

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Destilasi

Destilasi pertama kali ditemukan oleh kimiawan Yunani sekitar abad pertama masehi yang akhirnya perkembangannya dipicu terutama oleh tingginya permintaan akan spiritus. Hypathia dari Alexandria dipercaya telah menemukan rangkaian alat untuk distilasi dan Zosimos dari Panopolis-lah yang telah berhasil menggambarkan secara akurat tentang proses distilasi pada sekitar abad ke-3, (F. R. Allchin, 1979).

Destilasi (penyulingan) air laut telah dilaksanakan selama bertahun-tahun. Teknologi penyulingan air untuk mendapatkan air tawar dari air kotor atau dari air laut intinya adalah menguapkan air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan sehingga didapatkan air tawar. Sumber panas yang dipergunakan berasal dari energi yang beragam : minyak, gas, listrik, surya / matahari dan lainnya.

Bentuk modern distilasi pertama kali ditemukan oleh ahli-ahli kimia Islam pada masa kekhalifahan Abbasiyah, terutama oleh Al-Razi pada pemisahan alkohol menjadi senyawa yang relatif murni melalui alat alembik, bahkan desain ini menjadi semacam inspirasi yang memungkinkan rancangan distilasi skala mikro, *The Hickman Stillhead* dapat terwujud. Tulisan oleh Jabir Ibnu Hayyan yang lebih dikenal dengan Ibnu Jabir menyebutkan tentang uap anggur yang dapat terbakar. Ia juga telah menemukan banyak peralatan dan proses kimia yang bahkan masih

banyak dipakai sampai saat ini. Kemudian teknik penyulingan diuraikan dengan jelas oleh Al-Kindi . Salah satu penerapan terpenting dari metode distilasi adalah pemisahan minyak mentah menjadi bagian-bagian untuk penggunaan khusus seperti untuk transportasi, pembangkit listrik, pemanas, dll. Udara didistilasi menjadi komponen-komponen seperti oksigen untuk penggunaan medis dan helium untuk pengisi balon. Distilasi juga telah digunakan sejak lama untuk pemekatan alkohol dengan penerapan panas terhadap larutan hasil fermentasi untuk menghasilkan minuman suling.

Ada beberapa menurut ilmuan destilasi sebagai sebagai berikut:

- Menurut Kamus Bahasa Indonesia Edisi II (1995), penyulingan di artikan sebagai “proses mendidihkan zat cair dan mengembungkan, uap serta menampung embun didalam wadah yang lain”.
- Sedangkan menurut Hassan Shadili (1984), memberikan pengertian tentang destilasi sebagai ”proses pemanasan suatu bahan pada berbagai temperatur, tanpa kontak dengan udara luar, untuk memperoleh hasil tertentu”.
- Sedangkan menurut Oxford Distionary (2003), menyebutkan bahwa “penyulingan adalah perubahan dari cair kebentuk gas melalui proses pemanasan dan selanjutnya mengumpulkan tetesan cairan yang mengembun.

Destilasi sangat berguna untuk konversi air laut menjadi air tawar. Konversi air laut menjadi air tawar dapat dilakukan dengan teknik elektrodialisis, osmosis, *gas hydration*, *freezing*, destilasi panas buatan dan destilasi tenaga surya.

2.2 Destilator Tenaga Surya

Destilator tenaga surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan energi surya. Destilator tenaga surya merupakan sebuah alat penyulingan sederhana, murah dan mudah dibuat. Pada proses destilator tenaga surya, air laut dipanaskan dengan tenaga surya didalam kolektor kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasikan untuk memperoleh air tawar. Selama ini alat destilasi tenaga surya lebih banyak dimanfaatkan untuk mengolah air laut menjadi air bersih, antara lain dilakukan oleh; Sumarsono M (2006) meneliti tentang analisis kinerja destilator tenaga surya tipe satu atap berdasar sudut kemiringan dan Mulyanef dkk (2012) meneliti tentang kaji eksperimental untuk meningkatkan performasi destilasi surya basin tiga tingkat menggunakan beberapa bahan penyimpan panas, dihasilkan kondensat 1.407 ml pada intensitas rata-rata 425 W/m^2 .

