

**PERENCANAAN SISTEM
PEMANAS AIR TENAGA SURYA
UNTUK KEBUTUHAN RUMAH TANGGA
DENGAN KAPASITAS 600L/JAM**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

HOTMARTUA HUTAPEA

NIM : 01.813.0021



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

**MEDAN
2008**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

RINGKASAN

Kemajuan teknologi mengakibatkan pemakain energi didalam negeri kita menunjukkan peningkatan yang sangat pesat, sehingga konsumsi bahan bakar minyak dan gas alam yang persediaannya yang semakin menipis dikhawatirkan akan habis. Ini dapat dipahami karena memang komoditi terbesar sangat dibutuhkan untuk menunjang pembangunan nasional.

Dengan demikian permasalahan yang dihadapi tertumpu pada penyediaan energi alternatif sebagai pengganti minyak bumi dan gas alam. Beberapa usaha penganekaragaman yang telah dirintis dan diwujudkan adalah pemanfaatan energi surya, energi panas bumi, energi angin, energi panas air laut, tenaga hydro, biomassa, dan lain-lain. Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang disebut diatas yaitu energi surya, yang akan dirancang berikut ini adalah sistem pemanas air kolektor plat datar dengan tujuan untuk merekonstruksi air dingin menjadi air panas untuk kebutuhan rumah tangga dengan kapasitas 600L/jam.

Harga *irradiasi* surya maksimum secara teoritis sangat menentukan posisi kolektor pada suatu lokasi, ketinggian lokasi di atas permukaan laut (DPL), sudut kemiringan kolektor dan arah kolektor. *Irradiasi* surya langit cerah dalam suatu hari sangat bervariasi untuk setiap jamnya, dimana harga *irradiasi* surya maksimum ada pada jam 12:00 waktu setempat yaitu sebesar 3 – 3,5 Kwh/m² hari, sehingga dengan potensi sebesar itu maka energi yang berguna bagi kolektor plat datar adalah 1040 Kkal/jam.

Kata kunci : *irradiasi*, energi terbarukan, kolektor surya

SUMMARY

Technological Progress result the using energy in our country show the very fast improvement, so that consume the fuel of oil and natural gas which its supply [is] which progressively attenuate felt concerned about will used up. This perceivable because (it) is true biggest commodity very required to support the national development.

Thereby problems faced to be leaved on ready [of] energy alternative in the place of petroleum and natural gas. Some effort miscellaneous which have been blazed the way and realized [by] [is] exploiting of sun energy, hot sun energy [of] earth, energy wind, hot energy irrigate the sea, energy hydro, biomass, and others. One of new exploiting energy [is] so-called above that is sun energy, to be designed [by] in the following [is] [is] heater system irrigate the plate collector level off as a mean to reconstruct the water chilled to become the hot water for the requirement of domestic with the capacities 600L / clock.

Maximum price *Sun Irradiation* theoretically very determining [of] collector position at one particular location, location height of [is] above sea level (DPL), angle; corner of collector inclination and instruct the collector. fair Irradiation Surya sky in one day highly varied to each; every its clock, where maximum price *sun irradiation* [is] on clock 12:00 local time that is equal to 3 - 3,5 Kwh / m² day, so that with the potency [of] equal to that hence energy which is good for plate collector level off [is] 1040 kkal / clock.

Keyword : *irradiation*, new energy, sun collector

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Rancangan	2
1.4 Manfaat Rancangan	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pandangan Umum Energi Surya	3
2.2 Parameter Untuk Menghitung Energi Surya	4
2.3 <i>Irradiasi</i> Surya Langit Cerah	6
2.4 <i>Irradiasi</i> Global Pada Bidang Horizontal	8
2.5 <i>Irradiasi</i> Global Pada Permukaan Bidang Miring	9
2.6 Indeks Kecerahan	12
BAB 3 METHODOLOGI	14
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.2 UNIVERSITAS MEDAN AREA 3.2.1 Media Kolektor Pemanas Air Plat Datar.....	16
3.3 Bahan dan Ukuran Kolektor.....	16

BAB 4 PEMBAHASAN MASALAH	19
4.1. Irradiasi Energi Surya	19
4.1.1. Perhitungan Irradiasi Surya Langit Cerah	20
4.1.2. Irradiasi Global Pada Permukaan Bidang Miring	23
4.1.3. Irradiasi Surya Dengan Indeks Kecerahan	26
4.2. Perencanaan Pompa	29
4.2.1. Perhitungan Kapasitas Pemakaian Air	29
4.2.2. Perhitungan Kapasitas Pompa	30
4.2.3. Perencanaan Ukuran Pipa	32
4.2.4. Perhitungan Head Pompa	33
4.2.5. Perhitungan Daya Pompa	39
4.2.6. Daya Penggerak Pompa	40
4.3. Perencanaan Kolektor	41
4.3.1. Type Kolektor Pemanas Air Plat Datar	41
4.3.2. Proses Pemanasan Pada Kolektor	42
4.3.3. Perencanaan Konstruksi Kolektor Gelas Ganda	44
4.3.4. Defenisi Sirkuit Termal Kolektor Plat Datar Dengan Penutup Ganda	49
4.3.5. Analisa Perhitungan Termal Pada Kolektor Gelas Ganda	57

