

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

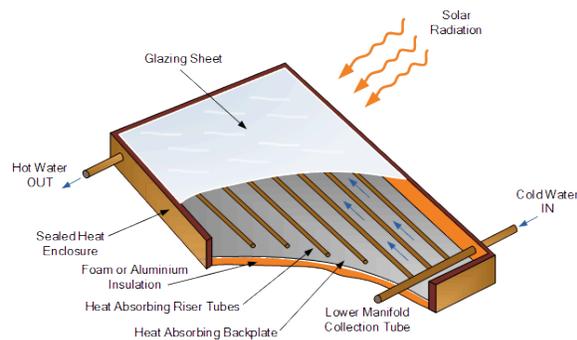
2.1 Jenis-jenis Kolektor Surya

Kolektor surya berfungsi untuk mengumpulkan radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas yang kemudian diteruskan ke fluida yang berada di dalam pipa-pipa kolektor.

2.1.1 Kolektor Surya Pelat Datar (*Flat Plat Collector*)

Kolektor surya plat datar merupakan sebuah media yang digunakan untuk memanaskan fluida kerja yang mengalir dengan mengkonversikan energi radiasi matahari menjadi panas. Kolektor surya plat datar mempunyai temperatur keluaran dibawah 95°C . Performansi kolektor dinyatakan dengan keseimbangan energi yang menggambarkan distribusi energi matahari yang datang terhadap energi yang bermanfaat dan beberapa energi yang hilang (Kristanto,2011).

Kolektor surya plat datar umumnya dipasang pada tempat yang diam seperti dinding maupun atap rumah (Duffie dan Beckmen, 2013). Prinsip kerja pada Kolektor surya plat datar dengan menggunakan pelat datar, yaitu bahwa air yang masuk kedalam kolektor melalui pipa distribusi yang akan mendapatkan panas yang baik melalui radiasi langsung matahari maupun konduksi dan konveksi. Hal ini di sebabkan energi radiasi matahari didalam kolektor yang dibatasi kaca bening tembus cahaya.



Gambar 2.1 *Flat Plate Collector*

Sumber: Alternative Energy Tutorials, 2017.

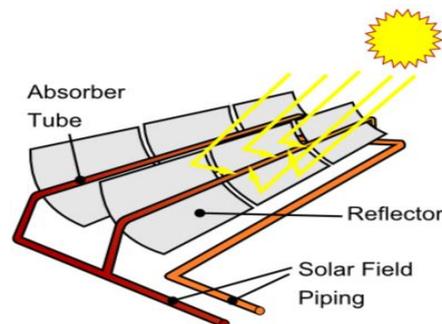
Terjadinya perpindahan panas terhadap pipa – pipa distribusi maka suhu air di dalam pipa tersebut akan secara langsung bertambah, hal tersebut mengakibatkan

adanya perbedaan masa jenis. Air yang bersuhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil, sehingga cenderung akan mengalir ke arah yang lebih tinggi. Sebaliknya air yang bersuhu rendah memiliki massa jenis lebih besar dan cenderung akan bergerak kebawah, sehingga terjadi konveksi secara alami (Marbun, 2009).

Susunan pipa pada kolektor berpengaruh terhadap kinerja kolektor dimana dengan lebih panjang pipa laluan mengakibatkan luas permukaan pipa semakin besar dan meningkat kinerja kolektor (Made Wirawan dkk, 2015). Jenis material yang digunakan berpengaruh terhadap kinerja evaporator karena berkaitan dengan konduktivitas bahan tersebut (Rustan Hatib, 2015). Variasi laju alir menunjukkan bahwa peningkatan laju alir meningkatkan panas yang dapat diserap (Wirawan dan Sutanto, 2011). *Twisted tape* pada tube memberikan peningkatan terhadap efisiensi hingga 8% dikarenakan bertambahnya bilangan Reynold dalam tube (Sharma, 2014).

2.1.2 Concentrating Collector

Kolektor jenis ini diaplikasikan pada temperatur 100° – 400° C dan mampu memfokuskan energi radiasi cahaya matahari pada suatu receiver, sehingga dapat meningkatkan kuantitas energi panas yang diserap oleh absorber. Spesifikasi jenis ini dapat dikenali dari adanya komponen konsentrator yang terbuat dari material dengan transmisivitas tinggi.

