

BAB.II.

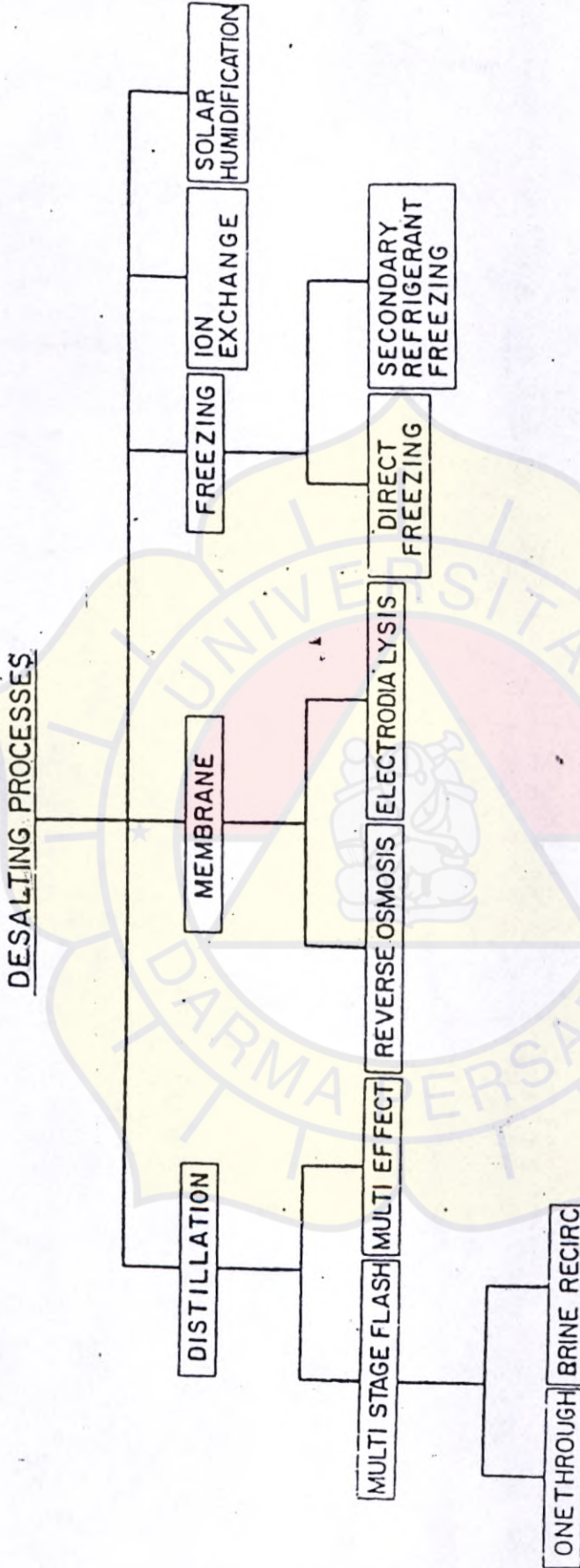
DASAR TEORI

II.1. Tinjauan Umum Desalinasi Air Laut.

Air laut merupakan lautan berbasis air yang mengandung 3 sampai 4,5 persen. Berbagai jenis zat terlarut misalnya garam. Desalinasi air laut artinya memisahkan air tawar yang terkandung didalam air laut tersebut dapat dilakukan dengan proses destilasi dan proses reverse osmosis.

Proses destilasi memisahkan air tawar yang terkandung di dalam air laut / air baku dengan perubahan fase air sedangkan proses Reverse osmosis memisahkan air tawar yang terkandung didalam air laut / air baku dengan perbedaan tekanan menggunakan membran reverse osmosis.

Disamping peralatan spesifikasi untuk bermacam Instalasi desalinasi peralatan yang umum untuk desalination plant ialah sistem isap air laut, termasuk pompa pengisap, sarangan dan



Gambar.1. Classification of desalting proses

saringan, jaringan pipa air laut, jaringan pipa produk air dan tangki penampung, peralatan penerima dan pembagi aliran listrik (panel switch board) dan sebagainya.

