

# PERANCANGAN OIL COOLER PADA MOBIL MITSUBISHI L 300

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana

Disusun Oleh :

MUHAMMAD ARIYANDI  
NIM : 04. 813. 0006



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2008**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

# PERANCANGAN OIL COOLER PADA MOBIL MITSUBISHI L 300

## TUGAS AKHIR

Oleh :

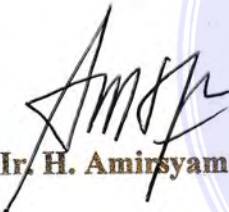
**MUHAMMAD ARIYANDI**  
NIM : 04 813 0006



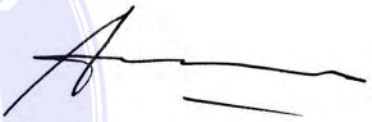
Disetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II



( Ir. H. Amirsyam Nst, MT )



( Ir. Amru Siregar MT )


Mengetahui :

Dekan

Ka. Program Studi  
Teknik Mesin



( Drs. Dadan Ramdan, MEng, MSc )



( Ir. Amru Siregar MT )

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

## RINGKASAN

Dengan meningkatnya kebutuhan energi, maka berbagai cara dilakukan untuk memperoleh sumber energi baik dibidang industri besar maupun diindustri kecil. Merancang alat penukar kalor yang efisien dan dapat memperbaiki *performance* mesin merupakan bagian dari sistem tersebut. *Oil cooler* berguna untuk mendinginkan oli sehingga oli selalu dalam keadaan normal, artinya kekentalan oli akan stabil sampai masa pergantian oli yang seharusnya dilakukan. Kesetabilan ini tentunya akan sangat meringankan kita dalam melakukan perawatan mesin.

Rancangan ini merupakan wujud nyata dari penerapan ilmu yang didapat dari selama masa perkuliahan. Pada perencanaan *Oil cooler* meliputi perancangan sistem *heat exchanger* perpindahan panas terjadi secara konveksi. Dengan perancangan ini diharapkan dapat memprediksi temperatur masuk oli dan keluar dari *Oil cooler*, bahan-bahan yang dipilih dengan koefien termal yang sesuai dengan perpindahan panas yang direncanakan pada *Oil cooler*. Oli cooler tersebut mempunyai sistem perpindahan panas fluida oli ke udara tanpa proses percampuran.

Jumlah panas yang diserap oleh oli mengalami peningkatan seiring dengan kecepatan dan beban mesin, karena oli beredar dan bekerja didalam mesin. Oli yang panas kemudian beredar menuju *Oil cooler* melalui pipa *oil cooler*, dan dalam sistem pendinginan yang terkontrol oli akan dilewatkan melalui *oil cooler* yang dibantu oleh tekanan pompa oli, panasnya oli di transfer ke sirip-sirip *oil cooler* dimana panas tersebut dibuang keudara.

Beberapa faktor yang menentukan tingkat pendinginan antara lain, perpedaan temperatur udara dan oli, perbandingan aliran oli dan luas permukaan sirip-sirip *oil cooler*. Pada sirkulasi oli pembuangan panasnya sebanding dengan faktor yang ditentukan oleh panas yang disuplay. *Oil cooler* akan bekerja dengan baik bila sirkulasi oli pada *oil cooler* lancar, artinya tidak ada penyumbatan diselang maupun pipa-pipa yang dialirin oleh oli.

## ABSTRACTION

At the height of requirement of energi, hance various means onducted to obtain, get the source of ggod energi is big industrial area and also in small industry. Design appliance conversion of efficient kalor and can improve repair performance of machine represent the part of system. Cooler Oil good for making cool oil so that oil always under normal circumstances, its meaning of viscosity of oil wiil staillize until a period of to commutation of oil which ought to be conducted. This kesetabilan it is of course will very is lightening of us in conducting treatment of machine.

This device represent real form of applying of got science from during a period of to perkulihan. At planning of Oil reportage cooler scheme of system of heat exchanger transfer of heat happened convectionly. With this scheme is expected to earn temperature memprediksi enter and oil of khiar of Oil cooler, Oil cooler. The cooler Oil have sytem transfer of fluid heat of oil into the air nothing process mixing.

Amount of absorbent heat by change oil is make-up of along with machine burdenand speed, because oil circulate and work in machine. Hot Oil later then circulate to go to Oil cooler pass / through pipe of oil cooler, and in controlled by cooling sytem oil will be overcome to through cooler oil assisted by pereure pump oil, heat of oil in transfer of to fins of oil cooler where the heat thrown into the air.

Some factor determining refrigeration storey, level for example, difference of air temperature and of oil, comparision of strem of oil and wide of surface of fins of oil cooler. At oil channel dismissal of oil and wide of proposional heat with factor determined by heat which is display. Cooler Oil will work better if when oil channel at fluent cooler oil, its meaning there no gagging of pipes and also pipe which is trajectory by Oil.

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1. 1. Latar belakang .....	1
1. 2. Maksud dan tujuan .....	2
1. 3. Batasan masalah .....	2
1. 4. Perumusan masalah .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2. 1. Pendahuluan .....	3
2. 2. Jenis – jenis Heat Exchanger ( Alat – alat penkar kalor ) .....	3
2. 3. Jenis – jenis Heat Exchanger yang terdapat didalam industri .....	4
2.3.1. Jenis sheel and tube .....	4
2.3.2. Jenis double pipe .....	5
2.3.3. Koil pipa .....	6
2.3.4. Pipa terbuka .....	6
2. 4. Berdasarkan fungsi pengelompokan penukar kalor .....	7
2.4.1. Chiller .....	7
2.4.2. Condensor .....	7
2.4.3. Cooler ( pendingin ) .....	8
2.4.4. Exchanger ( penukar panas ) .....	8
2.4.5. Reboiler ( pendidih air kembali ) .....	8
2.4.6. Heater ( pemanas ) .....	8
2.4.7. Pembangkit uap .....	9
2.4.8. Evaporator .....	9
2. 5. Klasifikasi alat penukar kalor.....	9
2.5.1. Klasifikasi berdasarkan proses perpindahan panas .....	9
2.5.2. Klasifikasi berdasarkan jumlah fluida yang mengalir ....	10
2.5.3. Klasifikasi berdasarkan kompaknya permukaan .....	10
2.5.4. Klasifikasi berdasarkan mekanisme perpindahan panas .....	10
2.5.5. Klasifikasi berdasarkan konstruksi .....	10
2.5.6. Klasifikasi berdasarkan pengaturan aliran .....	11
2. 6. Perpindahan panas.....	12
2.6.1. Perpindahan panas secara konduksi .....	12
2.6.2. Perpindahan panas secara radiasi .....	15
2.6.3. Perpindahan panas secara konveksi .....	17
2.6.3.1. Lapisan konveksi luar ( External Flow ) .....	18
2.6.3.2. Lapisan konveksi dalam ( Internal Flow ) .....	19
2. 7. Koefisien perpindahan panas menyeluruh .....	21
2. 8. Penurunan tekanan ( Pressure Drop ) .....	23

<b>BAB. III. PEMBAHASAN MATERI .....</b>	<b>24</b>
3. 1. Oil cooler .....	24
3. 2. Bahan oil cooler .....	26
3. 3. Tipe oil cooler .....	27
3. 4. Komponen – komponen oil cooler .....	28
3.4.1. Selang masuk dan selang keluar .....	28
3.4.2. Filter oli .....	29
3.4.3. Pompa oli .....	29
3. 5. Panas yang diserap oleh oil cooler .....	31
<b>BAB. IV. ANALISA TERMODINAMKA .....</b>	<b>32</b>
4. 1. Pemilihan siklus diesel .....	32
4. 2. Perhitungan termodinamika pada setiap proses .....	35
4. 3. Panas akibat pembakaran .....	46
4. 4. Pelumasan .....	46
4.4.1. Daya pompa minyak pelumas .....	48
4.4.2. Kekentalan minyak pelumas .....	49
4.4.3. Kenaikan temperatur akibat gesekan .....	50
<b>BAB. V. PERANCANGAN PIPA DAN SIRIP .....</b>	<b>54</b>
5. 1. Oil cooler .....	54
5. 2. Luas permukaan .....	54
5.2.1. Pipa .....	54
5.2.2. Sirip .....	56
5.2.3. Diameter hidroulik .....	57
<b>BAB. VI. PERHITUNGAN ALAT PENUKAR KALOR.....</b>	<b>58</b>
6. 1. Laju aliran .....	59
6. 2. Konveksi .....	61
6.2.1. Aliran dalam pipa .....	61
6.2.2. Aliran luar pipa .....	62
6. 3. Kalor yang dibuang ke udara .....	63
6. 4. Koefisien perpindahan panas menyeluruh.....	68
6.4.1. Koefisien perpindahan panas menyeluruh ( U ).....	68
6.4.2. Koefisien perpindahan panas konveksi ( h ) .....	70
6. 5. Penurunan tekanan atau Pressure Drop .....	70
6. 6. Efektivitas .....	72
<b>BAB. VII. KESIMPULAN.....</b>	<b>73</b>
7. 1. Data hasil perencanaan perpindahan panas oil cooler.....	73
7. 2. Ukuran = ukuran utama .....	74
7.2.1. Pipa .....	74
7.2.2. Sirip .....	74
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>76</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. 1. Latar belakang

Pengembangan prasarana transportasi salah satu sektor yang diupayakan oleh pemerintah karena merupakan salah satu penunjang atau kebutuhan masyarakat, kita ketahui bagaimana vitalnya dan pentingnya pengadaan suatu alat angkutan ditengah-tengah kehidupan masyarakat, karena adanya alat pengangkutan transportasi hubungan antar kota dan luar kota dapat dilakukan dengan cepat.