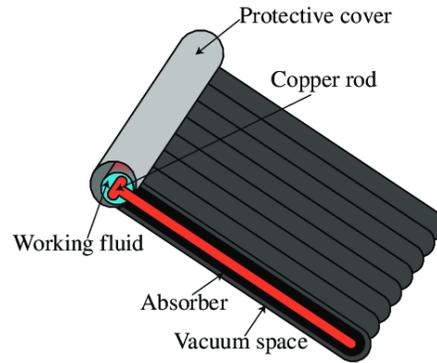


Gambar 2.2. *Concentrating Collector*
Sumber: TSK Flagsol, 2018.

2.1.3 Evacuated Receiver

Pada kolektor surya jenis ini dirancang untuk menghasilkan energi panas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kolektor pelat datar maupun kolektor konsentrik. Keistimewaannya terletak pada efisiensi transfer panasnya yang tinggi

tetapi faktor kehilangan panasnya yang relatif rendah. Pada kolektor surya jenis *evacuated reciever* fluida yang terjebak diantara absorber dan *cover*-nya dikondisikan dalam keadaan vakum, sehingga mampu meminimalisasi kehilangan panas yang terjadi secara konveksi dari permukaan luar absorber menuju lingkungan.



Gambar 2.3 *Evacuated Collector*
 Sumber : Gary o'Keefe,2020.

2.2 Radiasi Surya

Salah satu energi terbarukan yang melimpah ketersediaannya yaitu energi radiasi surya. Sekitar setengah energi matahari masuk mencapai permukaan bumi. Jumlah energi surya yang mencapai permukaan bumi sangat besar. Bila dibandingkan, energi surya dua kali lebih banyak daripada semua sumber non-terbarukan seperti batu bara, minyak, gas alam, dan lain-lain.. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki potensi energi radiasi surya yang sangat besar. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang menyebabkan Indonesia beriklim tropis dan menerima radiasi surya yang hampir sama sepanjang tahunnya. Potensi energi surya rata-rata nasional adalah 16 MJ/hari. Potensi energi ini dapat digunakan untuk sebagai sumber energi termal.

Matahari mempunyai diameter $1,39 \times 10^9$ m. Bumi mengelilingi matahari dengan lintasan berbentuk ellipse dan matahari berada pada salah satu pusatnya. Jarak rata-rata matahari dari permukaan bumi adalah $1,49 \times 10^{11}$ m. Daya radiasi rata-rata yang diterima atmosfer bumi yaitu (G_{sc}) 1367 W/m (Isra,2018).

2.3 Emisivitas

Emisivitas adalah rasio energi yang diradiasikan oleh material tertentu dengan energi yang diradiasikan oleh benda hitam pada temperatur yang sama. Saat radiasi

dari intensitas cahaya mengenai ke benda maka akan mempengaruhi daya pancar permukaan benda, yang akan mendapatkan persamaan :

$$E A = I \alpha A \quad \dots(\text{Kern,DQ.,1965}) \quad E = I$$

dimana :

I = Intesitas radiasi (Btu/hr ft²)

A = Luas permukaan benda

α = Absortivitas/energi yang diserap media

E = Emisivitas/daya pancar benda (Btu/hr ft²)

Proses Energi Radiasi dengan Benda Hitam Saat suatu media transparan menerima radiasi matahari, maka benda tersebut akan dapat dilewati radiasi. Namun pada media yang berwarna hitam energi radiasi akan terserap, diasumsikan media berwarna hitam memiliki reflektivitas dan transmitivitas seharga 0. Kemudian didapatkan konsep benda hitam sempurna dan $\alpha = 1$ yang didapat melalui persamaan : $\alpha + \gamma + \tau = 1 \dots(\text{Kern,DQ.,1965})$

dimana :

α = Absortivitas/energi yang diserap benda

γ = Reflektivitas/daya pemantulan benda

τ = Transmitivitas/daya tembus benda

2.4 Mekanisme Perpindahan Panas

Mekanisme perpindahan panas pada kolektor surya meliputi radiasi, konduksi dan konveksi.