BAB 5 PENUTUP	71
6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran	73

LITERATUR

LAMPIRAN

GAMBAR KERJA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sesuai dengan letak geografis yang berada di wilayah khatulistiwa, maka Indonesia sangat berpotensi untuk pemanfaatan energi surya secara langsung maupun tidak langsung, di mana energi surya ini adalah sumber energi berjumlah besar dan bersifat kontinu terbesar yang tersedia di bumi ini. Sumber energi surya ini relatif selalu tersedia dan tidak akan pernah habis, di samping energi surya ini tidak menimbulkan polusi serta bersifat gratis.

Pemanfaatan untuk potensi ini tentu membutuhkan suatu peralatan yang sesuai dengan kondisi tersebut. Energi surya dengan segala kelebihanannya dapat di konversikan dalam bentuk energi lain tanpa penggunaan instalasi yang rumit. Salah satu penggunaannya adalah sistem pemanas air (kolektor) dengan pemanfaatan energi dari radiasi surya dengan berbagai aplikasi antara lain :

- a. Memanaskan air untuk keperluan rumah tangga
- b. Memanaskan air kolam renang
- c. Memanaskan awal air untuk pemanasan ruangan.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk lebih memahami satu bagian saja dari yang penulis lakukan, penulis membatasi masalah yang akan dibahas didalam laporan ini yaitu:

1. Perencanaan sistem pemanas air tenaga surya

2. Prinsip kerja kolektor

Document Accepted 13/9/23

1.3 Tujuan Rancangan

Merekonstruksi air dingin menjadi air panas yang akan digunakan untuk kebutuhan rumah tangga.

1.4 Manfaat Rancangan

Adapun manfaat dari rancangan ini adalah:

1. Untuk membantu kebutuhan air panas pada rumah tangga
2. Untuk mengurangi biaya serta penghematan waktu secara efisien.

1.5 Batasan Masalah

Perencanaan sistem pemanas air tenaga surya dikonsentrasikan untuk penggunaan rumah tangga yang diperkirakan untuk lima orang anggota rumah tangga. Dalam penulisan ini agar pokok permasalahan tidak mengandung pengertian yang semakin luas, maka penulis menganggap perlu dibuat suatu batasan masalah.

Adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah :

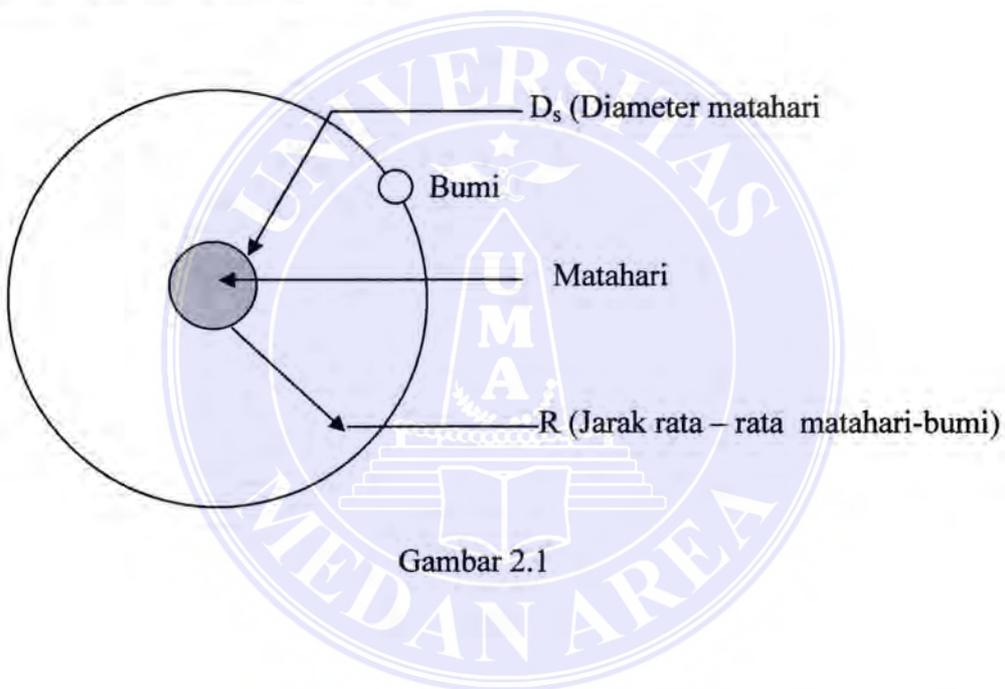
1. Analisa Irradiasi Surya.
2. Perencanaan Pompa
3. Perencanaan Bagian – Bagian Utama Kolektor
4. Gambar Penampang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pandangan Umum Energi Surya

Energi surya berbentuk seperti bola yang terdiri dari gas – gas panas dimana lapisan luar dari surya disebut dengan *fotosfer* yang memancarkan suatu spektrum radiasi yang kontinu, lihat gambar 2.1



Gambar 2.1

Matahari pada posisinya sedangkan bumi berputar pada sumbunya sambil bergerak mengelilingi matahari dalam suatu orbit yang berbentuk elips yakni hampir berupa lingkaran. Pada titik terjauh ditanggal 22 Maret, bumi berjarak sekitar $1,54 \times 10^{11}$ m (95,9 Juta mil) dari matahari, sementara pada titik yang terdekat di tanggal 21 Desember, bumi berjarak sekitar $1,45 \times 10^{11}$ m (89,83 juta mil) dari matahari.

