

RANCANG BANGUN PEMANAS AIR ENERGI SURYA MENGUNAKAN TABUNG VAKUM

Abdurrahman Alvarizi, Muhammad Faqih, Isman Harianda

Program Studi Teknik Konversi Energi1, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
Email: Abdurrahmanalvarizi@students.polmed.ac.id,
muhammadfaqih@students.polmed.ac.id, ismanharianda@polmed.ac.id

ABSTRAK

Air hangat diperlukan untuk keperluan mandi karena berguna untuk melancarkan metabolisme tubuh. Dengan adanya Pemanas Air Tenaga Surya menggunakan Tabung Vakum, energi dari sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk sistem pemanas air yang dapat memenuhi kebutuhan mandi air hangat. Pemanas Air Tenaga Surya menggunakan Tabung Vakum adalah teknologi pemanas air yang menggunakan energi surya. Tugas Akhir Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya menggunakan Tabung Vakum ini menggunakan tangki berkapasitas 100 L. Sebuah tabung vakum digunakan untuk menyerap energi panas matahari dan kemudian diteruskan ke tangki penyimpanan air. Tabung Vakum terbuat dari bahan kaca borosilicate dengan diameter 58 mm dan panjang 1800 mm. Perancangan tangki penyimpanan air dimulai dengan pemilihan bahan dan menentukan dimensi tangki. Perancangan dudukan tangki penyimpanan air menggunakan bahan besi siku 40x40 mm. Dimensi ukuran perancangan alat jari-jari tangki 180 mm, panjang tangki 1000 mm, panjang dudukan tangki 2500 mm.

Kata kunci: Perancangan, Pemanas air, Tenaga Surya, Tabung Vakum

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan. Peran energi dalam pembangunan telah lama dikenal manusia. Sumber energi konvensional yang kita miliki seperti halnya minyak, batu bara dan gas bumi, merupakan kekayaan alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga suatu saat akan habis. Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, kayu bakar, minyak dan gas bumi merupakan sumber energi yang banyak digunakan untuk memanaskan air.

Air panas sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga untuk proses-proses industri. Air panas dapat disediakan dengan berbagai macam cara atau proses, salah satu yang sangat umum adalah dengan panas api yang menggunakan bahan bakar gas, minyak tanah, atau kayu bakar. Akan tetapi ada cara lain yang lebih murah dan mudah yaitu melalui peralatan pemanas air dengan sistem tenaga surya (*Solar Water Heater System*). Seiring dengan perkembangan zaman pemanfaatan energi surya terus berkembang mengikuti kebutuhan manusia yang semakin beragam. Melalui pancaran tenaga surya/sinar matahari langsung, kita dapat memperoleh air panas tanpa harus menggunakan panas api ataupun energi listrik. Pemanas air tenaga surya telah banyak digunakan di negara-negara maju seperti; Jepang, Amerika dan negara maju lainnya. Tipe pemanas air menggunakan tabung vakum merupakan jenis yang banyak digunakan dikarenakan teknologi ini tetap efektif bekerja dalam segala kondisi cuaca, bahkan pada saat temperatur rendah dan berawan.

Pertimbangan di atas menjadi landasan dalam penelitian ini dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam memanaskan air dengan mudah sehingga mempermudah kegiatan sehari-hari

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bertujuan untuk mendapatkan efisiensi pemanasan
2. Mengetahui cara kerja pemanas air tenaga surya menggunakan tabung vakum dengan metode thermosipon
3. Mendapatkan data untuk analisis

TINJAUAN PUSTAKA

Kajian Pustaka

Penelitian mengenai pemanas air tenaga surya sudah pernah dilakukan dengan berbagai sistem/metode percobaan yang berbeda-beda, berikut ini adalah beberapa penelitian yang menjadi referensi penulis:

1. Sebastian elkano sitepu (2018) rancang bangun pemanas air tenaga surya sistem pipa panas menggunakan refrigeran r-718 dengan tekanan vakum 50 CmHg dengan sudut kemiringan kolektor 30o untuk memanaskan 120 liter air
2. Heryanto rusmayadi, Rita maria veronika, Edy purwanto (2018) rancang bangun alat pemanas air tenaga surya dengan konfigurasi tube serpentine berkapasitas 100 liter

