PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN MEMANFAAT-KAN BEDA TEMPERATUR FLUIDA KERJA

Afrida Hafshalya Riandini[1])Rizky Mirza Rahardian[2]), Yehuda Tofan Indra Cahya[3]), Yoseph Hendra Setiawan Sambodo[4]), Yosintaska[5]), F. Gatot Sumarno, S.T., M.T[6])

[1]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi,JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang
[2]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi, JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang
[3]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi, JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang
[4]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi, JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang
[5]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi, JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang
[6]Program Studi D3 TeknikKonversiEnergi, JurusanTeknikMesin
PoliteknikNegeri Semarang

JurusanTeknikMesin, Program StudiTeknikKonversiEnergi, PoliteknikNegeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang 50275
Email: afrida98@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia semakin hari kianmeningkat. Salah satunya kebutuhan energi listrik yang berperan penting dalam menopang perkembangan kehidupan. Sudah sewajarnya bila energi alternative mulai dicari dan dikembangkan untuk mengganti bahan bakar fosil atau sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Makadari itu pengembangan energi terbarukan dalam merekayasa system pembangkit listrik sangat diperlukan. Salah satunya dengan mengembangkan pemanfaatan beda temperature fluida kerja untuk menghasilkan energi listrik. Fluida kerja yang dimanfaatkan adalah Ammonia. Ammonia dipilih Karena memiliki sifat dan karakteristik yang mendukung terjadinya sebuah siklus tertutup untuk dimanfaatkan tekanannya agar turbin berputar. Temperature didihnya yang rendah mengakibatkan tidak dibutuhkan energy yang cukup besar untuk mendapatkan tekanan yang besar.

Proses perancangan diawali dengan pengambilan data iradiasi matahari BMKG Kota Semarang serta data pendukung mengenai siklus kerja ammonia diambil dari Pabrik Es KUD Usaha Mina, Kaligawe Semarang. Dari data dilakukan perhitungan energy panas yang dihasilkan iradiasi matahari, perhitungan penukar kalor serta perhitungan daya yang dihasilkan. Perancangan ini menghasilkan sebuah rancangan pembangkit menggunakan water heater black body dan memanfaatkan neon untuk efektivitas panas, penukar kalor tipe counter flow dan menghasilkan daya sebesar 150 Watt. Serta sebagai luaran adalah sebuah animasi pembangkit listrik dengan memanfaatkan beda temperature fluida kerja untuk menunjang proses pendidikan.

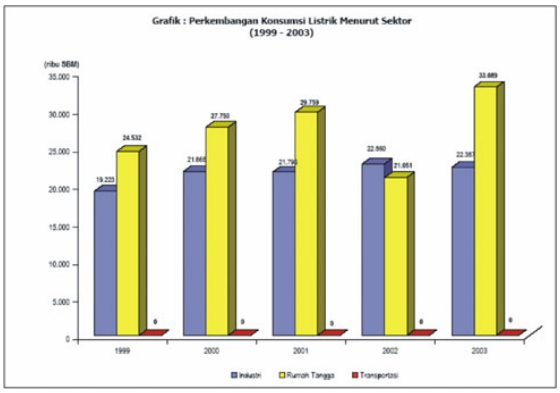
***Kata kunci**: Ammonia, Energi, Black body, Counter flow, terbarukan*

1. Pendahuluan

Kebutuhan listrik di Indonesia tidak bias bergantung padasumber daya atau bahan bakar yang tersedia dikarenakan sumber daya yang tersedia sekarang ini merupakan sumberdaya yang bila diperbarui memakan waktu yang sangat lama atau bahkantidak dapat diperbarui, sehingga diperlukan sumber energi alternatif yang dapat digunakan.

Meningkatnya kebutuhan energi di Indonesia menuntut mahasiswa untuk berfikir kritisdalam menyikapi problematika tersebut. Meningkatnya kebutuhan energi diiringi dengan meningkatnya kemajuan dunia teknologi. Salah satunya adalah di dalam teknologi pembangkitanlistrik. Terciptanya sebuah produk perancangan pembangkit listrik dengan memanfaatkan beda temperature fluidakerja didasari oleh OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion), prinsip kerjanya menghasilkan listrik darihasil perbedaan temperature fluida kerja air dan ammonia. Yang menjadi pembeda antara OTEC dengan perancangan ini terdapat pada metode pemanas air yang menggunakan *black body* dan neon yang bertujuan untukmeningkatkan efektivitas pemanasan. Oleh Karena itu tercipta sebuah perancangan

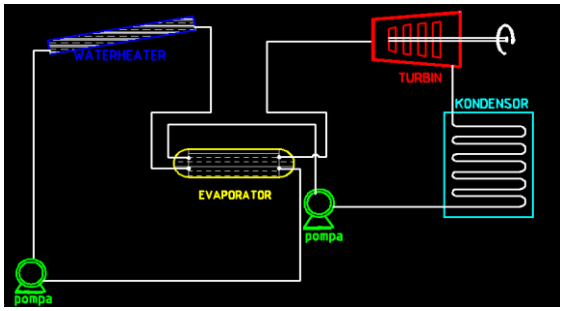
pembangkit listrik dengan memanfaatkan beda temperature fluida kerja.



