamanya kita sudah tahu bahwa kecepatan udara yang ditiupkan ke plat panas ini akan mempengaruhi laju perpindahan kalor tetapi apakah pengaruh ini berlangsung dalam perbandingan lurus, artinya jika kecepatan dilipat duakan apakah laju perpindahan kalor juga akan menjadi dua kali lebih cepat? Juga dapat diperkirakan bahwa laju perpindahan kalor akan berbeda jika plat itu didinginkan dengan air dan bukan dengan udara.

2.1.3 Perpindahan kalor radiasi

Perpindahan kalor radiasi adalah perpindahan panas dengan proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda-benda tersebut.berlainan dengan mekanisme konduksi dan konveksi, dimana perpindahan energi panas terjadi panas terjadi melalui daerah-daerah hampa, mekanismenya disini adalah sinaran atau radiasi elektromagnetik. Salah satu contoh benda akan menjadi panas disekitar tungku api, walaupun benda itu tidak bersentuhan langsung dengan bara api atau tungku. Contoh yang paling sederhana adalah pancaran sinar matahari sampai ke bumi.

Pembahasan termodinamika menunjukkan bahwa radiasi (penyinar) ideal atau benda hitam (black body) memancarkan energi dengan laju yang sebanding dengan pangkat empat suhu absolute benda

UNIVERSITAS MEDAN AREA

itu dan berbanding langsung dengan luas permukaannya jadi . Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (Repository.uma.ac.id)29/8/23

$$q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4$$

dimana :

q = radiasi energi dari permukaan (W)

A = luas permukaan benda (m^2)

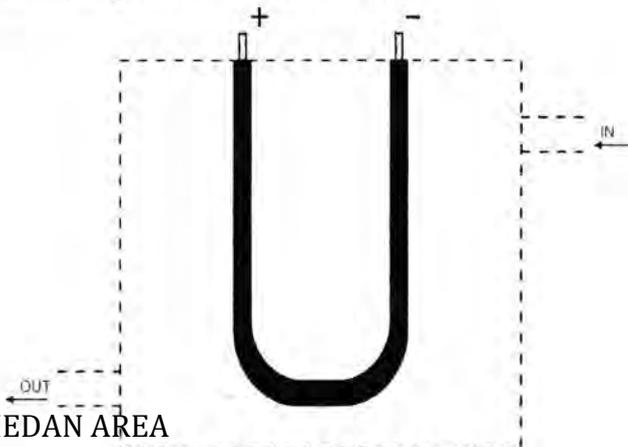
T = temperature absolute benda kerja (K)

σ = adalah konstanta proporsional dan disebut konstanta stefen boltzman dengan nilai $5,669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$, persamaan diatas disebut hukum Stefan-Boltzman tentang radiasi termal, dan berlaku hanya untuk benda hitam. Perlu dicatat bahwa persamaan ini hanya berlaku untuk radiasi termal saja.

2.2 Heater

Energi listrik dapat diubah menjadi energi panas. Alat-alat yang memanfaatkan energi listrik untuk menghasilkan panas antara lain: setrika listrik, kompor listrik, solder, dan penanak nasi (rice cooker).

Alat yang mengubah energi listrik menjadi panas dilengkapi dengan elemen pemanas. Listrik yang mengalir melalui elemen pemanas diubah menjadi energi panas. Elemen pemanas terbuat dari bahan yang mempunyai tahanan tinggi, sehingga listrik yang mengalir melalui bahan tersebut berubah menjadi panas yang disebut dengan kalor.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Gambar 2.2.a Elektrik Heater

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Gambar 2.2.b Tabung Pemanas

2.3 Pompa sirkulasi

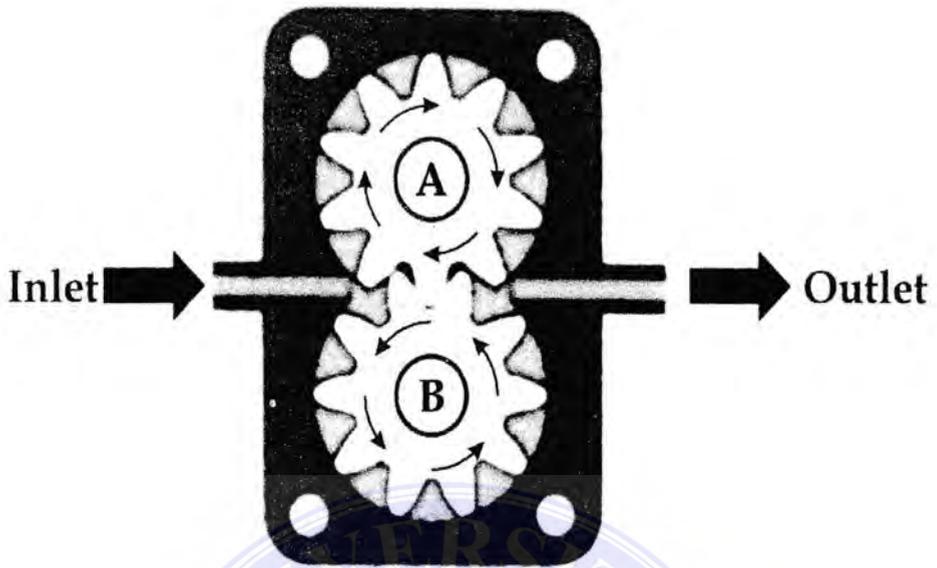
Pompa yang di gunakan pada alat ini adalah pompa oli, karena yang disirkulasikan adalah minyak goreng. Pompa berfungsi mensirkulasikan minyak goreng dari satu tempat ke tempat lain, dan pompa ini harus diputar dengan alat penggerak, misalnya motor listrik atau mesin.

Jenis pompa oli yang umum digunakan ada dua jenis yaitu pompa oli tipe roda gigi dan pompa oli tipe rotary, semua prinsip kerja dari pompa oli adalah sama, adanya kevakuman disaluran masuk dan tekanan disaluran buang. Untuk lebih jelas kita ambil contoh kerja pompa oli jenis roda gigi (gear pump).

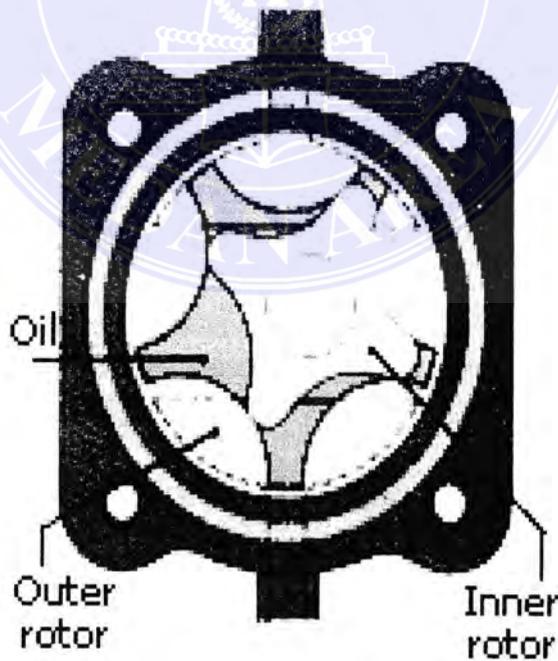
Apabila roda gigi A berputar dengan arah seperti terlihat pada gambar dibawah ini, maka roda gigi gigi B juga akan berputar dengan arah yang berlawanan dengan roda gigi A. pada keadaan ini ruangan 1 yang dihubungkan dengan reservoir akan terjadi kevakuman sehingga minyak