Landasan Teori Energi surya

Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang sangat melimpah ketersediaannya, energi surya mencapai permukaan bumi dengan menggunakan prinsip perpindahan panas radiasi, proses pemanasan secara langsung diantaranya adalah melalui proses absorpsi dimana penyerapan panas matahari oleh unsur-unsur di atmosfer yang menyerap radiasi tersebut seperti oksigen, nitrogen, ozon, hidrogen dan debu. Kemudian melalui proses refleksi dimana pemanasan matahari oleh udara/atmosfer kemudian dipantulkan kembali ke angkasa oleh butir-butir air di atmosfer. Terakhir adalah proses difusi dimana proses penyebaran sinar/panas matahari ke segala arah oleh atmosfer. Sinar gelombang pendek warna biru merupakan gelombang yang dihamburkan paling baik oleh lapisan udara sehingga langit akan berwarna biru pada siang hari.

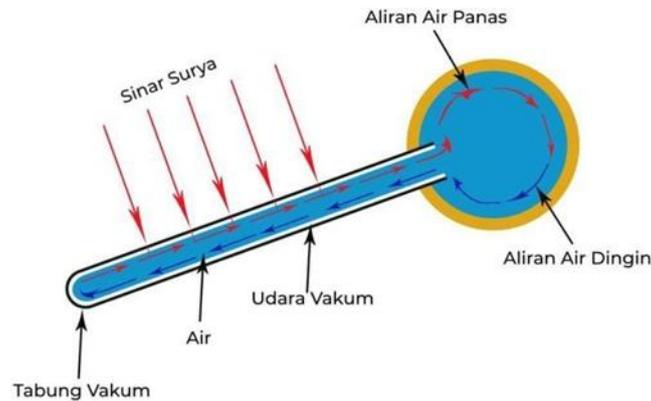
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat pelaksanaan

Waktu dan tempat penelitian dilaksanakan pada tanggal 13 Agustus 2020 sampai dengan 15 Agustus 2020, bertempat di Jl. Sipirok kos A2, Padang bulan, Selayang 1.

Laju aliran air

Permukaan tabung vakum yang terpapar langsung akan menerima cahaya matahari, udara panas yang masuk ke dalam tabung vakum akan vakum sehingga udara panasnya tidak bisa keluar, udara panas tersebut akan memanaskan tabung kaca bagian dalam, pada bagian dalam ada tabung logam yg berisi air, tabung kaca pada bagian dalam akan memanaskan logam yang berisi air, dengan menggunakan metode thermosipon air panas yang berada di dalam tabung akan bergerak ke atas menuju tangki, secara bersamaan air dingin yang berada di dalam tangki akan turun ke dalam tabung vakum oleh dorongan air panas karena perbedaan massa jenis. Jadi sirkulasi pergantian air yang terjadi secara terus menerus akan menyatukan seluruh air di dalam tangki sampai suhunya panas.



Gambar 1 Gambar pemanas air

Perancangan Alat Perancangan Tabung Vakum

Tabung vakum berfungsi sebagai penerima energi surya, kemudian mengkonversikannya menjadi uap panas yg akan di bawa ke dalam tangki melalui fluida kerja yaitu air yang terdapat di dalam tabung. Kemudian air yang berada di dalam tabung vakum mengalirkan energi ke air yang berada di dalam tangki air, sehingga air yang berada di dalam tangki menjadi panas karna adanya uap panas yg dibawa oleh air dari tabung vakum. Bahan tabung vakum adalah kaca borosilicate.

Perancangan Tangki

Tangki berfungsi sebagai penampung air panas, kapasitas tangki yang digunakan adalah 100 liter. Bahan yang digunakan adalah stainless steel karna tidak mudah mengalami korosi dan mudah di bentuk.

Perancangan Dudukan

Dudukan berfungsi sebagai penopang tangki dan tabung vakum, dudukan ini dirancang agar tabung vakum memiliki kemiringan 200 karna dengan kemiringan tersebut tabung vakum dapat menerima energi surya dengan baik, dengan menggunakan dudukan tabung juga akan terhindar dari benturan yang tidak diinginkan. Bahan dudukan ini terbuat dari baja pelat L yang lebih mudah di bentuk dan disesuaikan dengan keinginan.

Perancangan Isolasi

Isolasi digunakan sebagai pembungkus tangki. Fungsinya adalah agar tangki dapat menyimpan panas lebih lama juga untuk menghindari sentuhan secara langsung dengan manusia, karna tangki yang panas dapat melukai kulit. Bahan isolasi ini terbuat dari poliuretan dan aluminium foil.

