

**PEMANAS AIR TENAGA SURYA MENGGUNAKAN
PROSES DRAINBACK SISTEM DENGAN
KAPASITAS 1500 LITER / HARI**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

OLEH :

**JEVRI EDUARD N.
03 813 0017**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2008**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

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

PEMANAS AIR TENAGA SURYA MENGGUNAKAN PROSES DRAINBACK SYSTEM DENGAN KAPASITAS 1500 LITER / HARI

TUGAS AKHIR

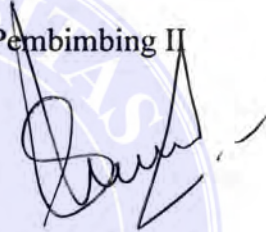
NAMA : JEVRI EDUARD NAINGGAOLAN
NIM : 03 813 0017

Disetujui :

Pembimbing I



(Ir.H. Amirsyah Nst, MT)

Pembimbing II


(Ir. Surya Keliat)

Mengetahui :

Dekan


(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc)

Ka. Program Studi


(Ir. Amru Siregar, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

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

RINGKASAN

Pemanas air tenaga surya menggunakan proses drainback system dengan kapasitas 1500 liter/hari ini adalah jenis pemanas air yang menggunakan matahari sebagai sumber panas, dimana panas yang dipancarkan matahari secara radiasi diserap oleh kolektor pemanas, kemudian panas yang sudah diserap pemanas (kolektor) tadi dipindahkan kedalam air yang mengalir dalam pipa-pipa kolektor. Apabila air yang ada didalam kolektor sudah panas maka massa jenisnya turun, setelah perbedaan massa jenis antara air panas dan air dingin telah cukup mengatasi gesekan dari system maka terjadilah sirkulasi searah jarum jam, air panas dari kolektor dipindahkan ketangi penyimpanan dan diganti oleh air dingin dari dasar tangki dengan bantuan sensor panas dan pompa. Sirkulasi ini akan terus berlanjut sampai seluruh air mencapai temperature yang diinginkan.

Pemanas air tenaga surya menggunakan proses drainback sytem ini juga menggunakan udara tekanan untuk membantu mengembalikan air yang bersirkulasi melalui kolektor ke tangki penyimpanan, jika isolasinya tidak cukup, udara tekanan dapat dipasok oleh sebuah kompresor untuk penyemprotan yang kecil. Air yang disirkulasikan adalah air panas biasa, dalam hal ini tidak digiunakan penukar panas. Air pasokan dari tangki pemanas awal (perheated tank) ke pemanas air panas biasa sesuai dengan yang diperlukan karena tidak menggunakan penukar panas.

Untuk menghasilkan air panas dengan jumlah 1500 liter/hari maka dibutuhkan tiga buah plat kolektor pemanas, dimana setiap plat kolektor pemanas diperkirakan dapat mengasilkan 500 liter air panas/hari dimana sudah diperhitungkan intensitas surya dan radiasi surya total adalah sebesar 1353 w/m^2 yang telah diukur dengan etimasi $\pm 15\%$ dan harga 1353 w/m^2 ini disebut dengan konstanta surya.

ABSTRAK

Heater irrigate surya energy use system drainback process with capacities 1500 litre / today is water heater type using sun as source of heat, where transmitted by heat is sun by radiasi is later; then permeated by heater collector, hot later; then which have heater is permeated. (mentioned kolektor) removed into water emitting a stream of in collector pipe. If existing water in collector have hot hence its specific mass go down, after difference of specific mass among/between hot water and cool by water have enough overcome friction from system hence happened by sirkulasi clockwise, hot water from collector removed by depository to tank and changed by cool water from tank base constructively hot sensor and pump. This Sirkulasi will still going on until entire/all tired water of wanted temperature.

Heater irrigate surya energy use this sytem drainback process also use pressure air to assist to to return water which is sirkulation pass/through collector to depository tank, if its insufficient insulation of pressure air earn is provided by a kompresor for small spraying. Water which is sirkulation is hot water of habit, in this case do not hot substitution is used. The water provided from heater tank early (tank perheated) to hot water heater of habit is matching with the one which needed by because do not use hot substitution.

To yield hot water with amount 1500 litre / day hence required by three heater collector plate, where each; every heater collector plate estimated to earn yielding 500 hot water litre / day where have been reckoned by surya intensity and total surya radiasi is equal to 1353 w/m² which have been measured with etimasi 15% and price 1353 w/m² this is referred as with surya konstanta.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Pengasih atas berkat dan rahmat-Nya memberikan kesehaan, kekuatan dan kesempatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Proses Drainback System dengan Kapasitas 1500 liter / hari”**.

Adapun yang melatarbelakangi penulisan laporan ini adalah dari ketertarikan penulis sendiri untuk menggali lebih dalam mengenai pemanas air tenaga surya yang mampu menghasilkan air panas untuk kebutuhan rumah tangga, disamping biaya operasionalnya murah, pemanas air ini juga sangat ramah lingkungan sehingga sangat aman digunakan.

Meskipun didalam penulisan laporan ini penulis sudah berusaha semaksimal mungkin, namun penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dalam laporan tugas akhir ini.

Di dalam menyelesaikan laporan ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa materi, spiritual, dan informasi. Oleh karena itu penulis sudah selayaknya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ya'kub Matondang, MA, Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Dekan Fakultas Teknik UMA

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

iii

Document Accepted 11/9/23

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)11/9/23

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
GAMBAR RANCANGAN ALAT	v
KETERANGAN GAMBAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Perencanaan	3
1.4. Pengumpulan Data	3
1.5. Pembatasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KERANGKA TEORI.....	6
1.1. Sistem Pemanas Air	6
1.2. Pemanas Air Termosifon.....	7
1.3. Sistem Sirkulasi Paksa Glikol Air.....	8
1.4. Sistem Aliran Balik (Drainback System).....	11
1.5. Pengertian Energi Surya.....	12
1.6. Parameter Untuk Menghitung Energi Surya	13

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

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)11/9/23

BAB III IRRADIASI ENERGI SURYA	16
1.1. Irradiasi Energi Surya Langit Cerah.....	16
1.2. Irradiasi Global Pada Permukaan Bidang Miring	17
1.3. Perhitungan Irradiasi Surya Langit Cerah	20
BAB IV PEMBAHASAN PERENCANAAN	35
4.1. Perencanaan Kolektor	35
4.1.1. Tipe Kolektor Surya Pemanas Air Plat Datar	35
4.1.2. Perencanaan dan Perhitungan Kolektor	37
4.1.3. Perencanaan Dimensi Kolektor	47
4.1.4. Perhitungan Kolektor	49
4.2. Perencanaan Pompa.....	50
4.2.1. Perhitungan Kapasitas	50
4.2.2. Perhitungan Kapasitas Pemakaian Air	51
4.2.3. Kapasitas Pompa	51
4.2.4. Perencanaan Ukuran Pipa.....	52
4.2.5. Perhitungan Head Pompa	53
4.2.6. Perhitungan Daya Pompa	60
4.2.7. Daya Penggerak Pompa	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran	64
LITERATUR	65
LAMPIRAN	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan serta kemajuan teknologi di Indonesia sekarang ini sangat berpengaruh dalam dunia pendidikan oleh sebab itu dunia pendidikan harus mengikuti kemajuan teknologi.