Adapun spesifikasi energi surya adalah sebagai berikut :

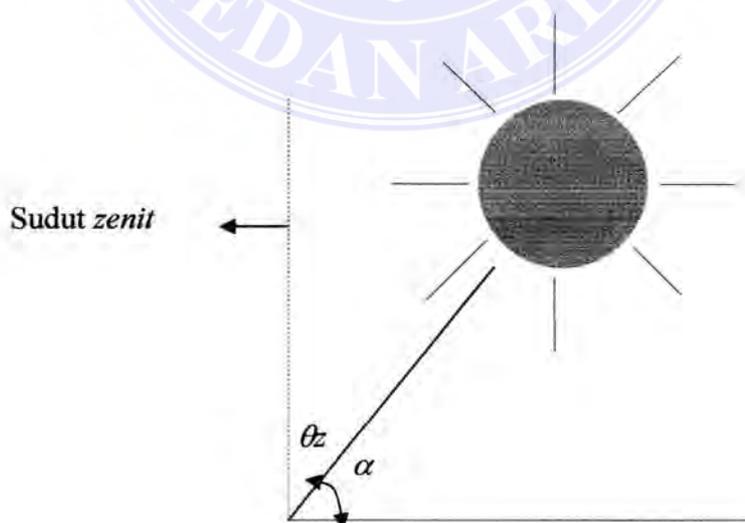
- a. Garis tengah matahari (diameter) = $1,39 \times 10^9$ m
- b. Jarak rata – rata matahari – bumi = $1,5 \times 10^{11}$ m
- c. Temperatur permukaan matahari = 5762 $^{\circ}$ k
- d. Temperatur bagian dalam matahari = 40×10^6 $^{\circ}$ k
- e. Konstanta matahari (g_{sc}) = 1353 w/m^2

2.2 Parameter Untuk Menghitung Energi Surya .

Ada beberapa hal untuk menghitung intensitas energi surya yang tiba di bumi yaitu :

2.2.1 Sudut Ketinggian Matahari

Sudut ketinggian matahari (α) adalah sudut yang dibentuk oleh berkas sinar matahari dengan proyeksinya pada bidang horizontal di bumi untuk suatu titik objek di permukaan bumi.



Bila $\alpha = 0^0$ Berarti matahari terbit

$\alpha = 180^0$ Berarti matahari terbenam

$$\sin \alpha = \cos \phi . \cos \delta . \cos \omega + \sin \phi . \sin \delta . \quad (2-1)$$

2.2.2 Sudut *zenit* matahari pada suatu tempat (θ_z)

Sudut *zenit* matahari (θ_z) adalah besar sudut komplemen di titik berkas sinar matahari pada saat tertentu.

$$\theta_z = 90 - \alpha \quad (2-2)$$

$$\cos \theta_z = \cos \phi . \cos \delta . \cos \omega + \sin \phi . \sin \delta . \quad (2-3)$$

2.2.3 Sudut *deklinasi* matahari

Sudut *deklinasi* matahari (δ) adalah sudut yang dibentuk antara sinar matahari dan arah *zenit* pada tengah hari atau suatu sudut antara sinar matahari dan garis tegak lurus terhadap bumi dalam bidang sinar matahari.

Besar sudut *deklinasi* matahari (δ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Wiranto Arismunandar, 1995 : 28) :