Berbagai macam proses desalinasi air laut dapat dilihat pada gambar.1.

II.2. Proses destilasi.

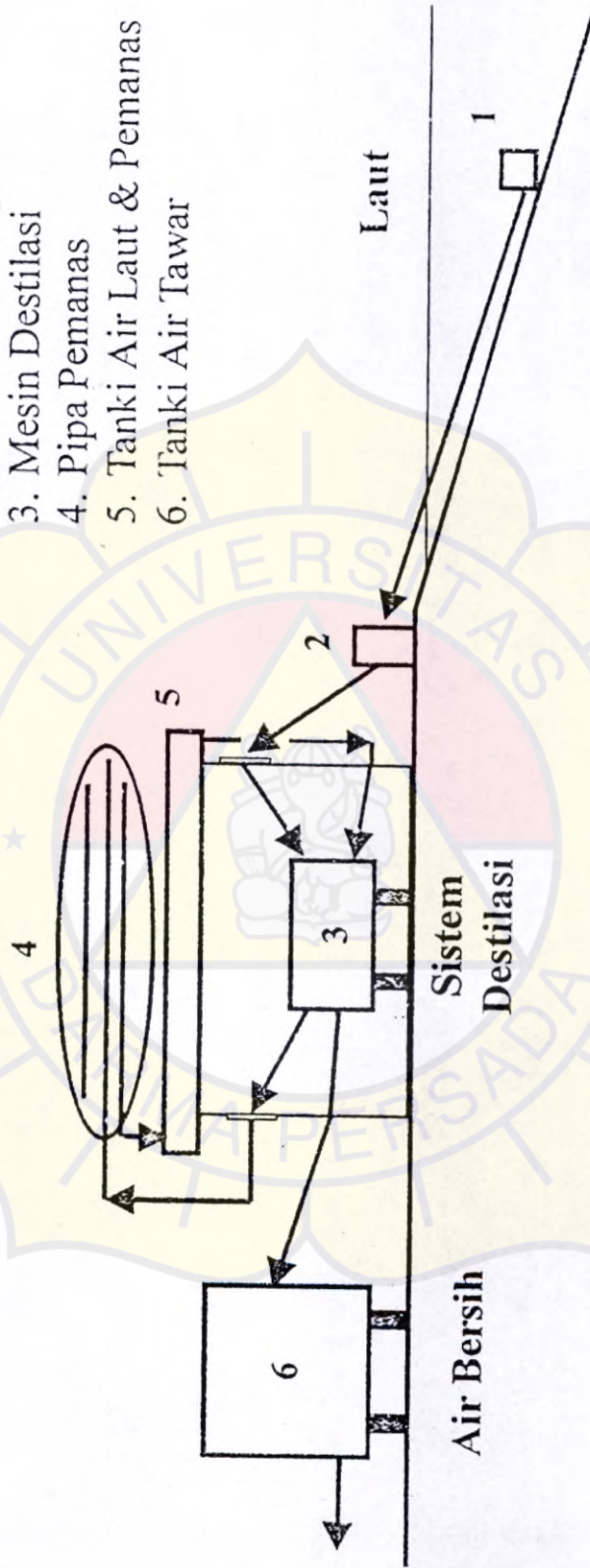
Sistem destilasi memanfaatkan sifat fisika dari air yaitu akan menguap pada temperatur dibawah seratus derajat celcius. Apabila tekanan didalam ruangan diturunkan dibawah satu atmosfer uap yang terbentuk kemudian diembunkan dengan memanfaatkan air lebih dingin yang mengalir didalam pipa kondensor.

Prinsip kerjanya adalah memisahkan air tawar / air laut antara air tawar dari unsur garam yang terkandung didalamnya dengan cara proses penguapan dan pengembunan tahap pertama adalah mendidihkan air laut yang bertemperatur dibawah seratus derajat celcius hingga menghasilkan uap air, yaitu dengan memakai sebuah pompa vacuum untuk membuat dan mempertahankan

kondisi hampa udara (vacuum) pada tingkat tertentu di dalam mesin destilasi, uap yang terbentuk kemudian diembunkan untuk menghasilkan air tawar.