Kemajuan teknologi mengakibatkan pemakaian energi di dalam negeri ini menunjukkan peningkatan yang sangat pesat sehingga konsumsi bahan bakar dan gas alam yang sulit untuk didapatkan dan persediaannya semakin menipis dan dkuatirkan akan habis.

Oleh karena itu para ahli menilai bahwa produksi minyak di Indonesia pada saatnya konsumsi bahan bakar minyak lebih besar daripada persediaan bahan bakar.

Dengan demikian para ahli menilai permasalahan yang dihadapi tertumpu pada penyediaan energi alternative sebagai pengganti minyak bumi dan gas alam. Beberapa usaha beraneka ragam energi dirintis dan diwujudkan adalah untuk pemanfaatan energi surya antarlain:

1. Energi panas bumi
2. Tenaga hidro
3. Bio massa
4. Energi angin

5. Energi ombak

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

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)11/9/23

6. Panas air laut

Salah satu yang disebut di atas yaitu energi surya yang akan dirancang, pemanas air untuk kebutuhan rumah tangga.

Sesuai dengan letak geografis di daerah khatulistiwa, maka Indonesia sangat berpotensi bagi pemanfaatan energi surya secara langsung maupun tidak langsung karena sumber energi surya relative ini selalu tersedia, tidak menimbulkan polusi serta bersifat gratis dan di Indonesia tidak ada pergantian musim seperti di Negara Eropa:

1. Musim dingin
2. Musim panas
3. Musim semi
4. Musim gugur

Untuk pemanfaatan potensi ini semua dibutuhkan peralatan yang sesuai dengan kondisi tersebut. Pada dasarnya energi surya dengan segala kelebihan dan kekurangannya dapat dikonversi ke dalam bentuk energi lain dengan instalasi yang sederhana. Salah satu penggunaannya adalah system pemanas air kolektor dengan pemanfaatan energi dari radiasi surya dengan berbagai aplikasi antara lain untuk menaikkan temperature pemanas air tenaga surya untuk kebutuhab rumah tangga.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas maka penulis merumuskan masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Untuk mengetahui jenis kolektor apa yang paling cocok digunakan didaerah iklim tropis seperti Indonesia.
2. Untuk mengetahui berapa daya pompa yang diperlukan.

1.3 Tujuan Perencanaan

Penulis merancang system pemanas air tenaga surya karena manusia sangat membutuhkan air panas yang digunakan untuk mandi, cuci kain, dan lain-lain. Sebab kalau memakai listrik harga cukup mahal. Jadi penulis merancang pemanas air tenaga surya untuk kebutuhan rumah tangga dengan kapasitas 1500 liter/hari.

1.4 Pengumpulan Data

Mengenai data perencanaan konstruksi system pemanas air ini, penulis memperoleh data dengan berbagai cara supaya perencanaan ini menjadi lengkap dan untuk menghindari kesulitan dalam perencanaan ini.

Adapun cara lain yang dilakukan penulis mendapatkan data-data yang diperlukan dengan data lapangan dan studi literature.

1.5 Pembatasan Masalah

Perencanaan system pemanas air tenaga surya konsentrasi untuk kebutuhan rumah tangga yang diperkirakan untuk 6 orang anggota keluarga. Agar pokok permasalahan tidak mengandung pengertian dan pembatasan yang semakin meluas maka penulis menganggap perlu membuat pembatasan masalah.

Adapun pembatasan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Sumber energi kalor
2. Alat pengkonversi matahari
3. Gambar teknik

1.6 Sistematika Penulisan

Pada perencanaan system pemanas air dengan tenaga surya ini dibuat sistematika penulisan agar teratur dan lebih terarah dalam pembahasan. Adapun sistematika penulisan yang dibuat adalah:

BAB I Pendahuluan, berisikan pandangan umum, latar belakang, tujuan perencanaan, yang menjadi dasar penulisan dalam mengangkat masalah, metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

BAB II Pada bab ini dibahas tentang tinjauan pustaka yang berkenaan dengan tulisan yang terdiri dari pengetahuan energi surya, parameter menghitung energi surya, sudut ketinggian matahari, sudut zenith matahari, sudut deklinasi, dan sudut matahari.

- BAB III** Disini dibahas tentang radiasi surya dan juga tentang irradiansi pada langit cerah, irradiansi global pada bidang horizontal, dan bidang miring, perhitungan irradiansi surya langit cerah, perhitungan irradiansi surya, dan indeks kecerahan.
- BAB IV** Disini akan dibahas mengenai kolektor, tipe kolektor surya pemanas air plat datar, perencanaan dan perhitungan kolektor dan perencanaan dimensi kolektor.
- BAB V** Disini dibahas tentang pompa yang meliputi perhitungan kapasitas, perencanaan ukuran pipa, dan perhitungan penakaaian kapasitas air.
- BAB VI** Disini dibahas tentang kesimpulan dan saran. Pada penulisan ini juga disertai dengan daftar literatur serta babar kerja pemanas air tenaga surya

BAB II

KERANGKAI TEORI

2.1. Sistem Pemanas Air

Air panas diperlukan untuk berbagai keperluan rumah tangga. Air panas ini dapat disediakan langsung dengan memanfaatkan energi surya. Tujuan dari peralatan ini adalah untuk menghemat energi listrik yang digunakan untuk memanaskan air.

Sejumlah besar pemanas air rumah tangga dari energi surya yang kebanyakan dari jenis termosifon digunakan di Jepang, Australia, dan Israel. Pemanas termosifon merupakan suatu metode konversi energi surya yang sangat sederhana, efektif, dan disukai di negara sedang berkembang. Ini patut diteliti lebih dalam lagi, dalam suatu analisis yang terinci. Masalah penggunaan pemanas termosifon di daerah beriklim dingin telah diatasi dengan menggunakan suatu refrigan, misalnya Freon sebagai fluida kolektor. Perkembangan lain yang menarik dari pemanas air tenaga surya adalah daya pemompaan yang diperoleh dari sel fotovoltaik.

Pada saat ini kira-kira 60% dari penjualan kolektor plat datar untuk pemanas air bagi keperluan rumah tangga. Kebanyakan dari system tersebut menggunakan zat anti beku untuk mensirkulasi air melalui kolektor. Air dialirkan kembali apabila radiasi surya tidak cukup.

