

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pendinginan Mesin

Motor bakar dalam operasionalnya menghasilkan panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar dalam silinder. Panas yang dihasilkan tidak di buang akibatnya komponen mesin yang berhubungan dengan panas pembakaran akan mengalami kenaikan temperatur yang berlebihan dan merubah sifat-sifat serta bentuk dari komponen mesin tersebut. Sistem pendinginan diperlukan untuk mencegah terjadinya perubahan tersebut. Sistem pendinginan yang bisa digunakan pada motor bakar ada dua macam, yaitu :

1. Sistem pendinginan udara (*Air Cooling System*)
2. Sistem pendinginan air (*Water Cooling System*)

(Maleev, 1982 : 374)

1) Sistem pendinginan Udara (*Air Cooling System*)

Sistem pendinginan jenis udara, panas yang dihasilkan dari pembakaran gas dalam ruang bakar silinder sebagian dirambatkan keluar dari silinder dan ruang bakar. Panas yang dihasilkan ini selanjutnya diserap oleh udara luar yang memiliki temperatur yang jauh lebih rendah dari temperatur pada sirip pendingin, pada bagian mesin yang memiliki temperatur tinggi memiliki sirip pendingin yang lebih panjang daripada sirip pendingin yang terdapat disekitar silinder yang temperaturnya rendah.

Udara yang berfungsi menyerap panas dari sirip-sirip pendingin harus berbentuk aliran atau dengan kata lain harus mengalir, hal ini dimaksudkan agar

temperatur udara sekitar sirip lebih rendah sehingga penyerapan panas tetap berlangsung secara baik. Untuk menciptakan keadaan itu maka aliran udara harus dibuat dengan jalan menciptakan gerakan relatif antara sirip pendingin atau udaranya. Ada dua kemungkinan, apabila sirip pendingin yang digerakkan berarti mesinnya bergerak seperti mesin-mesin yang dipakai pada sepeda motor secara umum.

Untuk mesin-mesin yang secara konstruksi diam / stasioner dan mesin-mesin yang penempatannya sedemikian rupa sehingga sukar untuk mendapatkan aliran udara, udara yang dibutuhkan diciptakan dengan cara dihembuskan oleh blower dihubungkan langsung dengan poros engkol hasil putaran akibat langkah kerja siklus motor bakar. Penghembusan udara oleh blower hasil putaran poros engkol juga akan menciptakan aliran udara yang sebanding dengan kecepatan mesin sehingga pendinginan sempurna dapat terjadi pada mesin tersebut. (*Maleev, 1982 : 393*)

2) Sistem pendinginan Air (*Water Cooleng System*)

Sistem pendinginan air panas yang berasal dari permukaan gas dalam ruang bakar dan silinder sebagian diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi melalui dinding silinder dan ruang bakar, ini dapat terjadi karena adanya mantel air pendingin (*water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin pada mantel-mantel air selanjutnya akan menaikkan temperatur air pendingin tersebut. Air pendingin pada *water jacket* cenderung akan mendidih dan menguap. Hal tersebut sangat merugikan, oleh karena itu untuk menghindarinya air tersebut disirkulasikan. Air yang memiliki temperatur yang masih dingin dialirkan mengganti air yang memiliki temperatur lebih panas. (*Maleev, 1982 : 381*)

Sirkulasi Pendingin Air

Sirkulasi pendingin air secara garis besar ada 2 macam, yaitu :

1. Sirkulasi Alam (*Natural Circulation*)

Sirkulasi pendingin jenis ini terjadi dengan diakibatkan oleh perbedaan berat jenis air panas dengan yang masih dingin, air yang telah panas berat jenisnya lebih rendah daripada air yang masih dingin. Pada saat air dalam tangki dipanaskan, maka air yang telah panas akan menempati bagian atas dari tangki dan mendesak air yang berada di atasnya segera mengalir ke pipa, air yang mengalir memasuki bagian bawah dari tangki dimana setelah dipanaskan air akan mengalir ke atas. (Maleev, 1982 : 387)