2.4.1 Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui materi solid seperti dinding. Laju alir dari panas proporsional dengan perubahan temperatur yang melalui dinding dengan luasnya. Jika t merupakan temperatur dari dinding dan x merupakan ketebalan dinding dari arah flow panas maka laju alir panasnya sebagai berikut :

$$dQ = kA (- dt dx) \quad \dots(\text{Kern,DQ.,1965})$$

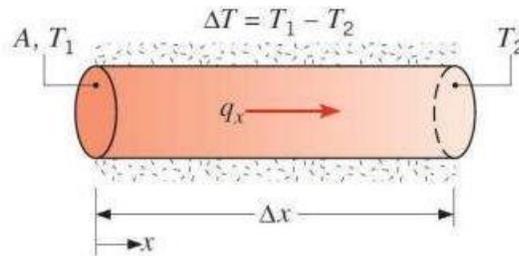
dimana :

dt = Temperature difference 2 sisi masuk dan keluar panas ($^{\circ}\text{C}$)

dx = Ketebalan dinding (m)

A = Luas permukaan dinding (m^2)

k = Konduktivitas thermal dinding ($W/m^{2\circ}C$)



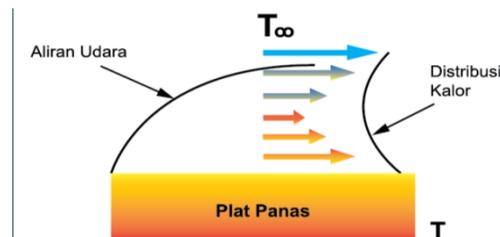
Gambar 2.4 Perpindahan Panas Konduksi

Sumber : Irwan Kurniawan, 2018

Tingginya konduktivitas thermal dari suatu bahan mempengaruhi laju perpindahan panas. Berbagai material yang ada memiliki konduktivitas thermal yang berbeda-beda sehingga menjadikannya bersifat thermal konduktif maupun insulator.

2.4.2 Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas antara fluida panas dengan fluida dingin melalui proses pencampuran. Laju alir panas secara konveksi dapat menggunakan persamaan :



Gambar 2.5 Perpindahan Panas Konveksi

Sumber : Media Belajar, 2022.

$$dQ = hA dt$$

...(Kern,DQ.,1965)

dimana :

dt = *Temperature difference* fluida panas dan dingin ($^{\circ}C$)

A = Luas permukaan kontak fluida (m^2)

h = Koefisien heat transfer ($W/m^{\circ}C$)

Sementara h dapat dicari dengan persamaan (Holman, 1988; Cengel, 1997):

$h = \frac{Nu \cdot K}{D}$ dimana Nu adalah angka Nusselts, K menyatakan konduktivitas fluida (W/m °C), dan D adalah diameter pipa tembaga (m).

Konveksi dibagi menjadi dua macam, yaitu konveksi paksa dan konveksi bebas.

a. Konveksi Bebas

Perpindahan panas dengan konveksi bebas (*free convection*) terjadi karena fluida bergerak secara alamiah dimana pergerakan fluida tersebut lebih disebabkan oleh perbedaan massa jenis fluida (densitas) akibat adanya variasi suhu pada fluida tersebut. Logikanya, kalau suhu fluida tinggi tentunya dia akan menjadi lebih ringan dan mulai bergerak keatas. Perpindahan panas seperti ini tergantung pada koefisien muai volume (β), koefisien muai volume dapat ditentukan dari tabel-tabel sifat fluida, untuk gas ideal koefisien itu dapat ditulis :

$$\beta = \frac{1}{T} \quad (\text{J.P Holman.1984:174})$$

dimana :

β = Koefisien muai volume

T = Temperatur absolute (K)

Bilangan Nusselt adalah rasio pindah panas konveksi dan konduksi normal terhadap batas dalam kasus pindah panas pada permukaan fluida. Bilangan Nusselt adalah satuan tak berdimensi yang dinamai menggunakan nama Wilhelm Nusselt. Komponen konduktif diukur dibawah kondisi yang sama dengan konveksi dengan kondisi fluida tidak bergerak.

$$Nu = \frac{h_c \cdot D}{k}$$

dimana :

h_c = Koefisien konveksi (W/m²K)

D = Diameter efektif fluida (m)

K = Konduktivitas termal fluida (W/mK)

Pemilihan panjang karakteristik harus searah dengan ketebalan dari lapisan batas. Contoh dari panjang karakteristik misalnya diameter terluar dari silinder pada aliran yang mengalir diluar silinder, tegak lurus terhadap aksis silinder. Selain itu, panjang papan vertical terhadap konveksi alami yang bergerak keatas dan diameter

bola yang berada didalam aliran konveksi juga merupakan panjang karakteristik. Untuk bangun yang lebih rumit, panjang karakteristik bisa dihitung dengan membagi volume terhadap luas permukaannya.