Pusat penelitian data teknis dan spesifikasi alat yang dikembangkan adalah terdiri pengumpul kalor, kaca penutup kanal kondensat, kotak kayu dan sistem isolasi dalam rancangan diatas dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2. Air yang dihasilkan dari proses destilasi atau air kondensat yang dihasilkan murni dari bakteri yang berbahaya. Perlu diperhatikan dalam penggunaan basin yang terbuat dari kaca bertujuan untuk menghindari terjadinya korosi yang disebabkan oleh air laut. Untuk mengurangi kehilangan energi panas ke lingkungan maka di bawah dan samping kolektor dilapisi isolasi berupa glass wool dengan ketebalan 3 cm ataupun menggunakan styrofoam.

Destilator memiliki beberapa tipe-tipe yaitu: tipe satu permukaan penutup kaca, tipe dua permukaan penutup kaca dan lain-lain. Disini saya melakukan penelitian dengan destilator tipe satu permukaan penutup kaca sebagai berikut:



Gambar 2.1. Alat Destilasi Tenaga Surya Dengan Tipe Kaca Penutup Satu Kemiringan
(Sumber: Mulyanef dkk, 2014).



Gambar 2.2 Alat Destilasi Tenaga Surya Dengan Tipe Kaca Penutup Dua Kemiringan
(Sumber: Mulyanef dkk, 2015).

2.3 Komponen Destilator Tenaga Surya

Komponen utama destilator tenaga surya terdiri dari beberapa komponen, yang meliputi kaca menutup, plat penyerap, isolasi dan kotak destilator.

1. Kaca berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas dari plat penyerap kelengkungan dan sebagai tempat kondensasi. Kaca dapat menyerap panas, memantulkan serta meneruskan radiasi sinar matahari yang merupakan fungsi dari radiasi batang, ketebalan, dan *Refracting Index*. Disamping itu kaca juga dapat sebagai salah satu elemen yang menjaga agar kotoran – kotoran dari luar tidak dapat masuk kedalam kolektor, dalam hal ini kaca termasuk cover dari destilator surya.
2. Plat penyerap berfungsi mengkonversikan radiasi matahari yang diserap sebagai pemanas digunakan untuk memanaskan fluida kerja pada basin. Jenis – jenis penyerap yang biasa digunakan untuk kolektor surya pada alat destilator yaitu:
 - Tembaga
 - *Stainless Steel*
 - Alumunium
3. Isolasi berfungsi untuk mengurangi panas yang hilang dari samping dan dibawah secara konduksi.
4. Reservoir pada pembuatan dan pengujian kolektor surya tipe satu permukaan kaca miring untuk destilasi air laut berguna sebagai penyimpanan air baku yang akan disalurkan ke basin.
5. Basin berfungsi sebagai tempat atau wadah air didalam destilator surya.

6. Kanal berfungsi sebagai tempat aliran hasil air (destilat) menuju tempat penampungan.
7. Kotak destilator berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas baik dari bawah maupun dari samping secara konduksi serta menjaga destilator dari kebocoran.

Pemilihan komponen – komponen dalam destilator sangatlah berpengaruh terhadap kinerja dari kolektor panas meliputi dua faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar, faktor yang berasal dari dalam berupa bentuk kolektor, jenis kaca penutup, daya penyerap panas, konduktivitas panas dari bahan kolektor panas, proses pindah panas yang terjadi, an penyusunan kolektor terhadap sinar matahari. Sedangkan faktor yang berasal dari luar yaitu efisiensi radiasi termal di atmosfer, suhu lingkungan dan kecepatan angin. Perpindahan panas dari matahari ke plat kolektor berupa radiasi dan udara yang terdapat didalam kolektor menyebabkan perpindahan secara konveksi.

Menurut kristino dan San (2001), Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor diantaranya adalah ketebalan pelat penyerap, hasil penelitian menunjukkan semakin tebal plat penyerap efisiensi kolektor semakin optimum. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem destilasi diantaranya temperatur air hasil destilasi, temperatur uap, laju energi pada saat pengembunan, energi yang diserap plat penyerap, dan lama pengujian, J.Sains Mipa (2007).

Beberapa parameter dari permukaan penyerap (*absorber*) radiasi matahari yang dapat mempengaruhi kinerja *Solar Still* antara lain sebagai berikut: luas

permukaan, bahan dasar, ketebalan, bentuk permukaan, dan warnanya. Artinya, semakin tebal *absorber*, maka semakin banyak energi radiasi yang diserap sehingga semakin tinggi pula temperatur dalam *Solar Still*.