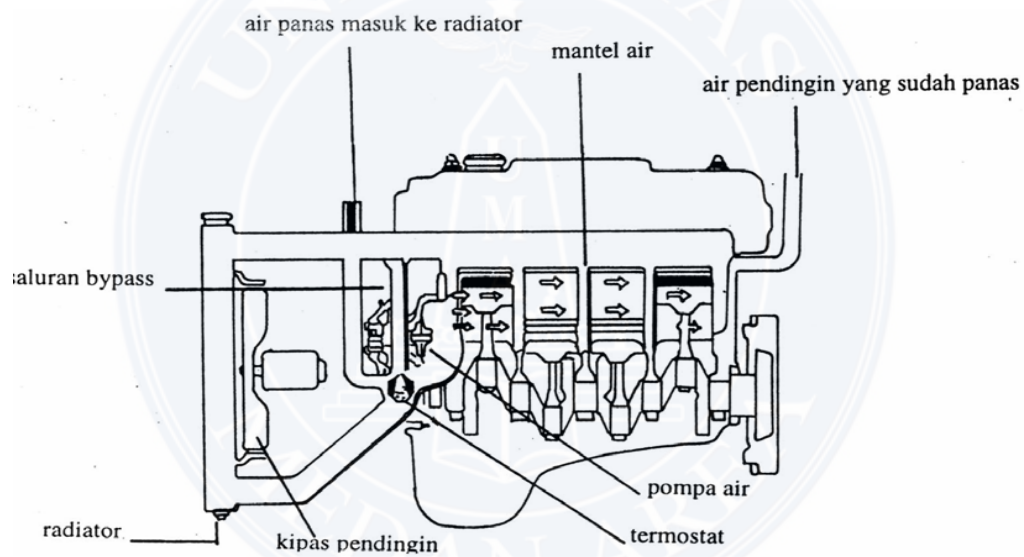
Air yang berada didalam tangki pada mesin disamakan dengan air yang berada pada mantel-mantel air. Panas diambil dari panas hasil pembakaran, sedangkan radiator dipakai untuk mengubah air yang panas menjadi dingin. Air panas yang berada didalam mantel-mantel air dipanaskan oleh panas pembakaran di dalam ruang bakar dan silinder sehingga air tadi akan menyerap panas dan temperaturnya akan naik mengakibatkan turunnya berat jenis. Air panas akan didesak ke atas oleh air yang masih dingin dari radiator sehingga akan mengalir ke bagian atas radiator yang selanjutnya akan turun panasnya karena telah dibuang sebagian pada radiator. Pada saat yang bersamaan dengan turunnya air pada radiator terjadi pembuangan panas yang besar sehingga mempercepat turunnya air pada radiator.

2. Sirkulasi dengan tekanan

Sirkulasi jenis ini hampir sama dengan sirkulasi jenis alami hanya di tambahkan pompa air untuk mempercepat terjadinya sirkulasi air pendingin.

Pompa air ini ada yang di tempatkan pada saluran antara radiator mesin di mana air yang mengalir ke mesin di tekan oleh pompa, ada juga yang di tempatkan pada saluran antara mesin dengan radiator.

Sirkulasi jenis ini karena dapat berlangsung dengan sempurna dan air yang berada di dalam mantel-mantel air tetap dalam keadaan penuh tanpa ada gelembung udara. Sirkulasi jenis ini kecenderungan air untuk mendidih sangatlah kecil sekali karena tekanannya melebihi tekanan atmosfer yang berarti titik didihnya akan berada jauh di atas 1000. (Maleev,1982:388)



Gambar 1. Skema sistem pendinginan air

2.2 Komponen-komponen sistem pendinginan air

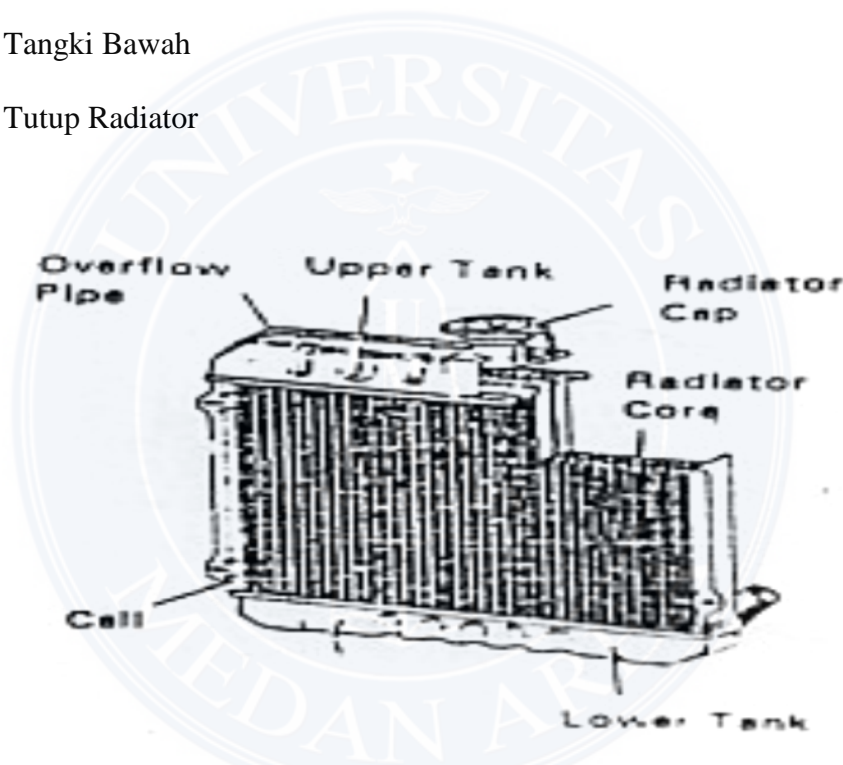
Sistem pendinginan air memiliki bagian-bagian yang bekerja secara integrasi satu dengan yang lainnya, komponen-komponen tersebut akan bekerja untuk mendukung kerja sistem pendinginan air, antara lain:

1. Radiator

Adalah alat yang berfungsi sebagai alat mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang air panas tersebut melalui sirip-sirip pendinginnya. (suprpto, 1999 : 25)

Konstruksi radiator terdiri dari:

1. Tangki atas
2. Inti radiator (*Radiator Core*)
3. Tangki Bawah
4. Tutup Radiator

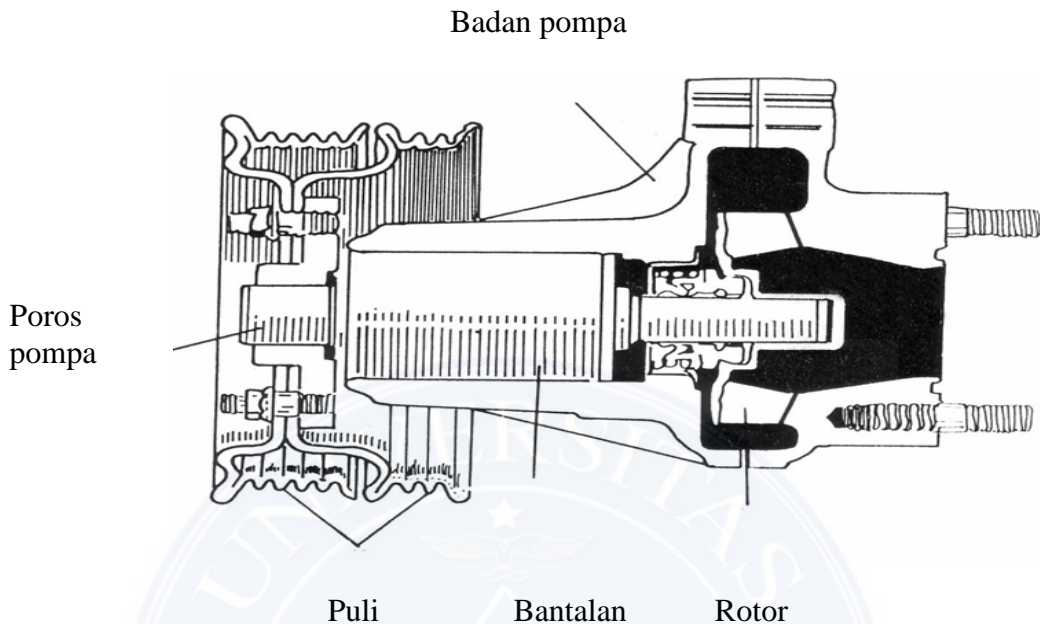


Gambar 2. Konstruksi radiator

2. Pompa air

Alat ini berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan yang terdapat pada pompa. Jenis pompa air yang digunakan ialah pompa air sentrifugal.

Pompa ini dapat berputar karena gerakan oleh mesin melalui sebuah tali kipas (*V-Belt*). (*Suprpto, 1999 : 27*)



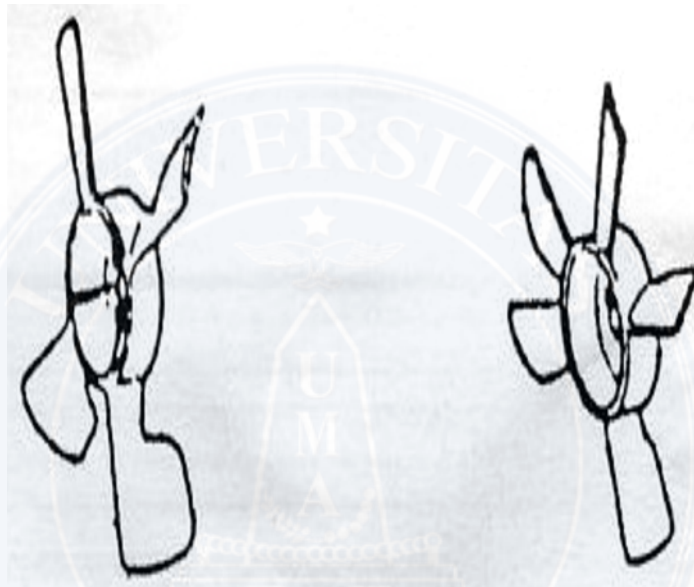
Gambar 3. Penampang konstruksi pompa air

3. Kipas (*fan*)

Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada radiator dapat dirambatkan dengan mudah ke udara. Aliran udara pada mesin-mesin kendaraan selalu paralel dengan gerakan kendaraan, tetapi arahnya berlawanan. Pemasangan kipas biasanya dibagian depan dari poros pompa air sehingga gaya putaran dari kipas sama dengan putaran pompa air yang selanjutnya menyebabkan aliran udara sesuai dengan putaran mesin. Untuk menyesuaikan antara kecepatan putar dari mesin dengan kecepatan pengaliran udara yang dapat menyerap panas dari radiator, maka besar dan jumlah daun kipas dibuat sesuai dengan kebutuhan mesin. (*Rending, 1981 : 828*).