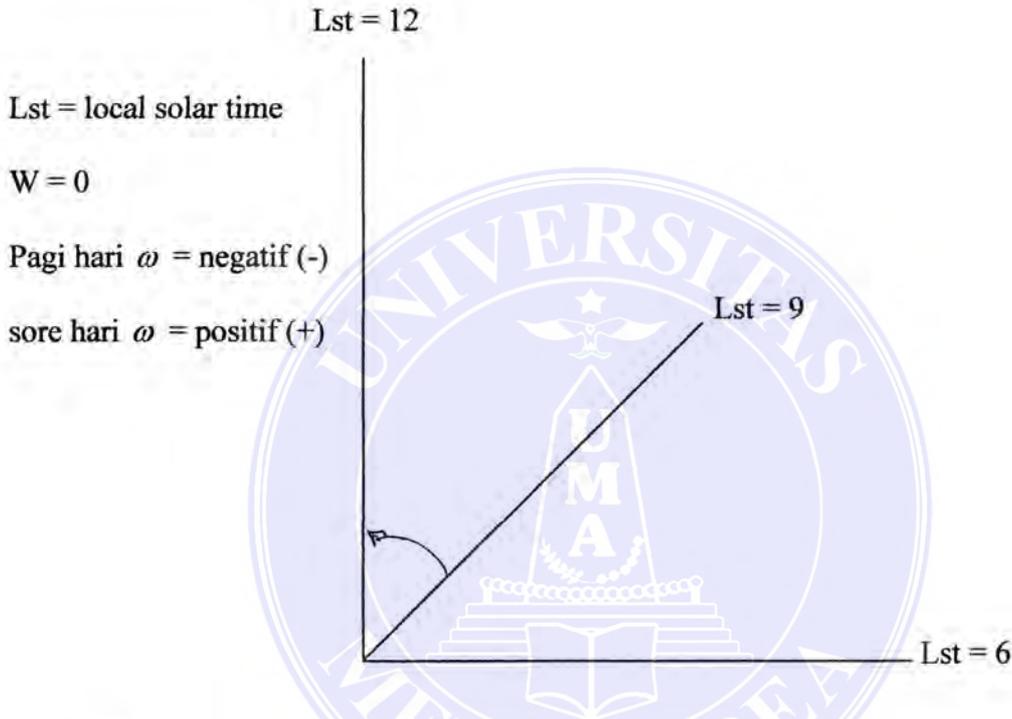
$$\delta = 23,45 \sin \left[360 \frac{284 + n}{365} \right] \quad (2-4)$$

2.2.4 Sudut Waktu Matahari (ω)

Waktu matahari rata – rata adalah matahari setempat jika bumi bergerak mengelilingi matahari dengan kecepatan konstan. Sedangkan waktu matahari (ω) adalah waktu yang dihitung secara langsung dari garis bujur setempat yang dihitung dari posisi tengah hari dikalikan dengan harga 360/24.

Sudut waktu matahari (ω) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (W. Culp.J.R. Archie, 1991 : 86) :

$$(\omega) = (Lst - 12) \frac{360}{24} \quad (2-5)$$



2.3 Irradiasi Surya Langit Cerah

Pengukuran – pengukuran eksperimental menunjukkan bahwa radiasi surya diserap dengan cepat oleh lapisan atas uap air di atmosfer dan kurang secara eksponensial.

2.3.1 Irradiasi surya nyata di luar atmosfer (I_0)

Irradiasi surya nyata di luar atmosfer (I_0) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (J.P. Holman, 1994 : 429) :

$$I_0 = E_{00} \cdot \sin \alpha$$

(2-6)

Document Accepted 13/9/23

Dimana :

I_0 = Isolasi pada batas luar atmosfer bumi

α = Sudut yang dibuat berkas sinar dengan horizontal

E_{bo} = 1395 W/m^2

2.3.2 *Irradiasi Direct Normal (IDN)*

Irradiasi direct normal (IDN) adalah besaran intensitas energi yang berlangsung dari matahari pada bidang tegak lurus di objek tersebut atau sebagian sinar matahari tanpa rintangan melalui atmosfer mencapai bumi di bawah sudut – sudut sebesar sudut ketika meninggalkan matahari.

Irradiasi direct normal (IDN) yang diterima oleh suatu permukaan objek bidang tegak lurus dengan arah sinar matahari di bumi dieksperimenkan oleh persamaan berikut (J.P. Holman, 1994 : 430) :

$$IDN = E_{bo} \exp^{-a_{ms} \cdot m} \quad (2-7)$$

Dimana :

IDN = *Irradiasi* surya nyata atmosfer pada massa udara nol setiap bulan.

a_{ms} = Koefisien hamburan molekul rata – rata untuk seluruh panjang gelombang.

a_{ms} = Faktor turbiditas atau kekeruhan data

m = Tebal relatif massa udara

$$m = \frac{1}{\sin \beta}$$

2.4 Irradiasi Global Pada Bidang Horizontal

Irradiasi global pada bidang horizontal adalah penjumlahan dari komponen *irradiasi direct* dan *irradiasi diffusi*.

Irradiasi global pada bidang horizontal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (J.R. Howell, Bendit R.B, Gary C. Vliet, 1982 : 73).

$$H \text{ Global} = H \text{ direct} + H \text{ diffusi}$$

$$H \text{ Global} = \text{IDN} \cdot \sin \alpha + \text{IDN} \cdot C \quad (2-10)$$

$$H \text{ Global} = \text{IDN} (\cos \theta_z + C) \quad (2-11)$$

Dimana :

C = Angka perbandingan radiasi diffusi langsung yang merupakan konstanta setiap bulan.