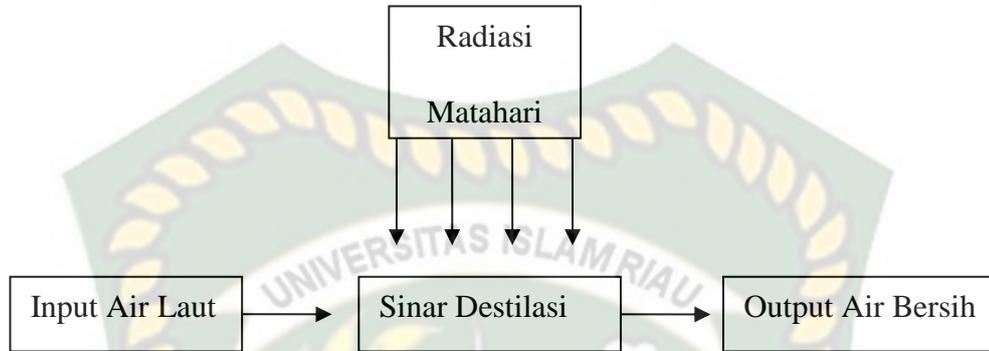
2.4 Proses Kerja Destilator Tenaga Surya

Pada proses kerja distilator tenaga surya, radiasi surya yang menerima permukaan kaca transparan diteruskan ke plat penyerap melalui air laut yang ada didalam basin, maka plat penyerap akan panas. Semakin tinggi radiasi surya yang dapat diserap oleh air laut menyebabkan suhu air laut semakin tinggi. Bawasannya proses penguapan hanya terjadi di antarmuka/interface antara cairan dan udara, sedang mendidih adalah penguapan yang terjadi di setiap bagian molekul cairan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3 mengenai proses penguap air, dalam setiap pendidihan, selalu terjadi penguapan, tetapi dalam penguapan belum tentu mendidih, jadi mendidih adalah bagian dari penguapan.

Jika suhu air laut semakin tinggi maka pergerakan molekul didalamnya semakin cepat dan terjadi tumbukan molekul, sehingga akan semakin mempercepat proses perpindahan massa air dari cairan ke gas (penguapan). Air akan menguap keatas dan menempel dikaca penutup bagian dalam.

Maka dapat disimpulkan bahwa distilator tenaga surya adalah sistem yang digunakan untuk memperoleh air bersih layak dikonsumsi dengan memanfaatkan potensi alam yaitu sinar matahari dengan cara memisahkan air kandungan kotoran – kotoran pada air yang didestilasikan (air kotor). Hal ini dapat dilihat pada gambar

2.4 untuk mengetahui proses kinerja suatu alat destilator yang memanfaatkan tenaga surya.



Gambar 2.3 Proses Kerja Destilator Tenaga Surya
 (Sumber :Irfan, S.2011)

Dalam penelitian Elviano Rizky (2016), bawasannya telah dilakukan pengujian ternyata dimensi destilator dan volume air dalam basin berpengaruh terhadap efisiensi sistem destilasi, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Efisiensi Sistem Destilator

Dimensi Destilator (PxLxT) cm ³	Volume Air Basin (cm ³)	Efisiensi Sistem Destilator (%)
200 x 50 x104	5000	15.26
100 x 100 x 56		16.58
50 x 200 x 33		18.72

(Sumber: Elviano Rizky, 2016)

Dari tabel diatas sangat berpengaruh dimensi dalam menghasilkan air bersih, terutama pada panjang destilator yang dimana semakin panjang destilator maka kurang baik dalam proses kinerja destilator, karena terjadinya masalah pada proses penguapan. Jika proses penguapan pada destilator terdapat masalah maka

hal ini akan berpengaruh pada unjuk kerja destilator. Maka dari itu diperlukan penelitian tentang panjang destilator agar mendapatkan panjang optimum atau panjang yang terbaik dalam proses kinerja destilator surya yang mempunyai nilai efisiensi lebih baik dan mendapatkan air bersih lebih banyak.