Kipas pada konstruksi yang lain adakalanya digerakkan menggunakan motor listrik, hal ini untuk mencegah terjadinya *over cooling*. Kerja dari motor listrik ini

tergantung dari temperatur air pendingin yang mengatur aliran arus listrik dari baterai ke motor. Cara kerja dari sistem ini ialah apabila temperatur air pendingin naik mencapai 93°C maka arus mengalir yang mengakibatkan kipas akan berputar, dalam proses kerjanya sistem ini dilengkapi dengan *relay* dan *water temperatur switch* sebagai kontrol pengendalinya (Suprpto, 1999 : 30)

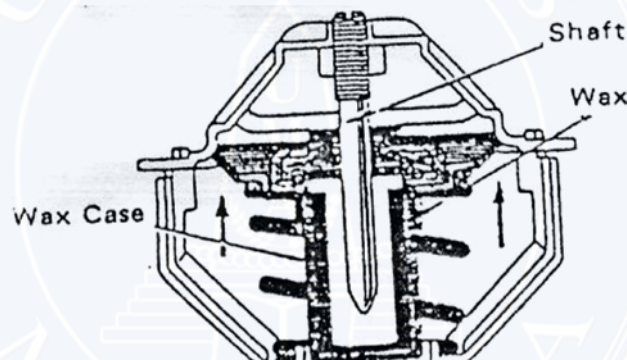


Gambar 4. Bentuk daun kipas (fan)

4. Katup thermostat

Secara ideal air pendingin bersirkulasi apabila suhu ideal mesin telah dicapai, dengan kata lain apabila air pendingin dibuat bersirkulasi pada suhu masih rendah maka suhu air pendingin sukar mencapai idealnya. Sistem pendingin dilengkapi dengan katup thermostat yang berfungsi sebagai penahan air pendingin pada suhu rendah dan membuka saluran air pendingin dari mesin ke radiator dan ke mesin pada saat mesin telah mencapai suhu idealnya.

Pemasangan katup ini biasanya pada saluran air keluar dari mesin ke radiator yang dimaksudkan agar lebih mudah untuk melakukan proses kerjanya. Cara kerja dari katup thermostat inilah pada saat air pendingin suhunya masih rendah katup akan tetap pada posisi tertutup jika temperatur air pendingin mulai naik sekitar 800 sampai 900 lilin di dalam katup thermostat akan memuai dan menekan karet, keadaan ini akan mengubah bentuk dan menekan poros katup sehingga akan membuat posisi katup menjadi terbuka. Untuk mengatasi tekanan air yang berlebihan pada saat katup thermostat masih tertutup, maka dibuatkan saluran pintas (*by pass passage*) kesaluran pompa air. (Remling,1981 : 824)



Gambar 5. Penampang katup thermostat

5. Mantel pendingin (*Water jacket*)

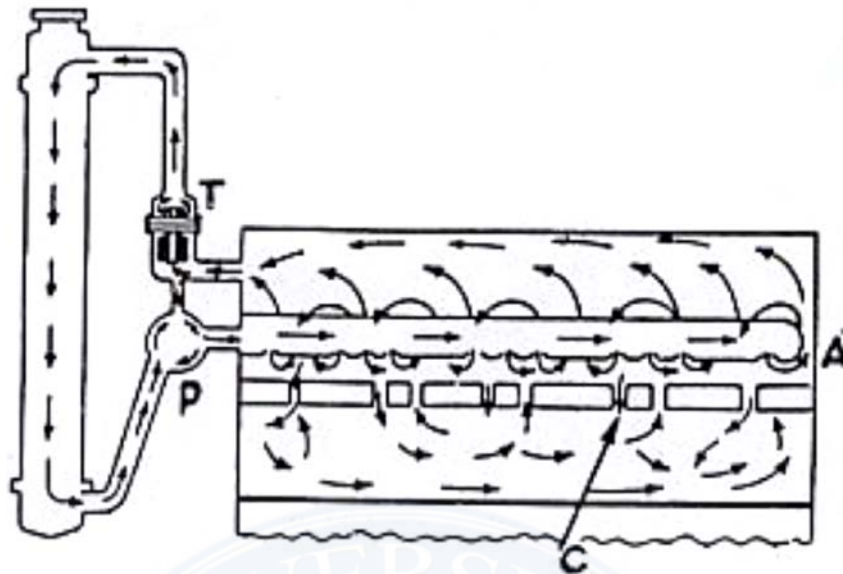
Mantel pendingin dapat digambarkan secara sederhana sebagai sebuah ruangan yang berada di sekeliling silinder mesin dan kepala silinder mesin. Keberadaan bagian ini berfungsi untuk mendinginkan silinder dan kepala silinder mesin. Proses pertukaran panas berlangsung pada bagian ini, dimana panas yang berada pada silinder dan kepala silinder mesin akan diserap air yang bersirkulasi

melewati bagian mantel air ini. Mantel pendingin ini secara konstruksi berhubungan dengan tangki radiator. (Maleev, 1982 : 386).