goreng mengalir dari reservoir ke ruangan 1. minyak goreng ini selanjutnya

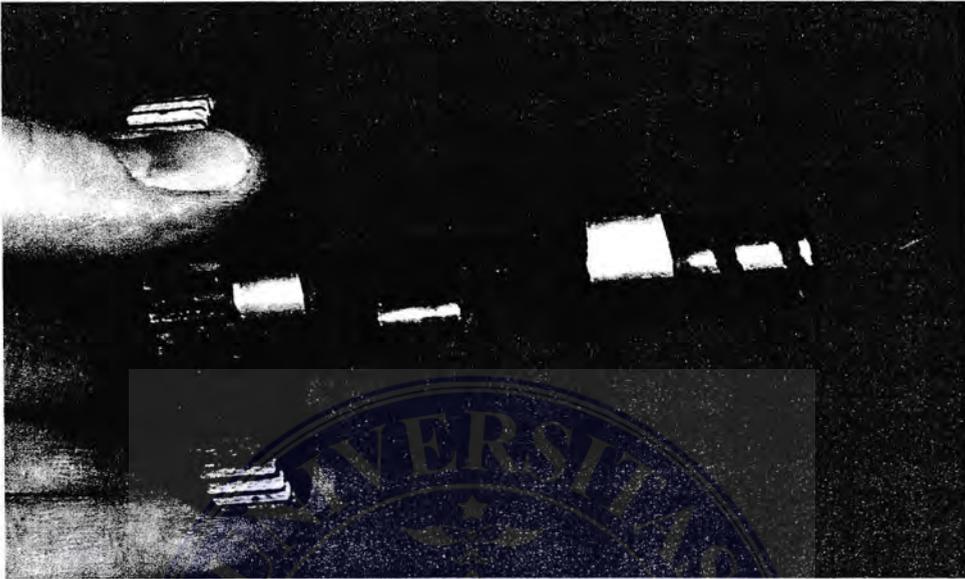
ikut berputar bersama-sama roda gigi A dan B.



Gambar 2.3.a. Pompa oli tipe roda gigi



Gambar 2.3.b Pompa oli tipe trochoid



Gambar 2.3.c Pompa oli tipe sentrifugal



Gambar 2.3.d Pompa oli tipe piston

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23



Gambar 2.3.e Pompa yang digunakan pada boiler thermal oil heater

2.4 Motor penggerak dan gigi reduksi

Untuk memutar pompa oli membutuhkan motor penggerak, dimana motor penggerak yang digunakan adalah sebuah motor listrik, putaran motor penggerak yang diteruskan ke pompa harus terlebih dahulu direduksi, supaya pompa berputar tidak terlampau cepat, karena jika pompa berputar terlalu cepat minyak goreng bersirkulasi akan terlalu cepat pula sehingga penyerapan panas yang dari heater tidak akan maksimal.

Roda gigi reduksi (reduction gear) digunakan diantara motor penggerak dan pompa oli. Dari motor penggerak ke roda gigi reduksi dan dari roda gigi ke pompa oli dihubungkan langsung tanpa perantara, dalam hal ini

cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan dimana sebuah

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang.
 sabuk linyes atau rantai dibelitkan sekeliling pully atau sprocket pada poros.

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Transmisi dengan elemen mesin yang luwes dapat digolongkan atas transmisi sabuk, transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali. Dari macam – macam transmisi tersebut kabel atau tali hanya dipakai untuk maksud khusus. Transmisi sabuk dapat dibagi atas tiga kelompok. Dalam kelompok pertama sabuk rata dipasang pada puli silinder dan meneruskan moment antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 10 meter dengan perbandingan putaran 1/1 sampai 6/1. Dalam kelompok kedua sabuk dengan penampang trapesium dipasang pada puli dengan alur dan meneruskan moment antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 5 meter dengan perbandingan putaran antara 1/1 sampai 1/7. Kelompok terakhir terdiri atas sabuk dengan gigi yang digerakkan dengan sproket pada jarak pusat sampai mencapai 2 meter, dan meneruskan putaran secara tepat dengan perbandingan antara 1/1 sampai 6/1. Sabuk rata yang banyak ditulis dalam buku – buku lama belakangan ini pemakaiannya tidak seberapa luas lagi, namun akhir – akhir ini dikembangkan sabuk rata untuk beberapa pemakaian khusus.

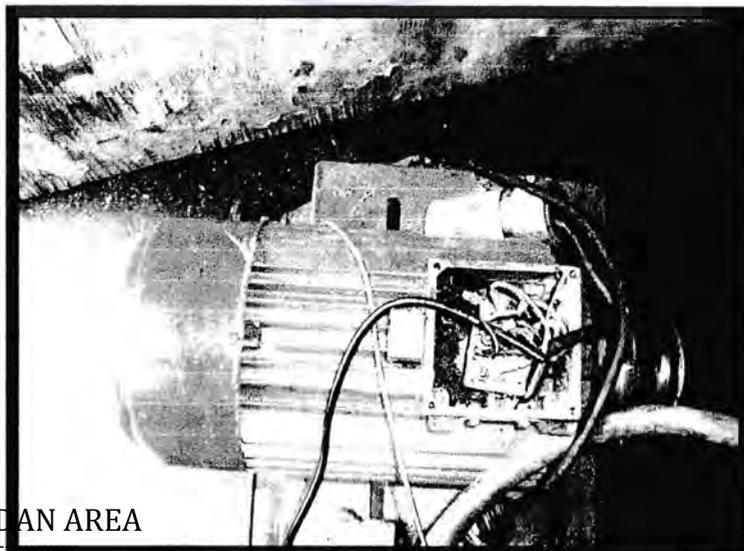
Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk – V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 meter/detik pada umumnya, dan maksimum sampai 20 meter/detik. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 kw.

Karena terjadi slip antara puli dan sabuk, sabuk – V tidak dapat meneruskan putaran dengan perbandingan yang tepat. Dengan sabuk gilir transmisi dapat dilakukan dengan perbandingan putaran yang tepat seperti pada roda gigi. Karena itu sabuk gilir telah digunakan secara luas dalam

UNIVERSITAS MEDAN AREA
industri mesin jahit, komputer, mesin photo copy, mesin tik listrik, dan sebagainya

Transmisi rantai dapat dibagi atas rantai roll dan rantai gigi yang dipergunakan untuk meneruskan putaran dengan perbandingan yang tepat pada jarak sumbu poros sampai 4 meter dan perbandingan 1/1 sampai 7/1. Kecepatan yang diijinkan untuk rantai rol adalah sampai 5 meter/detik pada umumnya, dan maksimum sampai 10 meter/detik. Untuk rantai gigi kecepatan dapat dipertinggi hingga 16 sampai 30 meter per detik

Pada Boiler Heat Thermal Oil digunakan sabuk – V, dimana sabuk – V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk – V dibelitkan dikeliling alur puli yang bentuknya V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif yang rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan sabuk – V dibandingkan dengan sabuk rata.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.5 Sistem pemipaan

Dalam pemakaian pipa, banyak sekali digunakan sambungan-sambungan, baik sambungan antara pipa dengan pipa maupun sambungan-sambungan antara pipa dengan peralatan yang diperlukan seperti katup (valve), instrumentasi, nozel (nozzle) peralatan atau sambungan untuk merubah arah aliran. cara penyambungan tersebut dapat dilakukan dengan :

2.5.1 Pengelasan

Jenis pengelasan yang dilakukan tergantung dari jenis pipa yang digunakan, misalnya pengelasan untuk bahan stainless steel harus menggunakan las busur gas wofram dan untuk pipa baja karbon digunakan las metal.

2.5.2 Ulir (Thearded)

Penyambungan ini digunakan pada pipa yang bertekanan tak terlalu tinggi. Kebocoran pada sambungan ini dapat dicegah dengan menggunakan gasket tape pipe. Umumnya pipa dengan sambungan ulir digunakan ukuran yang lebih kecil dari dua inchi.

