

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

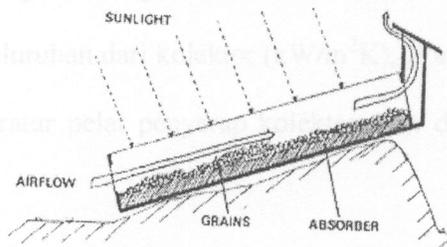
Energi matahari sebagai sumber energi pengganti tidak bersifat polutif, tak dapat habis, serta gratis dan mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan. Apalagi letak geografis Indonesia didaerah khatulistiwa yang memiliki curah radiasi matahari yang hampir konstan sepanjang tahun. Agar pemanfaatan energi surya ini lebih baik maka digunakan alat pengumpul energi matahari. Alat ini dapat berupa pengumpul pelat datar dan konsentrator. (Azridjal, 2003).

#### 2.1 Pemanas Udara Surya

Pemanas udara surya adalah alat yang dapat mengkonversikan energi radiasi radiasi matahari ke dalam energi kalor sehingga akan meningkatkan entalpi udara. Alat ini pada umumnya sangat sederhana. Alat ini biasanya disebut kolektor/pengumpul, umumnya terdiri dari sebuah pelat penyerap/ *absorber* yang berfungsi untuk mengkonversi energi, sebuah suatu saluran udara dan sebuah penutup bagian atas dapat ditambahkan jika diperlukan. Saat udara mengalir masuk ke dalam saluran udara, panas dipindahkan dari udara ke absorber, sehingga temperatur udara bertambah atau dengan kata lain diperoleh udara panas. (Azridjal, 2004)

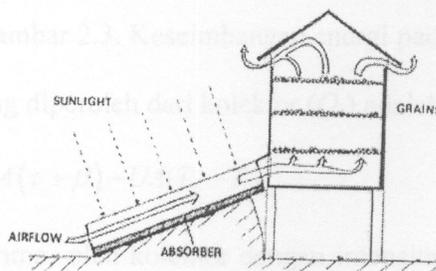
Pemanas udara surya dapat dikelompokkan atas : pemanas surya langsung/*direct solar drier* (pasif), dan pemanas surya tidak langsung/ *indirect solar drier* (aktif) atau kombinasi keduanya (Dahnil, 1990).

Pemanas surya langsung (pasif), di mana radiasi yang matahari diserap secara langsung oleh produk dan lingkungan sekitar. Bentuk sederhana dari pengering ini terdiri dari sebuah kotak berisi produk dengan suatu tutup transparan pada kemiringan tertentu, dan lubang ventilasi untuk tempat masuknya udara segar dan keluarnya udara yang lembab. Radiasi surya yang menimpa kotak dengan tutup transparan akan memanaskan produk, atau permukaan gelap didalam lemari pengering, dan menyebabkan uap air keluar dari bahan yang sedang digeringkan. Sistem seperti ini mirip dengan suatu rumah kaca dimana plastik atau kaca transparan menutup rangka rumah kaca. (gambar 2.1).



Gambar 2.1 Pengering surya Langsung

Pemanas tidak langsung di mana radiasi matahari digunakan untuk memanaskan udara yang kemudian dialirkan ke ruang pengering /aktif. Pengering surya ini menggunakan suatu kolektor udara surya terpisah, terdiri dari suatu plat logam yang berwarna gelap di (dalam) suatu kotak dengan tutup kaca transparan (gambar 2.2).



Gambar 2.2 Pengering surya tidak langsung

## 2.2 Keseimbangan Energi Pada Kolektor

Energi yang diserap oleh kolektor ( $Q_A$ ) adalah :

$$Q_A = GA(\tau + \alpha) \quad (2.1)$$

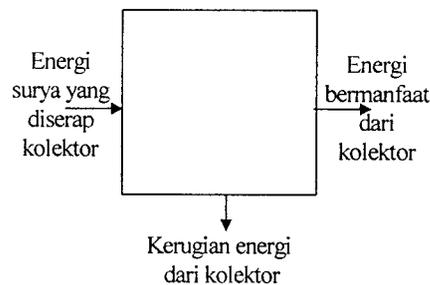
dimana  $Q_A$  adalah besar energi yang diserap (kW),  $G$  adalah radiasi surya total (kW/m<sup>2</sup>),  $A$  adalah luas kolektor surya (m<sup>2</sup>),  $\tau$  adalah faktor *transmission* dari penutup,  $\alpha$  adalah faktor *absorptance* dari pelat penyerap kolektor.

Energi yang hilang/kerugian energi dari kolektor ( $Q_L$ ) adalah

$$Q_L = UA(T_p - T_a) \quad (2.2)$$

dimana  $Q_L$  adalah kerugian energi dari kolektor (kW),  $U$  adalah nilai koefisien perpindahan kalor keseluruhan dari kolektor (kW/m<sup>2</sup>K),  $A$  adalah luas kolektor surya (m<sup>2</sup>),  $T_p$  adalah temperatur pelat penyerap kolektor (K), dan  $T_a$  adalah temperatur udara sekitar (K).