6. Cairan pendingin

Fluida atau cairan pendingin yang biasa dipakai ialah air. Fluida ini dalam proses pendinginan akan bergerak atau disirkulasikan untuk mengambil panas yang berasal dari pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin yang kemudian akan didinginkan pada radiator. Namun sebagai media penyerap panas, air ini mempunyai beberapa efek yang merugikan, antara lain :

1. Air nantinya akan menimbulkan endapan kotoran pada saluran pendingin dan *water Jacket*, kerusakan itu dapat berbentuk korosi / kaat yang dalam jangka waktu yang Relatif lama akan menimbulkan kerusakan.
2. Air mempunyai sifat akan membeku pada temperatur yang rendah, keadaan ini tentunya akan menyebabkan sirkulasi mengalami gangguan atau masalah.
3. Air juga berpotensi mengandung kapur yang dapat menyebabkan endapan dalam pipa-pipa radiator. Keadaan ini tentunya akan mengakibatkan penyumbatan pipa-pipa tersebut.



Gambar 6. Sirkulasi air pendingin

2.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas ialah proses berpindahnya energi dari suatu tempat ke tempat yang lain dikarenakan adanya perbedaan suhu ditempat-tempat tersebut.

Perpindahan panas terdapat tiga jenis, yaitu :

1. Konduksi

Merupakan perpindahan panas dari tempat yang bertemperatur tinggi ketempat yang Bertemperatur rendah didalam medium yang bersinggungan langsung.

2. Konveksi

Merupakan proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan proses mencampur. Proses ini terjadi pada permukaan padat, cair dan gas.

3. Radiasi

Merupakan proses perpindahan panas dari tempat yang bersuhu tinggi ketempat yang bersuhu yang rendah bila kedua tempat itu terpisah dalam ruangan bahkan ruang hampa sekalipun. (Kreit, 1991 : 4).

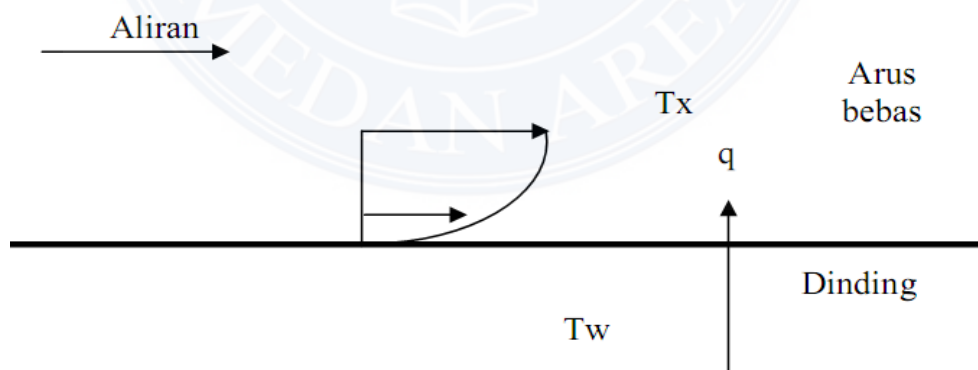
1) Perpindahan panas konduksi

Jika pada suatu benda terdapat gardien suhu, maka akan terjadi perpindahan panas serta energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah ,sehingga dapat dikatakan bahwa energi akan berpindah secara konduksi, laju perpindahan kalornya dinyatakan sebagai ;

$$Q = -k.A. \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots 1)$$

- Dimana :
- q = laju perindahn kalor
 - $\frac{\partial T}{\partial x}$ = gradien suhu perpindahan kalor
 - k = konduktifitas thermal bahan
 - A = luas bidang perpindahan kalor

2) Perpindahan panas konveksi



Gambar 7. Perpindahan kalor konveksi dari suatu plat

Pada gambar 7, Tw adalah suhu suatu plat Tx adalah suhu fluida. Apabila kecepatan diatas plat adalah nol, maka kalor hanya dapat berpindah secara

konduksi, maka kalor berpindah secara konveksi, dimana gradien suhu bergantung dari laju fluida pembawa kalor.

Laju perpindahan kalor dipengaruhi oleh luas permukaan perpindahan kalor (A) dan beda menyeluruh antara permukaan bidang dengan fluida yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$q = h \cdot A (T_w - T_x) \dots\dots\dots 2)$$

Dimana : h = koefisien perpindahan panas konveksi

A = Luas penampang

T_w = Suhu plat

T_x = suhu fluida

Perpindahan panas konveksi tergantung pada viskositas fluida, disamping ketergantungan terhadap sifat-sifat thermal fluida, seperti : konduktivitas mempengaruhi profil kecepatan dan oleh sebab itu mempengaruhi laju perpindahan energi di daerah dinding, yaitu :

a) Perpindahan panas konveksi alam (*natural convection*)

Fenomena ini terjadi karena fluida yang karena pemanasan, berubah densitasnya sehingga fluida bergerak.

b) Perpindahan panas konveksi paksa (*forced convection*)

Fenomena ini terjadi apabila sistem dimana fluida didorong oleh permukaan perpindahan kalor, atau melaluinya bergerak adanya faktor pemaksa.