Perancangan Roda

Roda di pasang pada dudukan, yang berfungsi untuk memindahkan dudukan sesuai posisi yang diinginkan.

Peralatan Pengujian

Adapun alat pengujian yang digunakan untuk mengambil data adalah sebagai berikut:

1. Solarimeter

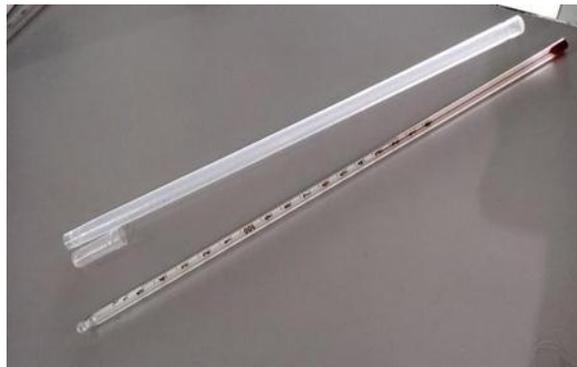
Solarimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur sinar radiasi matahari langsung maupun difus.



Gambar 2 Solarimeter
(Sumber: sitoho.com)

2. Termometer Air Raksa

Termometer air raksa adalah termometer yang terbuat dari air raksa yang ditempatkan didalam tabung kaca, tanda yang dikalibrasi pada tabung membuat temperatur dapat dibaca sesuai panjang air raksa didalam gelas, di luar tabung kaca sudah ada angka untuk membaca temperatur tersebut.

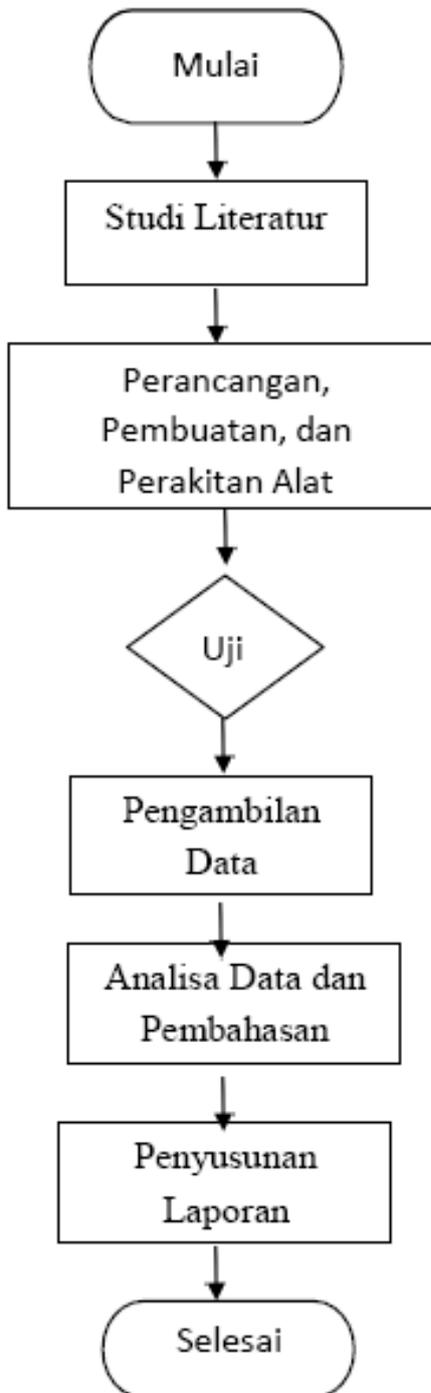


Gambar 3 Termometer air raksa
(Sumber: alkes-marinno.com)

Prosedur Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan yang telah dibuat
2. Rancang pemanas air tenaga surya menggunakan tabung vakum
3. Isi air kedalam tangki sebanyak 100 L
4. Pasang alat ukur untuk pengambilan data
5. Setelah semua sistem bekerja data siap diambil