Keseimbangan energi pada kolektor, seperti tampak pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Keseimbangan energi pada kolektor

Energi berguna yang diperoleh dari kolektor ( $Q_s$ ) adalah sebesar :

$$Q_s = GA(\tau + \beta) - UA(T_p - T_a) \quad (2.3)$$

Energi yang diterima oleh kolektor dengan intensitas radiasi ( $E_{glob}$ ) dan luas kolektor ( $Ak$ ) ialah :

$$Q_{in} = E_{glob} \cdot Ak \quad (2.4)$$

Efisiensi kolektor ditentukan dari besarnya energi yang diserap oleh kolektor ( $Q_m$ ) terhadap, besarnya energi yang dapat dimanfaatkan ( $Q_s$ ).

$$\eta_a = \frac{Q_s}{Q_m} \quad (2.5)$$

Proses pengeringan merupakan cara untuk mengeluarkan kandungan air dalam bahan sampai pada harga tertentu dengan menggunakan kalor. Pada proses pengeringan terjadi dua proses secara bersamaan yaitu proses perpindahan energi dalam kalor/panas dari lingkungan untuk menguapkan kandungan air dari bahan dan perpindahan massa air di dalam bahan ke permukaan sebagai akibat proses penguapan dari kalor/panas yang dipindahkan. dan perpindahan massa secara bersamaan. Pada proses pengeringan terjadi perpindahan massa air secara termal untuk memperoleh produk yang kering (kandungan air rendah).

### 2.3 Energi yang Dibutuhkan dalam Proses Pengeringan

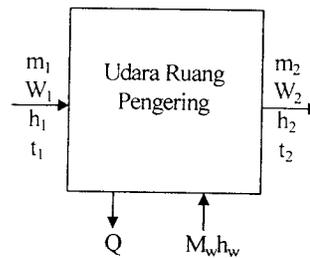
Besarnya energi yang dibutuhkan dalam proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh kadar air awal bahan yang akan dikeringkan, kadar air akhir yang diinginkan, dan jumlah massa bahan yang akan dikeringkan. Rumusan energi pengeringan yang dibutuhkan secara umum ditentukan dari analisa termodinamika proses pengeringan tersebut, penentuan kebutuhan energi pengeringan dalam uraian berikut dapat digunakan (Fachrizal, et al, 1994).

Keseimbangan energi pada proses pengeringan digambarkan pada gambar 2.4. Dari gambar 2.4 dapat dihitung keseimbangan energi dan massa proses pengeringan yaitu :

$$m_1 h_1 + m_w h_w = m_2 h_2 + Q \quad (2.6)$$

dimana :

1	=	kondisi masuk sistem
2	=	kondisi keluar sistem
m	=	massa udara (kg udara kering/jam)
W	=	kelembaban mutlak (kg/kg udara kering)
h	=	entalpi udara (kJ/kg)
$m_w$	=	massa air yang dikeluarkan dari bahan yang dikeringkan(kg/jam)
$h_w$	=	entalpi penguapan air (kJ/kg)
Q	=	kalor untuk pengeringan (kJ/jam)



Gambar 2.4 Keseimbangan Massa dan Energi Proses Pengeringan

$$m_1 W_1 + m_w = m_2 W_2 ; m_1 = m_2 = m \quad (2.7)$$

$$m_w = m(W_2 - W_1) \quad (2.8)$$

Besarnya energi total ( $Q_T$ ) pada proses pengeringan sangat tergantung pada kadar air bahan, kadar air akhir yang diinginkan, massa bahan yang akan dikering dan energi yang digunakan menaikkan temperatur bahan ( $Q_k$ ), energi untuk menaikkan temperatur air di dalam bahan ( $Q_m$ ), energi untuk menguapkan kandungan air dalam bahan ( $Q_e$ ), dan energi untuk menaikkan temperatur uap air ( $Q_v$ ).

$$Q_T = Q_k + Q_m + Q_e + Q_v \quad (2.9)$$

#### 2.4 Penyimpan Panas

Penyimpan panas berfungsi untuk memberikan panas tambahan jika energi yang dibutuhkan dalam ruang pengering berkurang. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan pada waktu memilih, merencanakan dan mengoperasikan sistem

penyimpan energi adalah kapasitas panas yang besar, kerapatan penyimpanan energi ( $\text{kJ/m}^3$ ), ekonomis dan murah serta memperhitungkan efisiensi termal.

Persamaan umum penyimpanan energi sesuai dengan jumlah panas yang diserap adalah :

$$\frac{m_s \cdot \Delta i}{A_c} = 4400 \text{ sampai } 6600 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2} \quad (2.10)$$
$$\Delta i = C_{pl}(T_o - T_m) + i_{sl} = C_{pl}(T_m - T_{\min})$$

Batu adalah penyimpan panas sensibel yang hanya mengalami kenaikan temperatur seiring bertambahnya jumlah panas yang disimpan. Penggunaan batu sebagai penyimpan panas sensibel lebih praktis dan murah dibandingkan dengan media penyimpanan panas yang berubah fasa (penyimpanan panas laten). Besarnya panas sensibel yang diperlukan untuk menaikkan temperatur batu tiap satuan massa sebesar satu derajat disebut kapasitas panas batu yaitu :

$$C = \frac{dq}{m \cdot dt} \quad (2.11)$$

Untuk penyimpanan panas laten yaitu penyimpanan yang terjadi pada bahan/zat yang saat berlangsungnya perubahan fasa zat, yaitu dari padat ke cair atau dari cair ke padat. Persamaan untuk panas laten adalah : the equation for latent heat is:

$$Q = mL \quad (2.12)$$

$Q$  adalah jumlah energi yang dilepaskan atau diserap selama terjadinya perubahan fasa zat (joules), massa zat ( $m$ ), dan  $L$  merupakan panas laten spesifik dari partikel zat tersebut ( $\text{J kg}^{-1}$ ).