Menurut (Puja & Sambada, 2012), unjuk kerja suatu alat destilator surya dinyatakan oleh efisiensi dan jumlah air bersih yang dapat dihasilkan persatuan waktu dan luas alat destilator. Banyak faktor-faktor yang dipengaruhi oleh jumlah hasil air pada destilator diantaranya: keefektifan absorber bagian dalam menyerap energi surya, keefektifan kaca mengembunkan uap air, ketinggian air yang ada di dalam alat destilator, jumlah energi surya yang datang dan temperatur air naik dalam alat destilator.

Absorber harus terbuat dari bahan dengan absorbtivitas energi surya yang baik, untuk meningkatkan absorbtivitas umumnya absorber dicat hitam. Kaca penutup tidak boleh terlalu tebal, jika kaca terlalu tebal maka kaca akan menyimpan panas cukup banyak sehingga uap air akan susah mengembun. Ketinggian air yang ada di dalam alat destilator tidak boleh tinggi (tebal) karena akan memperlama proses penguapan air. Tetapi jika air dalam alat destilasi terlalu sedikit maka alat destilasi dapat rusak karena terlalu panas (umumnya kaca penutup akan pecah).

Alat destilator surya harus rapat sehingga kebocoran uap air sangat sedikit ataupun tidak ada. Temperatur air masuk ke dalam destilator diusahakan tinggi karena semakin tinggi temperatur air masuk alat destilator maka air jernih yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga unjuk kerja alat destilasi semakin meningkat. Cara yang dapat digunakan untuk mempertinggi temperatur air masuk

ke dalam alat destilasi adalah dengan menggunakan kolektor. Selain temperatur air masuk, unjuk kerja alat destilasi energi surya dipengaruhi jumlah energi surya yang masuk ke dalam destilator, semakin banyak energi surya yang masuk, semakin baik unjuk kerja alat destilasi yang dihasilkan dan perlu diketahui pada tabel 2.1 bawasannya dimensi destilator sangatlah berpengaruh dalam efisiensi sistem destilator.

2.5 Air

Air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur hidrogen (H_2) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O_2) dalam hal ini membentuk senyawa H_2O . Air merupakan salah satu sumber daya alam yang penting dalam kehidupan manusia. Manusia mampu bertahan hidup tanpa makan dalam beberapa minggu, namun tanpa air manusia akan mati dalam beberapa hari.

Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum minimal sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat – zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli. Air digunakan untuk mendukung hampir seluruh kegiatan manusia seperti minum, memasak, mandi, mencuci, dan membersihkan lingkungan rumah.

Pengertian air menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, Bab I Ketentuan Umum Pasal 1, menyatakan bahwa: “air adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil”. Menurut undang – undang RI No. 7 tahun 2004 tentang sumber daya air (bab I, pasal I), butir 2 disebutkan bahwa: “air adalah semua yang terdapat pada diatas, ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada didarat”. Fungsi air dalam kehidupan kita tidak hanya memenuhi kebutuhan secara fisik (yang dibutuhkan tubuh manusia), tetapi juga berperan sebagai pemenuh kegiatan manusia sehari – hari. Bahkan makhluk hidup lain yang berupa binatang dan tumbuhan mengkonsumsi air sebagai pemenuh kebutuhannya.

2.6 Kebutuhan Air Bersih

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu, dan menurut Djasio Sanropie (1984), menyatakan bahwa : “Standar Kualitas Air adalah ketentuan-ketentuan yang biasa dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis dan gangguan dalam segi estetika”.

Sedangkan kuantitas menyangkut jumlah air yang dibutuhkan manusia dalam kegiatan tertentu. Air adalah materi esensial didalam kehidupan, tidak ada satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Sebagian besar

tubuh manusia itu sendiri terdiri dari air. Tubuh manusia rata-rata mengandung air sebanyak 90 % dari berat badannya. Tubuh orang dewasa, sekitar 55-60%, berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65% dan untuk bayi sekitar 80% . Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka. Sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia.

Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai. Air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Bagi manusia kebutuhan akan air sangat mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh. Air di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pengangkut dan pelarut bahan-bahan makanan yang penting bagi tubuh. Sehingga untuk

mempertahankan kelangsungan hidupnya manusia berupaya mendapatkan air yang cukup bagi dirinya (Suharyono, 1996).

Dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari-hari manusia amat tergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, membersihkan peralatan, mandi, dan lain sebagainya. Manfaat lain dari air berupa pembangkit tenaga, irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya yang sejenis dengan ini. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air makin meningkat. Menurut ilmu kesehatan setiap orang memerlukan air minum hidup 2-3 minggu tanpa makan tetapi hanya dapat bertahan 2-3 hari tanpa air minum (Suripin, 2002).

Secara kuantitasnya kebutuhan air tidaklah sama disetiap daerah. Untuk itu, menurut standar direktorat jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (PU), kebutuhan air bersih per orang per hari adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kebutuhan Bersih Air Per Orang Per Hari Menurut Departemen Pekerjaan Umum (PU)

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Konsumsi Air (Liter/Org/Hari)
Metropolitan	1.000.000	190
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	130
Desa	20.000	60

(Sumber: Standar direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum)

2.7 Pengolahan Air

Upaya dalam pengolahan air pada hakikatnya adalah untuk memenuhi kebutuhan agar dapat dipenuhi syarat kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis. Agar memenuhi dalam syarat kuantitas maka jumlah air yang diolah haruslah

mencukupi untuk keperluan aktivitas harian sesuai standar yang ditetapkan. Di Amerika Serikat ditentukan 600 liter per kapasitas per hari (Linsley, RK & Franzini, JB. 1995). Sedangkan di Indonesia diperlukan air berkisar 100 – 150 liter/orang/hari. Hal ini untuk kebutuhan minimal di pedesaan WHO menentukan 60 liter/orang/hari (Sanropie, D. dkk, 1984).

Untuk mencapai suatu pemenuhan syarat dalam kualitas, kuantitas, kontinuitas dan ekonomis, perlu diketahui dalam proses pengolahan air pada dasarnya terdiri dari tiga macam proses. Proses pengolahan air dimaksud yaitu purifikasi, desinfeksi dan pengaturan keasaman / mineral enrichment (Sanropie, D. dkk, 1984). Purifikasi adalah upaya untuk membersihkan atau menjernihkan air. Proses yang dikelompokkan menjadi beberapa proses purifikasi diantaranya koagulasi-flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan destilasi serta pembuangan garam dan zat beracun lainnya.

Dalam hal ini masing-masing proses pengolahan air akan diuraikan pada beberapa penjelasan dibawah ini:

2.7.1 Koagulasi – Flokulasi

Koagulasi adalah pencampuran bahan kimia koagulant pada air yang bertujuan untuk men-destabilisasi material tersuspensi dan terlarut dalam air. Bahan koagulan yang digunakan diantaranya tawas ($AlSO_4$), $FeCl_3$, PAC. Flokulasi

merupakan proses penggumpalan material tersuspensi akibat penambahan bahan koagulan. Penentuan dosis koagulan, lama dan kecepatan pengadukan – pencampuran serta pembentukan gumpalan. Dilakukan dengan percobaan jar (Jar test). Flokulasi sangat bergantung pada beberapa factor antara lain dosis koagulan, keasaman, suhu dan proses pencampuran. Adanya penambahan bahan koagulan pada air akan terjadi proses pemberian muatan positif pada partikel suspensi atau koloidal dalam air, akibatnya akan terjadi pengikatan partikel negatif.

2.7.2 Sedimentasi

Sedimentasi dimaksudkan untuk memisahkan flok atau gumpalan yang terjadi pada proses koagulasi – flokulasi, dengan jalan mengendapkan secara gravitasi. Gumpalan yang lebih besar akan lebih cepat mengendap dibanding gumpalan yang lebih kecil. Berdasarkan pengalaman dan percobaan jar, waktu pengendapan optimal berkisar antara 2-4 jam.

Pada akhir proses ini air yang berada di bagian atas akan tampak jernih dan pada bagian bawah dekat dasar bak akan tampak endapan yang menumpuk. Selanjutnya air yang jernih disaring untuk memisahkan partikel flok yang belum terendapkan. Penyaringan dilakukan dengan media filtrasi berupa pasir atau antrachit. Endapan yang berada di dasar bak di buang.