Diagram Alir Percobaan



HASIL DAN PEMBAHASAN
Percobaan Pertama

Tabel 1 Analisis data hari pertama

No	Waktu (s)	Irr (W/m ²)	E (KWH/m ²)	Tair (°C)	Qin (W)	Qout (W)	H (%)
1.	08 : 00	186	0	39	0	0	0
2.	09 : 00	190,5	0,20	43	540	181	33,51%
3.	10 : 00	230	0,47	46	460	423	91,95%
4.	11 : 00	265	0,70	53	660	240	36,3%
5.	12 : 00	247	1,03	57	720	240	33,33%
6.	13 : 00	303	1,39	61	720	239	33,19%
7.	14 : 00	491	1,75	65	660	240	36,36%
8.	15 : 00	365	2,08	69	460	119	25,8%
9.	16 : 00	334	2,31	71	560	179	31,96%
10.	17 : 00	244	2,59	74	560	179	31,96%
Rata - rata		285,5	1,25	57,8	544	204	35,43%

Perhitungan data 1

Dik: T1 = 43° C

T2 = 46° C

l = 2m x 10 (jumlah tabung) = 20 m d = 0.058 m

cp = 4,174 (dari tabel sifat – sifat air)

ρ = 990,9 (dari tabel sifat – sifat air) interpolasi

Dit: a. η

Penyelesaian: Qin = E3 – E2

$$= 0,47 - 0,20$$

$$= 0,27 \times 2 = 0,54$$

$$= 0,54 : 1 = 0,54 \text{ KW}$$

$$= 540 \text{ W}$$

$$m = v\rho$$

$$\frac{\pi d^2 l}{4} = v\rho$$

$$= \frac{3,14 (0,058)^2 \times 20 \times 990,9}{4}$$

$$= 52,33 \text{ kg}$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

$$= \frac{52,33}{3600}$$

$$= 0,0145 \text{ kg/s}$$

$$Q_{out} = \dot{m} \text{ cp } \Delta t$$

$$= 0,0145 \cdot 4,174 \cdot (46 - 43)$$

$$= 181 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

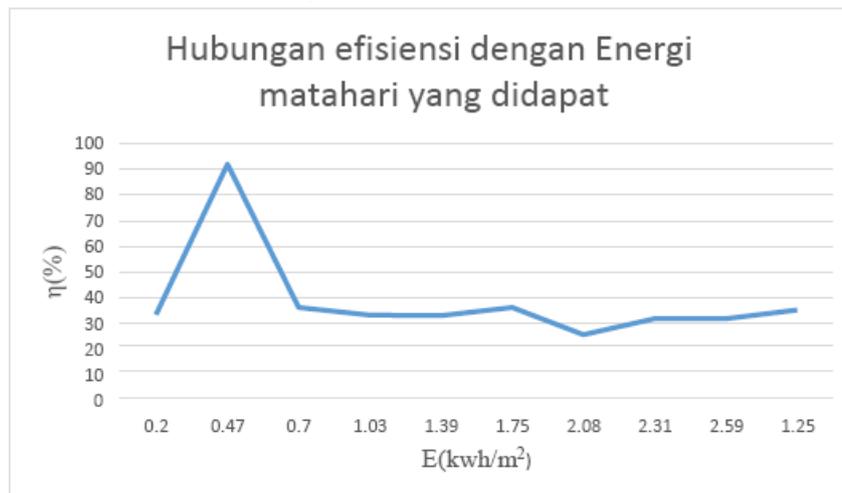
$$= \frac{181}{540} \times 100\%$$

$$= 33,51 \%$$

(Note: Dengan cara yang sama untuk data selanjutnya)

Pada pengujian pemanasan air pada hari kamis, 10 September 2020 diperoleh rata-rata efisiensi dari pukul 08:00 WIB–17:00 WIB sebesar 35,43% dengan suhu tertinggi 74° C dengan energy matahari yang didapat sebesar 2,59 KWH/m².

Sedangkan efisiensi alat selama lima jam adalah sebesar 40,35 %



Gambar 4 Grafik hubungan efisiensi dengan energi matahari

Percobaan kedua

Tabel 2 Analisis data hari kedua

No	Waktu (s)	Irr (W/m ²)	E (KWH/m ²)	Tair (°C)	Qin (W)	Qout (W)	H (%)
1.	08 : 30	78	0	38	0	0	0
2.	09 : 30	259	0,27	41	540	242	44,8%
3.	10 : 30	205	0,54	45	540	302	55,92%
4.	11 : 30	315	0,81	50	580	240	41,37%
5.	12 : 30	244	1,10	54	500	240	48%
6.	13 : 30	497	1,35	58	500	240	48%
7.	14 : 30	355	1,60	62	580	239	41,2%
8.	15 : 30	226	1,89	66	540	350	64,81%
9.	16 : 30	319	2,16	72	540	238	44,07%
10.	17 : 30	254	2,43	76	540	238	44,07%
Rata – rata		275,2	1,21	56,2	486	233	47,24%