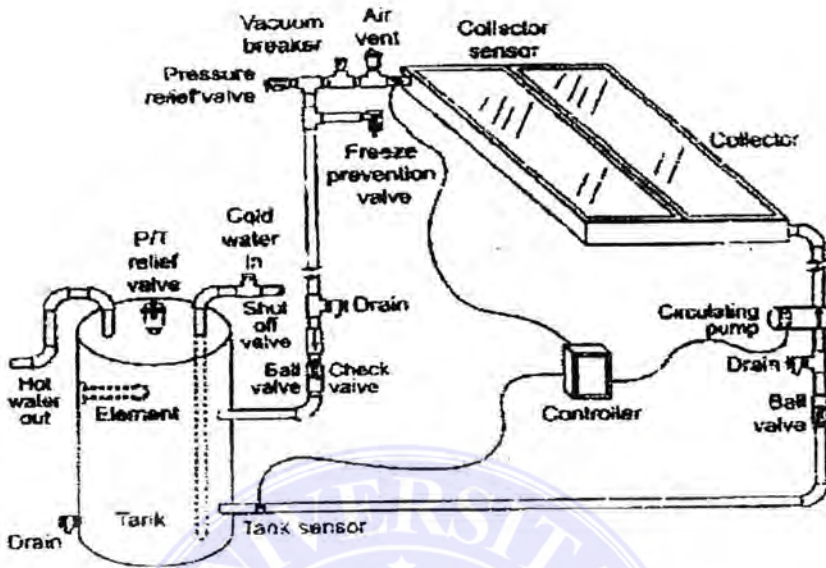
Dalam hal ini akan dianalisa tiga jenis system pemanas air surya, yaitu:

2. Pemanas sirkulasi paksa glikol air
3. Beberapa system aliran balik (drainback system)

Kesederhanaan pemanas air termosifon telah menghasilkan suatu system efisien dan terpercaya sehingga solusi bagi persamaan prestasi thermal dapat diperoleh dalam bentuk tertutup. Bilamana dianggap perlu untuk mensirkulasi larutan anti beku seperti propilen glikol dan air melalui kolektor maka efisien system akan turun. Penurunan efisiensi yang disebabkan oleh penukaran panas dan sifat-sifat fluida perpindahan panas tersebut akan dianalisa

2.2. Pemanas Air Termosifon

Sistem ini hanya terdiri atas sebuah tangki penyimpanan yang ditempatkan lebih tinggi pada jarak sedikitnya 25 cm di atas bagian atas dari kolektor. Termosifon berasal dari bahasa Yunani therme yang berarti panas dan shipon diciptakan oleh massa jenis antara fluida dalam kondisi AB dan dalam fluida dalam kolom A”B” apabila kolom AB dipanasi oleh matahari maka massa jenisnya turun, segera setelah perbedaar. massa jenis antara AB dan A”B” telah cukup mengatasi tinggi gesekan dari system maka terjadilah suatu sirkulasi searah jarum jam, air hangat dari kolektor dipindahkan ke tangki penyimpanan dan diganti oleh air yang lebih dingin dari dasar tangki.



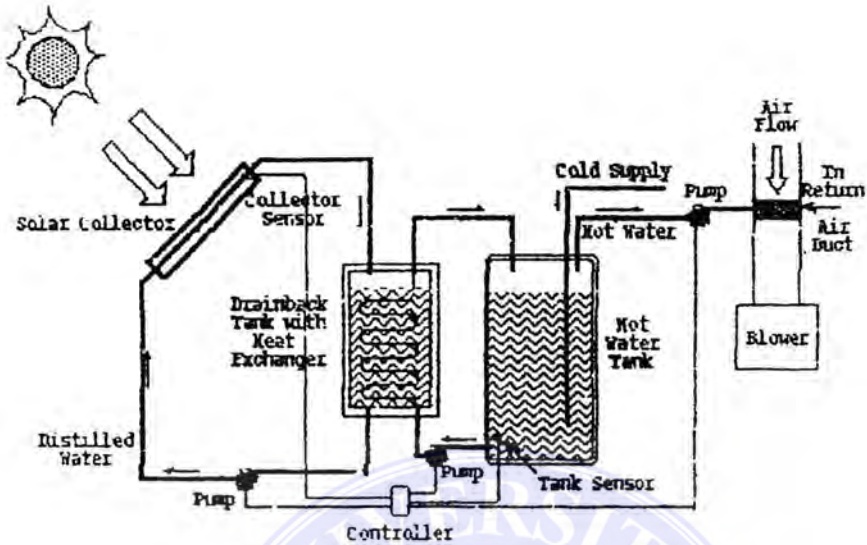
Gambar 2.1 Pemanas Air Termosifon

Sirkulasi berlanjut sampai seluruh system kira-kira mencapai temperature yang uniform. Gerakan sirkulasi fluida ini tidak lagi memerlukan sensor temperatur, alat-alat control dan pompa serta motor.

Kesederhanaan dari system dasar tersebut menghasilkan suatu rumusan matematik bentuk tertutup yang relative jelas mengenai prestasi thermalnya.

2.3. Sistem Sirkulasi Paksa Glikol Air

Dalam hal system sirkulasi glikol air, apabila diperlukan perlindungan terhadap pembekuan maka suatu larutan anti beku dapat disirkulasi melalui kolektor-kolektor tersebut, panas yang diserap dipindahkan ke dalam tangki penyimpanan dengan menggunakan sebuah penukar panas.



Gambar 2.2 Sistem Pemanas Air dengan Larutan Anti Beku

1. Perubahan sudut masuk

Radiasi yang diserap oleh kolektor terus berubah sepanjang hari bukan hanya yang berubah-ubah tetapi produk transmitansi absorptansi pun terus menerus berubah dengan sudut masuk.

Jumlah radiasi yang dipantulkan dari bagian atas dari tutup kaca dan jumlah yang diserap olehnya, keduanya adalah fungsi dari θt untuk suatu tutup kaca transmisi pada sudut masuk tegak lurus biasanya 0.90 dan turun pada saat $\theta t = 60^0$.

Absorptansi α dapat setinggi 0.92 untuk penyerapan yang bercat hitam pada $\theta t = 0^0$ dan serendah 0.85 pada $\theta = 60^0$.

Sekarang hasil perkalian yang efektif rendah tidak sama dengan hasil

perkalian τ dan α .

Karena adanya pemantulan berulang kali antara penutup kaca dan plat penyerap, tetapi dalam praktek kesalahannya sangat kecil 1%-2% maka hasil perkalian untuk penyerap hitam dengan satu tutup kaca biasanya bervariasi antara 0.83 pada $\theta=0^0$ hingga 0.68 pada $\theta=60^0$. Oleh karena itu radiasi yang diserap sebelum pukul 09.00 pagi atau sesudah pukul 10.30 biasanya sangat kecil.

2. Penalti penukar panas

Supaya panas dapat dipindahkan dalam penukar panas, haruslah ada perbedaan temperature dalam penukar panas tersebut karena itu dalam setiap glikol air fluida kolektor ada pada temperature yang lebih tinggi daripada penukar panas itu menunjukkan efisiensi yang turun dengan menggunakan apa yang disebut penalti penukar kalor yang pertama kali disarankan oleh Dewinner dan menggantikan prestasi termal untuk kolektor surya.