Untuk konveksi bebas, rataan bilangan Nusselt dinyatakan sebagai fungsi dari bilangan Rayleigh dan bilangan Prandtl dan untuk konveksi paksa rataan bilangan Nusselt adalah fungsi dari bilangan Reynold dan bilangan Prandtl. Hubungan empiris untuk berbagai geometri terkait konveksi menggunakan bilangan Nusselt didapat melalui eksperimen.

Angka Prandtl adalah bilangan tanpa dimensi yang merupakan fungsi dari sifat-sifat fluida. Bilangan Prandtl didefinisikan sebagai perbandingan viskositas kinematik terhadap difusitas termal fluida yaitu :

$$Pr = \left(\frac{cp \cdot \mu}{k} \right)$$

dimana :

C_p = Panas spesifik fluida (J/kg. K)

μ = Viskositas fluida (Kg.s/m²)

k = Konduktivitas termal (W/m K)

$$\text{Angka Grashof : } Gr = \left(\frac{g \beta \rho^2 \Delta T x^2}{\mu^2} \right) = \left(\frac{g \beta \Delta T x^2}{\mu^2} \right)$$

$$\text{Angka Rayleigh : } Ra = Gr.Pr$$

Perkalian antara angka Grashof dan angka Prandtl merupakan angka Rayleigh. Angka grashof merupakan suatu kelompok tak berdimensi yang menggambarkan perbandingan gaya apung dengan gaya veskos didalam aliran konveksi bebas. Peranannya sama dengan angka Reynold dalam sitem konveksi paksa dan merupakan variable utama yang digunakan sebagai kriteria transisi dari aliran laminar menjadi aliran turbulence. Untuk udara dalam konveksi bebas diatas plat vertical, angka grashof kritis ialah kira-kira $4 \cdot 10^8$. untk fluida dan tingkat tubulance dapat diamati pada nilai kira-kira 10^8 dan 10^9 .

b. Konveksi Bebas Bidang Silinder

Koefisien perpindahan panas konveksi bebas dari silinder horizontal dapat menggunakan persamaan umum sebagai berikut:

$$Nu_f = C(G_{rf}Pr_f)^m$$

Dimana subskrip f menunjukkan bahwa sifat-sifat untuk grup tak berdimensi dievaluasi pada suhu film (T_f).

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

Nilai konstanta (C) dan eksponen (m) tergantung pada jangkauan angka Gr.Pr nilai tersebut bisa dilihat dari lampiran A-3 untuk bidang silinder.

Untuk $10^4 < Gr.Pr < 10^9$

$$Nu = 0,53 (Gr.Pr)^{1/4}$$

Untuk $10^9 < (Gr.Pr) < 10^{12}$

$$Nu = 0,13 (Gr.Pr)^{1/3}$$

Persamaan koefisien perpindahan panas dari silinder horizontal pada aliran laminar dengan jangkauan $10^6 < (Gr.Pr) < 10^9$ adalah sebagai berikut :

$$Nu = 0,36 + \frac{(0,518)^{1/4}}{\{1 + (0,559/Pr)^{9/16}\}^{4/9}}$$

Sedangkan untuk jangkauan angka Gr.Pr yang lebih luas,yaitu pada $10^5 < Gr.Pr < 10^{12}$ adalah

$$Nu = 0,60 + 0,387 \left\{ \frac{Gr.Pr}{1 + (0,559/Pr)^{16/9}} \right\}^{1/4}$$

Koefisien perpindahan panas dari silinder horizontal kelogam cair dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$Nu = 0,53 (Gr.Pr)^{1/4}$$

c. Konveksi Bebas pada Ruang Tertutup

Perpindahan kalor pada ruang tertutup horizontal menyangkut duasituasi yang berbeda. Jika plat atas berada pada suhu yang lebih tinggi dari plat bawah fluida yang densitasnya lebih rendah berada diatas yang densitasnya lebih tinggi, dan tidak terjadi konveksi. Dalam hal ini, perpindahan kalor melintas ruang itu berlangsung melalui konduksi semata-mata, dan $Nu\delta = 1,0$ dimana ialah jarak pisah antara kedua plat. Situasi yang kedua, terjadi apabila plat bawah lebih tinggi suhunya dari palt bagian atas. Untuk nilai $Gr\delta$ kurang dari 1700 masih terlihat konduksi murni, $Nu\delta = 1,0$. Setelah konveksi mulai terjadi, maka terbentuklah pola sel-sel heksagonal.