Seiring meningkatnya kebutuhan transportasi maka kita harus tahu dampak dari kendaraan atau transportasi itu, salah satunya *energi*. Dengan meningkatnya kebutuhan energi, maka berbagai cara dilakukan untuk memperoleh sumber energi. Sebagai mahasiswa sekaligus penerus generasi bangsa dituntut untuk mengembangkan sitem-sistem hemat energi atau dikenal dengan istilah "*energi saving*". Merancang alat penukar kalor yang efisien dan memperbaikinya *performance* mesin merupakan bagian dari system tersebut.

Kalor minyak yang diserap oleh pendingin dari pompa oli digunakan pada *oil cooler* dengan memanfaatkan udara sebagai fluida pendingin sehingga minyak yang didinginkan dapat disirkulasi kembali melalui shell yang dihubungkan ke blok mesin, sehingga mesin dapat bekerja lebih efisien. Perencanaan ini merupakan wujud nyata dari penerapan ilmu yang didapat dari selama mengikuti perkuliahan.

## 1. 2. Maksud dan tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini ini adalah untuk mendapatkan rancangan *oil cooler* yang berguna untuk mendinginkan oli pada motor *Mitsubishi L300 Diesel*, sehingga meningkatkan *performance* mesin, selain itu perencanaan ini juga bertujuan untuk mengembangkan materi-materi yang penulis dapat selama mengikuti perkuliahan serta data-data literature kedalam perencanaan *oil cooler* ini.

## 1. 3. Batasan masalah

Luasnya permasalahan dalam perencanaan alat penukar kalor khususnya pada *oil cooler* pada mobil Mitsubishi L300 tidak dapat penulis uraikan keseluruhannya secara terperinci, untuk itu penulis memberikan batasan masalah dari perencanaan pembuatan *oil cooler* ini. Pembahasan dalam perencanaan ini hanya meliputi :

- a. Perencanaan *system heat exchanger* pada *oil cooler*
- b. Perhitungan perpindahan panas dan ukuran-ukuran utama pada *oil cooler*
- c. Perhitungan efektifitas *oil cooler*

## 1. 4. Perumusan masalah

Setiap benda yang bergerak pasti akan terjadi gesekan-gesekan sehingga dapat menimbulkan panas. Panas yang telah di timbulkan akan berdampak pada benda-benda yang bergesek itu sendiri dan pada benda-benda yang di dekatnya, untuk itu penulis melakukan perencanaan *oil cooler* untuk motor bakar Mitsubishi khususnya L300 diesel yang bertujuan untuk mengurangi panas yang terjadi akibat gesekan pada mesin.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2. 1. Pendahuluan**

Alat penukar kalor (heat exchanger) adalah alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan kalornya dengan fluida yang lain. Arti dari pertukaran adalah memberikan atau mengambil energi panas atau kalor yang terjadi, dalam sistem demikian kedua fluida akan mencapai suhu yang akhirnya hampir sama, dan jumlah panas yang berpindah dapat diperkirakan dengan mempersamakan kerugian energi dari fluida yang lebih panas dengan perolehan energi oleh fluida yang lebih dingin.

Pada umumnya alat penukar kalor merupakan peralatan dimana dua jenis fluida yang berbeda suhunya dialirkan ke dalamnya dan saling bertukar kalornya bidang-bidang perpindahan panas atau dengan cara kontak langsung (bercampur), bidang-bidang perpindahan panas ini dapat berupa dinding pipa-pipa, sirip-sirip yang dilalui oleh fluida, kalor yang dapat dipindahkan di antara kedua fluida tersebut besarnya sangat tergantung pada kecepatan aliran fluida, arah alirannya, sifat-sifat fisik fluida, kondisi permukaan dan luas bidang perpindahan panas serta temperatur diantara kedua fluida.

#### **2. 2. Jenis – jenis Heat Exchangere ( Alat – alat penukar kalor )**

Perlu diketahui bahwa untuk alat –alat ini terdapat suatu terminologi yang telah distandartkan untuk menamai bagian – bagian alat penukar kalor ini, yang

dikeluarkan oleh Asosiasi pembuat Heat Exchanger yang dikenal dengan Tubular

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

Exchanger Manufacturers Association ( TEMA ), sedangkan untuk prosedur/guide dasar untuk fabrikasinya telah dikeluarkan oleh ASME yang dianut oleh banyak perusahaan.

Pada dasarnya aturan tersebut ( lebih dikenal dengan Code dan Standard ) bertujuan untuk melindungi para pemakai dari bahaya kerusakan / kegagalan alat, karena pada umumnya alat ini beroperasi pada temperatur dan tekanan yang tinggi.

Didalam Standar Mekanik TEMA, terdapat dua macam kelas Exchanger, Yaitu :

1. Kelas R: yaitu untuk peralatan yang bekerja dengan kondisi yang berat, misalnya untuk industri minyak dan untuk industri kimia berat
2. Kelas C : yaitu yang dibuat untuk “general Purpose “, dengan didasarkan pada segi ekonomis dan ukuran kecil; digunakan untuk proses – proses umum di industri.

## **2. 3. Jenis – jenis Heat Exchanger yang terdapat didalam industri perminyakan.**

Didalam industri perminyakan jenis – jenis Heat Exchanger terdapat beberapa jenis, diantaranya :

### **2. 3. 1. Jenis Shell and Tube**

Jenis ini merupakan jenis yang paling banyak dipergunakan dalam industri perminyakan. Alat ini terdiri dari sebuah shell ( tabung / selinder besar ) dimana didalamnya terdapat satu bundle ( berkas ) pipa dengan diameter yang cukup

kecil. Satu jenis fluida mengalir didalam pipa – pipa sedangkan fluida lainnya mengalir di bagian luar pipa tetapi masi didalam shell-nya.

Jenis shell tube ini dibedakan lagi atas :

a. Jenis fixed tube sheet

Jenis ini digunakan untuk kondisi operasi pada temperatur yang relative rendah, dimana pemuaihan bahan pada temperatur operasi yang sangat kecil.

b. Jenis floating tube sheet

Pada jenis ini bila terjadi pemuaihan pada tube tidak akan menimbulkan tegangan pada shell maupun pada tube karena salah satu tube sheetnya tidak terikat pada shell ( floating ), sehingga jenis ini sangat cocok dioperasikan pada temperatur tinggi.

c. Jenis U-tube ; U-bundle

Disini hanya banyak dibutuhkan satu tube sheet saja, pada ujung lainnya pipa dibengkokan dengan bentuk U. Heat Exchanger jenis ini akan dapat bekerja pada tekanan tinggi dan dapat digunakan untuk fluida – fluida yang tidak boleh bercampur.

d. Jenis Kettle

Dirancang khusus untuk proses penguapan / pendidihan. Fluida yang berubah fasa dari cair ke uap dialirkan didalam shell diluar tube. Bentuk shell yang mengembung dimasukdudkan untuk menampung fluida yang mengembang. Fluda panas dialirkan didalam pipa – pipa.

2. 3. 2. Jenis double pipe :

Pada jenis ini tiap pipa atas beberapa pipa mempunyai shell sendiri –

sendiri. Untuk menghindari tempat yang terlalu panjang, Heat Exchanger ini

dibentuk menjadi U. Pada beberapa keperluan khusus, untuk meningkatkan kemampuan memindahkan panas, bagian luar pipa diberi sirip. Bentuk sirip bermacam – macam. Keistimewaan jenis ini adalah mampu beroperasi pada tekanan yang tinggi, karena tidak ada sambungan, resiko tercampurnya kedua fluida sangat kecil,. Kelemahannya adalah kapasitas perpindahan panas relative kecil.