2.5.3 Menggunakan Flens (flange)

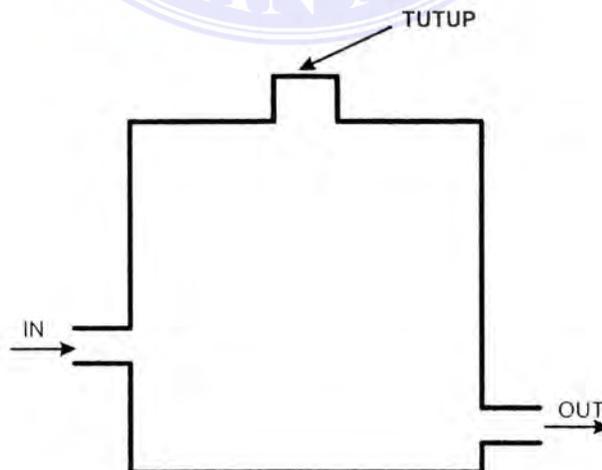
Biasanya penyambungan flens ini dilakukan setelah kedua ujung pipa yang satu dengan yang lain dipasang atau di las dengan flens kemudian flens tersebut diikat dengan baut.

2.6 Reservoir

Reservoir berfungsi untuk tempat memasukkan minyak goreng ke sistim pemanas ini, dan juga tempat mengontrol jumlah minyak goreng.



Gambar 2.6.a Reservoir



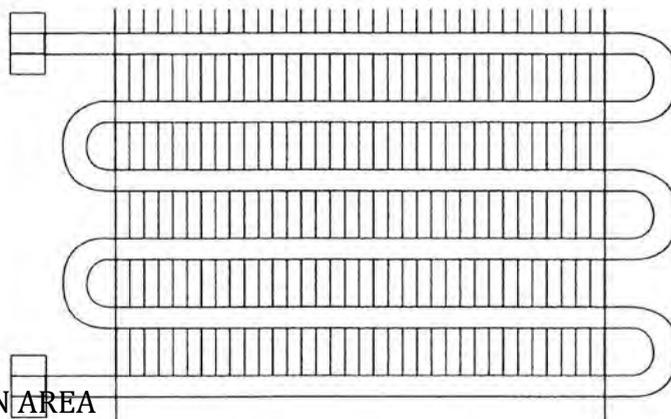
Gambar 2.6.b Aliran sirkulasi pada reservoir

2.7 Pipa kisi-kisi

Pipa kisi-kisi berfungsi menyerap panas dari minyak goreng, kemudian panas itu diteruskan diteruskan ke kisi-kisi. Perpindahan panas dari minyak goreng ke pipa adalah secara konveksi (aliran) dan dari pipa ke kisi-kisi adalah koduski (secara molekuler).



Gambar 2.7.a pipa kisi-kisi



Gambar 2.7.b Aliran pipa kisi – kisi

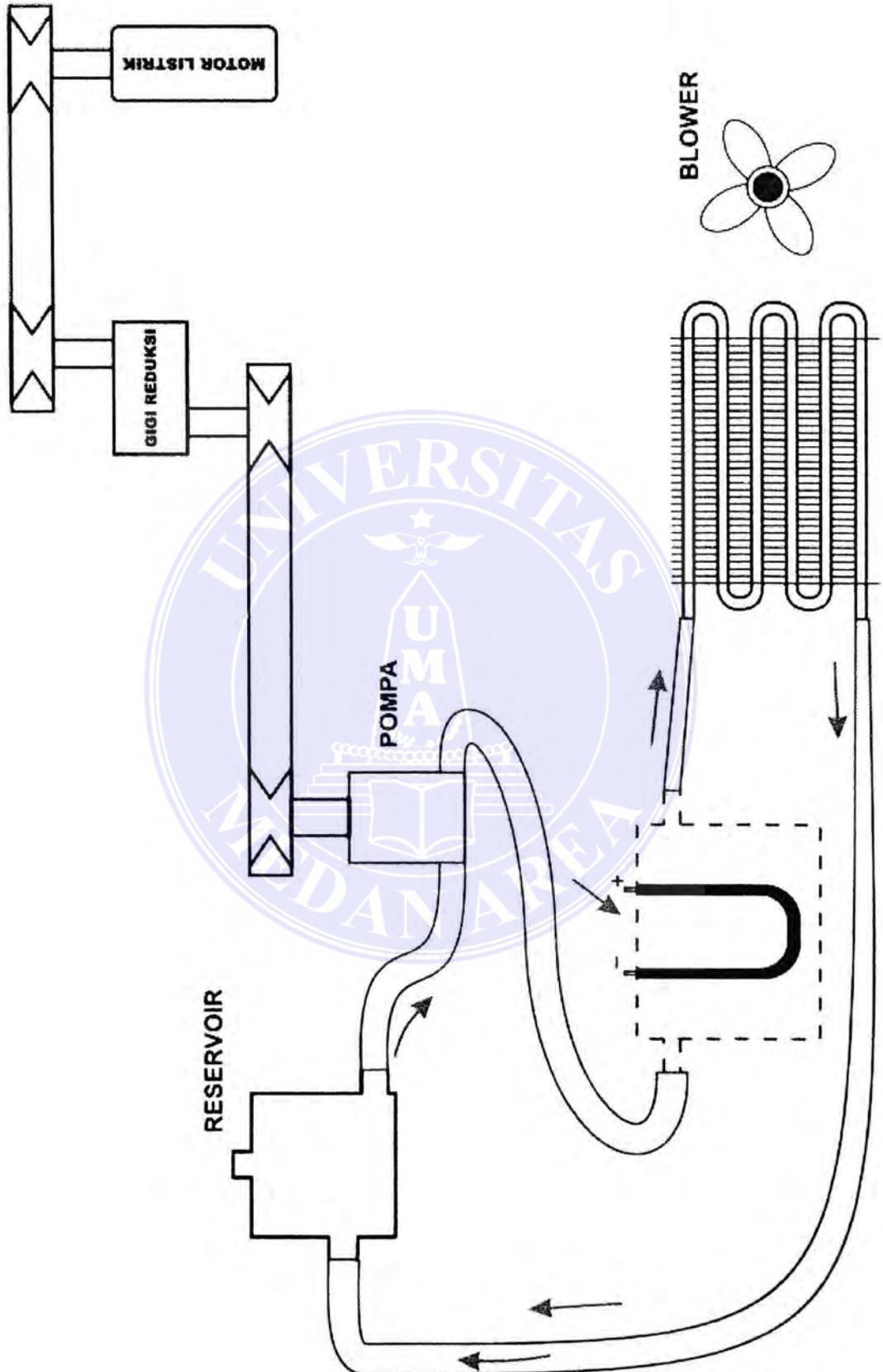
2.8 Blower

Blower berfungsi untuk menghembuskan panas yang ada pada kisi-kisi, hasil dari panas yang dihembuskan inilah yang akan dipergunakan untuk berbagai macam pengeringan. Perpindahan panas dari kisi-kisi ke objek yang akan dikeringkan disebut perpindahan panas konveksi paksa (forced convection).



Gambar 2.8.a Blower pada Boiler Thermal Oil Heater

Mengingat musim di Indonesia ada dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, jika saat musim hujan hasil pertanian sangat susah dikeringkan, boiler thermal oil heater ini dirancang untuk mengeringkan hasil-hasil pertanian contohnya kopi, jagung, coklat dan lain sebagainya karena yang diharapkan para petani selama ini adalah panas dari matahari untuk mengeringkan hasil pertanian tersebut.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Gambar 2.8.b Instalasi Boiler Thermal Oil Heater

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

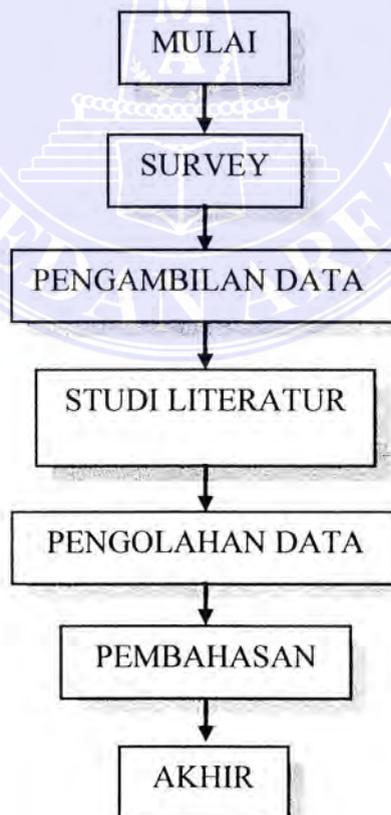
BAB III

METODE PENELITIAN / BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Obyek penelitian pada tugas akhir ini adalah perancangan pipa kisi-kisi pada boiler thermal oil heater. Pengambilan data dilakukan di laboratorium proses produksi Universitas Medan Area Medan.