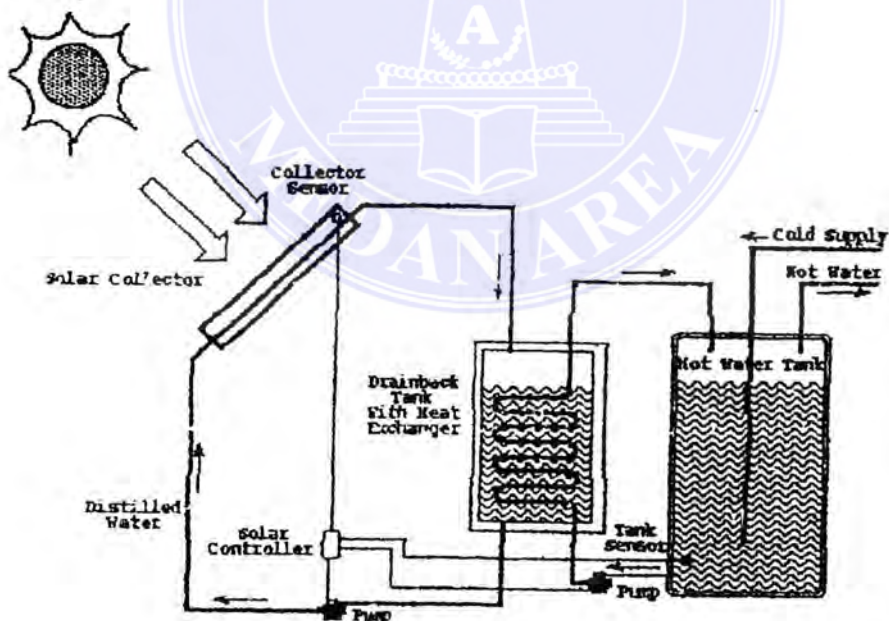
3. Pengaruh sifat-sifat glikol air terhadap prestasi thermal

Sudah diketahui bahwa kebutuhan akan suatu penukar panas akan mengurangi efisiensi sistem pemanas air karena meskipun massa jenis dan panas spesifik dari suatu larutan propilen glikol air adalah relative dekat dengan sifat-sifat air tetapi konduktivitas thermalnya sangat berbeda. Konduktivitas untuk suatu larutan dengan kadar berat 50% pada 60^0 c hanyalah 0.93 w/ (m/k) dibandingkan dengan 0.651 w. (m/k) untuk air.

2.4. Sistem Aliran Balik (Drainback System)

Kerugian dari system anti beku yang telah dibahas telah mendorong berkembangnya rancangan-rancangan sistem lain.

Satu di antara rancangan tersebut system aliran balik (drainback sistem) yang menggunakan udara tekanan untuk mengembalikan air yang bersirkulasi melalui kolektor ke tangki penyimpanan, jika isolasinya tidak cukup udara tekanan dapat dipasok oleh sebuah kompresor untuk penyemprotan yang kecil. Air yang disirkulasi adalah air minum biasa, dalam hal ini tidak digunakan pebuka panas. Air pasokan dari tangki pemanas awal (preheated tank) ke pemanas air panas biasa sesuai dengan yang diperlukan karena tidak digunakan penukar panas.



Gambar 2.3 Sistem Aliran Balik (Drainback System)

Radiasi merupakan suatu bentuk radiasi thermal yang mempunyai distribusi panjang gelombang yang khusus karena radiasinya terkonsentrasi pada panjang gelombang pendek.

Intensitas surya sangat tergantung dari kondisi atmosfer, nomor, hari dan tahun dan ketinggian matahari terhadap permukaan bumi. Pada batas luar lapisan atmosfer bilamana bumi berada pada jarak rata-rata dari surya. Radiasi surya total adalah sebesar 1353 w/m^2 yang telah diukur dengan estimasi $\pm 15\%$. Harga 1353 w/m^2 ini disebut dengan konstanta surya.

Tidak semua energi surya yang disebut dalam konstanta surya tersebut mencapai permukaan bumi karena terdapat absorpsi yang kuat dari karbondioksida dan uap air atmosfer. Energi akan maksimal mencapai permukaan bumi bilamana berkas sinar itu langsung menimpa permukaan bumi karena:

- a. Terdapat bidang yang begitu luas terhadap fluks surya yang datang
- b. Berkas sinar jauh menempuh jarak yang lebih pendek di atmosfer sehingga lebih sedikit absorpsi.

2.5. Pengertian Energi Surya

Matahari adalah suatu benda yang berbentuk seperti bola yang terdiri dari gas-gas panas dengan ukuran sebagai berikut:

$$\text{Diameter} = 1.39 \times 10^9 \text{ m}$$

$$\text{Jarak rata-rata dari bumi} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

Matahari tetap pada posisinya sedangkan bumi berputar berdasarkan sumbunya sambil bergerak mengitari matahari.

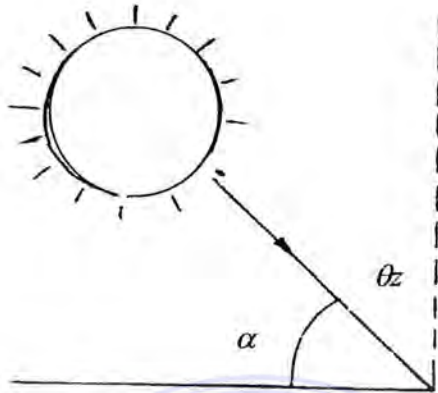
Temperatur permukaan matahari	= 5762 k
Temperatur bagian dalam matahari	= 40×10^6 k
Konstanta surya	= 1353 w/m ²
	= 429 Btu/ft hari
	= 487 mj/m ²

2.6. Parameter Untuk Menghitung Energi Surya

Untuk menghitung intensitas energi surya yang tiba di bumi, ada beberapa hal yang perlu diketahui:

1. Sudut ketinggian matahari

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



Gambar 2.4 Letak Sudut Deklinasi (θ_z) dan Sudut Ketinggian

Matahari (α)

- Bila $\alpha = 0$ → matahari terbit
- $\alpha = 180$ → matahari terbenam

$\sin \alpha = \cos \phi . \cos \delta . \cos \omega + \sin \phi . \sin \delta$ lit 1 hal 27

2. Sudut deklinasi matahari

Sudut deklinasi adalah sudut yang dibentuk antara sinar matahari dan arah zenith pada tengah hari di equator bumi.