Pada alamiah transien dalam ruang tertutup silinder vertical atau horizontal dapat dihitung dengan :

$$Nu_f = 0,55 (Gr_\delta \cdot Pr_f)^{1/4} \quad (\text{J.P Holman.1984:292})$$

Untuk jangkauan $0,75 < L/d < 2,0$. Untuk angka grashof digunakan panjang silinder (L). hasil percobaan untuk konveksi bebas dalam ruang tertutup tidak selalu cocok satu sama lain, tetapi semua itu dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut :

$$\frac{k_e}{k} = C (Gr_\delta \cdot Pr)^n \left(\frac{L}{\delta}\right)^m \quad (\text{J.P Holman.1984:292})$$

Nilai konstanta C,n, dan m untuk berbagai situasi dapat dilihat dalam lempiran A3. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk tujuan perencanaan apabila ada data untuk geometri atau fluida yang dimaksud. Untuk memberikan eksponen karakteristik 1/4 dan 1/3 masing-masing untuk konveksi bebas ragam laminar dan turbulence. Untuk ruang annulus perpindahan panas didasarkan atas :

$$q = \frac{2\pi kL\Delta T}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} \quad (\text{J.P Holman.1984:293})$$

dimana L adalah panjang annulus dan jarak celah $\delta = r_o - r_i$

d. Konveksi Paksa

Konveksi paksa merupakan suatu kejadian dimana aliran panas dipaksa dialirkan ditempat yang dituju dengan menggunakan bantuan alat.

e. Aliran dalam Pipa

Energi total yang ditambahkan dapat dinyatakan dengan beda suhu rata-rata:

$$q = \dot{m} C_p (T_{b2} - T_{b1})$$

dengan syarat C_p sepanjang aliran itu cukup tetap. Kalor dq yang ditambahkan dalam diferensial dx dinyatakan dengan beda suhu rata-rata satu dengan koefisien perpindahan kalor.

$$dq = \dot{m} C_p dT_b = h (2\pi r) dx (T_w - T_b) \quad (\text{J.P Holman.1984:229})$$

dimana T_w dan T_b adalah masing-masing suhu dinding dan suhu rata-rata pada posisi x tertentu. Perpindahan panas total dapat pula dinyatakan sebagai :

$$q = hA (T_w - T_b)$$

Untuk aliran turbulensi yang sudah berkembang penuh (*fully developed turbulent flow*) dalam pipa licin dengan angka prandtl antara 0,6 sampai 100 dan beda temperature antara dinding pipa dan fluida tidak terlalu besar, oleh Dittus dan Boelter disarankan menggunakan persamaan berikut.

$$Nu = 0,023 (Re)^{0,8} (Pr)^n \quad (\text{J.P Holman.1984:229})$$

Nilai eksponen $n = 0,4$ (untuk pemanasan)

Nilai eksponen $n = 0,3$ (untuk pendinginan)

Sifat-sifat fluida pada persamaan diatas ditentukan pada temperature borongan yaitu temperature rata-rata dari aliran fluida didalam pipa.

2.4.3 Radiasi

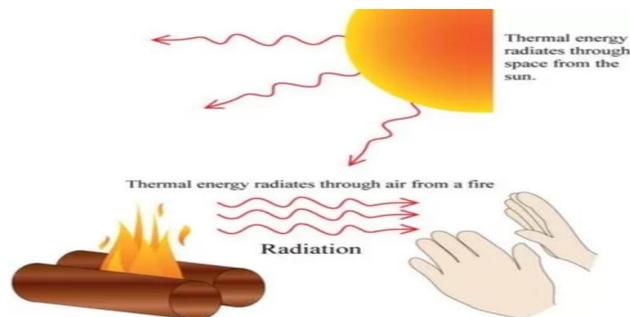
Ketika radiasi dikeluarkan dari sumber radiasi ke penerima radiasi, sebagian energi di serap dan sebagian lagi dipantulkan. Berdasarkan hukum kedua termodinamika, Boltzman menetapkan laju transfer panas yang diberikan sebagai berikut :

$$dQ = \sigma \varepsilon dA T^4 \quad \dots (\text{Kern,DQ.,1965})$$

σ = Konstanta Boltzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

ε = Emisivitas A = Luas permukaan absorber (m^2)

T = Absolut Temperatur (K)



Gambar 2.6 Perpindahan Panas Radiasi

Sumber : Media Belajar, 2022.