Perhitungan data (2)

hari ke-2 Dik

:T1 =41° C

T2 = 45° C

l = 2m x 10 (jumlah tabung) = 20 m

$$\begin{aligned}d &= 0.058 \text{ m} \\c_p &= 4,174 \text{ (dari table sifat – sifat air)} \\ \rho &= 991,9 \text{ (dari table sifat – sifat air) interpolasi}\end{aligned}$$

Dit: a. η

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}Q_{in} &= E_3 - E_2 \\ &= 0,54 - 0,27 \\ &= 0,27 \times 2 = 0.54 \\ &= 0.54 : 1 = 0.54 \text{ KW} \\ &= 540 \text{ W}\end{aligned}$$

$$m = v\rho$$

$$\begin{aligned}\frac{\pi d^2}{4} l \rho & \\ &= \frac{3.14 (0.058)^2 \times 20 \cdot 991,9}{4} \\ &= 52.38 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{52.38}{3600} \\ &= 0.0145 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

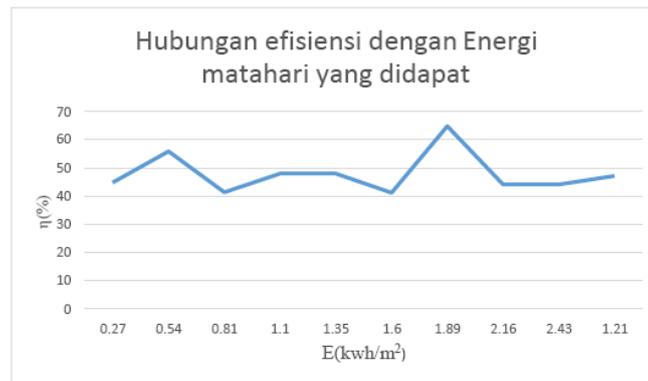
$$\begin{aligned}Q_{out} &= \dot{m} c_p \Delta t \\ &= 0.0145 \cdot 4,174 \cdot (45 - 41) \\ &= 242 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}&= \frac{242}{540} \times 100\% \\ &= 44,8 \%\end{aligned}$$

(Note: Dengan cara yang sama untuk data selanjutnya)

Pada pengujian pemanasan air pada hari kamis, 13 September 2020 diperoleh rata-rata efisiensi dari pukul 08:30 WIB – 17:30 WIB sebesar 47,24% dengan suhu tertinggi 76° C dengan energi matahari yang didapat sebesar 2,43 KWH/m². Sedangkan efisiensi alat selama lima jam adalah sebesar 78,60 %



Gambar 5 Grafik hubungan efisiensi dengan energi matahari

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Peningkatan suhu yang diperoleh per-setengah jam dapat mencapai suhu 1-4° C tergantung pada sinar matahari yang diperoleh
2. Semakin besar energi matahari yang diterima tabung vakum maka semakin cepat temperatur meningkat.
3. Peningkatan temperatur selama lima jam dapat mencapai suhu 24 derajat dari suhu awal.

Saran

1. Untuk memudahkan pengisian air kedalam tangki maka dapat ditambahkan pompa;
2. Mengingat begitu besarnya manfaat tenaga matahari bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di Bumi ini, maka Rancang bangun ini dapat dijadikan referensi dan kontribusi dalam memecahkan permasalahan pemanfaatan energi untuk kesejahteraan masyarakat;

DAFTAR PUSTAKA

- Repositori USU, 2017, Pemanas Air Tenaga Surya System Pipa Panas Menggunakan Refrigeran, Online <http://repositori.usu.ac.id>, Repositori USU, di akses 2 September 2020.
- Jurnal Teknik Mesin, 2018, Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya dengan Konfigurasi Tube Serpentine Berkapasitas 100 Liter, Online www.univ-tridianti.ac.id/ejournal/, Journal Universitas Tridianti Palembang, di akses 2 September 2020
- Wikipedia, 2011, Solar Water Heating, Online en.wikipedia.org/wiki/solar_water_heating, Online Wikipedia, di akses 2 september 2020
- J.P. Holman, 1986, Terjemahan Ir. E. Jasfi, Perpindahan Kalor. Jakarta:Erlangga.