### 2. 3. 3. Koil pipa

Heat Exchanger ini mempunyai pipa berbentuk koil yang dibenamkan didalam sebuah “ box “ berisi air dingin yang mengalir atau air yang disemprotkan untuk mendinginkan fluida panas yang mengalir didalam pipa. Jenis ini disebut juga sebagai box-cooler. Jenis ini biasanya digunakan untuk pemindahan kalor yang relative kecil dan hanya fluida yang didalam shell yang akan diproses lanjut. ( pada jenis sebelumnya, kedua fluida biasanya fluida yang masih akan diproses ).

### 2. 3. 4. Pipa terbuka ( open tube section )

Pada Heat Exchanger ini pipa – pipa tidak ditempatkan didalam shell, tetapi dibiarkan diluar. Pendinginan dilakukan dengan mengalirkan air atau udara pada bagian luar pipa. Berkas pipa ini biasanya cukup panjang. Untuk pendinginan dengan udara biasanya bagian luar pipa diberi sirip –sirip untuk memperluas permukaan perpindahan panas. Seperti halnya jenis koil pipa, perpindahan panas yang terjadi cukup lambat dengan kapasitas yang lebih kecil dari jenis shell and tube.

Disamping jenis – jenis diatas, masih terdapat jenis – jenis lain yang sering dijumpai di industri antara lain :

- Jenis Lamelia, biasanya digunakan untuk perpindahan panas dari gas pada tekanan rendah. Jenis ini memiliki koefisien perpindahan panas yang baik / tinggi.
- Jenis spiral, mempunyai bidang perpindahan panas yang melingkar. Karena alirannya yang melingkar maka system ini dapat “ self cleaning “ dan mempunyai efisien perpindahan panas yang baik. Akan tetapi konstruksi seperti ini tidak dapat dioperasikan pada tekanan tinggi.
- Gasketed plate exchanger, mempunyai bidang perpindahan panas yang terbentuk dari lembaran pelat yang dibuat beralur. Lualan fluida ( biasanya untuk cairan ) terdapat diantara lembaran pelat yang dipisahkan oleh gasget yang dirancang khusus sehingga dapat memisahkan aliran dari kedua cairan. Perawatannya mudah dan mempunyai efisiensi perpindahan panas yang baik.

## 2. 4. Berdasarkan fungsinya pengelompokan penukar kalor :

### 2.4.1. Chiller

Alat penukar kalor ni dipergunakan untuk mendinginkan fluida sampai pada temperatur sangat rendah. Temperatur pendingin didalam chiller jauh lebih mudah dibandingkan dengan pendingin yang dilakukan dengan pendingin air. Untuk chiller media pendingin yang dipergunakan adalah amonik atau feron.

### 2. 4. 2. Condensor

Alat penukar kalor ini digunakan untuk mendinginkan atau mengembunkan uap atau campuran uap, sehingga berubah fasa menjadi cairan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

Media pendingin biasanya air, uap atau campuran uap itu akan melepaskan panas kepada pendingin.

#### 2. 4. 3. Cooler (pendingin)

Alat penukar kalor ini dipergunakan untuk mendinginkan ( menurunkan ) suhu cairan atau gas dengan menggunakan udara dan air sebagai pendingin. Disini tidak dimasalahkan terjadinya perubahan fasa atau tidak, seperti kondensor. Pendingin cooler saat ini dipergunakan udara dengan bantuan kipas dan udara sekitar. Dimana lebih meguntungkan dibandingkan dengan merpergunakan air sebagai media pendingin.

#### 2. 4. 4. Exchanger ( penukar panas )

Alat penukar panas ini bertujuan untuk memanfaatkan panas dari satu aliran fluida yang lain. Maka terjadi fungsi sekaligus :

- a. Memanaskan fluida yang dingin
- b. Mendinginkan fluida yang panas.

Temperatur yang masuk dan keluar beda jenis fluida diatur sesuai dengan kebutuhannya.

#### 2. 4. 5. Reboiler ( pendidih air kembali)

Alat penukar kalor ini bertujuan untuk mendidihkan kembali (reboil) serta menguapkan sebagian yang diproses. Adapun media pemanas yang sering dipergunakan adalah uap atau zat panas yang diproses itu sendiri hal ini dapat dilihat pada destilasi, absorpsi, dan stripping.

#### 2. 4. 6. Heater ( pemanas )

Alat penukar kalor ini bertujuan untuk memanaskan atau menaikkan suhu suatu fluida proses. Umumnya zat pemanas yang digunakan uap atau fluida panas

lain. Contohnya heater ( pemanas ) pada pembangkit listrik tenaga uap, dimana sebagian uap diserap ( extraction turbine ) lalu dimasukkan kedalam heater air pengisi ketel. Disini uap yang diserap itu melepas sensible heat sehingga menjadi kondensat.

#### 2. 4. 7. Pembangkit uap

Alat penukar kalor, lebih dikenal dengan ketel uap dan terjadi pembentukan uap dalam unit pembangkit uap. Dengan cara konveksi dan radiasi panas hasil pembakaran bahan bakar dialihkan kedalam ketel.

#### 2. 4. 8. Evaporator

Alat penukar kalor ini digunakan untuk menguapkan cairan yang ada pada larutan, sehingga dari larutan tersebut diperoleh larutan yang lebih pekat ( thick liquor ). Sistem ini yang dipergunakan adalah system uap dengan tekanan rendah.

### 2. 5. Klasifikasi alat penukar kalor

Melihat begitu banyaknya jenis alat penukar kalor ( Heat Exchanger ), maka dapat diklasifikasikan berdasarkan bermacam – macam pertimbangan yaitu :

#### 2. 5. 1. Klasifikasi berdasarkan proses perpindahan panas

- a. Tipe kontak tidak langsung
  - Tipe yang langsung dipindahkan
  - Terdiri dari satu fase
  - Tipe dari banyak fase
  - Tipe yang ditimbun ( storage type )
  - Tipe fluidized bed

- b. Tipe yang kotak langsung

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

- Immisible fluids
- Gas liquid
- Liquid vapor

#### 2. 5. 2. Klasifikasi berdasarkan jumlah fluida yang mengalir

- Dua jenis fluida
- Tiga jenis fluida
- N – jenis fluida ( N lebih dari tiga )

#### 2. 5. 3. Klasifikasi berdasarkan kompaknya permukaan

- Tipe penukar kalor yang kompak, luas permukaan  $> 700 \text{ m}^2 / \text{m}^3$
- Tipe penukar kalor yang tidak kompak  $< 700 \text{ m}^2 / \text{m}^3$

#### 2. 5. 4. Klasifikasi berdasarkan mekanisme perpindahan panas

- Dengan cara konveksi, satu fase pada kedua sisi aliran
- Dengan cara konveksi pada satu sisi aliran dan pada sisi yang lainnya terdapat cara konveksi 2 aliran
- Dengan cara konveksi pada kedua sisi alirannya serta terdapat 2 pass aliran masing – masing
- Kombinasi cara konveksi dan radiasi

#### 2. 5. 5. Klasifikasi berdasarkan konstruksi

##### a. Konstruksi tubular ( Shell and Tube )

- Tube ganda ( Double Tube )
- Konstruksi shell dan tube
- Sekat palt ( plate baffle )
- Sekat batang ( rod baffle )

##### - Konstruksi tube spiral

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24



b. Konstruksi tipe pelat

- Tipe pelat
- Tipe lamella
- Tipe spiral
- Tipe plat koil

c. Konstruksi dengan luas permukaan diperluas ( Extended surface )

- Sirip pelat ( pelat fin )
- Sirip tube ( tube fin )
- Heat pipe wall
- Ordinary separating wall

d. Regeneration

- Tipe rotary
- Tipe disk ( piringan )
- Tipe drum
- Tipe matrik tetap

2. 5. 6. Klasifikasi berdasarkan pengaturan aliran

a. Aliran dengan satu pass

- Aliran ,berlawanan
- Aliran paralel
- Aliran melintang
- Aliran split
- Aliran yang dibagi ( divided )

b. Aliran multipass

- Permukaan yang diperbesar ( Extended surface )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

- Aliran counter menyilang
  - Aliran paralel menyilang
  - Aliran compound
- c. Shell dan Tube
- Aliran paralel yang berlawanan ( M pass pada shell dan N pass pada tube)
  - Aliran split
  - Aliran dibagi ( divided )
- d. Multi plat
- N- paralel palt multipass

## 2. 6. Perpindahan panas

Pada umumnya perpindahan panas dapat digolongkan atas tiga jenis yaitu :

### 2. 6. 1. Perpindahan panas secara Konduksi

Konduksi adalah proses dengan mana panas mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam satu medium ( padat, cair atau gas ) atau antara medium – medium yang berlainan yang bersingungan secara langsung.