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan mulai 24 Mei sampai dengan 31 Mei 2007.



Gambar 3.1 Diagram aliran survey

1. Start

Pembuatan proposal (*outline*) tugas akhir dengan judul “Perancangan pipa kisi – kisi pada boiler thermal oil heater” dimana sebagai masalah yang akan diangkat sebagai tugas akhir.

2. Studi Pustaka / Literatur

Mengumpulkan sebanyak mungkin buku – buku referensi tentang perpindahan kalor, yang akan dijadikan sebagai sumber penulisan tugas akhir, buku – buku tersebut seperti tercantum pada daftar literatur.

3. Surfey Lapangan

Surfey langsung di lapangan dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Universitas Medan Area untuk mendapatkan data-data sebagai pembanding dengan data-data yang terdapat dalam buku-buku referensi dan juga untuk mengetahui konstruksi dan cara kerja dari pipa kisi-kisi pada boiler thermal oil heater.

4. Penentuan Ukuran Dimensi, Bahan Material, Proses Operasi dari Boiler Thermal Oil Heater

Menentukan bentuk konstruksi, variable proses yang bekerja, tekanan kerja, laju aliran (flow)), temperature, bahan material, nilai konduktifitas termal, kemudian menerapkan rumus-rumus perhitungan yang sesuai dengan alat yang ada dilapangan.

5. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Memulai penulisan laporan tugas akhir dengan mengacu pada buku “Panduan Penulisan Proposal Dan Tugas Akhir” dari Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area serta bimbingan yang telah ditetapkan.

6. Selesai

UNIVERSITAS MEDAN AREA akhir selesai bila telah selesai bimbingan dari dosen pembimbing.

3.2 Bahan dan Konstruksi Alat Penukar Kalor

Bahan yang terpenting pada alat penukar kalor adalah bahan yang berfungsi sebagai penghantar / pemindah panas antar fluida dan fluida dingin, dimana pada alat penukar kalor jenis shell and tube. Fungsi ini berada pada tube. Istilah tube sering digunakan pada dunia teknik, khususnya bidang mekanik, pabrik kimia pengolahan minyak, pembangkit listrik tenaga uap, dan lain-lain.

3.2.1 Tube Pada Penukar Kalor

Tube dapat dikatakan sebagai urat nadi alat penukar kalor, didalam dan luar tube mengalir fluida kedua jenis fluida itu mempunyai kapasitas dan tekanan, density, serta jenis yang berbeda. Kedua ujung tube diikat pada tube sheet ini bertujuan untuk mencegah kebocoran fluida yang mengakibatkan fluida terkontaminasi. Tube juga harus mampu memindahkan panas diantara fluida dalam tube dengan diluar tube.

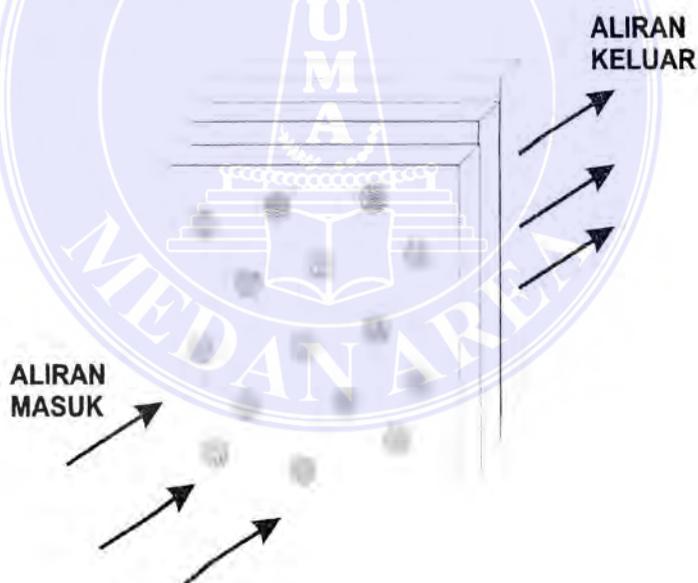
Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi tube antara lain adalah :

- a. Kemampuan memindahkan panas yang tinggi
- b. Daya tahan terhadap panas
- c. Daya tahan terhadap korosi
- d. Daya tahan terhadap erosi
- e. Mampu untuk dibentuk dengan proses dingin atau panas
- f. Mempunyai sifat elastis yang baik

Pemilihan jenis bahan dan ukuran tube didasarkan pada :

- a. Besarnya aliran fluida
- b. Temperatur
- c. Tekanan
- d. Korosif atau tidak
- e. Sitem serta periode pemeliharaan

Bahan tube alat penukar kalor pada Boiler Thermal Oil Heater adalah Copper atau Tembaga, dimana telah sesuai dengan jenis bahan dan ukuran pemilihan perancangan pipa kisi-kisi pada boiler thermal oil heater tersebut.



Gambar 3.2.1. Laju Aliran Massa

3.2.2 Bahan dan Ukuran Tube

Bahan tube yang dipergunakan pada boiler thermal oil heater

adalah copper atau tembaga, oleh karena bahan tersebut memiliki sifat-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

sifat yang baik sebagai penghantar / pemindah panas.

Document Accepted 29/8/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

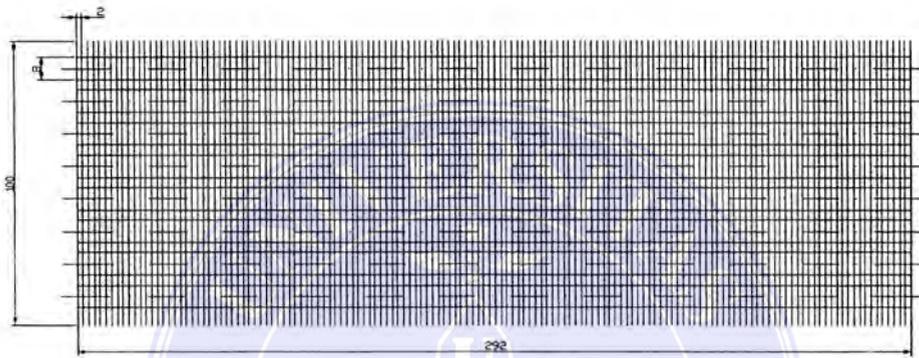
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Dimana :

- Diameter luar pipa (tube) : 0,01m
- Diameter dalam pipa (tube) : 0,008 m
- Tebal pipa (tube) : 0,001 m
- Panjang pipa (tube) : 0,035 m



Gambar 3.2.2a. Pipa kisi - Kisi

Bahan Plat kisi-kisi pelepas panas yang dipergunakan pada boiler thermal oil heater adalah Plat Aluminium, karena bahan tersebut mudah didapat, murah harganya, ringan dan mempunyai sifat yang baik untuk melepas panas.

