

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Solar Water Heater (Pemanas Air Energi Surya)

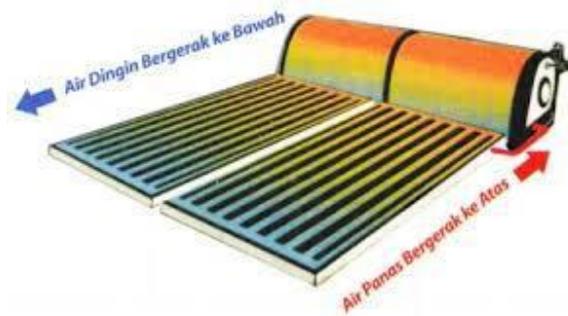
2.1.1 Jenis – Jenis Kolektor Surya

Kolektor surya merupakan suatu bagian dari peralatan yang dibutuhkan untuk mengubah energi radiasi matahari ke bentuk energi panas untuk berbagai keperluan, misalnya sebagai pemanas air. Salah satu bentuk dari kolektor surya adalah bentuk prisma yang memiliki kemampuan untuk menerima intensitas radiasi matahari dari segala posisi matahari, sehingga diharapkan pemanfaatan energi tersebut sebagai pemanas air dapat lebih efektif. Kolektor surya akan menyerap energi dari radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi panas yang berguna untuk memanaskan air di dalam pipa-pipa kolektor, sehingga suhu air akan meningkat dan terjadi konveksi alami berdasarkan efek termosipon karena adanya perbedaan masa jenis fluida. (Laeyadi, 2000).

a. Kolektor Surya Plat Datar

Kolektor surya plat datar adalah sebuah kolektor surya berbentuk memanjang, dengan kemiringan tertentu untuk menangkap energi radiasi matahari. Proses penggunaannya lebih mudah dan sederhana dibanding dengan kolektor surya prismatic. Komponen-komponen sebuah kolektor surya plat datar terdiri dari permukaan “hitam” sebagai penyerap energi radiasi matahari yang kemudian dipindahkan ke fluida. Penutup tembus cahaya (kaca) berfungsi mengurangi efek radiasi dan konveksi yang hilang ke atmosfer. Pipa-pipa aliran fluida berfungsi mengalirkan fluida yang akan dipanaskan serta isolasi untuk mengurangi kerugian konduksi ke lingkungan. Skema kolektor surya plat datar ditunjukkan pada gambar. Performansi kolektor dinyatakan dengan keseimbangan energi yang menggambarkan distribusi energi matahari yang datang terhadap energi yang bermanfaat dan beberapa energi yang hilang. (Philip Kristanto, 2001). Prinsip kerja pada solar water heater dengan menggunakan plat datar, yaitu bahwa air yang masuk kedalam kolektor melalui pipa distribusi yang akan mendapatkan panas yang baik melalui radiasi langsung matahari maupun konveksi. Hal ini disebabkan energi radiasi matahari didalam kolektor yang dibatasi kaca bening

tembus cahaya. Terjadinya perpindahan panas terhadap pipa – pipa distribusi maka suhu air di dalam pipa tersebut akan secara langsung bertambah, 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 lebih besar dan cenderung akan bergerak kebawah, sehingga terjadi konveksi secara alami. (Marbun, 2009).



Gambar 2.1 Kolektor Surya Plat Datar

Sumber : www.wikipedia.com

2.2. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah bentuk kalor yang dapat berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Sedangkan kalor ini merupakan suatu bentuk energi atau dapat juga didefinisikan sebagai jumlah panas yang ada dalam suatu benda. Didalam proses industry, banyaknya proses (Q) dihantarkan dari suatu tempat ke tempat yang pada kondisi perbedaan temperatur.

2.2.1. Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi pada umumnya terjadi pada zat padat. Kalor dari suatu bagian benda bertemperatur lebih tinggi akan mengalir melalui zat benda itu ke bagian lainnya yang bertemperatur lebih rendah. Konduksi kalor bergantung pada zat yang dilaluinya dan juga pada distribusi temperature dari bagian benda.