$$Q_k = - K.A \frac{dT}{dX} \quad (\text{Lit. 1. hal: 7})$$

$Q_k$  = Laju perpindahan panas secara konduksi ( Kj/jam )

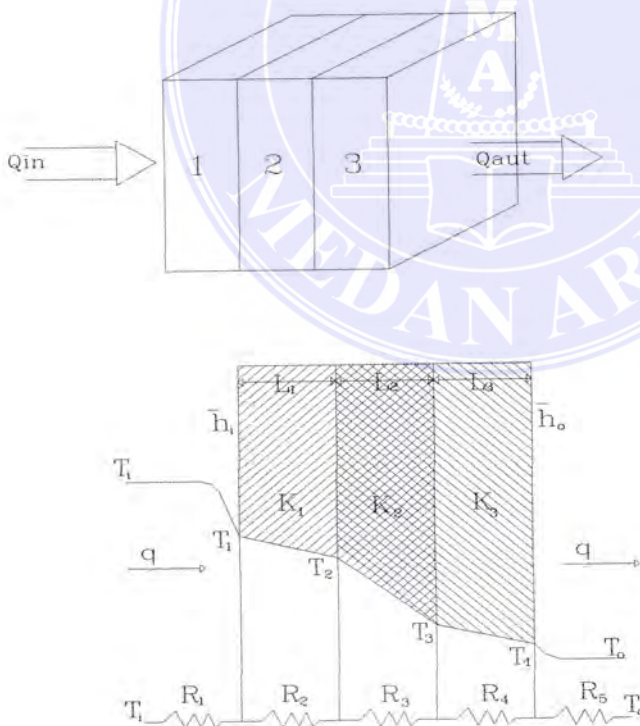
$K$  = Konduktivitas termal bahan ( W/m.K )

$A$  = Luas penampang melalui panas mengalir dengan cara konduksi

$dT/dX$  = gradient suhu panas penampang, yaitu laju perubahan suhu  $T$  terhadap jarak dalam arah aliran panas  $X$ .

- = Tanda minus minus diselipkan agar memenuhi hukum kedua termodinamika , yaitu kalor mengalir ketempat yang lebih rendah dalam skala suhu.

Pada perpindahan panas konduksi selain ada mempunyai satu dinding konduksi, tetapi ada juga yang mempunyai dua atau lebih dinding dengan konduktivitas, system demikian disebut juga dengan komposit. Lapisan dalam dinding bersinggungan dengan fluida yang mempunyai temperatur tertentu ( $T_i$ ), dimana setiap lapisan dinding mempunyai konduktansi serta luas penampang masing – masing, sedangkan fluida kerja yang mempunyai temperatur ( $T_o$ ), dimana akan lebih jelas bila proses perpindahan panas konduksi digambarkan sebagai berikut :



Gambar. 2.1. Distribusi suhu dan rangkaian thermal untuk aliran panas melalui

lapisan – lapisan dinding datar komposit seri

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

Dari gambar diatas aliran yang terjadi akan melalui dinding, karena aliran panas melalui lapisan dinding dengan luas ( A ), maka perpindahan panas ( q ) dapat diperoleh dari :

$$\begin{aligned} q &= h_1 \cdot A \cdot (T_1 - T_0) = \frac{k_1 \cdot A}{L_1} \cdot (T_1 - T_2) \\ &= \frac{k_2}{l_2} \cdot A \cdot (T_2 - T_3) = \frac{k_3 \cdot A}{L_3} \cdot (T_3 - T_4) \\ &= h_0 \cdot A \cdot (T_4 - T_0) \end{aligned} \quad (\text{Lit. 1. hal: 35})$$

Persamaan diatas dapat dituliskan dengan rangkaian thermal dalam bentuk tahanan thermal dari berbagai dinding, sebagai berikut :

$$q = \frac{T_1 - T_1}{R_1} = \frac{T_1 - T_2}{R_2} = \frac{T_2 - T_3}{R_3} = \frac{T_3 - T_4}{R_4} = \frac{T_4 - T_0}{R_5} \quad (\text{Lit. 1. hal: 35})$$

Dimana tahanan – tahanan ( R ) tersebut ditentukan dengan :

$$R \text{ untuk konveksi} = hc \cdot A$$

$$R \text{ untuk konduksi} = \frac{k}{x} \cdot A$$

Untuk menentukan  $T_0$  dan  $T_i$ , kita peroleh ;

$$T_i - T_1 = qR_1$$

$$T_1 - T_2 = qR_2$$

$$T_2 - T_3 = qR_3$$

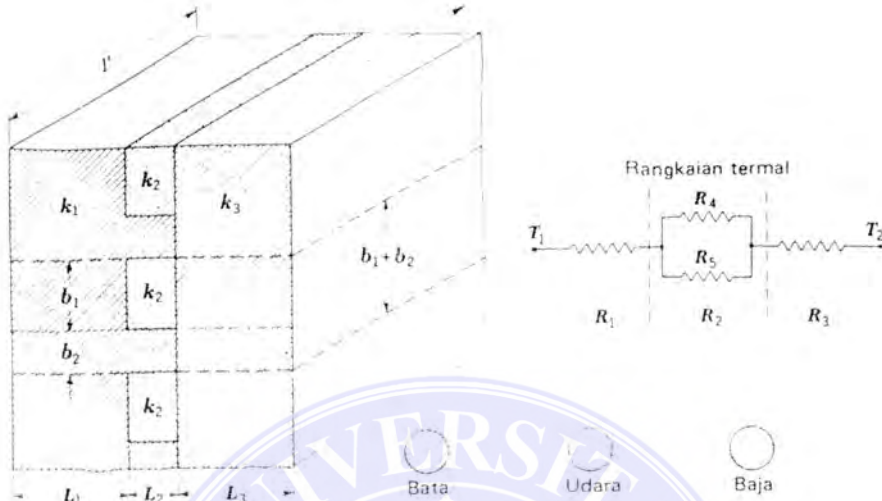
$$T_3 - T_4 = qR_4$$

$$T_4 - T_0 = qR_5$$

Penjumlahan ruas kiri dan luas kanan persamaan – persamaan ini menghasilkan :

$$T_i - T_0 = q(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) \quad (\text{Lit. 1. hal: 36})$$

Pada rangkaian thermal jenis paralel seri mempunyai konduktivitas masing masing lapisan konveksi yang sama baik untuk  $T_o$  maupun  $T_i$ .



Gambar. 2.2. Rangkaian thermal untuk lapisan dinding komposit

Persamaan untuk tahanan thermal rangkaian paralel-seri adalah sebagai berikut :

$$K_2 = \frac{k_2 \cdot b_1}{L_2} + \frac{k_1 \cdot b_2}{L_2} = \frac{1}{R_2}$$

$$U = \frac{1}{(b_1 + b_2) \cdot (R_1 + R_2 + R_3)}$$

$$= \frac{1}{\frac{L_1}{K_1} + \frac{b_1 + b_2}{(k_1 \cdot b_2 / L_2) + (k_2 \cdot b_1 / L_2)} + \frac{L_3}{k_3}}$$

( Lit. 1.hal: 37 )

### 2. 6. 2. Perpindahan panas secara Radiasi

Radiasi thermal ialah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu benda karena suhunya. Radiasi thermal dapat merambat dengan kecepatan sama dengan hasil perkalian panjang gelombang dengan frekuensi radiasi. Apapun jenis radiasi itu, ia selalu merambat dengan kecepatan cahaya,  $3 \cdot 10^{10}$  cm/s. Kecepatan

UNIVERSITAS MEDAN AREA ini sama dengan hasil perkalian panjang-gelombang dengan frekuensi radiasi :

$$C = \lambda \cdot V \quad (\text{Lit. 2. hal: 341})$$

Dimana :

$C$  = Kecepatan cahaya

$\lambda$  = Panjang gelombang

$V$  = Frekuensi

Perambatan radiasi thermal mengandung energi sebesar :

$$E = h \cdot V \quad (\text{Lit. 2. hal: 342})$$

Dimana :  $h$  = konstanta plank ( $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ )

Radiasi adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda – benda itu terpisah didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa di antara benda – benda tersebut.

$$Q = \varepsilon_1 \cdot \sigma \cdot A_1 (T_a^4 - T_b^4) \quad (\text{Lit. 2. hal: 14})$$

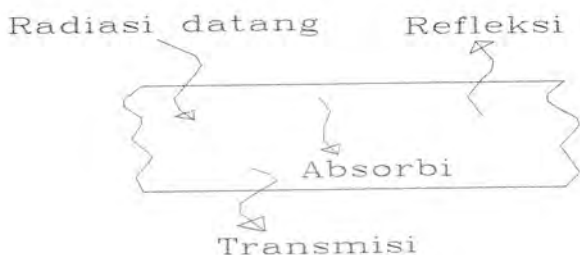
$Q$  = Panas yang diterima akibat radiasi

$\varepsilon$  = Faktor emissivitas

$\tau$  = Konstanta Boltzman ( $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}^4$ )

$T_a$  = Temperatur udara ( K )

$T_b$  = Temperatur benda yang dipanaskan ( K )



### UNIVERSITAS MEDAN AREA

### Gambar 2.3. Proses perpindahan panas radiasi

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

### 2. 6. 3. Perpindahan panas secara Konveksi

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antar permukaan benda padat dan cairan atau gas.

$$q = h.A ( T_w - T_{\infty} ) \quad (\text{Lit. 2. hal: 11})$$

$q$  = Jumlah panas yang diserap secara konveksi ( KJ/jam )

$h$  = Koefisien perpindahan panas konveksi (  $Kj / m^2 . K.h,$  )

$A$  = Luas bidang yang dipanaskan (  $m^2$  )

$T_w$  = Suhu fluida

$T_{\infty}$  = Suhu plat

Perpindahan panas Konveksi pada system perpindahan panas terdapat dua jenis konveksi yaitu lapisan konveksi didalam pipa dan lapisan konveksi diluar pipa.