Untuk menghitung besar sudut deklinasi (δ) matahari dapat dipergunakan dengan

$\delta = 23.45 \sin \left[360 \frac{284 + n}{365} \right]$ lit 1 hal 28

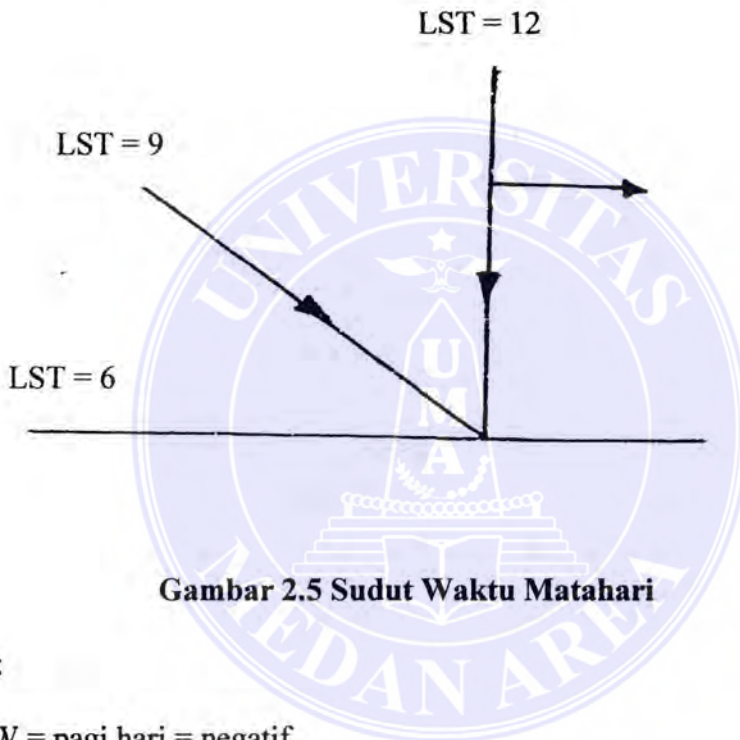
Dimana :

$n = \text{nomor hari} = 178 \text{ hari}$

3. Sudut waktu matahari (w)

Sudut waktu matahari (Local Solar Time) LST adalah waktu yang dihitung dari posisi tengah matahari dikalikan dengan harga.

$$W = [LS - 12x] \frac{360}{24}$$



Gambar 2.5 Sudut Waktu Matahari

Dimana:

W = pagi hari = negatif

W = sore hari = positif

Untuk mengaplikasikan parameter-parameter tersebut dapat diterapkan dengan rumus:

$$\sin \alpha = \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos w + \sin \phi \cdot \sin \delta$$

Dimana:

$$\phi = \text{lintang titik objek untuk kota Medan} = 4^{\circ}$$

BAB III

IRRADIASI ENERGI SURYA

Radiasi surya merupakan suatu bentuk radiasi thermal yang mempunyai distribusi panjang gelombang khusus karena radiasinya terkonsentrasi pada panjang gelombang pendek (berlawanan dengan yang lain panjang untuk radiasi thermal di bumi).

Intensitas surya sangat tergantung dari kondisi atmosfer, nomor hari, tahun, dan ketinggian matahari terhadap permukaan bumi. Pada batas luar lapisan atmosfer bilamana bumi berada pada jarak rata-rata surya. Radiasi total adalah sebesar 1353 w/m^2 yang telah diukur dengan estimasi ketinggian $\pm 15\%$ harga 1353 w/m^2 disebut dengan konstanta surya.

Tidak semua energi surya yang disebut dalam konstanta surya tersebut mencapai permukaan bumi karena terdapat absorpsi yang kuat dari karbondioksida dan uap air atmosfer. Energi akan maksimal mencapai permukaan bumi bilamana berkas sinar itu langsung menimpa permukaan bumi karena:

- a. Terdapat bidang yang begitu luas terhadap fluks surya yang datang
- b. Berkas sinar jauh menempuh jarak yang lebih pendek di atmosfer sehingga lebih sedikit absorpsi.

3.1 Irradiasi Surya Langit Cerah

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

1. Irradiasi surya nyata di luar atmosfer (I_o)

Untuk mengurangi irradiasi surya nyata diluar atmosfer (I_o) dapat diketahui dengan rumus :

$$I_o = E_{bo} \sin \alpha \dots\dots\dots \text{Lit hal, 430}$$

Dimana : I_o = isolasi pada batas luar atmosfer

α = sudut yang dibuat berkas sinar dengan horizontal

$$E_{bo} = 1353 \text{ w/m}^2$$

2. Irradiasi Direct Normal (IDN)

Irradiasi direct normal adalah besaran intensitas energi surya yang langsung dari matahari pada bidang yang tegak lurus di objek tersebut.

Irradiasi direct normal yang diterima oleh suatu permukaan objek bidang tegak lurus dengan arah sinar matahari di bumi dieksperimenkan oleh persamaan berikut :

$$IDN = I_c = I_o \exp [-(ams)(n)(m)] \dots\dots\dots \text{lit 2 hal 430}$$

Dimana :

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

A_{ms} = Koefisien hamburan molekuler rata-rata untuk seluruh panjang gelombang

n = factor turbiditas atau kekeruhan udara

m = tebal relative massa udara

3. Irradiasi global Pada Bidang Horizontal

Irradiasi global pada bidang horizontal adalah penjumlahan dari komponen irradiasi langsung dan irradiasi diffuse.

Dalam rumus dinyatakan :

$$H_{\text{global}} = H_{\text{direct}} + H_{\text{diffuse}}$$

$$H_{\text{global}} = IDN \sin \alpha + IDN \cdot C$$

$$H_{\text{global}} = IDN (\cos \theta_z + C)$$

Dimana :

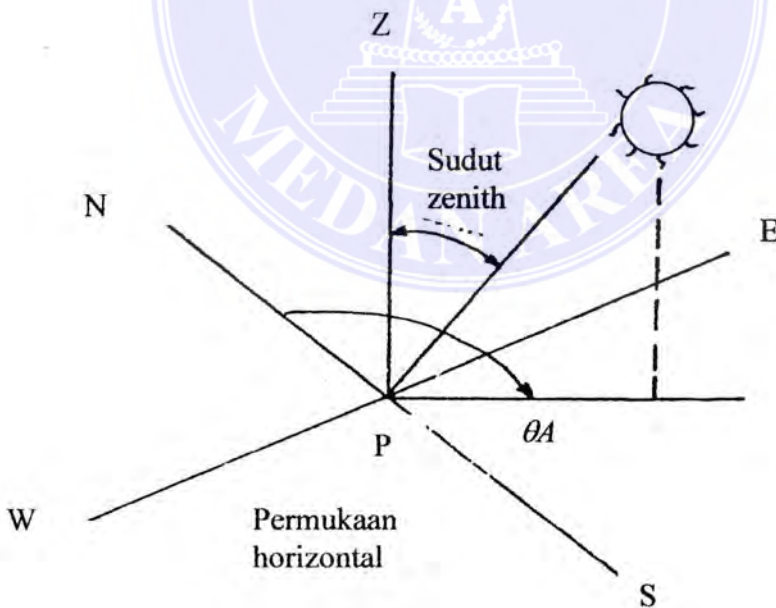
C = Angka perbandingan radiasi diffuse langsung yang merupakan konstanta setiap bulan.