2.7.3 Filtrasi (Penyaringan)

Sanropie,D. dkk. (1984) menyatakan “Penyaringan adalah sebagian dari suatu proses pengolahan air, yang pada prinsipnya adalah mengurangi bahan bahan

organik maupun bahan an organik yang berada dalam air". Adapun bahan yang dipakai untuk penyaringan adalah pasir yang mempunyai sifat dapat menyaring dengan baik, keras serta dapat tahan lama tidak mudah larut dalam air. Saringan pasir lambat memiliki kemampuan untuk menyaring koloid pasir lambat dan menyaring bakteri lebih baik. Bila digunakan terus menerus akan tumbuh bakteri tertentu menimbulkan lendir, sehingga lapisan pasir tersebut akan jenuh dan mampet (clogging). Oleh karena itu perlu di bersihkan atau dicuci pada periode tertentu.

Cara kerja penyaringan air meliputi perembesan secara mekanik berupa pemisahan sediment, aktivitas kimia dan fisika serta aktivitas biologi. Menurut Ngarsin (1983), di mana pasir mempunyai pori-pori yang kecil, maka partikel-partikel yang lebih besar tidak dapat melewati pori-pori tersebut sehingga melekat pada butiran-butiran pasir. Sehingga pori-pori pasir akan tersumbat akhirnya timbul Floc-floc. Maka floc-floc tersebut akan mengendap pada lapisan pasir sehingga akan menahan partikel yang halus dan memisah dari air.

2.7.4 Pembuangan Garam (Desalinasi)

Linsley, RK dan Franzini, JB (1995) menyatakan bahwa teknik pembuangan kadar garam dalam air yang telah dikuasai oleh manusia antara lain teknik destilasi (penyulingan), freezing (pembekuan), demineralisasi, elektrodialisis dan *Reverse Osmose* (osmosis terbalik). Masing-masing teknik pembuangan kadar garam tersebut memiliki banyak keuntungan dan

kekurangannya. Penggunaannya harus disesuaikan dengan kondisi social ekonomi masyarakat setempat.

2.8 Radiasi Matahari

Sinar matahari atau radiasi matahari adalah sinar yang berasal dari matahari. Tanaman menggunakan cahaya matahari untuk berfotosintesis dan membuat makanan. Tanpa cahaya matahari, tidak akan ada kehidupan di bumi. Sinar matahari bisa berakibat baik maupun buruk kepada kesehatan seseorang. Dalam terang, tubuh manusia memproduksi vitamin D sendiri. Terlalu lama terpancar sinar matahari bisa menyebabkan kulit terbakar. Tanaman memerlukan cahaya matahari tumbuh hijau. Dengan air tanpa cahaya matahari, tanaman akan tumbuh tinggi dengan cepat, namun akan terlihat kuning dan kekurangan air, meskipun saat disentuh, daunnya teraba amat basah.

Energi matahari yang biasa disebut energi surya (*solar energy*) merupakan energi yang bersumber dari sinar matahari. Energi ini merupakan yang murah dan melimpah di daerah tropis seperti indonesia. Melimpahnya energi surya yang merata dan dapat diseluruh kepulauan diindonesia hampir sepanjang tahun sebenarnya merupakan sumber energi yang sangat potensial. Radiasi surya (*solar radiation*) merupakan suatu bentuk radiasi thermal yang mempunyai distribusi panjang gelombang khususnya. Intensitasnya sangat bergantung dari kondisi atmosfer saat dalam tahun dan sudut timpa sinar matahari dipermukaan bumi.

Intensitas radiasi surya pada kondisi cerah akan bertambah dari pagi sejak terbit sampai siang hingga tercapainya kondisi puncak dan turunsampai matahari

tergelam pada sore hari. Lamanya matahari bersinar cerah dalam satu hari dinyatakan sebagai jam surya. Untuk Indonesia, jumlah jam surya adalah sekitar 4-5 jam per hari. Jumlah intensitas radiasi / insolasi surya yang diterima dalam satu hari dinyatakan dengan satuan (kWh/m^2).