$D$  = Diameter pipa hidroulik ( m )

$V$  = Viscositas kinematik (  $m^2 / s$  )

$\mu$  = Viscositas absolute (  $N. s / m^2$  )

### Bilangan Nusselt

Dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$Nud = C . Re_d^m . Pr^n \quad (\text{Lit. 2. hal: 253})$$

Dimana :

$Nud$  = Bilangan Nuselt

$Red$  = Bilangan Reynold

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

$Pr = \text{Bilangan Prandtl}$

$C/m/n = \text{Konstanta}$

Harga  $Pr$  didapat dari tabel dan harga  $m$  dan  $C$  tergantung pada bilangan

Reynold sebagai berikut :

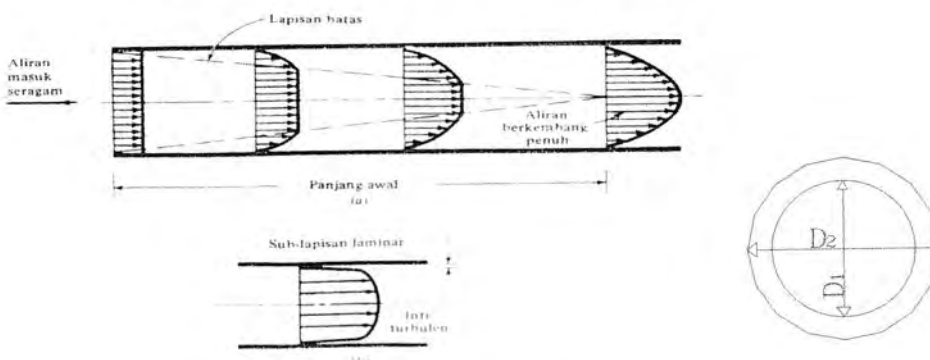
Red	C	m
0,4 - 4	0,989	0,330
4 - 40	0,911	0,385
40 - 4000	0,683	0,466
4000 - 40.000	0,193	0,618
40.000 - 400.000	0,027	0,805

### 2. 6. 3. 1. Lapisan konveksi luar ( External Flow )

Pada lapisan diluar, persamaan – persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bilangan Reynold digunakan sebagai petunjuk jenis aliran fluida dalam pipa atau tabung diperoleh :

- Aliran Laminer,  $Re < 2300$  ( Lit. 2. hal: 195 )
- Aliran Turbulen,  $Re > 4000$



UNIVERSITAS MEDAN AREA

Gambar 2.4. Profil kecepatan (a) aliran laminar, (b) aliran turbulen

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24



Maka :

$$\text{Red} = \frac{\rho.V.D}{\mu} \quad (\text{Lit. 1/2 hal: 417/253})$$

$$= \frac{V.D}{\mu}$$

Dimana :

$\rho$  = Masa jenis ( kg/m<sup>3</sup> )

V = Kecepatan rata – rata ( m/s )

D = Diameter pipa ( m )

$\mu$  = Kekentalan fluida/viskositas ( kg/m.s )

Dengan didapatkan harga bilangan Nusselt maka koefisien konfeksi (  $h_c$  )

akan didapat dengan bantuan persamaan beikut ini :

$$\text{Nu}_d = \frac{h_c.D}{k} \quad (\text{Lit. 1. hal: 439})$$

Atau :

$$h_c = \frac{k}{D}.Nu_d$$

Dimana ;

$h_c$  = Koefisien konveksi ( W/m<sup>2</sup>.K )

K = Konduktivitas bahan (W/m.K )

D = Diameter hidroulik pipa ( m )

### 2. 6. 3. 2. Lapisan konveksi dalam ( internal flow )

Untuk lapisan didalam pipa digunakan persamaaan internal flow seperti

dibawah ini :  
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

### a. Angka Reynolds

Angka Reynolds  $> 4000$  adalah aliran turbulen

Angka Reynolds  $< 2300$  adalah aliran laminar

Angka Reynolds dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Red} = \frac{\rho \cdot V_m \cdot D}{\mu} \quad (\text{Lit.1/2. hal: 417/253})$$

Atau :

$$\text{Red} = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot D \cdot \mu}$$

Dimana :

Red = Bilangan Reynold untuk lapisan dalam

$\rho$  = Massa jenis ( kg/m )

$V_m$  = Kecepatan aliran fluida ( m/s )

D = Diameter atau tabung ( m )

$\mu$  = Viscositas ( N. s/m<sup>2</sup> )

m = Laju aliran massa fluida ( kg/dt )

### b. Bilangan Nusselt

Dengan mendapatkan bilangan Reynolds maka persamaan bilangan Nusselt didapat dari persamaan berikut :

$$\text{Nu}_d = 0,023 \cdot \text{Re}_d^{4/5} \cdot \text{Pr}^n \quad (\text{Lit. 2. hal: 252})$$

Dimana :

$n = 0,4$  untuk pemanasan (  $T_o > T_i$  ) ( Lit. 2. hal: 252 )

$n = 0,3$  untuk pendinginan (  $T_i < T_o$  )

n diatas berlaku dengan salah satu syarat :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24

$$0,7 < Pr < 160$$

$$Re_d > 10000$$

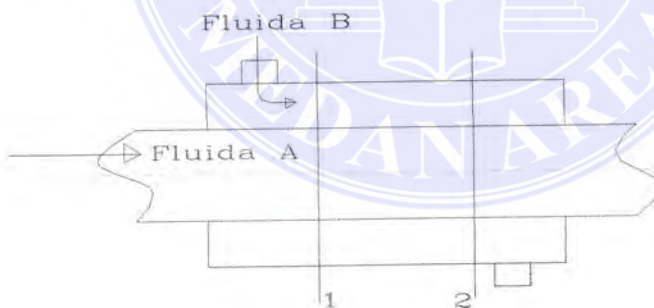
$$\frac{L}{D} > 10$$

Maka dengan didapatnya bilangan Nusselt maka koefisien perpindahan panas konveksi didapat dari persamaan berikut ini :

$$h = Nud \cdot \frac{k}{D}$$

## 2. 7. Koefisien perpindahan panas menyeluruh

Untuk perhitungan koefisien perpindahan panas koefisien yang akan digunakan didalam koefisien perpindahan panas menyeluruh pada pipa oil cooler. Terlebih dulu diuraikan mengenai proses perpindahan panas antara dua jenis fluida yang melalui oil cooler. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar.2.5. Anologi tahanan untuk selinder bolong dengan kondisi batas konveksi.