Tabel 2.1 parameter yang digunakan untuk mengestimasi irradiasi surya

Bulan	Parameter		
	I_o (W/m ²)	B	C
April	1136	0.180	0.097
Mei	1104	0.196	0.121
Juni	1088	0.205	0.134
Juli	1085	0.207	0.136
Agustus	1107	0.201	0.122
September	1151	0.177	0.092
Oktober	1192	0.160	0.073
November	1221	0.149	0.063
Desember	1233	0.142	0.057
Januari	1230	0.142	0.058
Februari	1215	0.144	0.060
Maret	1186	0.156	0.071

Sumber : BMG Stasiun Polonia Kota Medan, 2007 – 2008.

Keterangan : I_o = *Irradiasi* surya nyata di luar atmosfer

B = Koefisien kepunahan atmosfer

C = Angka perbandingan radiasi diffusi yang langsung merupakan konstanta setiap bulan.

Tabel 2.2 Letak geografis kota besar di Indonesia

Lokasi	Lintang/ bujur	Ketinggian
Jakarta	06 ⁰ 11"LS/106 ⁰ 50 "BT	8 meter
Kupang	10 ⁰ 10 " LS/123 ⁰ 34 "BT	45 meter
Makassar	05 ⁰ 08 " LS/119 ⁰ 28 "BT	19 meter
Medan	03⁰35 " LS/98⁰ 41 " BT	23 meter
Palembang	03 ⁰ 35 " LU/104 ⁰ 46 " BT	6 meter
Surabaya	07 ⁰ 03 " LS/112 ⁰ 43 " BT	3 meter

Sumber : BMG Stasiun Polonia Kota Medan, 2007 – 2008

2.5 Irradiasi Global pada Permukaan Bidang Miring

Irradiasi global pada permukaan bidang miring dapat diketahui dengan terlebih dahulu harus mengetahui parameter – parameter berikut ini :

2.5.1 Sudut *azimut* surya (θ_A)

Sudut *azimut* surya (θ_A) adalah sudut yang diukur pada bidang horizontal di antara garis yang menunjukkan arah selatan dengan garis proyeksi sinar matahari pada bidang horizontal. Sudut ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Wiranto Arismunandar, 1995 : 29) :

$$\text{Cos } (\theta_A) = \frac{\sin \delta - \sin \phi \cdot \cos \theta_z}{\cos \phi \cdot \sin \theta_z} \quad (2-12)$$

Dimana : (θ_A) = (-) pada pagi hari

(θ_A) = (+) pada sore hari

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)13/9/23

2.5.2 Sudut *zenit* bidang miring

Sudut *zenit* bidang miring (γ) adalah sudut yang diukur pada bidang horizontal di antara garis yang menunjukkan arah garis yang menunjukkan arah selatan dan proyeksi bidang normal dan bidang horizontal. Untuk $\gamma = 0^0$ (permukaan kolektor hadap timur), $\gamma = -45^0$ (permukaan kolektor hadap tenggara), $\gamma = 45^0$ (permukaan kolektor hadap barat daya).

2.5.3 Sudut kemiringan kolektor (β)

Sudut kemiringan kolektor (β) adalah sudut kemiringan (inklinasi) bidang miring horizontal. Untuk kolektor vertikal, $\beta = 90^0$ sedangkan untuk kolektor horizontal, $\beta = 0^0$

2.5.4 Sudut jatuh berkas sinar (θ)

Sudut jatuh berkas sinar (θ) adalah sudut yang dibentuk antara berkas sinar surya jatuh dengan normal bidang miring. Besar sudut untuk kolektor di arahkan keposisi selatan ($\gamma = 0^0$) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (J.R. Howell, Bendit R.B, Gary C. Vliet, 1982 : 73) :

$$\theta = \arccos [\cos(\phi - \beta) \cos \delta \cdot \cos \omega + \sin(\phi - \beta) \sin \delta] \quad (2-13)$$

apabila konektor tidak menghadap/ mengarah ke selatan ($\gamma \neq 0$) maka :

$$\theta = \arccos [\cos \alpha \cdot \cos(\phi - \gamma) \sin \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta] \quad (2-14)$$

2.5.5 Fluks pada radial permukaan kolektor bidang miring

Fluks radial permukaan pada bidang miring dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (J.R Howell, Bendit R.B, Gary C. 1982 : 76) :

$$I_{\text{direct}} = H_{\text{direct}} \frac{\cos \theta}{\sin \alpha} \quad (2-15)$$

$$I_{\text{direct}} = IDN. \sin \alpha \frac{\cos \theta}{\sin \alpha} \quad (2-16)$$

$$I_{\text{direct}} = IDN. \cos \theta \quad (2-17)$$

2.5.6 *Irradiasi* surya *diffusi* pada permukaan kolektor pada bidang miring diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$I_{\text{diffusi}} = H_{\text{diffusi}} \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] \quad (2-18)$$

$$I_{\text{diffusi}} = IDN. C \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] \quad (2-19)$$

2.5.7 *Irradiasi* surya *reflektivitas* pada permukaan kolektor bidang miring

Irradiasi surya *reflektivitas* pada permukaan kolektor bidang miring dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$I_{\text{ref}} = \rho (H_{\text{direct}} + H_{\text{diffusi}}) \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] \quad (2-20)$$

$$I_{\text{ref}} = \rho (IDN. \sin \alpha + IDN. C) \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] \quad (2-21)$$