$$l = \text{Panjang Plat kisi-kisi} = 0,095 \text{ m}$$

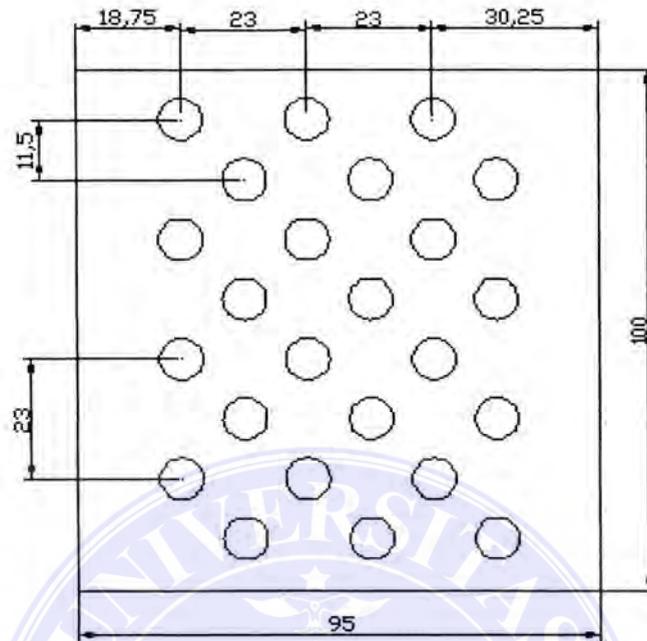
$$h = \text{Lebar Plat Kisi-kisi} = 0,1 \text{ m}$$

$$b = \text{Tebal Plat Kisi-kisi} = 0,0002 \text{ m}$$

$$x = \text{Jumlah keseluruhan Plat kisi-kisi} = 146 \text{ pcs}$$

$z = \text{Jarak antara Plat kisi-kisi yang satu dengan Plat kisi-kisi yang lain}$

$$z = 0,002 \text{ m}$$



Gambar 3.2.2b. Plat Kisi - Kisi

3.2.3 Konstruksi penukar kalor yang digunakan

Ditinjau dari segi bentuk konstruksi dari alat penukar kalor yang digunakan, konstruksinya terdiri atas :

a. Pipa saluran masuk (inlet pipe)

Pipa saluran masuk (inlet pipe) berfungsi untuk masuknya minyak goreng yang telah panas dari heater. Saluran masuk minyak goreng biasanya ditempatkan agak keujung dari atas dan dipasangkan pada bagian inti pipa kisi-kisi.

b. Inti pipa kisi-kisi

Inti pipa kisi-kisi berfungsi sebagai melepas panas dari minyak goreng ke udara agar temperatur minyak goreng menjadi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)29/8/23

pipa keluar (outlet pipe) dan plat kisi-kisi untuk melepas panas minyak goreng yang berada di dalam pipa . Disamping itu udara juga dialirkan melalui plat kisi-kisi pelepas panas ini agar pelepasan panas dapat terjadi sebesar mungkin. Besar kecilnya inti pipa kisi-kisi tergantung dari kapasitas mesinnya, juga jumlah pipa-pipa dan plat kisi-kisinya.

c. Pipa saluran keluar (outlet pipe)

Pipa saluran keluar dimaksudkan untuk mengalirkan kelebihan minyak goreng didalam system yang disebabkan Karena ekspansi panas dari minyak goreng keluar atau tangki reservoir.

Pipa saluran keluar berfungsi untuk mengalirnya minyak goreng panas yang telah dingin saat pelepasan panas pada plat kisi-kisi melalui bantuan fan/blower ke objek yang mau dikeringkan selanjutnya disalurkan ke reservoir melalui pompa oli Penempatan pipa saluran minyak goreng keluar ini juga agak keujung dan posisinya menyilang dengan saluran pada pipa saluran masuk. Ini dimaksudkan agar pelepasan panas dapat berlangsung dengan sempurna pada inti pipa kisi-kisinya.

3.3 Rancangan

Kemampuan melepas panas suatu alat penukar kalor dipengaruhi oleh besarnya luas permukaan (heating surface). Besarnya luas permukaan itu tergantung dari panjang, ukuran dan jumlah tube yang dipergunakan pada alat penukar kalor itu.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Susunan tube itu mempengaruhi besarnya penurunan tekanan aliran fluida. Disamping itu pemilihan harus mempertimbangkan sistim pemeliharaan yang dilakukan. Pembersihan tube dengan mekanikal atau secara kimiawi akan mempengaruhi pemilihan dari susunan tube. Disamping itu susunan yang terjadi, aliran laminar atau turbulen, bersih atau kotor fluida yang mengalir didalam tube sangat mempengaruhi susunan tube. Penentuan susunan pipa (tube) pada alat penukar kalor sangat prinsip sekali, ditinjau dari segi operasi dan segi pemeliharaan. Beberapa susunan tube alat penukar kalor antara lain adalah:

- a. Tube dengan susunan bujur sangkar (in line square pitch)
- b. Tube dengan susunan segi tiga (triangular pitch)
- c. Tube dengan susunan berbentuk belah ketupat, atau bentuk bujur sangkar yang di putar 45° (diamond square pitch)
- d. Tube dengan susunan segi tiga diputar 30° (rotated triangular atau *in-line triangular pitch*)

Tube yang disusun membentuk sudut 60° atau diputar 30° , koefisien perpindahan panasnya tidak baik, tetapi masih lebih baik dibandingkan dengan jenis susunan pipa yang bujur sangkar (in-line square pitch). Besarnya penurunan tekanan yang terjadi kurang lebih sama dengan susunan tube segitiga.

Susunan tube bujur sangkar membentuk sudut 90° (in-line square pitch) banyak dipergunakan, dengan pertimbangan seperti berikut :

- a. Apabila penurunan tekanan (pressure drop) yang terjadi pada alat penukar

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 kator itu sangat kecil.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)29/8/23

- b. Apabila pembersihan yang dilakukan pada bagian luar tube adalah dengan cara pembersihan mekanik (mechanical cleaning). Sebab pada susunan seperti ini, terdapat celah antara tube yang dipergunakan untuk pembersihannya.
- c. Susunan ini memberikan perilaku yang baik, bila terjadi aliran turbulen, tetapi untuk aliran laminar akan memberikan hasil yang kurang baik.

Ditinjau dari segi perpindahan panasnya, maka susunan ini mempunyai koefisien perpindahan panas yang lebih kecil dari susunan tube segi tiga.

Susunan tube yang membentuk 45° atau susunan belah ketupat (diamond square pitch) merupakan jenis kondisi menengah. Jenis ini baik dipergunakan pada kondisi operasi yang penurunan tekanan kecil, tetapi lebih besar dari penurunan tekanan jenis bujur sangkar. Pembersihan bagian luar tube dilakukan dengan pembersihan mekanik, seperti pada jenis bujur sangkar. Susunan ini relative lebih baik dibanding dengan susunan tube yang membentuk 30° terhadap aliran (jenis segitiga).

Disini dapat dilihat cara menentukan pitch (jarak antara sumbu tube) pada berbagai jenis susunan tube, serta menentukan besar ligament L, jarak atau ruang laluan aliran fluida antara dua tubes yang berdekatan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pemilihan susunan tube alat penukar kalor adalah : (1) besarnya penurunan tekanan (pressure drop) yang terjadi, (2) aliran fluida luar tube, laminar atau turbulent, (3) fouling atau non- fouling fluida yang menfgalir diluar tube, (4) cara yang dilakukan untuk pembersihan bagian luar tubes secara mekanikal (mechanical cleaning)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

kimiaawi (chemical cleaning).