Air laut yang masuk pertama-tama berfungsi sebagai bahan pendingin yang mengalir pada pipa-pipa kondensor. Air laut yang keluar dari kondensor dinaikkan temperaturnya hingga mencapai perbedaan antara air laut yang masuk ke kondensor dan yang masuk ke evaporator lebih dari 20 derajat celcius. Air laut yang telah dipanaskan dimasukkan ke evaporator hingga menguap pada kondisi tekanan dan suhu rendah. Uap bertekanan rendah yang disebut "Vapoor " selanjutnya mengembun di permukaan pipa-pipa pendingin kondensor menjadi air tawar dan jatuh terkumpul di dasar kondensor sebagai hasil proses destilasi sistem ini dapat di lihat pada gambar.2.

1. Saringan Hisap.
2. Tanki Penyaring
3. Mesin Destilasi
4. Pipa Pemanas
5. Tanki Air Laut & Pemanas
6. Tanki Air Tawar



Gambar.2. Proses destilasi

II.2.1. Komponen Utama Mesin Destilasi.

Adapun komponen utama dari mesin destilasi sebagai berikut :

1. Kondensor
2. Evaporator
3. Heater (Pemanasan air)
4. Pompa.

1. Kondensor

kondensor ini berfungsi untuk mengembunkan uap yang dibangkitkan pada evaporator. Selain itu juga sekaligus sebagai preheater untuk feed water.

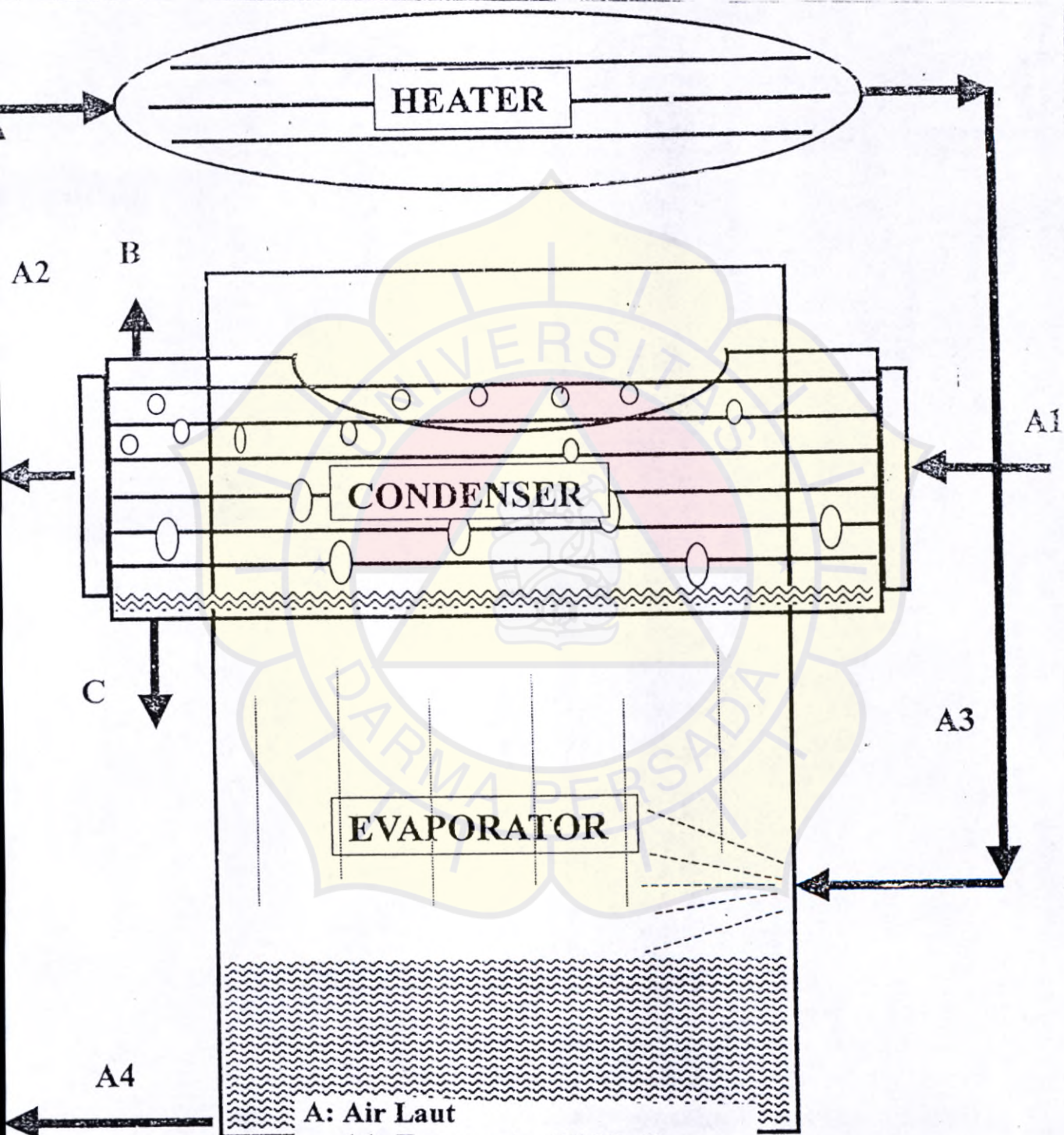
2. Evaporator.