Pada gambar diatas menerangkan bahwa salah satu fluida mengalir dalam pipa, sedangkan fluida yang satu lagi terjadi diluar pipa dan sirip – sirip yang

menyeluruh didasarkan atas luas dalam atau luas pipa. Untuk koefisien perpindahan panas menyeluruh didasarkan atas luas dalam pipa ( $U_1$ ) dapat diperoleh dari :

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{A_1 \cdot \ln\left(\frac{r_0}{r_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot l} + \left[\frac{A_1}{A_0} \cdot \frac{1}{h_0}\right]} \quad (\text{Lit. 2. hal:34})$$

Dan untuk koefisien perpindahan panas menyeluruh didasarkan atas luas luar pipa ( $U_0$ ) dapat diperoleh dari :

$$U_0 = \frac{1}{\frac{A_0}{A_1} \cdot \frac{1}{h_1} + \frac{A_1 \cdot \ln\left(\frac{r_0}{r_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot l} + \left[\frac{1}{h_0}\right]} \quad (\text{Lit.2. hal: 34})$$

Dimana :

$U_1$  = Koefisien perpindahan panas menyeluruh didalam pipa (W/m.K)

$U_0$  = Koefisien perpindahan panas menyeluruh diluar pipa (W/m<sup>2</sup> .K)

$h_1$  = Koefisien perpindahan panas koevisien didalam pipa (W/m<sup>2</sup> .K)

$h_0$  = Koefisien perpindahan panas koevisien diluar pipa (W/m<sup>2</sup> .K)

$A_1$  = Luas perpindahan panas pada bagian dalam pipa (m<sup>2</sup>)

$A_0$  = Luas perpindahan panas pada bagian luar pipa (m<sup>2</sup>)

$r_1$  = Jari – jari didalam pipa (m)

$k$  = Konduktivitas thermal dari pipa (W/m.K)

$L$  = Panjang pipa (m)

## 2. 8. Penurunan tekanan (pressure Drop)

Penurunan tekanan pada oil cooler biasanya terjadi karena gesekan aliran pada permukaan dalam pipa – pipa pada oil cooler. Untuk perhitungan penurunan tekanan sangatlah penting dalam perencanaan oil cooler, seperti terlihat pada persamaan dibawah ini :

$$\Delta P = \frac{G^2}{2 \cdot g_c} \cdot v \cdot f \cdot \frac{L}{r_h}$$

Dimana :

$\Delta P$  = Penurunan tekanan ( $N/m^2$ )

$G$  = Kecepatan masa fluida yang mengalir ( $kg/dt$ )

$g_c$  = Percepatan gravitasi ( $kgm/N \cdot dt^2$ )

$v$  = Viscositas ( $m^2 / dt$ )

$L$  = Panjang pipa (m)

$r_h$  = Jari – jari dalam pipa (m)

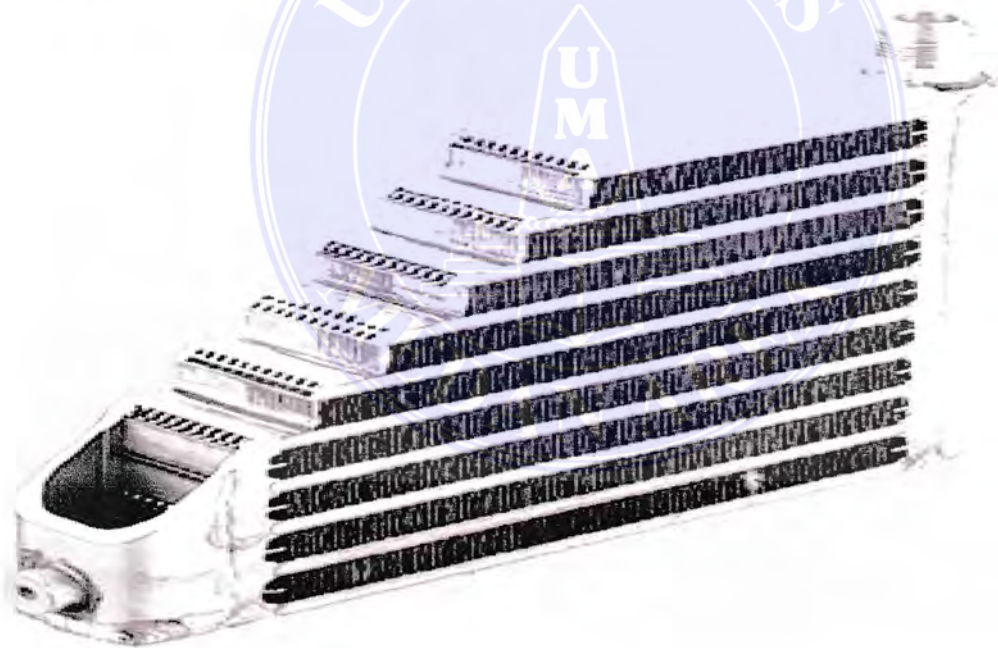
$f$  = Koefisien kerugian

## BAB III

### PEMBAHASAN MATERI

#### 3. 1. Oil cooler

Oil cooler berfungsi untuk mendinginkan oli ( minyak pelumas ) yang menjadi panas setelah beredar atau bekerja dalam mesin saat mesin hidup atau bekerja. Pada umumnya oil cooler berada pada atau dipasang pada bagian samping mesin yang dihubungkan ke blok selinder, tetapi pada mobil Mitsubishi L300 oil cooler tidak berada pada atau tidak terpasang pada samping blok selinder melainkan didepan mesin dan lebih tepatnya didepan radiator dan media pendingin oil cooler adalah udara.



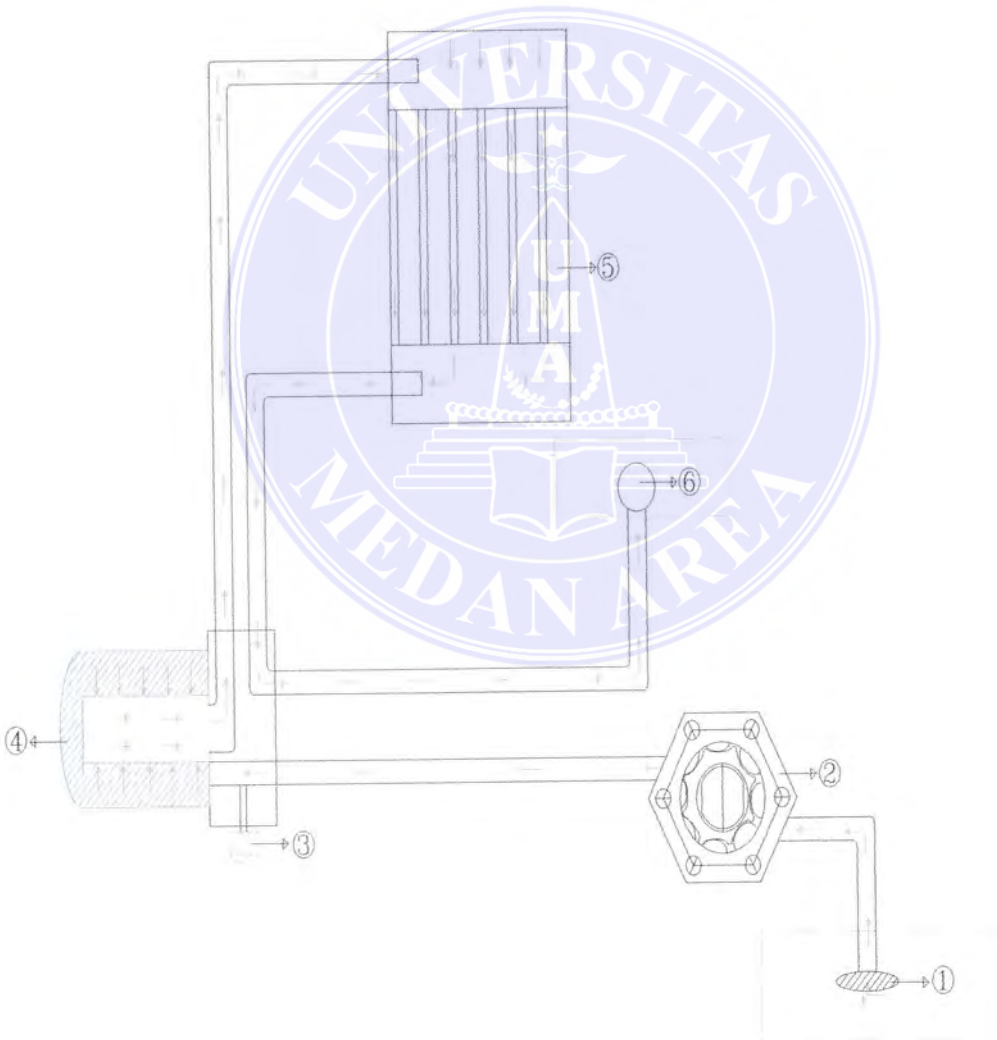
Gambar. 3.1. Oil Cooler

Sirkulasi oli pada mesin mobil Mitsubishi L300 ini adalah : dari bak penampung oli ( karter ) saringan oli pertama, pompa oli dan menuju saringan oli

UNIVERSITAS MEDAN AREA oil cooler masuk lalu masuk ke oil cooler (pendingin oli)

dan menuju ke selang oil cooler keluar lalu menuju ke blok mesin dan bersikulasi di dalam mesin. Dan demikian untuk seterusnya seperti pada awal pertama sirkulasi oli. ( Lihat gambar 3-3 )

Untuk mengetahui oli naik atau bekerja maka dipasang Swict oli yang berhubungan dengan panel kilometer, apabila oli naik maka lampu tanda oli akan mati dalam panel kilometer, dirancang sedemikian rupa untuk mempermudah pengendara.