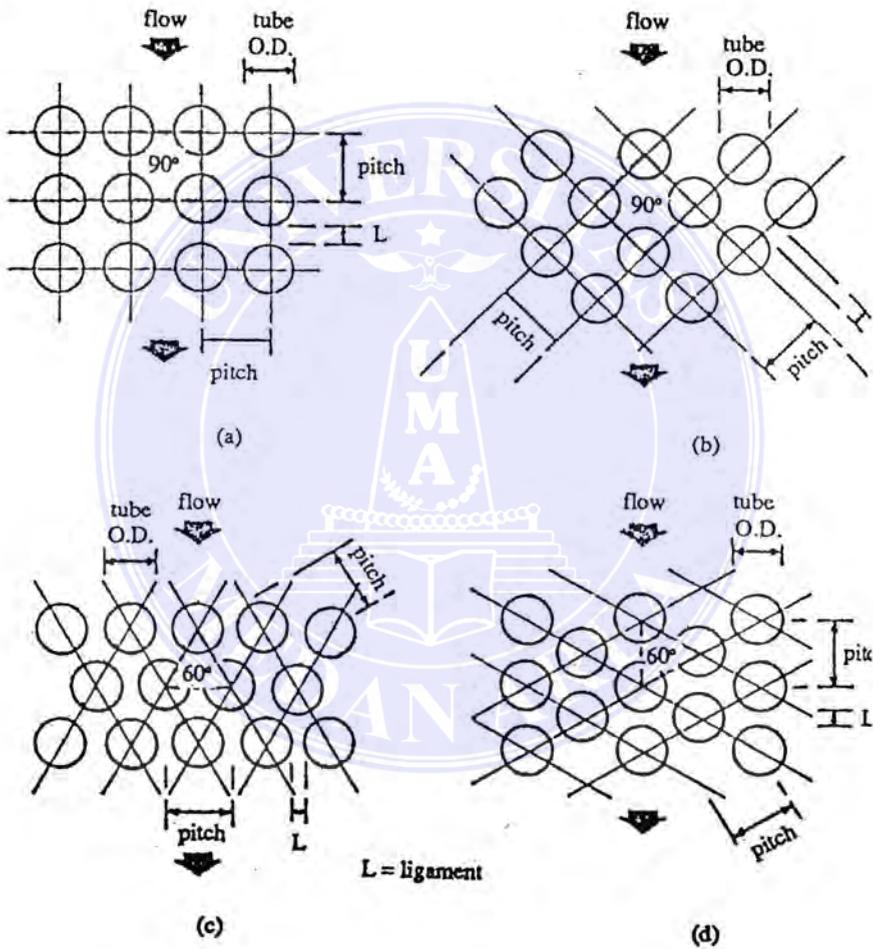
Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Besarnya pitch pada masing-masing susunan tubes mempunyai hubungan langsung dengan besarnya diameter luar tubes. Umumnya pitch atau jarak antara dengan tube adalah 1,25 kali diameter luar tube, tetapi pada susunan tube bujur sangkar dibuat celah yang bebas untuk ruangan pembersihan bagian luar tube sebesar $\frac{1}{4}$ inch.



Gambar 3.3.a jenis-jenis susunan tube pada alat penukar kalor

Susunan segi tiga ini sangat populer dan baik dipakai melayani fluida yang kotor atau yang bersih (non – flouling or fouling). Pembersihan tube

UNIVERSITAS MEDAN AREA panasnya lebih baik dibanding dengan susunan pipa bujur sangkar (in line

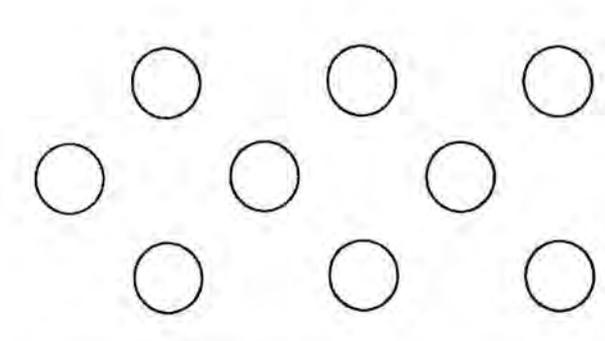
square pitch). Susunan tube segi tiga banyak dipergunakan dan menghasilkan perpindahan panas yang baik persatuan penurunan tekanan (per unit pressure drop) disamping itu letak tube lebih kompak.

Menentukan fluida didalam tube serta fluida diluar tube (Shell-side) memerlukan pertimbangan-pertimbangan yang khusus.

Untuk menentukan hal itu dilakukan evaluasi berbagai factor disamping memperhatikan tipe alat penukar panas. Adapun factor-faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan jenis fluida dalam tube (Tube side) atau diluar tube (Shell side) adalah :

1. Kemampuan untuk dibersihkan (Cleanability).
2. Korosi .
3. Tekanan kerja.
4. Temperatur.
5. Fluida berbahaya atau fluida mahal.
6. Jumlah aliran fluida.
7. Viskositas.
8. Penurunan tekanan.

Setelah melakukan riset dan studi literatur di Laboratorium Produksi Universitas Medan Area dan mengumpulkan buku-buku yang berkaitan dengan pipa kisi-kisi maka diperoleh susunan dari tube-tube penukar kalor tersebut adalah dengan susunan segi tiga (triangular pitch) seperti terlihat pada gambar :



Gambar 3.3.b Tube dengan susunan segi tiga (Triangular Pitch)

Dengan demikian maka penukar kalor tersebut menghasilkan perpindahan panas (heat transfer) yang baik per satuan penurunan tekanan dan letak tube yang baik.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Perpindahan Kalor Konveksi

Sudah umum diketahui bahwa plat logam panas akan menjadi dingin lebih cepat bila ditaruh di depan kipas angin disbanding dengan bilamana ditempatkan diudara tenang. Kita katakana bahwa kalor dikonveksi atau diilli keluar, dan proses ini dinamakan perpindahan kalor secara konveksi atau ilian. Istilah konveksi atau ilian, sudah memberi gambaran tentang apa yang terjadi dalam proses perpindahan panas ini. Tetapi gambaran ini masih harus dikembangkan agar kita dapat melakukan pengolahan analitis yang memadai tentang masalah ini.umpamanya, kita sudah mengetahui bahwa kecepatan udar yang ditiupkan keplat panas ini akan mempengaruhi laju perpindahan panas. Tetapi, apakah pengaruh ini berlangsung dalam perbandingan lurus, artinya jika kecepatan dilipatduakan apakah laju perpindahan kalor

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/8/23

ing akan menjadi dua kali lebih cepat ? juga dapat diperkirakan

bahwa laju perpindahan kalor akan berbeda jika plat itu didinginkan dengan air dan bukan dengan udara, masalahnya ialah berapa beda panas yang dipindahkan tersebut. demikianlah digambarkan mekanisme fisis perpindahan kalor konveksi untuk menunjukkan hubungannya dengan proses konduksi.

Plat panas seperti gambar . suhu adalah T_w , dan suhu fluida T_∞ . kecepatan aliran nol pada muka plat sebagai akibat aksi kental viskos (viscous action). Oleh karena kecepatan lapisan fluida pada dinding adalah nol, maka disini panas (kalor) hanya dapat berpindah dengan cara konduksi saja. Jadi perpindahan kalor dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = -kA \frac{\partial T}{\partial X} \dots\dots\dots (\text{Holman 1997 : 192})$$

Dimana :

q = laju perpindahan kalor (kj / s)

$\frac{\partial T}{\partial X}$ = Gradien suhu ke arah perpindahan kalor ($^{\circ}\text{K}$)

k = konduktifitas termal (w/m. $^{\circ}\text{K}$)

gradient suhu bergantung pada laju fluida membawa kalor dari situ. Kecepatan yang tinggi akan menyebabkan gradient suhu yang besar pula dan demikian seterusnya.

Jadi gradient suhu pada dinding bergantung dari medan aliran, dan di dalam analitis nanti perlu mengembangkan persamaan yang menghubungkan kedua besaran itu. Mekanisme fisis pada dinding itu

berupa proses konduksi. Guna menyatakan pengaruh konduksi secara menyeluruh digunakan hukum Newton tentang perpindahan panas.