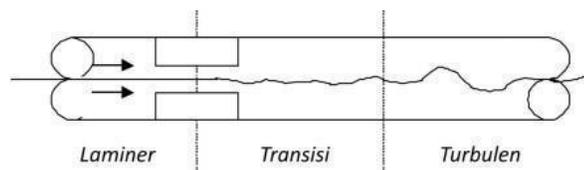
2.5 Mekanika Fluida

Mekanika fluida adalah ilmu yang mempelajari tipe-tipe aliran fluida dalam medium yang berbeda-beda. Untuk aliran dalam pipa terdiri dari beberapa variabel

yang saling berhubungan, antara lain : kerugian energi, laju aliran, dan parameter pipa (ukuran panjang, jumlah pipa sambungan, dan lain-lain). Aliran dalam pipa dapat di klasifikasikan dalam beberapa jenis seperti : laminar, transisi, dan turbulence.

2.5.1 Aliran laminar dan aliran turbulen

Ditinjau dari jenis aliran, dapat diklasifikasikan menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. Aliran fluida dikatakan laminar jika lapisan fluida bergerak dengan kecepatan yang sama dan dengan lintasan partikel yang tidak memotong atau menyilang, atau dapat dikatakan bahwa aliran laminar di tandai dengan tidak adanya ketidakteraturan atau fluktuasi di dalam aliran fluida. Karena aliran fluida pada aliran laminar bergerak dalam lintasan yang sama tetap maka aliran laminar dapat diamati. Partikel fluida pada aliran laminar jarang dijumpai dalam praktek hidrolika. Sedangkan aliran dikatakan turbulen, jika gerakan fluida tidak lagi tenang dan tunak (berlapis atau laminar) melainkan menjadi bergolak dan bergejolak (bergolak atau turbulen). Pada aliran turbulen partikel fluida tidak membuat fluktuasi tertentu dan tidak memperlihatkan pola gerakan yang dapat diamati. Aliran turbulen hampir dapat dijumpai pada praktek hidrolika. Dan diantara aliran laminar dan turbulen terdapat daerah yang dikenal dengan daerah transisi.



Gambar 2.7 Skema Aliran Dalam Pipa

Dalam mekanika fluida, bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia (vsp) terhadap gaya viskos (μ/L) yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang berbeda, untuk menentukan apakah aliran itu laminar atau turbulence. Bilangan Reynolds merupakan salah satu bilangan tak berdimensi yang paling penting dalam mekanika fluida dan digunakan seperti halnya dengan bilangan tak berdimensi lain, untuk memberikan kriteria untuk menentukan dynamic similitude. Bilangan Reynolds dapat dirumuskan sebagai berikut :

(Mekanika Fluida Jilid 1, Ir.Made Gunadiarta,MT)

$$Re = \frac{v \cdot L \cdot \rho}{\mu}$$

Dimana :

- v = Kecepatan aliran fluida (m/s)
- L = Panjang karakteristik (m)
- μ = Viskositas dinamis fluida (kg/m.s)
- ρ = Kerapatan (densitas) fluida (kg/m³)

Hubungan bilangan Reynolds dengan penentuan apakah aliran suatu fluida yang kita tinjau memiliki profil yang laminar, turbulence, atau transisi dapat diketahui dengan:

- Apabila Reynolds number didapatkan hasil <2300 maka aliran tersebut dinyatakan sebagai aliran laminar.
- Apabila Reynolds number didapatkan hasil $2300 < Re < 4000$ maka aliran tersebut dinyatakan sebagai aliran transisi.
- Apabila Reynolds number didapatkan hasil >4000 maka aliran tersebut dinyatakan sebagai aliran turbulence.