3) Perpindahan Panas Radiasi

Merupakan perpindahan panas dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda tersebut terpisah dalam satu ruangan bahkan bila

terdapat ruang hampa diantara benda-benda tersebut. Untuk radiasi antar dua benda, dapat dirumuskan :

$$q = F_e \cdot F_g \cdot A \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots 3)$$

- Dimana
- Fe = Fungsi emisitas
 - Fg = Fungsi geometri
 - A = Luas permukaan bidang
 - σ = Konstanta Stefan Boltzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

(Holman, 1999 : 13)

2.4 Konveksi paksa di dalam pipa

Pemanasan serta pendinginan fluida yang mengalir di dalam perakayaan. Bila koefisien perpindahan panas untuk geometri tertentu seta kondisi aliran yang telah ditetapkan diketahui, maka perpindahan panas pada benda suhu dapat dihitung dengan persamaan :

$$q = h_c A (T_{permukaan} - T_{fluida}) \dots \dots \dots 4$$

(Kreit, 1991 : 415)

Suhu curahan fluida sebagai acuan memungkinkan kita menuliskan keseimbangan secara mudah, karena dalam keadaan steady. Perbedaan antara suhu curahan rata-rata pada dua penampang suatu saluran merupakan tolak ukur laju perpindahan panas :

$$q = m c_p \Delta t_b \dots \dots \dots 4. 1$$

q = laju perpindahan panas ke fluida (Btu / h)

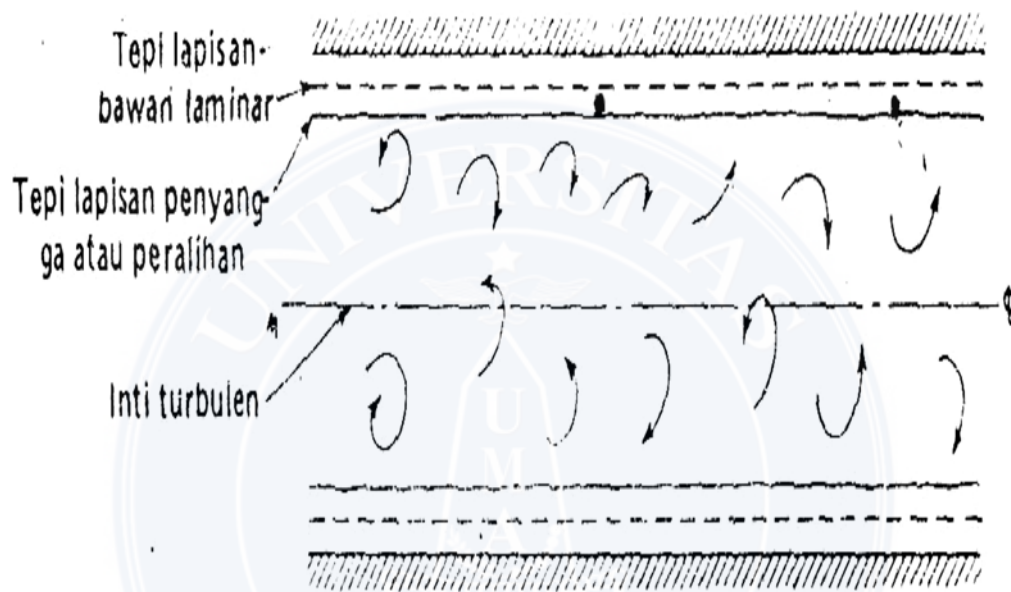
m = laju aliran (lbm / h)

c_p = panas jenis pada tekanan konstan (Btu / lbm F)

Δt_b = beda suhu curahan antara penampang-penampang yang bersangkutan

(Kreith, 1991 : 417).

Penjelasan kualitatif mengenai perilaku fluida dapat diberikan dengan mengamati medan aliran fluida yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 8. Pola aliran fluidan yang mengalir melalui sebuah pipa

Pada saluran aliran fluida sepenuhnya turbulen kecuali dalam suatu lapisan yang tipis yang berbatasan dengan dinding. Tanda panah berbentuk lingkaran adalah aliran turbulen yang menyapu tepi lapisan laminar. Pusaran itu mencampur fluida yang lebih panas dan yang lebih dingin lebih efektif, sehingga panas berpindah secara cepat antara tepi lapisan batas laminar dan fluida yang turbulen. Tahanan thermal lapisan laminar mengendalikan laju perpindahan panas, sebaliknya medan aliran turbulensi memberikan tahanan yang kecil terhadap aliran panas.

Cara yang efektif yang dapat ditempuh ialah dengan menaikkan koefisien perpindahan panas dan mengurangi tahanan thermal lapisan atas laminar. Hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan turbulensi di dalam aliran utama sehingga pusaran turbulen dapat menembus jauh ke dalam lapisan laminar.