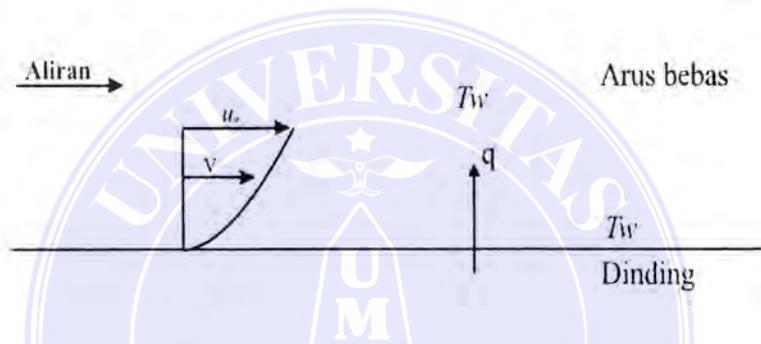
$$q = h A(T_w - T_{\sim}) \dots\dots\dots(\text{Holman 1997 : 11})$$

h = koefesien perpindahan kalor (W/m².°K)

A = Luas permukaan (m²)

T_w = Suhu plat (°K)

T_{\sim} = Suhu fluida (°K)



Gambar 3.3.1. Perpindahan kalor konveksi dari suatu plat
(Sumber : J.P. Holman,1995, Perpindahan Kalor, hal 11)

Persamaan diatas merupakan rumus kkoefesien perpindahan kalor konveksi (convection heat – transfer coefeciet). Untuk situasi h yang rumit harus ditentukan dengan percobaan dan fenomena pendidihan dan pengembunan juga termasuk dalam kelompok masalah perpindahan kalor konmveksi.

3.4.2 Perpindahan kalor konveksi bebas

Perpindahan kalor konveksi bebas terjadi bila mana sebuah benda ditempatkan dalam suatu fluida yang suhunya lebih tinggi atau lebih rendah dari pada benda tersebut. Sebagai akibat perbedaan suhu

berat mengalir kebawah dan fluida yang lebih ringan mengalir keatas. Jika gerakan fluida itu disebabkan hanya oleh perbedaan kerapatan yang diakibatkan oleh gradient suhu, tanpa dibantu oleh pompa atau kipas (blower), maka mekanisme perpindahan panas yang bersangkutan disebut konveksi bebas atau konveksi alamiah. Arus konveksi bebas memindahkan energi dalam yang tersimpan fluida dengan cara yang pada hakekatnya sama dengan arus konveksi paksa. Namun, intensitas gerakan pencampurnya dalam konveksi bebas pada umumnya lebih kecil, dan akibatnya koefisien perpindahan panasnya lebih kecil dari pada dalam konveksi paksa.

Walaupun koefisien perpindahan panas konveksi bebas relative rendah, banyak alat – alat yang untuk pendinginannya terutama bergantung pada cara perpindahan panas ini. Dalam bidang teknik listrik, saluran transmisi, transformator, penyerah arus, dan kawat yang dipanaskan dengan listrik seperti filament lampu pijar atau elemen pemanas tanur listrik didinginkan dengan konveksi bebas. Kecepatan fluida didalam arus konveksi bebas, terutama yang pembangkitannya disebabkan oleh grafitasi, pada umumnya rendah, tetapi ciri-ciri aliran didekat permukaan perpindahan panas serupa dengan ciri-ciri dalam konveksi paksa.

Medan suhu dalam konveksi bebas serupa dengan medan suhu dalam konveksi paksa, maka dari itu berlakulah taksiran fisik bilangan nusselt. Dalam penerapan praktis pada umumnya

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Dipergunakan persamaan Newton. Selama bertahun-tahun telah

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

diketahui bahwa koefisien perpindahan kalor konveksi bebas rata-rata untuk berbagai situasi, dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi :

$$Nu_f = C (Gr_f Pr_f)^m \dots\dots\dots(Holman 1997 : 302)$$

Dimana subkrip f menunjukkan bahwa sifat-sifat untuk gugus tak berdimensi dievaluasi pada suhu film

$$T_f = \frac{T_\infty + T_w}{2}$$

Dimana :

Nu f = Angka Nusselt rata-rata

Gr = Angka Grashof

Pr = Angka Prandtl

C dan m = Konsta tertentu untuk setiap kasus

3.4.3 Gabungan Konveksi bebas dan Konveksi Paksa

Beberapa situasi praktis menyangkut perpindahan panas yang bukan bersifat “paksa” dan bukan pula “bebas”. Situasi ini timbul apabila fluida dialirkan diatas permukaan yang panas dengan percepatan yang agak rendah. ,maka bersamaan dengan kecepatan aliran paksa, terdapat pula kecepatan konveksi yang timbul karena gaya apungyang diakibatkan oleh berkurangnya densitas fluida disekitar permukaan yang panas. Dalam setiap proses perpindahan panas terjadi gradient kerapatan dan dengan adanya medan gaya terjadilah arus-arus konveksi bebas. Jika penghgaruh konveksi paksa sangat besar, maka pengaruh konveksi paksa dapat diabaikan dan

bermaksud pula, bilagaya-gaya konveksi bebas sangat kuat, maka

pengaruh konveksi paksa dapat diabaikan. Daerah konveksi gabungan dalam tabung horizontal didefinisikan dengan angka Greatz (Gz)

Sebagai:

$$Gz = Re Pr \frac{d}{L} \dots\dots\dots(Holman 1997 : 323)$$

Dimana :

Gr = Angka grashoff

Gz = Angka Greatz

Re = Angka Reynolds

Pr = Angka Prandtl

D = Diameter tabung

L = Panjang tabung

$$Re = \frac{\rho u x}{m}$$

$$Pr = \frac{C_p m}{k}$$

$$Gr = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)x^3}{v^2}$$

$$Gz = RcPr \frac{d}{L}$$

Korelasi yang lebih baik untuk daerah konveksi campuran, aliran laminar pada gambar

$$Nu = 1,75 \left(\frac{\mu_h}{\mu_w} \right)^{0,14} (Gz + 0,012(Gz Gr^{1/3})^{4/3})^{1/3} \dots\dots\dots(Holman 1997)$$

Dugaan umum yang berlaku dalam analisis konveksi gabungan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

adalah bahwa modus perpindahan panas yang paling berpengaruh

ditentukan oleh kecepatan fluida yang berkaitan dengan modulus itu. Situasi konveksi paksa yang menyangkut kecepatan fluida 30 m/s. umpamanya, tentu akan mengalahkan sebagian besar dari pengaruh konveksi yang bebas yang ditemukan dalam medan gravitasi biasa, karena kecepatan arus konveksi bebas disini sangat kecil dibandingkan dengan 30 m/s. dilain pihak, situasi aliran paksa dengan kecepatan sangat rendah (~0,3 m/s) mungkin cepat terpengaruh oleh arus konveksi bebas. Analisis orde besaran persamaan lapisan batas konveksi – bebas dapat memberikan kriteria umum untuk menentukan apakah pengaruh konveksi - bebas besar peranannya .

Kriterianya adalah apabila :

$$Gr / Rc^2 > 10 \dots\dots\dots(Holman 1997 :326)$$

3.4.4 Konveksi paksa didalam pipa dan saluran

Pemanasan serta pendinginan fluida yang mengalir didalam saluran (conduit) merupakan satu diantara proses-proses perpindahan panas yang terpenting dalam rekayasa. Rancang bangun serta analisa semua jenis penukar kalor memerlukan pengetahuan tentang koefisien perpindahan panas antara dinding saluran dan fluida yang mengalir didalamnya. Bila koefisien perpindahan panas untuk suatu geometri tertentu serta kondisi aliran yang ditetapkan telah diketahui, maka laju perpindahan panas pada beda suhu yang ada dapat dihitung dengan persamaan :

$$q_c = hc A (T_{permukaan} - T_{fluida}) \dots\dots\dots(Kreith 1994 : 415)$$

dimana :

$q_c =$ laju perpindahan panas konveksi (W)

$h_c =$ Koefesien perpindahan panas konveksi (W / m² .°K)

$A =$ Luar permukaan perpindahan panas (m²)

Harga h_c bergantung pada pilihan suhu acuan fluida dan dapat dihitung dengan rumus :

$c = Nu \frac{K_f}{L}$ (Kreith 1994 :314)

dalam hal ini :

$Nu =$ bilangan nusselt

$K_f =$ Knduktifitas thermal fluida (W/m .°K)

$L =$ Panjang pipa kisi-kisi (m)

Untuk aliran turbulen yang sudah jadi atau berkembang penuh (fully developed turbulent flow) dalam tabung licin disarankan menggunakan persamaan :

$N_{ud} = 0,023 Re_d^{0,8} Pr^n$ (Holman 1997 : 252)

Untuk persamaan ini sifat-sifat ditentukan pada suhu fluida limbak dan nilai eksponen n adalah :

$n = 0,4$ untuk pemanasan

$n = 0,3$ untuk pendinginan

Persamaan tersebut juga berlaku untuk aliran turbulen yang tidak berkembang sepenuhnya didalam tabung lain, dengan flida yang angka prandtlnya berkisaar antara 0,6 sampai 100 dan dengan beda

UNIVERSITAS MEDAN AREA antara dinding dan fluida.