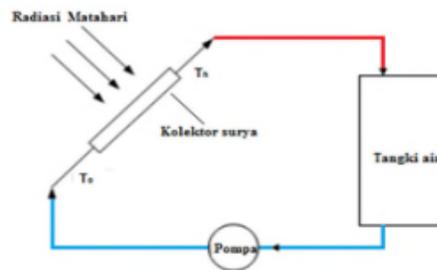
2.5.2 Laju Alir

Laju alir volumetrik adalah volume fluida yang mengalir melewati suatu area per satuan waktu. Satuan SI nya adalah m³/s. Pengaruh laju alir pada alat pemanas air tenaga surya yaitu untuk menahan lamanya waktu pemanasan air pada pipa-pipa kolektor. Laju Alir terbaik terdapat pada laju alir yang kecil.

2.6 Prinsip Kerja Pemanas Air Tenaga Surya

Prinsip dasar kerja pemanas air tenaga surya adalah pada saat matahari bersinar, lempengan penyerap panas yang ada dalam panel kolektor akan menangkap radiasi sinar matahari dan mengalirkan panas secara konduksi ke pipa tembaga, kemudian air yang disirkulasikan dalam pipa tembaga tersebut akan menerima perpindahan panas secara konveksi dari pipa tembaga, sehingga suhu air di dalam pipa tersebut perlahan meningkat. Untuk sistem aktif pada dasarnya air dingin akan disirkulasikan oleh pompa dari dalam tangki ke dalam kolektor surya dan air yang telah panas akan kembali ke dalam tangki, hal tersebut mengakibatkan adanya perbedaan massa jenis.

Air yang bersuhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil, sehingga cenderung akan mengalir ke arah yang lebih tinggi. Sebaliknya air yang bersuhu rendah memiliki massa jenis yang lebih besar dan cenderung akan bergerak ke bawah. Proses ini akan berkesinambungan sehingga mencapai suhu air panas yang dirancang untuk sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar



Gambar 2.8 Skema Prinsip Kerja Pemanas Air Tenaga Surya

Sumber: Buku Seminar Nasional Cendekiawan, 2017.

2.7 Kemiringan Panel Kolektor

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan panas yang maksimal pada kolektor *solar water heater* adalah dengan menentukan posisi sudut kemiringan panel. Kemiringan atau *slope* adalah sudut antara permukaan bidang yang dinyatakan dengan permukaan horizontal (Ismail,2015). Adanya variasi sudut kemiringan panel kolektor berfungsi untuk menahan lamanya waktu pemanasan air pada kolektor dengan ketentuan air masih dengan mudah mengalir kembali menuju tangki.

2.8 Efek Siphon

Efek siphon merupakan peristiwa perpindahan air dari level yang lebih rendah ke level yang lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada bagian pipa tertinggi adanya tekanan negatif sehingga menyebabkan adanya perbedaan tekanan. Tekanan negatif ini dapat terjadi dikarenakan pengaruh temperatur fluida yang tinggi.

Pada *solar water heater* air dingin didorong mengalir masuk ke tangki, dengan bantuan panas matahari air yang ada didalam tangki aluminium dipanaskan terlebih dahulu. Setelah itu, aliran air yang ada didalam tangki mengalir menuju pipa-

pipa pemanas pada panel. Air panas mengalir dari bagian bawah pipa pemanas ke level yang lebih tinggi. Hal ini terjadi karena pada pipa dibagian atas adanya tekanan negatif sehingga terjadinya perbedaan tekanan yang dipengaruhi oleh panas.

2.9 Pemilihan Material

Pemilihan material sangat penting yaitu untuk dapat menentukan bahan mana yang baik dalam penyerapan panas dan kemampuan lebih tahan terhadap korosi. Pada penelitian ini dipilih pipa kolektor untuk aliran air yang berbahan stainless steel. Pipa stainless steel dipilih karena kemampuan menyerap panasnya yang sangat baik. Pipa stainless memiliki konduktivitas termal sebesar 385 W/m.K. Konduktivitas termal tembaga lebih besar dibandingkan aluminium dan baja.

Tabel 2.1 Konduktivitas Termal Bahan

Jenis Material	Konduktivitas Termal Bahan (W/m.K)
Perak (murni)	410
Tembaga (Murni)	385
Aluminium (murni)	202
Baja Stainless	14
Nikel (murni)	93
Besi (murni)	73
Baja carbon, 1% C	43
Timbal (murni)	35
Baja krom-nikel (18% Cr, 8% Ni)	16,3

Sumber: Suryanto, Ari dkk. 2012. Modifikasi plat penyerap kalor matahari.



Gambar 2.9 Tube Stainless Steel

Sumber: Amazon.com, 2019.