Dimana : ρ = Konstanta reflektanse

$$\rho = 0,2 \text{ (tanah dan pohon – pohon)}$$

$$\rho = 0,8 \text{ (salju)}$$

Sehingga total irradiansi surya global pada permukaan bidang miring (I_T)

$$I_T = I_{\text{direct}} + I_{\text{diffusi}} + I_{\text{ref}} \quad (2-22)$$

2.6 Indeks Kecerahan (KT)

Indeks kecerahan adalah perbandingan intensitas radiasi rata – rata bulanan, harian maupun setiap jam dari alat ukur dengan intensitas radiasi rata – rata di luar atmosfer. Indeks kecerahan ini dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KT = \frac{H}{H_o} \quad (2-23)$$

Dimana :

KT = Indeks kecerahan

H_o = Intensitas radiasi surya rata – rata harian pada bidang horizontal (Kwh/m² hari).

H = Intensitas radiasi surya rata – rata harian pada bidang horizontal (Kwh/m² hari).

2.6.1 Intensitas radiasi surya harian di luar atmosfer (H_o)

$$H_o = \frac{24 \times 3600 \times G_{sc}}{\pi} \left[1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365} \right] \times \left[\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega s + \frac{2\pi \cdot \omega s}{360} \sin \phi \cdot \sin \delta \right] \quad (2-24)$$

Dimana :

G_{sc} = Konstanta radiasi surya = 1353 W/m²

ωs = Sudut waktu matahari terbenam

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)13/9/23

2.6.2 Sudut waktu matahari terbenam (ω_s)

Sudut waktu matahari terbenam (ω_s) dapat diketahui melalui persamaan berikut :

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2-25)$$

2.6.3 Intensitas radiasi *diffusi* rata – rata harian

Untuk menghitung intensitas radial diffusi total harian (H_{diff}), kita dapat mengestimasi dari hubungan persamaan berikut :

$$\frac{H_{diff}}{H} = 0,99 \quad \text{untuk } KT \leq 0,17 \quad (2-26)$$

$$\frac{H_{diff}}{H} = -0,54KT - 0,632 \quad \text{untuk } 0,75 < KT < 0,80 \quad (2-27)$$

$$\frac{H_{diff}}{H} = 0,2 \quad \text{untuk } KT \geq 0,80 \quad (2-28)$$

Apabila harga H_{diff} diketahui, maka :

$$H_{dir} = H - H_{diff} \text{ (dapat dicari)}$$

2.6.4 Irradiasi diffusi rata – rata harian (L_{diff})

Besar *irradiasi* ini juga dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\frac{I_{diff}}{I} = 1,0 - 0,249KT^1 \quad \text{untuk } KT^1 \leq 0,35$$

$$\frac{I_{diff}}{I} = 1,557 - 1,84KT^1 \quad \text{untuk } 0,35 < KT^1 \leq 0,75$$

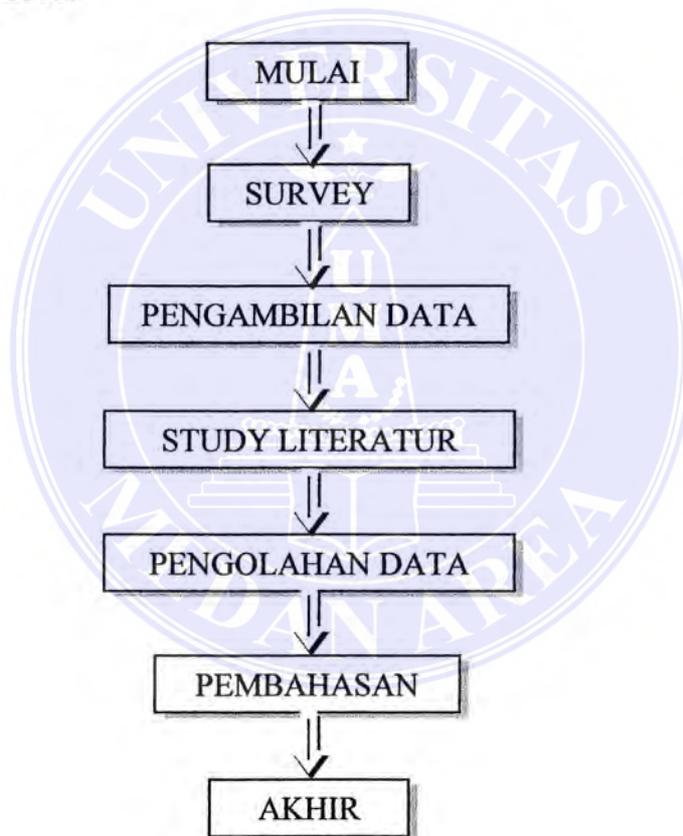
$$\frac{I_{diff}}{I} = 0,177 \quad \text{untuk } KT^1 > 0,75$$

BAB III

METHODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

Obyek penelitian pada tugas akhir ini adalah Sistem Pemanas Air Tenaga Surya. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan mulai tanggal 27 Maret sampai dengan 21 April 2008.