Gambar. 3.2. Sirkulasi oli

**Keterangan Gambar :**

1. Saringan oli pertama ( saringan isap )
2. Pompa oli
3. Swict oil
4. Saringan oli kedua ( filter oli )
5. Oil Cooler
6. Shell yang menempel ke blok mesin, yang seterusnya oli masuk kedalam mesin untuk beredar dan bersikulasi melumasin komponen – komponen mesin yang bergesek.

**3. 2. Bahan oil cooler**

Ada tiga macam bahan yang sering digunakan dalam pembuatan oil cooler yaitu almunium alloy untuk shell, baja karbon ditambah dengan almunium allay S 40 C pada rangka pengikat dan tembaga untuk tube. Pemilihan bahan ini didasarkan atas :

- a. Konduktivitas thermal : khususnya untuk tembaga dan almunium sangat tinggi bandingkan yang lainnya ( $386 \text{ W/m}^0 \text{ C}$  dan  $204 \text{ W/m}^0 \text{ C}$ ).
- b. Kondisi kerja : oil cooler digunakan pada mobil Mitsubishi L300 Diesel dengan isi slinder 2.477cc yang menghasilkan daya 74 PS dan putaran 4200 rpm, maka oil cooler yang harus dirancang harus mampu mendinginkan oli dengan cepat, penurunan temperatur oli sangat atau mempengaruhi kinerja mesin.
- c. Perawatan : Oil cooler dengan konstruksi yang sangat mudah sehingga dapat

dibongkar pasang, sehingga mempermudah pembersihan pada system oil cooler.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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)24/7/24



- d. Tekanan operasi : Tekanan kerja pada oil cooler berkisar  $3,2 \text{ kg/m}^2$ , maka dengan bahan alumunium pada bagian sheel dan tembaga pada bagian tube sudah cukup tahan untuk menahan tekanan kerja dan menahan getaran mesin rangka pengikat yang terbuat dari bahan baja karbon alumunium alloy S 40 C yang mempunyai kekuatan tarik  $62 \text{ kg/m}^2$  dengan kekerasan 179 – 225.
- e. Korosi : Fluida kerja yang berada pada oil cooler adalah oli jadi sangat mininya terjadinya korosi pada system oil cooler.
- f. Ekonomisasi : Untuk bahan yang digunakan pada oil cooler sudah tepat, karena disamping memiliki konduktifitas yang tinggi juga memiliki ketahanan yang kuat dibandingkan dengan bahan yang lain. Dengan dimensi oil cooler yang kecil tetapi mempunyai kemampuan kerja yang sangat baik dan sangat berguna dengan didukung teknologi fabrikasi yang baik maka distribusi dan pembelian oil cooler masi terjangkau.
- g. Saluran oil cooler : Pada oil cooler mobil Mitsubishi L300 ini adalah system pendinginan tertutup, minyak panas dari mesin akan masuk ke oil cooler dengan bantuan selang masuk, selang keluar dan pompa oli.

### 3. 3. Tipe Oil Cooler

Melihat begitu banyaknya klasifikasi alat penukar kalor (Heat Exchanger) maka Oil Cooler pada mobil Mitsubishi L300 mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

- a. Berdasarkan perpindahan panas, oil cooler merupakan jenis kontak tidak yang langsung dimana fluida panas tidak berhubungan langsung ( indirect contact )

dengan fluida dingin jadi proses perpindahan panasnya itu mempunyai media perantara seperti pipa, pelat atau peralatan jenis lainnya.

- b. Berdasarkan jumlah fluida yang mengalir, oil cooler merupakan alat penukar kalor aliran 1 pass.
- c. Berdasarkan mekanisme perpindahan panas, fluida yang panasnya mengalir ke fluida yang dingin

### 3. 4. Komponen – komponen oil cooler

Oil cooler berfungsi untuk mendinginkan oli ( minyak pelumas ) yang menjadi panas setelah beredar atau bekerja dalam mesin saat mesin hidup atau bekerja. Oil cooler terdiri dari tangki kanan, tangki kiri dan pipa – pipa ( tabung – tabung ) sebagai saluran oli yang dilengkapi dengan sirip –sirip ( fins ), dimana oli mengalir dari tangki kanan menuju tangki kiri.

Bentuk sirip – sirip oil cooler terdiri dari dua macam, yaitu :

#### 1. Tipe sirip rata ( flate fin type )

Terdiri dari tabung tembaga yang berbentuk oval. Tabung- tabungnya berbentuk vertical dan dilas menjadi satu dengan sirip – sirip yang berbentuk rata.

#### 2. Tipe berontak ( corrugated fin type )

Mempunyai sirip – sirip yang berbentuk gelombang ( ombak ) dan mempunyai keuntungan – keuntungan antara lain permukaan lebih luas, lebih ringan dan lebih mudah dibuat bila dibandingkan dengan bentuk tipe sirip rata.

#### 3. 4. 1. Selang masuk dan selang keluar

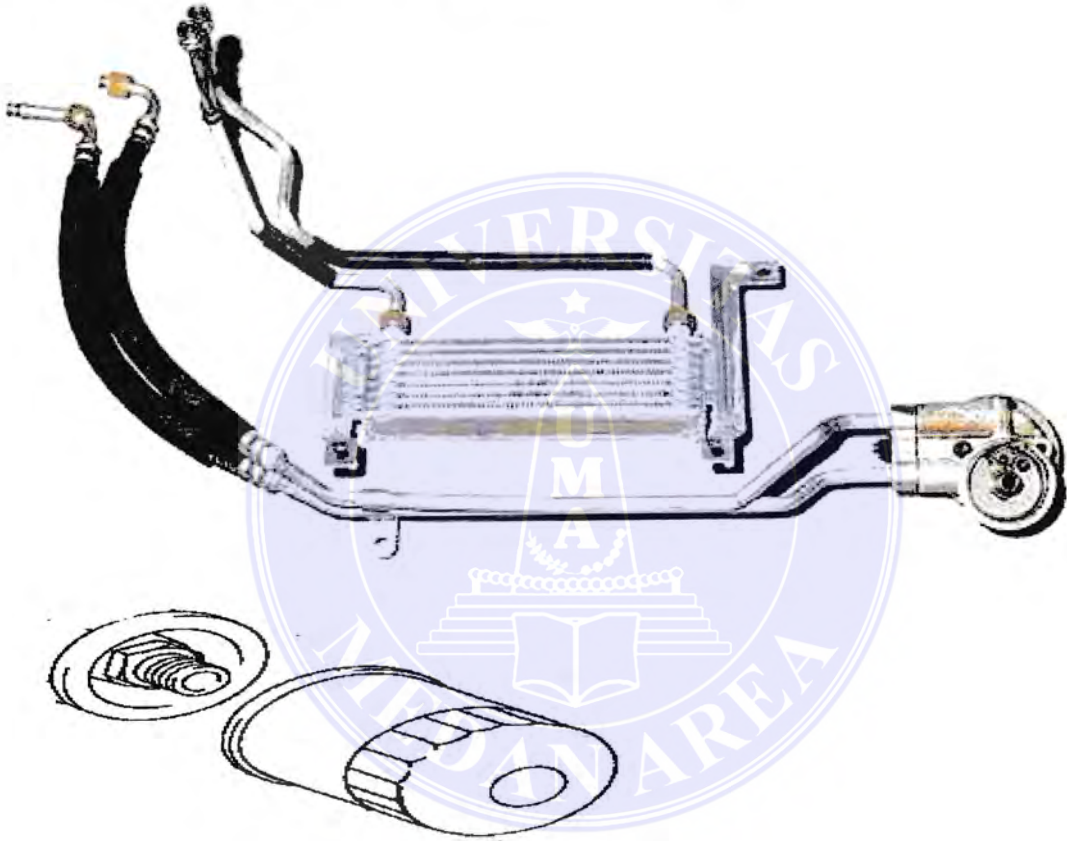
Selang masuk berfungsi untuk mengalirkan oli ke oil cooler yang

sebelumnya oli telah disaring di filter oli sedangkan selang keluar berfungsi untuk

mengalir oli yang telah didinginkan di oil cooler untuk masuk kedalam blok selinder dan bersikulasi didalam mesin.

### 3. 4. 2. Filter oli

Filter oli berfungsi untuk menyaring oli dari bak oli ( karter ) agar tidak terjadinya kotoran – kotoran masuk kedalam oil cooler dan mesin.