Persamaan umum laju konduksi untuk perpindahan kalor dikenal dengan hukum Fourier (*Fourier's Law*). Dimana, “laju perpindahan kalor konduksi pada suatu plat sebanding dengan beda dengan temperatur diantara dua sisi plat dan luasan perpindahan kalor, tetapi berbanding terbalik dengan tebal” seperti yang dirumuskan berikut ini :

$$Q = k.A \frac{dT}{dx}$$

Keterangan :

Q : Laju perpindahan panas (W/m²·c)

k : Konduktifitas termal (W/m·c)

A : Luas Permukaan (m²)

dx : Tebal yankee *cylinder* (m)

2.2.2. Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan panas dengan disertainya perpindahan partikel. Konveksi terjadi pada fluida (zat yang dapat mengalir) seperti air dan udara. Konveksi kalor terjadi karena partikel yang bertemperatur lebih tinggi berpindah tempat secara mengalir sehingga dengan sendirinya terjadi perpindahan panas melalui perpindahan massa.

Persamaan perpindahan kalor secara konveksi dikenal sebagai hukum Newton untuk pendingin (*Newton's Law*) dimana untuk semua mekanisme transfer kalor, jika beda temperature antara benda dan sekitarnya adalah kecil, maka laju pendinginan sebuah benda hamper sebanding dengan temperatur.

$$Q = hA (T_2 - T_1)$$

Keterangan :

Q : Laju perpindahan panas Konveksi (W/m²·c)

h : Koefisien peprindahan kalor konveksi (W/m²·c)

A : Luas Penampang (m²)

T₁ : Temperatur Awal (°c)

T₂ : Temperatur Akhir (°c)

2.2.3. Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan energi yang terjadi melalui bahan antara kalor juga dapat berpindah melalui daerah-daerah hampa. Penyinaran ideal atau benda hitam memancarkan energi dengan laju sebanding dengan perangkat empat suhu absolut benda itu dan berbanding dengan luas permukaan.

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

Keterangan :

Q : Energi radiasi

σ : Konstanta Stefan-Boltzman dengan nilai $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$

T : Perbedaan temperatur

Perbandingan antara daya pancar nyata terhadap daya pancar benda hitam dinyatakan dengan emisivitas ϵ , dimana :

$$\epsilon = \frac{E}{E_b}$$

Keterangan :

E : Daya pancar benda nyata

E_b : Daya pancar benda hitam

Hubungan geometri dapat diterangkan dan dihitung dengan memperhatikan factor bentuk FA.

$$Q_{1-2} = \sigma A F_c F_A (T_1^4 - T_2^4)$$

2.3. Emisivitas

Emisivitas adalah rasio *energy* yang diradiasikan oleh material tertentu dengan energy yang diradiasikan oleh benda hitam (*black body*) pada temperatur yang sama. Ini adalah ukuran dari kemampuan suatu benda untuk meradiasikan energi yang diserapnya.

Benda hitam sempurna memiliki emisivitas sama dengan 1 ($\epsilon = 1$) sementara objek sesungguhnya memiliki emisivitas kurang dari satu. Emisivitas adalah satuan yang tak berdimensi. Pada umumnya, semakin kasar dan hitam benda

tersebut, emisivitas meningkat mendekati 1. Semakin reflektif suatu benda, maka benda tersebut memiliki emisivitas mendekati 0. Hukum Stefan- Boltzman menyatakan bahwa “ Jumlah energi yang dipancarkan per satuan luas permukaan benda hitam dalam satuan waktu akan berbanding lurus dengan kekuatan keempat suhu absolut benda hitam tersebut.”

2.4. Pengaplikasian dan Penerapan

Pengaplikasian dan penerapan dari Rancang Bangun alat *Solar Water Heater* adalah

2.2.1 Air Minum

Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa prosesn pengolahan yang melalui syarat dan dapat langsung diminum. Sementara, menurut Permendagri No. 23 tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum, Departemen Dalam Negeri Republik Indonesia, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

2.2.2 Persyaratan Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum sebagaimana yang ditetapkan melalui Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik. Terdapat 2 parameter kualitas air minum, yaitu sebagai berikut:

1. Parameter wajib yaitu:
 - a) Parameter microbiologi
 - b) Parameter kimia an-organik

2. Parameter yang tidak wajib yaitu:
 - a) Parameter fisik
 - b) Parameter kimiawi

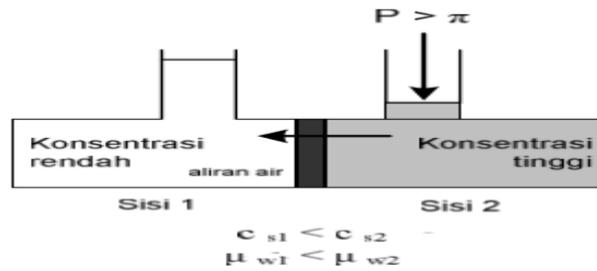
Tabel 2.1 Persyaratan kualitas air minum menurut Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan			
	a. Parameter Mikrobiologi			
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	
	b. Kimia an-organik			
	1) Arsen	mg/l	0,01	
	2) Fluorida	mg/l	1,5	
	3) Total Kromium	mg/l	0,05	
	4) Kadmium	mg/l	0,003	
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3	
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50	
	7) Sianida	mg/l	0,07	
	8) Selenium	mg/l	0,01	
	2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
		a. Parameter Fisik		
		1) Bau		Tidak berbau
		2) Warna	TCU	15
3) Total zat padat terlarut (TDS)		mg/l	500	
4) Kekeruhan		NTU	5	
5) Rasa			Tidak berasa	
6) Suhu		°C	suhu udara ± 3	
b. Parameter Kimiawi				
1) Aluminium		mg/l	0,2	
2) Besi		mg/l	0,3	
3) Kesadahan		mg/l	500	
4) Khlorida		mg/l	250	
5) Mangan		mg/l	0,4	
6) pH		6,5-8,5		

Sumber : Permenkes RI.2010

2.2.3 Proses Pengolahan Air dengan Reverse Osmosis

Reverse osmosis adalah kebalikan dari fenomena osmosis. Osmosis adalah proses perpindahan larutan dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut rendah menuju larutan dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi.



Gambar 2.2 Skema Fenomena Reverse Osmosis

Sumber: D. Ariyanti, 2016

Prinsip dasar reverse osmosis adalah memberi tekanan hidrostatis yang melebihi tekanan osmosis larutan sehingga pelarut dalam hal ini air dapat berpindah dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Pada peristiwa reverse osmosis, pada sisi larutan dengan konsentrasi tinggi diberikan tekanan Untuk mendorong molekul air melewati membrane menuju sisi larutan air. Proses pemisahan ini akan memisahkan antara zat terlarut pada suatu sisi membran dan pelarut murni disisi yang lain. Sehingga, dalam proses reverse osmosis minimal selalu membutuhkan dua komponen yaitu adanya tekanan tinggi (high pressure) dan membrane semi permeable.

Membran semipermeabel yang digunakan pada reverse osmosis disebut membran reverse osmosis (Membran RO). Memiliki ukuran pori kurang dari 1 nm Karena ukuran porinya yang sangat kecil. membran RO disebut juga membrane tidak berpori. Membran RO biasanya digunakan untuk pengolahan air, seperti, pengolahan air minum, destilasi air laut, dan pengolahan limbah cair. Saat ini membran RO juga banyak digunakan pada proses pengolahan air isi ulang, pada pengolahan air minum seperti pada pengolahan air isi ulang membrane RO didesain untuk melewatkan molekul-molekul air dan menahan solid, seperti ion ion garam, membran RO dapat memisahkan dan menyisahkan zat terlarut dan zat organik, pirogen, koloid, virus dan bakteri dari air baku.

Membran semipermeabel pada aplikasi reverse osmosis terdiri dari lapisan tipis polimer pada penyangga berpori (fabric support). Membran untuk kebutuhan komersial harus memiliki sifat permeabilitas yang tinggi terhadap air. Selain itu, membran juga harus memiliki derajat semipermeabilitas yang tinggi dalam arti

laju transportasi air melewati membran harus jauh lebih tinggi dibandingkan laju transportasi ion-ion yang terlarut dalam umpan. Membran juga harus memiliki ketahanan (stabil) terhadap variasi pH dan suhu. Kestabilan dari sifat-sifat tersebut dalam periode waktu dan kondisi tertentu dapat didefinisikan sebagai umur membran yang biasanya berkisar antara 3-5 tahun. Terdapat dua jenis polimer yang dapat digunakan sebagai membran reverse osmosis: selulosa asetat (CAB) dan komposit poliamida (CPA). Kedua jenis material membran ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan pada proses pembuatannya, kondisi operasi dan kinerjanya seperti yang terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis Membran Reverse Osmosis

Batasan	Membran selulosa asetat	Lapisan tipis membran komposit
pH	pH 2-8	pH 2-11
Temperatur	5 ⁰ C-30 ⁰ C	5 ⁰ C-50 ⁰ C
Ketahanan terhadap serangan bakteri	Lemah	Sangat kuat
Ketahanan terhadap klorin	0-1 ppm	0-0.1 ppm
Rejeksi terhadap garam saat 60 psi	85-92%	94-98%
Rejeksi terhadap nitrat saat 60 psi	30-50%	70-90%
Cost relatif	Rendah	Tinggi

Sumber : www.wikipedia.com