Gambar 3.1. Diagram aliaran survey

1. Start

Pembuatan proposal (*outline*) tugas akhir dengan judul “Sistem Pemanas Air Tenaga Surya” sebagai judul yang diangkat sebagai tugas akhir.

2. Studi Pustaka/ Literatur

Mengumpulkan sebanyak mungkin buku-buku referensi yang akan dijadikan sebagai sumber penulisan tugas akhir, buku-buku tersebut seperti tercantum pada daftar literature.

3. Penentuan Ukuran Dimensi, Bahan Material Kolektor, menentukan bentuk konstruksi, temperature, analisa termal, kemudian menerapkan rumus-rumus perhitungan yang sesuai dengan alat yang ada.

4. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Memulai penulisan laporan tugas akhir dengan mengacu pada buku “Panduan Penulisan Proposal dan Tugas Akhir” dari fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area serta bimbingan yang telah ditetapkan.

5. Selesai

Laporan Tugas Akhir ini selesai bila telah selesai bimbingan dari dosen pembimbing.

3.2 Type Kolektor Pemanas Air Plat Datar

Kolektor surya pemanas air plat datar pada umumnya dapat diklasifikasikan atas dua kategori yaitu :

- a. Kolektor type absorber non ferrous ; jenis type ini, aliran air melintas di atas absorber.
- b. Kolektor type absorber ferrous; jenis tipe ini meliputi : alur dan kasa logam, dan gelas penutup plat absorber.

3.3. Bahan dan Ukuran Kolektor

Adapun ukuran – ukuran di dalam perencanaan dimensi kolektor yang telah direncanakan sebagai berikut :

- a. Panjang kolektor (L) = 2000 mm
- b. Lebar kolektor (B) = 100 mm
- c. Diameter pipa kolektor (D) = 21,3 mm
- d. Tebal sirip (δ) = 5,3 mm
- e. Tebal plat absorber (δa) = 0,8 mm
- f. Jumlah pipa = 8 buah

Pipa kolektor dalam perencanaan ini diletakkan mulai dari segi absorber paling luar, sehingga jarak antara pipa terdapat 7 buah lubang lorong.

Maka :

$$s = \frac{1000 - [8(d + \delta a)]}{7}$$

$$= \frac{1000 - [8(21,3 + 0,8)]}{7}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)13/9/23

$$= \frac{823,2}{7}$$

$$= 117,6 \text{ mm}$$

$$= 12 \text{ cm (diambil)}$$

Adapun fungsi tiap – tiap bagian sistem kolektor adalah sebagai berikut :

1. Plat absorber

Plat absorber merupakan sarana untuk menyerap energi yang tiba pada permukaan, dari energi radiasi surya dikonversikan menjadi energi termal, kemudian di konversikan ke fluida kerja (air).

Untuk menghasilkan temperatur di bawah 90°C bahan absorber yang bisa digunakan adalah logam seperti aluminium, black copper, black nikel, dan baja.

Untuk perencanaan ini dipilih black copper karena mempunyai konduktivitas termal yang baik dan tahan terhadap korosi. Dimana untuk harga

- a. *absorbility* (α) = 0,80 – 0,95
- b. *emisivity* (ϵ) = 0,15 – 0,25
- c. konduktivitas termal = 386 W/m⁰K

2. Isolasi

Isolasi berfungsi untuk mengurangi kehilangan kalor sekeliling secara konduksi. Jenis isolasi yang digunakan pada perencanaan ini adalah woll gelas karena mempunyai termal yang rendah yaitu 0,033 W/m⁰ K.

3. Gelas penutup

Gelas penutup berfungsi sebagai pelindung bagian dalam dari pengaruh air hujan, debu, dan angin serta untuk menimbulkan efek rumah kaca dan membatasi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

kehilangan kalor akibat konveksi ke sekeliling. Gelas penutup pada perencanaan ini dipilih jenis kaca dengan data data

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Modifikasi selagi ini atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)13/9/23

- a. absorbility (α) = < 1,0 %
- b. reflektiviti (ρ) = 8,0 %
- c. transmissivity (τ) = 91,2 – 91,6 %
- d. konduktiviti (kg) = 0,75 W/m⁰ K.
- e. Tebal gelas (δ) = 4 mm

Ukuran – ukuran yang direncanakan dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Perencanaan Dimensi Kolektor

Bagian	Simbol	Bahan	Ukuran (mm)
Panjang kolektor	L	-	2000
Lebar kolektor	B	-	1000
Tebal kolektor	C	-	120
Tebal plat absorber	δa	Black copper	0,8
Tebal gelas penutup	δg	Gelas kaca	4
Tebal isolasi	δi	Wolls gelas	64
Tebal sirip	δ	Tembaga	5,3
Jarak celah udara	a	-	Divariasikan 20
Diameter pipa kolektor	D	Baja karbon	21,3