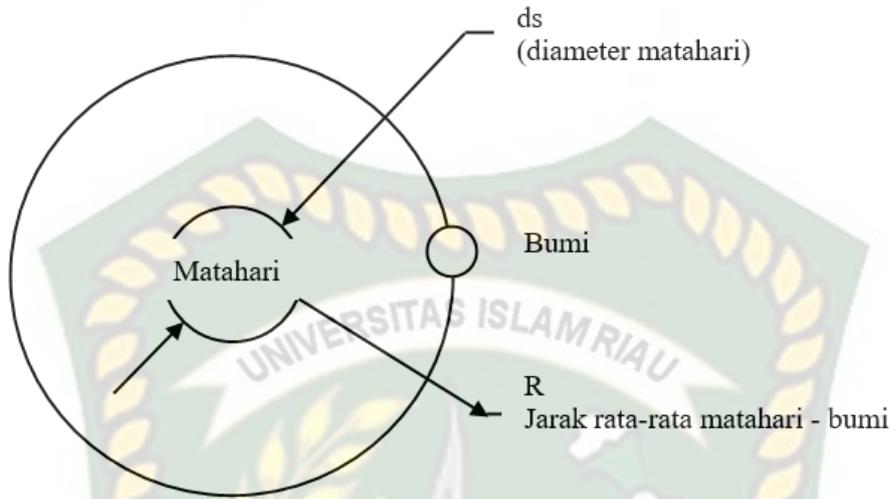
2.8.1 Jenis – Jenis Radiasi Matahari

Ada tiga macam cara radiasi matahari sampai ke permukaan bumi, yaitu:

- a. Radiasi langsung (Beam/Direct Radiation) Adalah radiasi yang mencapai bumi tanpa perubahan arah atau radiasi yang diterima oleh bumi dalam arah sejajar sinar datang.
- b. Radiasi hambur (Diffuse Radiation) Adalah radiasi yang mengalami perubahan akibat pemantulan dan penghamburan.
- c. Radiasi total (Global Radiation) Adalah penjumlahan radiasi langsung (direct radiation) dan radiasi hambur (diffuse radiation).

Menurut Ted J.Jansen (1995), lapisan luar dari matahari yang disebut fotosfer memancarkan suatu spektrum radiasi yang kontinu. Untuk maksud yang akan dibahas kiranya cukup untuk menganggap matahari sebagai sebuah benda hitam, sebuah radiator sempurna pada 5762K. Dalam ilmu fotovoltaik dan studi mengenai permukaan tertentu, distribusi spektral adalah penting.

Pada gambar 2.4 dapat dilihat bentuk bola surya sebagai berikut:



Gambar 2.4 Bola Surya

Radiasi yang dipancarkan oleh permukaan matahari E_s adalah sama dengan hasil perkalian konstanta Stefan - Boltzman σ , pangkat empat temperatur permukaan absolut T_s^4 dan luas permukaan πd_s^2 ,

$$E_s = \sigma \cdot \pi d_s^2 \cdot T_s^4 \text{ W} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.1})$$

Dimana $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$, temperatur permukaan T_s dalam K dan diameter matahari d_s dalam meter. Pada radiasi ke semua arah, lihat Gambar 2.6, energi yang diradiasikan mencapai luas permukaan bola dengan matahari sebagai titik tengahnya, Jari-jari R adalah sama dengan jarak rata-rata antara matahari dan

bumi. Luas permukaan bola adalah sama dengan $4 \pi R^2$, dan fluksa radiasi pada satu satuan luas dari permukaan bola tersebut yang dinamakan iradiansi , menjadi:

$$G = \frac{\sigma \cdot d_s^2 \cdot T_s^4}{4R^2} \cdot W/m^2 \dots\dots\dots(pers. 2.2)$$

Dengan garis tengah matahari 1.39×10^9 m, temperatur permukaan matahari 5762 K, dan jarak rata-rata antara matahari dan bumi sebesar 1.5×10^{11} m, maka fluksa radiasi per satuan luas dalam arah yang tegak luruh pada radiasi tepat di luar afinosfer bumi adalah:

$$G = \frac{5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{(m^2 \cdot K^4)} \times (1,39 \times 10^9)^2 m^2 \times (5,762 \times 10^3)^4 K^4}{4 \times (1,5 \times 10^{11})^2 m^2}$$

$$= 1353 \frac{W}{m^2}$$

Harga G ini disebut konstanta surya G_{sc} . Pengukuran yang baru-baru ini dilakukan oleh pesawat antariksa telah membenarkan harga G_{sc} ini, yang kemudian telah diterima oleh NASA sebagai standar. Tabel 2.3 memuat konstanta surya dalam satuan lain. Satuan langley sama dengan 1 kalori / cm^2 , adalah satuan yang umumnya dapat dijumpai dalam literatur mengenai radiasi surya. Perlu dicatat, bahwa karena 1 kalori = 4.187 Joule, maka 1 langley = 1 kalori/ cm^2 = 0,04187 MJ/ m^2 sebuah faktor konversi yang sering digunakan.