Gambar.3.3. Selang masuk, selang keluar, rumah filter, filter oli dan oil cooler

### 3. 4. 3. Pompa oli

Sebuah pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan antara lain memindahkan zat cair. Zat cair hanya mengalir bila terdapat perbedaan tekanan tertentu. Jadi pompa itulah yang harus membangkitkan perbedaan tekanan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

tersebut.  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

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

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

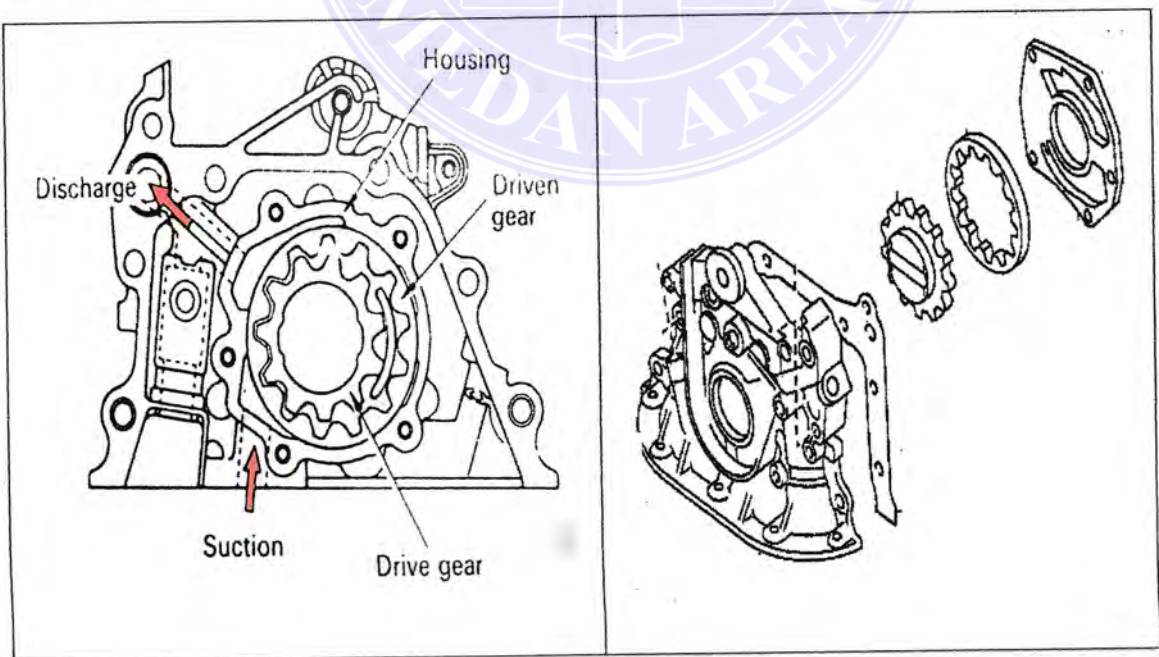
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

Sesuai prinsip kerjanya, pompa dibedakan dalam kelompok utama sebagai berikut :

1. Pompa desak
2. Pompa sentrifugal ( pusingan )
3. Pompa sekrup ( ulir )
4. Pompa aliran pusar
5. Dan lain – lain.

Pompa oli berfungsi untuk mensirkulasikan atau menyalurkan oli dari bak oli ( karter ) menuju filter oli, selang oil cooler masuk, oil cooler, selang oil cooler keluar dan ke blok selinder. Pada pompa oli ini mempunyai bagian utama yaitu rotor yang berputar dirumah rotor. Oli dihisap dan oli tersebut masuk keruang antara poros dan rumah rotor, kemudian didorong kesisi tekanan dengan gerak putar sehingga tekanan putar dengan tekanan gerak statisnya naik dan oli terdorong kesaluran buang atau keluar.



### 3. 5. Panas yang diserap oleh Oil Cooler

Panas yang diserap oleh Oil Cooler pada oli yang setelah bersirkulasi pada mesin haruslah cepat dibuang ke udara secepat mungkin, dimana Oil Cooler terletak didepan mesin tepatnya didepan radiator. Sirkulasi Oil Cooler dapat diefektifkan dengan menggunakan pompa oli yang disusun dan dipasang sedemikian rupa sehingga kerja mesin dapat optimal.

Jumlah panas yang diserap oleh Oil Cooler mengalami peningkatan seiring dengan kecepatan dan beban mesin, panas haruslah dipindahkan ke logam inti ke udara, dan dalam kasus laju transfer ini akan di reduksi oleh tabung – tabung, pipa – pipa dan kisi – kisi pada oil cooler.

Oli secara keseluruhan bekerja untuk melumasi komponen – komponen yang berada dalam mesin yang mengalami gesekan seperti : Piston, poros engkol, poros nok, batang torak, ruang bakar, katup dan bagian mesin lainnya yang mengalami gesekan. Maka dari itu oli haruslah diperhatikan kadar oli dan kekentalan oli agar oli dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.

Beberapa faktor yang menentukan tingkat pendinginan adalah sebagai berikut :

1. Perbedaan temperature antara udara dan oli
2. Perbandingan aliran udara
3. Luas permukaan kisi – kisi ( sirip – sirip ) oil cooler
4. Perbandingan oli

## BAB VII

### KESIMPULAN

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa penggunaan alat penukar kalor oil cooler ini ditujukan untuk keperluan pendinginan oli ( minyak pelumas ) pada mesin motor bakar diesel L 300 yang telah panas setelah beredar melumasi bagian – bagian komponen mesin didalam mesin. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, diambil kesimpulan sebagai berikut :

#### 7. 1. Data hasil perencanaan perpindahan panas oil cooler

- Daya = 74 PS
- Pemakaian bahan bakar spesifik ( Be ) = 0,144 kg/PS. Hr
- Nilai pembakaran rendah ( LHV ) = 42400 kJ/kg
- Efisiensi yang diserap oleh oli (  $\eta_w$  ) = 0,70
- Temperatur oli masuk oil cooler (  $T_{mi}$  ) = 80<sup>0</sup>C
- Temperatur oli keluar dari oil cooler (  $T_{mo}$  ) = 41,30<sup>0</sup>C
- Laju aliran massa (  $m_m$  ) = 0,61 kg/s
- Kecepatan rata – rata (  $V_{r_m}$  ) = 1,28 . 10<sup>-2</sup> m/s
- Debit fluida (  $Q_m$  ) = 0,725 l/s
- Laju perpindahan panas (  $W_m$  ) = 83011,67 W
- Jumlah kalor yang bergabung (  $q_{tot}$  ) = 389,4 W
- Jumlah pipa (  $N_1$  ) = 24 pipa
- Efektifitas (  $\epsilon$  ) = 0,781

## 7. 2. Ukuran – ukuran utama :

### 7. 2. 1. Pipa

- Ukuran luar pipa 7 x 5 mm
- Luas penampang pipa (  $A_o$  ) = 35 mm<sup>2</sup>
- Luas total permukaan pipa (  $A_{o_{tot}}$  ) = 6825 mm<sup>2</sup>
- Tebal pipa = 1 mm
- Ukuran dalam pipa 7 x 3 mm
- Luas penampang dalam pipa (  $A_i$  ) = 21 mm<sup>2</sup>
- Luas total permukaan dalam (  $A_{i_{tot}}$  ) = 5663 mm<sup>2</sup>
- Panjang pipa (  $L$  ) = 0,28 m

### 7. 2. 2. Sirip

- Tebal = 1 mm
- Lebar = 280 mm
- Panjang = 20 mm
- Jumlah sirip = 84 buah
- Panjang yang dikoreksi (  $L_c$  ) = 28,05 cm
- Luas konvesi sirip (  $A_3$  ) = 98470 mm<sup>2</sup>

### Daftar Pustaka

1. Frank Kreith , Arko Prijono 1994 “ Prinsip – Prinsip Perpindahan Panas “ edisi ketiga, Penerbit Erlangga Jakarta.
2. J.P. Holman 1994 “ Perpindahan Kalor “, edisi keenam Penerbit Erlangga Jakarta.
3. Tunggul M. Sitompul, “ Alat Penukar Kalor “, edisi pertama 1993 Penerbit PT. Raja Grafindo Persada.
4. Wiranto Arismunandar “ Penggerak Mula Motor Bakar Torak “, Penerbit ITB Bandung 1988
5. L.A De Brujin dan L. Muilwijk “ Motor Bakar “ edisi kedua 1985, Penerbit PT. Bhratara Karya Aksara Jakarta
6. Andrew Parr “ Hiroulika dan Pneumatika “ edisi kedua Penerbit Erlangga Jakarta.
7. Ranald V.Giles, Herman Widodo Soemitro “ Mekanika Fluida dan Hidroulika “ edisi kedua 1990 Penerbit Erlangga Jakarta.
8. Sularso, Msme, Haruo Tahara “ Pompa dan Kompresor “ edisi kedua 1985 Penerbit PT. Pradnya Paramita Jakarta.