Evaporator ini digunakan untuk menguapkan feed water ini disemprotkan ke dalam evaporator sehingga air akan mengabut dan menguap pada suhu 55 derajat celcius karena evaporator dibuat vacuum.

3. Heater.

Heater ini berfungsi untuk menaikkan temperatur pada feed water yang keluar dari kondensor sehingga temperatur yang diinginkan

Gambar.3. Mesin destilasi.



A: Air Laut

A1: Temperatur 26-28 C

A2: Temperatur 34-36 C

A3: Temperatur 54-56 C

A4: Pembuangan

tercapai. Dari sini feed water dialirkan ke dalam evaporator untuk di uapkan.

Sedangkan mesin destilasi dan prosesnya dapat dilihat pada gambar.3.

II.3. Mekanisme perpindahan Panas

Dalam proses destilasi air laut menjadi air tawar juga terdapat mekanisme perpindahan panas.

Perpindahan panas dapat di defenisikan sebagai berpindahnya energi dari suatu daerah lainnya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah – daerah tersebut.

Kepustakaan perpindahan panas pada umumnya mengenal tiga cara perpindahan panas yang berbeda : Konduksi (Conduction, juga dikenal dengan istilah hantar), radiasi (Radoation) dan Konveksi (Convection, juga dikenal dengan istilah ilian). Jika kita berbicara secara tepat, maka hanya konduksi dan radiasi dapat di golongankan sebagai proses perpindahan panas, karena hanya kedua mekanisme ini yang untuk terselenggaranya tergantung

semata-mata pada adanya beda suhu. Yang disebut terakhir dari ketiga cara itu yaitu konveksi tidak secara tepat memenuhi definisi perpindahan panas, karena untuk penyelenggaraannya bergantung pada transfort masamekanik pula. Tetapi karena konveksi juga menghasilkan perpindahan energi dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah, maka istilah "perpindahan panas dengan carakonveksi " telah diterima secara umum. Masing-masing cara perpindahan panas ini akan diuraikan dengan di analisa tersendiri. Tetapi perlu kiranya ditekankan, bahwa dalam kebanyakan situasi yang terjadi didalam aliran panas mengalir dengan tidak satu, tetapi dengan beberapa dari cara ini yang terjadi secara bersamaan. Adalah amat penting di dalam perekeyasaan untuk mengetahui saling pengaruh dari berbagai cara perpindahan panas tersebut, karena dalam praktek bila satu mnekanisme mendominasi secara kuantatif, maka diperoleh penyelesaian penmgiraan (appriximate soltion) yang bermanfaat dengan mengabaikan semua mekanisme kecuali yang mendominasi tersebut. Namun perubahan kondisi

II.3.1. Perpindahan Panas Konduksi.