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
Makasar	05 ⁰ 08"LS/119 ⁰ 28"BT	19 meter
Medan	03⁰35"LS/98⁰41"BT	23 meter
Paiembang	03 ⁰ 00"LS/104 ⁰ 46"BT	6 meter
Surabaya	07 ⁰ 03"LS/112 ⁰ 43"BT	3 meter

Tabel 3.1 Letak Geografi Kota Besar di Indonesia (BMG Polonia 2008)

Bulan	Parameter		
	I (w/m^2)	B	C
Januari	1230	0.142	0.058
Februari	1215	0.144	0.06
Maret	1186	0.156	0.071
April	1126	0.18	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	0.16	0.073
November	1221	0.149	0.063
Desember	1233	0.142	0.057

Tabel 3.2 Parameter yang Digunakan untuk Mengestimasi Irradiasi Surya (BMG Polonia)



Gambar 3.1 Sudut Hubungan Zenith, Sudut Ketinggian dan Sudut

UNIVERSITAS MEDAN AREA Pada Bidang Horizontal

3.2 Irradiasi Global Pada Permukaan Bidang Miring

Untuk mengetahui irradiasi surya pada bidang miring terlebih dahulu mengetahui parameter berikut ini :

1. Sudut azimuth surya (w)

Sudut azimuth surya adalah sudut yang diukur pada bidang horizontal. Sudut ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\cos w = \frac{\sin \delta - \sin \phi \cdot \cos \phi z}{\cos \phi \cdot \sin \phi} \dots \dots \dots \text{lit 1 hal 29}$$

Dimana :

w = (-) pada pagi hari

w = (+) pada sore hari

Atau dapat ditentukan:

$$w = \pm (0^{\circ} + 180^{\circ})$$

$$w < 90^{\circ} \text{ jika } \alpha 1 < \alpha$$

$$w < 90^{\circ} \text{ jika } > \alpha$$

$$\alpha 1 = \arcsin \left[\frac{\sin \delta}{\sin \phi} \right] \dots \dots \dots \text{lit 3 hal 76}$$

2. Sudut zenith bidang miring (y)

Sudut zenith bidang miring adalah sudut yang diukur pada bidang horizontal di antara yang menunjukkan arah selatan dan arah proyeksi bidang normal dan bidang horizontal.

$Y = 0^0$ (permukaan kolektor menghadap selatan)

$Y = 90^0$ (permukaan kolektor menghadap timur)

$Y = -45^0$ (permukaan kolektor menghadap tenggara)

$Y = +45$ (permukaan kolektor menghadap barat daya)

3. Sudut kemiringan kolektor (β)

Sudut kemiringan kolektor adalah sudut inklinasi pada bidang miring terhadap bidang horizontal

Kolektor vertikal $\beta = 90^0$

Kolektor horizontal $\beta = 0$

4. Sudut jatuh berkas sinar (θ)

Sudut jatuh berkas sinar adalah sudut yang dibentuk antara berkas sinar surya yang jatuh dengannormal pada bidang miring. Besar sudut ini untuk kolektor diarahkan ke posisi selatan ($y = 0$) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\theta = ar.\cos[\cos(\varphi - \beta)\cos\delta.\cos w + \sin(\varphi - \beta)\sin\delta]$$

Bila kolektor tidak mengarah ke selatan (y)

$$\theta = arc.\cos[\cos\alpha.\cos(w - y)\sin\beta + \sin.\cos\beta]$$

5. Fluks radial pada permukaan kolektor bidang miring

Diekspresikan oleh persamaan berikut:

$$I_{\text{direct}} = IDN \cdot \sin \alpha$$

$$I_{\text{direct}} = IDN \cdot \cos \theta$$

6. Irradiasi surya diffuse pada permukaan kolektor bidang miring

Diberikan persamaan sebagai berikut:

$$I_{\text{diffuse}} = H_{\text{diffuse}}$$

$$I_{\text{direct}} = IDN \cdot \sin c$$

7. Irradiasi surya relektivitas pada permukaan bidang miring

$$I_{\text{reff}} = P(H_{\text{direct}} + H_{\text{diffuse}})$$

Atau

$$I_{\text{reff}} = P(IDN \cdot \sin \alpha + IDN \cdot C)$$

Dimana: $p = \text{konstanta}$

$P = 0.2$ (tanah dan pohon-pohon)

$P = 0.8$ (salju)

$P = 0.25$ (daerah kota padat)

Irradiasi surya global pada permukaan bidang miring

$$IT = I_{\text{direct}} + I_{\text{diffuse}} + I_{\text{reff}}$$

3.3 Perhitungan Irradiasi Surya Langit Cerah

A. Irradiasi global pada bidang horizontal

Besar irradiasi surya langit cerah yang diterima oleh suatu objek di bumi

setiap harinya merupakan fungsi dari lokasi dan ketinggian suatu tempat S

UNIVERSITAS MEDAN AREA

nomor hari dan tahun, waktu dan surya, sudut ketinggian surya di atas permukaan horizontal serta kemiringan objek penerima.

Sebagai contoh perhitungan diambil dari tanggal dimulainya penulisan ini yaitu pada tanggal (1 januari-1 april)

- Tanggal : 1 April 2008
- Jam : 09.00 local solar time (LST)
- Lokasi kota Medan : $3^0 . 35'' (3,5) = 4^0$
: $35''$
- Ketinggian kota Medan : 23 meter

3. Sudut Deklinasi (δ)

Dengan memasukkan harga $n=91$

Dimana:

n = nomor hari

$$\delta = 23.45 \sin \left[360x \frac{284 + n}{365} \right] \dots \dots \dots \text{lit 4 hal 28}$$

$$\delta = 23.45 \sin \left[360x \frac{284 + 91}{365} \right]$$

$$= 23.47^0$$

4. Sudut Waktu Matahari (w)

Pada jam 09.00 dapat diketahui dari persamaan:

$$w = (LS-12) \frac{360}{24}$$

$$w = (09.00-12) \frac{360}{24}$$

$$w = -45$$

5. Sudut Zenith Surya (θ_z)

Sudut zenith surya yang didapat dari persamaan $w = -45$

$$\varphi = 4^{\circ} \text{ LST (local solar time)}$$

$$\cos \theta_z = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos w + \sin \varphi \cdot \sin \delta$$

$$\cos \theta_z = \cos 4 \cdot \cos(23.22) \cdot \cos(-45) + \sin 4 \cdot \sin(23.22)$$

$$\cos \theta_z = 47.54$$

6. Irradiasi Direct Normal

Dari persamaan diperoleh besarnya IDN yaitu:

$$IDN = E_{bo} \cdot \exp[-(ams) \cdot (n) \cdot (m)]$$

Dimana :

m = tebal relative massa udara lintang sebagai kusekan (cosecant) ketinggian surya

$$m = \text{cosec } 47.52^{\circ} = 1.35$$

$$ams = 0.128 - 0.054 \log m \dots \dots \dots \text{lit 2 hal 429}$$

$$= 0.121$$

n = factor turbiditas

= 2.0-0.5 (diambil 2.0) karena harga 2.0-4.0 untuk udara yang sangat jernih dan untuk 5.0 untuk lingkungan industri

$$E_{bo} = 1353 \text{ w/m}^2 \dots\dots\dots \text{lit 2 hal 429}$$

Maka:

$$IDN = 1353 \exp [(-0.121).(2.0).(1.35)]$$

$$= 1353 \exp (-0.326)$$

$$= 442.02 \text{ w/m}^2$$

7. Irradiasi Global Pada Permukaan Horizontal

Diketahui dengan persamaan:

$$\begin{aligned} H_{\text{global}} &= IDN (\cos \theta_z + c) \\ &= 442.04 (\cos 47.54 + 0.134) \\ &= 442.02 \text{ w/m}^2 \end{aligned}$$

Melalui rumus dengan cara yang sama akan diperoleh total irradiasi surya global harian waktu yaitu mulai 06⁰-18⁰ waktu setempat.