Tabel 2.3 Satuan Lain Pada Konstanta Surya

Konstanta surya (G_{sc})
1,353 W/m^2
429 Btu/(hr.ft ²)
116,4 Langley/hr
4,871 MJ/ m^2 . hr

(Sumber : Dari “Teknologi Rekayasa Surya” Prof.Wiranto Arismunandar.1995)

Radiasi surya yang tersedia di luar atmosfer bumi seperti yang diungkapkan oleh konstanta surya sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet); karbondioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi sebagai radiasi, sebaran. Pengukuran berikutnya terjadi apabila permukaan penerima radiasi itu tidak pada kedudukan tegak-lurus sorotan radiasi yang masuk.

2.9 Parameter Performasi Destilator Tenaga Surya

2.9.1 Penguapan (Evaporation)

Penguapan (evaporation) adalah perubahan suatu zat cair menjadi uap pada beberapa suhu dibawah titik didihnya. penguapan (evaporation) terjadi dikarenakan diantara molekul – molekul yang dekat dengan permukaan zat tersebut selalu mendapat cukup energi panas untuk mengatasi gaya kohesi sesama molekul kemudian melepas. Sehingga jika terus menerus diberi panas maka temperatur fluida akan terus meningkat dan massa jenisnya akan terus menurun dan terjadilah penguapan.

Berikut ini merupakan persamaan umum untuk menentukan laju energi pada saat penguapan:

$$Q_{evap} = \frac{m_v \times h_{fg}}{t} \dots\dots\dots(pers 2.1)$$

Dimana:

h_{fg} = Kalor laten (J/kg)

t = Selang waktu (s)

m_v = Massa air tawar yang dihasilkan (kg)

Untuk mencari massa air tawar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$m = \rho \times V \dots\dots\dots(pers 2.2)$$

Dimana:

ρ = Massa jenis air yang digunakan (kg/m^3)

V = Volume produk air bersih yang dihasilkan (m^3)

2.9.2 Pengembunan (*condensation*)

Proses pengembunan adalah proses perubahan wujud gas menjadi wujud cair karena adanya perbedaan temperatur. Temperatur pengembunan berubah sejalan dengan tekanan uap. Berikut ini adalah persamaan umum untuk menentukan laju energi pada saat pengembunan:

$$Q_c = \frac{m_v \times h_{fg}}{t} \dots\dots\dots(pers 2.3)$$

Dimana:

h_{fg} = Kalor laten (J/kg)

t = Selang waktu (s)

m_v = Massa air tawar yang dihasilkan (kg)

Harga sifat – sifat air seperti kalor laten penguapan dan kalor alten pengembunan, dicari pada temperatur rata – rata (T_f). Rumus temperatur rata – rata untuk proses adalah sebagai berikut:

$$T_f = \frac{T_k + T_u}{2} \dots\dots\dots (pers 2.4)$$

Dimana:

T_k = temperatur kondensat (°C)

T_u = temperatur uap (°C)

2.9.3 Laju Destilasi

Laju destilasi merupakan laju aliran massa yang dihasilkan dari proses destilasi per satuan waktu. Berikut ini merupakan persamaan untuk menentukan laju destilasi dalam proses destilasi :

$$\dot{m} = \frac{m_c}{\Delta t} \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana:

\dot{m} = Laju destilasi (kg/s)

m_c = Massa air yang terkondensasi (kg)

Δt = Perubahan waktu (s)

2.9.4 Efisiensi Produk

Efisiensi produk merupakan rasio antara massa produk yang dihasilkan atau digunakan sebagai masa produk yang diberikan pada sistem. Berikut dapat dituliskan :

$$\eta_p = \frac{m}{m_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (pers 2.6)$$

Dimana:

η_p = Efisiensi produk (%)

m = Massa air kondensat (kg)

m_{in} = Massa air yang masuk ke sistem (kg)

2.9.5 Efisiensi Sistem Destilasi

Berikut ini merupakan persamaan untuk menentukan efisiensi sistem destilasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\eta_{tot} = \frac{Q_c}{Q_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(pers 2.7)$$

Dimana:

η_{tot} = Efisiensi sistem destilasi (%)

Q_c = Laju energi kondensasi (W)

Q_{in} = Energi yang diserap plat penyerap (W)