Pemilihan suhu fluida acuan pada perpindahan panas konveksi yang dipergunakan untuk membentuk bilangan nusselt bagi perpindahan panas ke fluida yang mengalir didalam saluran (conduit). Penggunaan suhu curahan fluida sebagai acuan memungkinkan penulis untuk menuliskan keseimbangan panas. Karena dalam keadaan stedi(ajeg) perbedaan antara suhu curahan rata-rata pada dua penampang suatu saluran merupakan tolak ukur laju perpindahan panas.

$$q = m C_p \Delta T_b$$

dimana :

q = laju perpindahan panas ke fluida

m = Laju aliran

C_p = panas jenis pada tekanan konstanta

ΔT_b = Beda suhu curahan antara penampang

Dalam saluran yang panjang , dimana pengaruh lubang masuk tidak penting, alirannya laminar bila bilangan Reynolds dibawah (<2100). Dalam daerah bilangan Reynolds antara 2.100 dan 10.000 terjadi peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Alliran dalam resim ini disebut aliran peralihan (transisi). Pada bilangan Reynolds sekitar 10.000 aliran menjadi turbulen penuh.

3.5 Variabel yang diamati pada pipa kisi-kisi

Pengamatan variable –variabel yang ada pada pipa kisi-kisi secara langsung di Laboratorium Universitas Medan Area dan ditambah dengan studi dari beberapa literature yang ada pada buku-buku perpustakaan .

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Adapun variabel yang diamati adalah :

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

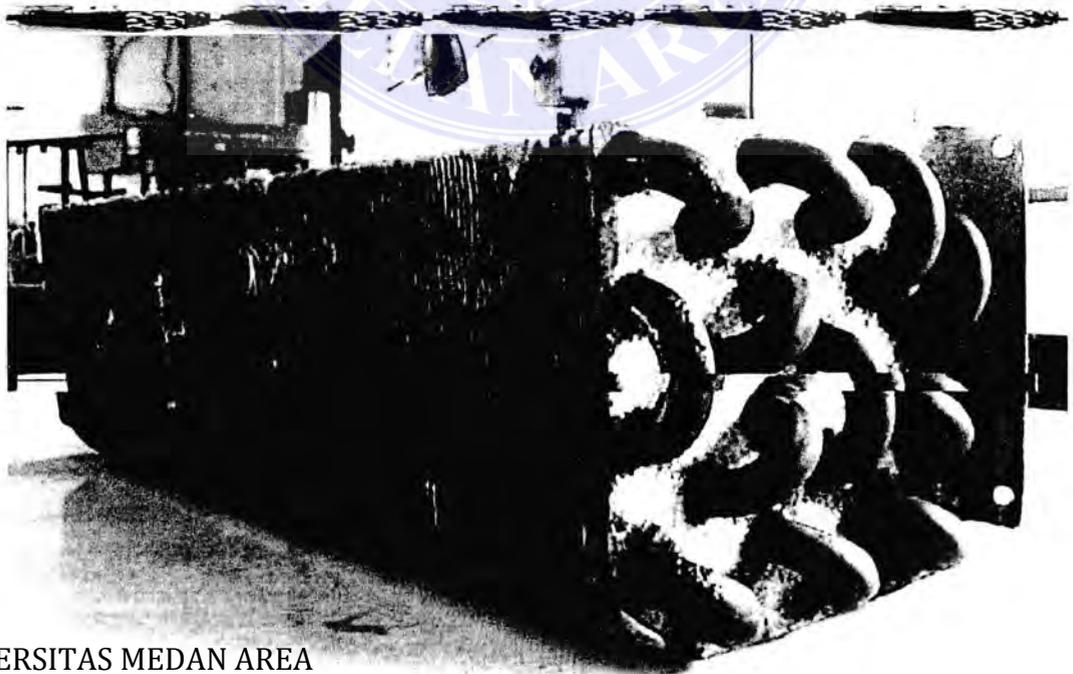
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dimensi pipa kisi-kisi

- Diameter luar pipa (tube) : 10mm = 0,01 m
- Diameter dalam pipa (tube) : 8 mm = 0,008 m
- Tebal pipa (tube) : 1 mm = 0,001 m
- Panjang pipa (tube) : 350 mm = 0,35 m
- Jarak antara pipa (tube) : 15 mm = 0,015 m
- Jumlah pipa kisi-kisi : 8 pcs

Dimensi plat kisi-kisi

- Panjang Plat kisi-kisi : 95 mm = 0,095 m
- Lebar Plat Kisi-kisi : 100 mm = 0,1 m
- Tebal Plat Kisi-kisi : 0,2 mm = 0,0002 m
- Jumlah keseluruhan Plat kisi-kisi : 146 pcs
- Jarak antara Plat kisi-kisi yang satu dengtan Plat kisi-kisi yang lain : 2mm
= 0,002 m



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan riset dan perhitungan-perhitungan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- Plat kisi-kisi adalah suatu elemen yang penting untuk meningkatkan penyerapan panas . dimana dengan penambahan plat kisi-kisi maka akan meningkatkan luasan permukaan perpindahan panas.
- Semakin besar laju aliran massa akan koefisien perpindahan panas akan semakin besar dan memperbesar laju perpindahan panas yang terjadi.
- Tebal plat kisi-kisi dan harga konduktifitas termal plat kisi-kisi sangat mempengaruhi
- laju perpindahan panas pada plat kisi-kisi.
- Laju perpindahan panas yang terjadi pada system pipa kisi-kisi tersebut adalah 94,2 W, dimana laju perpindahan panas ini dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas rata-rata dari fluida.

5.2 SARAN

Setelah melakukan survey dan membandingkan hasil perhitungan maka penulis ingin memberi beberapa saran antara lain :

1. Mempertahankan panas yang dihasilkan dari system kerja boiler thermal oil heater pada plat pipa kisi-kisi.
2. Memastikan setiap sambungan-sambungan pipa yang ada pada boiler thermal oil heater dalam keadaan baik sebelum dan sesudah mesin beroperasi.
3. Perawatan pipa dan plat kisi-kisi harus dilakukan secara teratur.
4. Lebih mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja.
5. Kepada Dosen pembimbing Tugas sarjana dalam membimbing harus lebih mendetail.
6. Kepada rekan-rekan mahasiswa agar dalam menyusun tugas sarjana dengan baik dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sitompul, Tunggul.M, 1993. "Alat Penukar Kalor". PT. Raja Grafindo Persada.
2. Frank Kreith, Prinsip-prinsip Perpindahan Panas, Edisi ketiga, alih bahasa Arko Prijono, Penerbit Erlangga, Jakarta 1994.
3. Holman,J.P, Perpindahan Kalor, Edisi kelima, Alih bahasa E.Jasjfi, Penerbit Erlangga, Jakarta 1995.
4. RS.Northop, Service Auto Mobil, Penerbit CV. Pustaka Setia, Bandung 1988.
5. W.M.Kays, Compact Heat Exchangers, Edisi Pertama, McGraw-Hill Book Compeny, NewYork1955.
6. Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Motor Torak, Edisi Keempat, Penerbit ITB, Bandung 1988.
7. Yilidz Bayazitoglu, Elements of Heat Transfer, Edisi Pertama, McGraw-hill Book Compeny New York 1988.