Kenaikan turbulensi di satu sisi juga mengakibatkan kerugian energi yang besar dalam peningkatan tekanan gesek fluida dalam aluran, sehingga dibutuhkan kecepatan aliran fluida relatif tinggi yang akan menghasilkan koefisien perpindahan panas yang tinggi pula.

2.5 Penukar panas

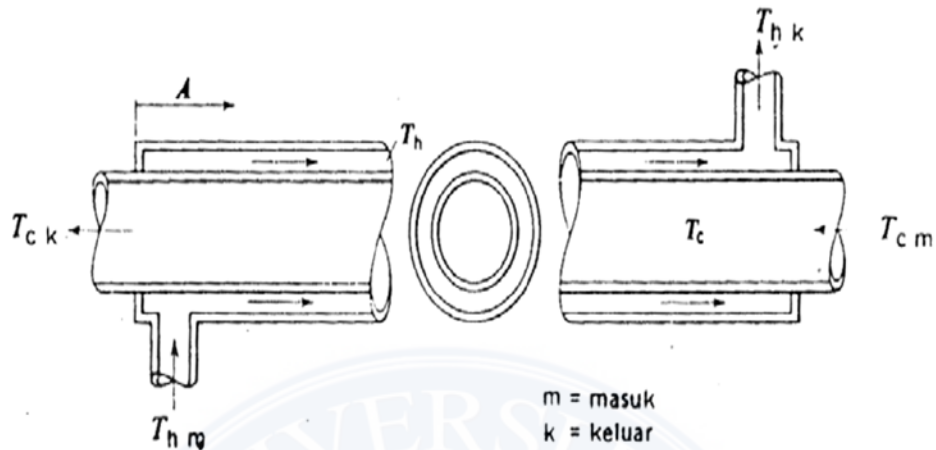
Penukar ialah suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari suatu fluida ke fluida yang lainnya. Jenis dari penukar panas secara umum ialah :

1. Penukar panas yang menggunakan pencampuran fluida secara langsung
 - a. Pemanas air pengisi ketel terbuka (*open feed – water heater*)
 - b. Pemanas lanjut (*de- super heater*)
 - c. Kondensor jet (*Jet condenser*)
2. Penukar panas dimana suatu fluida terpisah dengan fluida yang lainnya melalui suatu dinding atau sekt atau biasa disebut dengan *recuperator*
 - a. Kondensor (*condenser*)
 - b. Alat penguapan (*Evaporator*)

Penukar panas jenis ini juga termasuk didalamnya terdapat suatu medan luas penukar panas cangkang dan pipa (*shell and tube*) biasa.

Tipe penukar panas yang paling sederhana ialah terdiri dari sebuah pipa konsentrik di dalam pipa lainnya yang merupakan cangkang untuk susunan ini,

salah satu fluida mengalir melalui pipa didalamnya sedangkan fluida yang lainnya mengalir melalui cincin yang berbentuk diantara pipa dalam dan pipa luar.



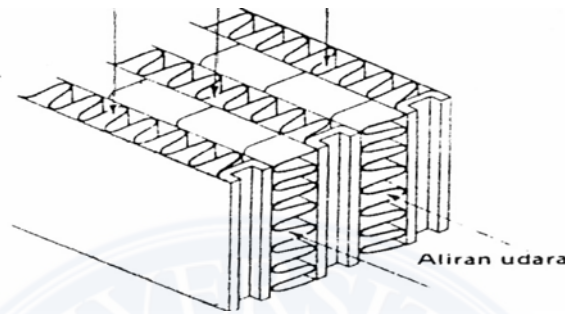
Gambar 9. Penukar panas *counter flow* pipa dalam pipa yang sederhana
(Kreith,1991: 594)

Kedua aliran fluida ketika melintasi penukar panas hanya sekali sehingga disebut susunan penukar panas satu lintas (*single pass*). Penukar panas jenis ini mempunyai berbagai variasi aliran yaitu :

1. Penukar panas aliran searah (*parallel flow*)
2. Penukar panas aliran berlawanan (*counter flow*)
3. Penukar panas aliran lintang/ saling tegak lurus (*cross flow*)

Untuk penukar panas jenis *cross flow* terdapat jenis penukar panas dimana fluida yang bekerja didalamnya tidak bercampur (*unmixed*) sewaktu melintasi penukar panas tersebut yang mengakibatkan suhu fluida yang meninggalkan penampang pemanas tidak seragam, pada satu sisi lebih panas dari sisi yang lainnya.

Pemanas bertipe pelat datar merupakan jenis penukar panas yang telah diuraikan di atas. Tipe penukar panas ini banyak digunakan pada mekanisme *heat changer* radiator kendaraan.



Gambar 10. Penukar panas tipe pelat datar jenis aliran lintang
 Dengan kedua fluida yang tak bercampur (*unmixed*)

2.6 Metode perhitungan

Metode perhitungan pada penelitian ini mengakibatkan rumus metode efektifitas pendinginan. Metode efektifitas mempunyai beberapa keuntungan untuk menganalisa perbandingan berbagai jenis penukar kalor dalam memilih jenis yang terbaik untuk melaksanakan perpindahan kalor tertentu.