Konduksi adalah proses dengan mana panas mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam suatu medium (padat, cair, dan gas)atau antara medium – medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung. dalam aliran panas konduksi, perpindahan energi terjadi karena molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Menurut teori kinetik, suhu elemen suatu zat sebanding dengan energi kinetik rata-rata molekul-molekul yang membentuk elemen itu. Energi yang dimiliki oleh suatu elemen zat yang disebabkan oleh kecepatan pada posisi relatif molekul-molekulnya disebut energi dalam. Jadi semakin cepat molekul-molekulnya di suatu daerah berdekatan, sebagaimana diwujudkan oleh adanya beda suhu, maka molekul-molekul yang memiliki energi yang lebih besar itu akan memindahkan sebagian energinya kepada molekul-molekul di daerah yang bersuhu rendah. Konduksi adalah satu-satunya mekanisme dengan mana panas dapat mengalir dalam zat padat

yang bukan padat biasanya tergantung dengan konveksi dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi.

Untuk menuliskan persamaan konduksi panas dalam bentuk matematika, kita harus mengadakan perjanjian tentang tanda. Kita tetapkan bahwa arah naiknya x adalah arah aliran panas positif. Menurut hukum termodinamika panas akan mengalir secara otomatis dari titik yang bersuhu lebih tinggi ke titik yang bersuhu lebih rendah, maka aliran panas akan menjadi positif bila gradien suhu negatif. Sesuai dengan hal itu, persamaan dasar untuk konduksi adalah :

$$Q_x = -KAx(d_t/d_x) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

Q_x = Laju aliran panas secara konduksi (Btu/h ; Kcal/jam, Watt)

K = Konduktifitas termal (Btu/h.ft.F; kcal/J.m.K; Watt/mK)

A = luas penampang melalui mana panas mengalir dengan cara konduksi yang harus diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas ($Ft^2 : m^2$)

$D_t/d_x = \text{Gradien suhu pada penampang tersebut.}$

Jika k tidak tergantung pada T , kita mendapatkan rumus untuk laju konduksi panas melalui dinding :

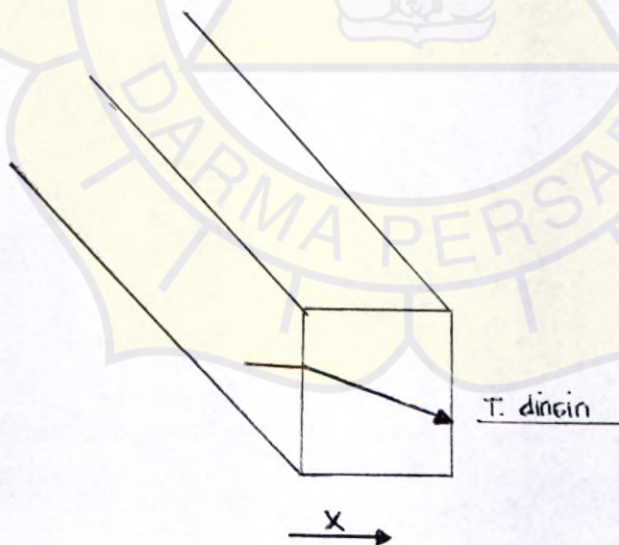
$$Q_x = AK/Lx(T_{\text{panas}} - T_{\text{dingin}})$$

$$Q_x = AT/(L/AK) \dots \dots \dots (2.2)$$

L / AK setara dengan tahanan termal R yang diberikan oleh dinding kepada aliran panas dengan cara konduksi dan kita peroleh

$$R = L/AK \dots \dots \dots (2.3)$$

$T_{\text{panas.}}$



Gambar 2.1.tahanan termal dinding.

Kebaikan dari tahanan termal adalah konduktansi termal.

$$K = L/AR \dots \dots \dots (2.4)$$

II.3.2. Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah bila benda itu terpisah dalam ruangan, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda-benda tersebut. Istilah radiasi pada umumnya dipergunakan untuk segala jenis ikwal gelombang elektromagnetik. Suhu yang dapat menganggut energi melalui medium yang tembus cahaya atau melalui ruang tersebut dengan panas radiasi.

Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus-menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan gejala-gejalanya meyerupai radiasi cahaya. Memang menurut teori elektromagnetik, radiasi cahaya dan radiasi termal hanya berbeda dalam panjang gelombang masing-masing

Panas radiasi dipancarkan oleh suatu benda dalam bentuk bac (batch = kumpulan) energi yang terbatas atau aquanta. Gerakan panas radiasi didalam ruang mirip perambatan cahaya dan dapat diuraikan dengan teori gelombang. Bilamana gelombang radiasi menjumpai benda yang lain, maka energi di serap didekat permukaan benda tersebut. Perpindahan panas dengan cara radiasi menjadi semakin penting dengan meningkatnya suhu suatu benda. Dalam soal-soal teknik yang menyangkut suhu yang mendekati suhu atmosfer, pemanasan dengan cara radiasi acapkali dapat diabaikan.

II.3.3. Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi adalah proses transfortasi energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya diatas suhu fluida sekitarnya berkangsung dalam beberapa tahap. Pertama, panas akan mengalir dengan cara

konveksi dari permukaan ke partikel-partikel yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu energi dalam partikel-partikel fluida ini. Kemudian partikel-partikel tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam fluida dimana mereka akan bercampur dengan dan memindahkan sebagian energinya kepada partikel-partikel fluida lainnya.

Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi didefinisikan dalam.

- Konveksi bebas (free convection)

Gerakan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan oleh gradien suhu.

- Konveksi paksa (Forced convection)

Gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat dari luar seperti pompa atau kipas.

Keefektifan perpindahan panas dengan cara konveksi tergantung sebagaimana besarnya pada gerakan mencampur fluida.

Akibatnya studi perpustakaan panas konveksi didasarkan pada pengetahuan ciri-ciri aliran fluida.

Dalam penyelesaian soal-soal perpindahan panas kita tidak hanya perlu mengenali cara-cara perpindahan panas yang memegang peranan penting tetapi juga menentukan apakah prosesnya stedi (steady : juga dikenal dengan istilah egeg) atau tidak stedi (unsteady . Bila laju aliran panas dalam suatu system tidak berubah dengan waktu, yaitu bila laju itu konstant, maka suhu di titik manapun tidak berubah dan terdapat kondisi keadaan – stedi. Dengan kondisi keadaan-stedi (steady state), kecepatan fluks masuk panas pada titik manapun dari system harus tepat sama dengan kecepatan fluks-keluar, dan tidak dapat terjadi perubahan energi dalam. Kebanyakan soal perpindahan panas didalam ilmu teknik menyangkut system keadaan-stedi. Contoh khas adalah aliran panas dari hasil-hasil pembakaran ke air didalam pipa-pipa ketel, pendingin bola lampu listrik oleh udara sekitarnya, atau perpindahan panas dari fluida yang panas ke fluida yang dingin di dalam penukaran panas.

Aliran panas dalam suatu system adalah transien (transient ; juga dikenal dengan istilah fana), atau tak-stedi bila suhu di berbagai titik dari system tersebut berubah dengan waktu. Karena perubahan suhu menunjukkan perubahan energi-dalam, kita berkesimpulan bahwa penyimpanan energi adalah bagian yang tidak dipisahkan dari aliran panas. Seringkali hanya dapat dipecahkan dengan metode pengira-iraan (approximate methode). Soal-soal aliran panas tak-stedi di jumpai selama waktu pemanasan tanur, ketel dan turbin atau pada perlakuan panas (heat treatment) dan pembebasan tegangan (strees relieving) terhadap tuangan logam.

II.4. Persamaan Energi

Perpindahan panas secara aliran dilakukan oleh molekul-molekul suatu fluida (cair, padat, dan gas). Bila gerakan tersebut disebabkan karena perbedaan suhu didalam fluida, maka perpindahan panas itu disebut konveksi bebas, dan bila gerakan

molekul akibat kekuatan mekanisme maka perpindahan panas disebut konveksi paksa.

Jadi banyak perpindahan kalor persatuan waktu terjadi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Dimana :

Q = Energi panas (kj/s)

M = Laju aliran massa (kg/s)

C_p = Panas jenis (kj/kg/K)

Δp = Temperatur panas (C)