8. Irradiasi Global Pada Permukaan Bidang Miring

Besar irradiasi surya untuk kolektor bidang miring dihitung dengan kemiringan kolektor yang bervariasi yaitu $\beta = 5^0$, $\beta = 10^0$, $\beta = 15^0$ serta arah bidang kolektor yang bervariasi yaitu: $\gamma = 0^0$, $\gamma = 10^0$, $\gamma = 30^0$, $\gamma = 60^0$, $\gamma = 90^0$ dengan maksud

untuk mengetahui letak dan potensi kolektor yang dapat menerima radiasi surya maksimum.

Sebagai contoh perhitungan

Tanggal : 1 April 2008

Jam : 09.00 (1st)

Kemiringan : 5°

Posisi kolektor terhadap : $y = 0$

Dari hasil perhitungan sebelumnya untuk tanggal 1 April 2008 telah diperoleh:

$$\delta = 23.47^{\circ}$$

$$w = -45^{\circ}$$

$$\theta = 47.54$$

$$\text{IDN} = 442.02 \text{ w/m}^2$$

$$\varphi = 3.58^{\circ}$$

$$= 4^{\circ}$$

9. Sudut Ketinggian Matahari

Dengan memasukkan $\theta = 47.54^{\circ}$ pada persamaan didapat

$$\theta = 90^{\circ} - \alpha$$

$$= 90^{\circ} - \theta$$

$$= 90^{\circ} - 46.54^{\circ}$$

$$= 42.6^{\circ}$$

10. Sudut Ketinggian Matahari (θ)

Dari harga $\beta = 5^\circ$

$$\alpha = 42.46^\circ$$

$$\theta = 4^\circ$$

$$W = -45^\circ$$

Maka:

$$\theta = \arccos[\cos(\varphi - \beta)\cos\delta.\cos w + \sin(\varphi - \beta)\sin\delta]$$

$$\theta = \arccos[\cos(4 - 5)\cos(23.47)\cos(-45) + \sin(4 - 5)\sin(23.47)]$$

$$= \arccos(0.6497 + 0.00691)$$

$$= 48.95^\circ$$

11. Irradiasi Surya Langsubg Pada Permukaan Bidang Miring

Dari harga IDN = 442.02 w/m²

$$I_{\text{direct}} = \text{IDN} \cdot \cos\theta$$

$$= 442.02 \text{ w/m}^2 \cdot \cos 48.95$$

$$= 290.28 \text{ w/m}^2$$

12. Irradiasi Surya Diffuse

Dengan memperoleh harga dari IDN= 442.02, $\beta=5^\circ$, $\alpha = 42.46$ dan $c= 0.134$,

maka diperoleh:

$$I_{\text{reff}} = P(\text{IDN} \cdot \sin\alpha + \text{IDN}) \cdot C \left[\frac{1 + \cos\beta}{2} \right]$$

$$\begin{aligned}
 &= 442.02 \times 0.134 \left[\frac{1 + \cos 5}{2} \right] \\
 &= 147.96 \text{ w/m}^2
 \end{aligned}$$

13. Irradiasi Surya Reflektivitas (I_{reff})

Pada perencanaan ini kolektor ditempatkan untuk daerah perkotaan padat sehingga konstanta reflektivitasnya (p) = 0.25, $IDN = 442.02$, $\beta = 5^\circ$, $\alpha = 42.46$ dan $c = 0.134$ sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{reff}} &= p (IDN \cdot \sin \alpha + IDN \cdot c) \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \\
 &= 0.25(442.02 \sin 42.46 + 442.02 \cdot 0.134) \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \\
 &= -0.170 \text{ w/m}^2
 \end{aligned}$$

14. Irradiasi Surya Global Pada Permukaan Bidang Miring

Irradiasi ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 IT &= I_{\text{direct}} + I_{\text{diffuse}} + I_{\text{reff}} \\
 &= 290.28 + 147.96 + 0.170 \\
 &= 438.39 \text{ w/m}^0
 \end{aligned}$$

Melalui cara yang sama yang identik sebelumnya untuk jam 06.00 sampai 18.00 akan diperoleh irradiasi total harian pada tanggal 1 April 2008.

15. Irradiasi Surya Dengan Indeks Kecerahan

Hasil perhitungan irradiasi, teori berbagai tempat lokasi belum cukup untuk mengetahui intensitas surya sebenarnya karena sangat mustahil apabila cuaca setiap hari cerah, berawan, mendung, dan hujan.

Irradiasi surya dapat juga diketahui dengan alat ukur (panometer) yang diperoleh dari pengukuran Badan Meteorologi dan Geofisika untuk kota Medan dan sekitarnya.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Badan Meteorologi dan Geofisika untuk Kota Medan dan Sekitarnya

Bulan	Humidity (%)	Kecepatan Angin <10 PDI(SMN)	Temperatur		Intensitas Surya kwh/m ²
			Rata-rata Maksimum	Rata-rata Minimum	
Januari	85.4	1.24	31.1	22.3	3.26
Februari	83.5	1.29	32.3	21.8	3.56
Maret	84.2	1.25	32.5	22.5	3.51
April	83.5	1.28	33.5	22.7	3.4
Mei	84.6	1.12	32.9	23.1	3.43
Juni	83.2	1.12	33.2	22.6	3.54
Juli	83.6	1.18	32.7	22.2	3.56
Agustus	83.4	1.21	32.8	22.3	3.26
September	86.4	1.17	31.2	23.1	3.26
Oktober	86.8	1.09	31.4	22.7	3.34
November	86.4	1.24	31.4	22.6	3.35
Desember	86.4	1.29	30.8	22.1	3.01

16. Indeks Kecerahan

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

$$KT = \frac{H}{H_0}$$

Dimana:

KT = indeks kecerahan

H = intensitas radiasi surya rata-rata harian pada bidang horizontal (kwh/m² hari)

H₀ = intensitas radiasi surya harian di luar atmosfer (kwh/m² hari)

17. Intensitas Radiasi Surya Diluar Atmosfer (H₀)

$$H_0 = \frac{24 \times 3600 \times I_{sc}}{\pi} \left[1 + 0.0033 \cos \frac{360 \cdot n}{365} \right] \times \left[\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta + \frac{2\pi}{360} \sin \phi \sin \delta \right]$$

Dimana:

I_{sc} = konstanta radiasi 1353 w/m²

Ws = sudut matahari terbenam

Sudut matahari terbenam dapat dihitung dengan rumus:

Ws = arc cos (-tan φ tan δ).....lit1 hal 28

18. Intensitas Radiasi Diffuse Rata-rata Harian (H_{diffuse})

Untuk mengitung intensitas surya diffuse total harian (H_{diffuse}) dapat diestimasi dengan rumus sebagai berikut:

$\frac{H_{diffuse}}{H} = 0.09$ untuk KT 0.17

$$\frac{H_{diffuse}}{H} = 1.188 - 2.272 KT + 9.473 KT^2 - 21.865 KT^3 + 14.648 KT^4 \quad \text{untuk}$$

KT 0.17, KT 0.75

$$\frac{H_{diffuse}}{H} = -0.45 KT - 0.632 \quad \text{untuk } 0.75 < KT < 0.80$$

$$\frac{H_{diffuse}}{H} = 0.2 \quad \text{untuk } KT > 0.80$$

Bila harga diffuse diketahui maka

$$H_{diffuse} = H - H_{diffuse}$$

19. Irradiasi Diffuse Rata-rata Harian ($I_{diffuse}$)

Besar irradiasi dapat juga dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{I_{diff}}{I} = 1.0 - 0.249 KT^4 \quad \text{untuk } KT^4 < 0.35$$

$$\frac{I_{diff}}{I} = 1.557 - 1.84 KT^4 \quad \text{untuk } 0.35 < KT^4 < 0.75$$

$$\frac{I_{diff}}{I} = 0.177 \quad \text{untuk } KT^4 > 0.75$$

20. Perhitungan Irradiasi Surya dengan Indeks Kecerahan

Sebagai contoh perhitungan dipilih dari tanggal dimulainya penulisan ini:

Tanggal	: 12 Maret 2008
Jam	: 09.00 WIB Local Solar Time (LKT)
Lokasi Kota Medan	: $03.00 \ 35'' \ (3.58) = 4^0$
Isc	: $1353 \ \text{w/m}^2$

Dengan mengetahui harga-harga sebelumnya yaitu $\delta = 23.47$ dan $\theta = 4^0$

Disubstitusikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_s &= \text{arc.cos}(-\tan \theta . \tan \delta) \\ &= \text{arc.cos} (-\tan 4 . \tan 23.47) \\ &= 91.71 \end{aligned}$$

19. Intetitas Radiasi Surya Harian Diluar Atmosfer (H_0)

Dengan memasukkan harga $I_{sc} = 1353 \text{ w/m}^2$, $w_s = 81.71$, $\delta = 23, 47$ dan $\theta = 4^0$ $N = 91$

Maka :

$$\begin{aligned} H_0 &= \frac{24 \times I_{sc}}{\pi} \left[1 + 0,0033 \cos \frac{360.n}{365} \right] \times \left[\cos \delta . \sin w_s + \frac{2\pi.w_s}{360} \sin \Phi \sin \delta \right] \\ H_0 &= \frac{24 \times 1353}{\pi} \left[1 + 0,0033 \cos \frac{360.178}{365} \right] \times \left[\cos(4) . \cos(23.22) \sin(91,71) + \frac{2\pi.w_s}{360} \sin \Phi \sin \delta \right] \\ &= 5170.70(0.976) \times (0,915) + (0,043) \\ &= 4790.06 \text{KWH/m}^2 \end{aligned}$$

20. Indeks Kecerahan (kt)

Intentitas hasil pengukuran badan metrologi dan geofisika untuk bulan desember 3, 01 kwh/m²

$$K_t = \frac{H}{H_0}$$

$$= \frac{3.01}{4,7}$$

Harga kt yang dimasukkan berada antara 0,17 < 0.75 sehingga diperoleh :

$$\frac{H_{diff}}{H} = 1.188 - 2.272KRT + 9.743KT^2 - 21.865KT^2 + 14.648KT^2$$

$$\frac{H_{diff}}{H} = 1,188 - 2.272 \cdot 0,640 + 9.743 (0,640)^2 - 21.865 (0,640)^2 + 14.648$$

$$(0,640)^2$$

$$\frac{H_{diff}}{H} = 0,672$$

Dimana :

$$H = 3,54 \text{ kwh/m}^2$$

$$H_{diff} = 0,672 \times 3.54 \text{ kwh/m}^2$$

$$= 2,378 \text{ kwh/m}^2 \text{ perhari}$$

21. Intentitas Surya Direct (H_{diff})

$$H_{diff} = H - H_{diff}$$

$$= 3.54 - 2.378$$

$$= 1.162 \text{ kwh/m}^2$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama yang identik dengan contoh sebelumnya, maka indeks dari total irradiasi dengan indeks kecerahan dapat dihitung untuk setiap tanggal perwalian dan setiap bulannya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. 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 per hari. Potensi ini tentu sangat menguntungkan untuk digunakan sebagai sumber alternatif yang sangat berguna pemanfaatannya dimana energi surya juga bersifat nonpolusi tak akan habis.
2. Irradiasi surya langit cerah dalam suatu hari sangat bervariasi untuk setiap jamnya, harga irradiasi surya maksimum ada pada jam 10 waktu setempat.
3. Harga irradiasi surya maksimum secara teoretis sangat menentukan posisi kolektor pada lokasi (Q) ketinggian lokasi di atas permukaan laut (Dpi) (h), sudut kemiringan kolektor (p) dan arah kolektor (y).
4. Dalam perencanaan kolektor panas air diperoleh data-data dimensi sebagai berikut:
 - a) Panjang kolektor = 2000 mm
 - b) Lebar kolektor = 1000 mm
 - c) Tebal kolektor (c) = 120 mm
 - d) Tebal plat absorber = 0.8 mm
 - e) Tebal glas penutup = 4 mm
 - f) Tebal celah udara (a) = 20 mm

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/9/23

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)11/9/23

- g) Tebal isolasi = 64 mm.
- h) Kemiringan kolektor (p) = 5^0
- i) Jenis kolektor = nonporous
- j) Tipe kolektor = plat datar
- k) Jenis pipa dalam kolektor = 8 buah
- l) Jumlah konsumsi air panas = untuk kebutuhan rumah tangga
- m) Kapasitas pemakaian air untuk 6 orang = 1500/hari
- n) Kapasitas pompa = $0.00023 \text{ m}^3/\text{detik}$
- o) Diameter pipa untuk pompa = $\frac{1}{2}$ inchi

5.2. Saran

Sangat perlu atau sangat bagus apabila kolektor ini dibuat secara praktek sebab perhitungan secara teoretis masih kurang dari ketelitian oleh factor-faktor sebagai berikut:

1. Kesalahan pada alat hitung
2. Posisi kemiringan kolektor
3. Pengasurasian cuaca langit cerah

LITERATUR

- Arismunandar, Wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. P.T. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Fitjz, Dietzel Dakso Sriyono. 1988. *Turbin, Pompa, dan Kompresor*.
- Holmen, J.P. 1995. *Perpindahan Kalor*. Erlangga : Jakarta.
- Howell, J.R. dkk. 1982. *Solar Thermal Engineering System*. M.C. Gawhill Inc : New York.
- Raswari. 1987. *Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan*. UI Press.
- Steeter,L. dkk. 1990. *Arko Mekanika Fluida Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.