Efektifitas penukar kalor (*Heat Exchange Effectiveness*) didefinisikan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\text{Perpindahan kalor nyata}}{\text{Perpindahan kalor maksimum yang mungkin}}$$

Perpindahan kalor yang sebenarnya (*actual*) dapat dihitung dari energi yang melepaskan oleh fluida panas / energi yang diterima oleh fluida dingin untuk penukar kalor aliran lawan arah

$$q = m_h c_h (T_{h1} - T_{h2}) = m_c C_c (T_{c1} - T_{c2}) \dots \dots \dots 5)$$

- Dimana :
- q = perpindahan panas
 - m = laju aliran massa
 - C_h = kalor spesifik fluida dingin
 - C_c = kalor spesifik fluida dingin
 - T_{h1} = suhu masuk fluida panas
 - T_{h2} = suhu keluar fluida panas
 - T_{c1} = suhu masuk fluida dingin
 - T_{c2} = suhu keluar fluida dingin

Untuk menentukan perpindahan kalor maksimum bagi penukar kalor itu dipahami bahwa nilai maksimum akan didapat bila salah satu fluida mengalami perubahan suhu sebesar beda suhu maksimum yang terdapat dalam penukar kalor itu, yaitu selisih suhu masuk fluida panas dan fluida dingin.

Fluida yang mungkin mengalami beda suhu maksimum ini ialah yang mc-nya minimum, syarat keseimbangan energi bahwa energi yang diterima oleh fluida yang satu sama dengan energi yang dilepas oleh fluida yang lain. Jika fluida yang mengalami nilai mc yang lebih besar yang lebih besar yang dibuat mengalami beda suhu yang lebih besar dari maksimum, dan ini tidak dimungkinkan. Jadi perpindahan kalor yang mungkin dinyatakan :

$$q_{\text{mak}} = (mc)_{\text{min}} (T_{\text{h masuk}} - T_{\text{c masuk}}) \dots \dots \dots 6)$$

Perhitungan efektifitas dengan fluida yang menunjukkan nilai mc yang minimum, untuk penukar kalor lawan arah maka :

$$\epsilon_h = \frac{m_h c_h (T_{h1} - T_{h2})}{m_h c_h (T_{h1} - T_{c2})} = \frac{T_h - T_{h2}}{T_h - T_{c2}} \dots \dots \dots 7)$$

$$\varepsilon C = \frac{m_c c_c (T_{c1} - T_{c2})}{m_{hc} c_h (T_{h1} - T_{c2})} = \frac{T_{c1} - T_{c2}}{T_{h1} - T_{c2}} \dots\dots\dots 8)$$

Secara umum efektifitas dapat dinyatakan secara umum sebagai :

$$\varepsilon = \frac{\Delta T \text{ (Fluida minimum)}}{\text{Beda suhu maksimum di dalam penukar kalor}} \dots\dots\dots 9)$$

Beda suhu maksimum di dalam penukar kalor

Jika fluida dingin ialah fluida minimum , maka :

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}} \dots\dots\dots 10)$$

Penyederhanaan rumus diatas dilakukan dengan alasan bahwa penelitian ini hanya mengambil data berdasarkan suhu yang bekerja tanpa memperhitungkan nilai m (laju aliran massa) dan c (kalor spesifik).

Perekayasa *engineering* yang memerlukan ketelitian lebih tinggi menggunakan persamaan ekeplitis untuk NTU dengan menggunakan efektifitas dan nilai A (luasan permukaan penukar kalor) dengan persamaan :

$$\varepsilon = -1 \exp \left[\frac{\exp(-Ncn) - 1}{Cn} \right] \text{ dimana } n = N^{-0,22} \dots\dots\dots 11)$$

Dengan catatan : $N = NTU = \frac{UA}{C_{\min}}$ dan $C = \frac{C_{\min}}{C_{\max}} \dots\dots\dots 12)$

2.7 Kerangka Berfikir

Proses pendinginan secara prinsip didasari proses pertukaran panas. Pertukaran panas ini dari air dengan udara yang dihembuskan. Air pendingin akan meningkat suhunya dikarenakan mengambil panas yang bersal dari panas hasil pembakaran gas dalam ruang bakar. Pengambilan panas terjadi pada komponen radiator.

Proses pengambilan panas ini akan menyebabkan turunnya temperatur air pendingin (*cooling effect*), sedangkan pada udara yang dihembuskan akan mengalami kenaikan suhu (*heating effect*). Putaran mesin yang tinggi dengan sendirinya akan menyebabkan putaran pompa menjadi semakin tinggi pula, sehingga jumlah air/ fluida yang dipompakan semakin banyak. Jumlah air / fluida yang dipompakan dapat diartikan sebagai debit atau jumlah fluida yang melewati suatu penampang dalam satuan waktu tertentu.

Berdasarkan uraian diatas dapat digambarkan adanya suatu hubungan antara debit aliran air terhadap efektifitas pendinginan radiator. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan adanya pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas pendinginan radiator.