Perencanaan dimensi untuk dua teknik konduktivitas pada beberapa jenis material dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Konduktivitas Termal Beberapa Material

Bahan	Konduktivitas termal (K) pada 300 ⁰ K (W/m ⁰ C
Tembaga	386
Alumunium	204
Baja karbon	54
Gelas/kaca	0,75
Plastik	0,2 – 0,3
Perak	410
Woll gelas	0,033

BAB V

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Kota Medan sebagai suatu daerah yang terletak di zona khatulistiwa yang menerima *irradiasi* surya hampir merata sepanjang tahun yaitu sebesar 3 – 3,5 Kwh/m² hari. Potensi ini tentu sangat menguntungkan untuk dipergunakan sebagai sumber alternatif yang sangat berguna pemanfaatannya dimana energi surya ini juga bersifat non polusi dan tidak pernah akan habis.
2. *Irradiasi* surya langit cerah dalam suatu hari bervariasi untuk setiap jamnya, harga *irradiasi* surya maksimum ada pada jam 12 waktu setempat.
3. Harga *irradiasi* surya maksimum secara teoritis sangat menentukan posisi kolektor pada suatu lokasi, ketinggian lokasi di atas permukaan laut (DPL), sudut kemiringan kolektor dan arah kolektor.
4. Dalam perencanaan kolektor pemanas air ini diperoleh data – data dimensi sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| a. Panjang Kolektor (L) | = 2000 mm |
| b. Lebar Kolektor (B) | = 1000 m |
| c. Tebal Kolektor (C) | = 120 mm |
| d. Tebal gelas penutup (δg) | = 4 mm |
| e. Jarak celah udara (a) | = 20 mm |
| f. Tebal plat absorber (δa) | = 0,8 mm |
| g. Tebal isolasi (δi) | = 64 mm |

- h. Kemiringan kolektor (β) = 15^0
- i. Jenis kolektor = Non Ferrous
- j. Type kolektor = Plat datar
- k. Jumlah pipa dalam kolektor = 8 buah pipa $\frac{1}{2}$ Inc
- l. Kapasitas pemakaian air untuk 5 orang = 1200 L/hari
- m. Diameter pipa untuk pompa (D) = $\frac{1}{2}$ inc
- n. Kapasitas pompa (Q_p) = $0,0002 \text{ m}^3/\text{det}$
- o. Head total pompa = 15,45 m
- p. Daya pompa (N_p) = 0,06 Hp
- q. Daya elektro motor (N_m) = 0,08 Hp
5. Data – data teknik yang diperoleh :
- a. Konduktivitas termal gelas (wool gelas) = $0,033 \text{ W/m}^0\text{C}$
- b. Konduktivitas termal kaca = $0,75 \text{ W/m}^0\text{C}$
- c. Temperatur (T_a) = $33,7^0\text{C}$
- d. Fluks kalor radiasi surya rata – rata harian (IT) = $582,85 \text{ W/m}^0\text{C}$
6. Dari data – data di atas maka diperoleh :
- a. Temperatur fluida masuk (T_{fi}) = 25^0C
- b. Temperatur fluida keluar (T_{fo}) = 63^0C
- c. Energi berguna bagi kolektor (Q_u) = 1040 Kkal/jam
- d. Efisiensi kolektor (η_c) = 89,2 %

6.2 Saran

Sangat perlu atau lebih baik lagi apabila kolektor ini dibuat secara praktek sebab perhitungan secara teoritis masih kurang dari ketelitian ini dikarenakan oleh faktor – faktor :

- a. Kesalahan pada alat hitung
- b. Posisi (kemiringan kolektor)
- c. Pengasumsian cuaca langit cerah



LITERATUR

1. Arismunandar Wirantio, 1995, "*Teknologi Rekayasa Surya*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
2. Holman. J.P, 1994, "*Perpindahan Kalor*", Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta.
3. W. Culp.J.R. Archie, 1991, "*Prinsip – Prinsip Konversi Energi*", Erlangga, Jakarta.
4. Zan – Scbotsman, 1993, "*Instalasi*", Edisi Kelima Erlangga, Jakarta.
5. Howell. J.R, Bendit.R.B, Vliet.C. Gary, 1982, "*Solar Thermal Engineering System*", MC. Graw Hill.Inc.New York.
6. Streeter.L.Victor,Wylie. E. Benjamin, Prijono Arko, 1988, "*Mekanika Fluida*", Jilid I Erlangga, Jakarta.
7. Sularso Tahara Haruo, 2000, "*Pompa Dan Kompresor*", Pradnya Paramita, Jakarta.
8. Incopera, F.P, And Dewitt, D.P, 1990, "*Fundamental Of Heat And Mass Transfer*", Third Edition Wiley, Inc. Indiana.
9. Trelkheld.L. James, 1978, "*Thermal Enviroment Engineering*", Prentice Hall. Inc. New Jersey.
10. Supranto J. M.A, 1984, "*Pengantar Matrix*", Cetakan Keempat, LP – FEUI, Jakarta.