Grafik 1.Perkembangan konsumsi listrik di Indonesia

2. Metode Penelitian

Pembangkit listrik dengan memanfaatkan beda temperature fluida kerja menggunakan ammonia sebagai fluida kerja utama. Ammonia digunakan Karena memiliki karakteristiktitik didihnya rendah sehingga mendukung untuk dijadikan sebagai fluida kerja pembangkit listrik alternative yang bersifat renewable energy.



Gambar 1.Hasil perancangan pembangkit listrik

Pelaksanaan perancangan adalah sebagaiberikut:

1. Mengambil data intensitas radiasi mataharidari BMKG Kota Semarang.
2. Melakukan perhitungan water heater.
3. Mengambil data dan studi industri di Pabrik Es KUD Usaha Mina Semarang.
4. Melakukan perhitungan evaporator.
5. Melakukan perhitungan kondensor.
6. Melakukan perhitungan daya turbin.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data BMKG untuk pengukuran-intensitas radiasi matahari / bulan

Bulan	Radia-siMaksimal (MJ/m2/hari)	Radiasi Mini-mal (MJ/m2/hari)	Radiasi Rata - Rata (MJ/m2/hari)
Januari	16,548	2,352	11,046
Februari	18,564	8,568	12,978
Maret	17,64	4,284	12,768
April	17,808	6,594	13,146
Mei	16,800	5,796	12,726
Juni	17,808	2,856	13,818
Juli	18,480	10,248	15,792
Agustus	17,808	11,466	15,540
September	19,236	10,500	15,414
Oktober	20,916	10,836	16,296
November	19,824	10,920	14,952
Desember	19,320	5,2920	10,878

Dari data yang diterima, dapat disimpulkan Kota semarang memiliki intensitas radiasi matahari 12,46 KJ. Hasil itu memiliki potensi yang cukup untuk membangkitkan panas dari matahari untuk proses pemanasan air. Diperoleh hasil perhitungan water heater untuk memanaskan air. Water heater menggunakan neon sebagai media untukmeningkatkan efisiensi panas yang diterima.

$$q = \tau \times A \times (T_1^4 - T_2^4)$$
$$= 5{,}67 \times 10^{-8} \times 2 \times (313^4 - 301^4)$$
$$= 157{,}556$$

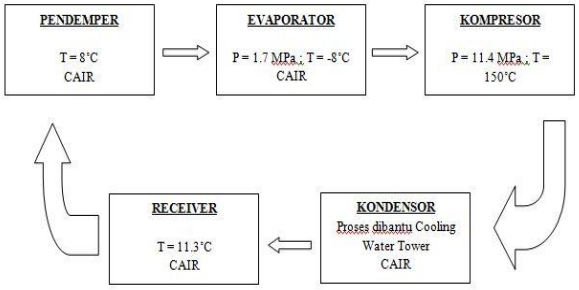
- $\frac{157{,}556}{\frac{1}{0{,}12}+\frac{1}{0{,}9}-1} = \frac{157{,}556}{8{,}41} = 18{,}734\ {}^{W}/_{m^2.K}$

Keterangan:

$\tau = 5{,}67 \times 10^{-8}$
$T_1 = 40℃ = 313\ K$
$T_2 = 28℃ = 301\ K$

Untuk mendukung perancangan dilakukan studi industri di Pabrik Es KUD Usaha Mina.

Pabrik es ini dipilih Karena menggunakan ammonia sebagai fluidakerja utamanya.



Gambar 2.Siklus Kerja Pabrik Es KUD Usaha Mina

Selanjutnya diperoleh hasil perhitungan Evaporator yang bertindak sebagai penukarkalor. Penukar kalor tipe counter flow digunakan Karena memiliki efektifitas penukar kalor yang tinggi.

1. T_{out}

$$\frac{q}{\dot{m} \cdot C_p} = Th_{in} - Th_{out}$$

$$Th_{out} = Th_{in} - \frac{q}{\dot{m} \cdot C_p}$$

$$= 40 - \frac{18{,}734}{2 \cdot 4{,}2}$$

$$Th_{out} = 40 - 2{,}3 = 37{,}7℃$$

2. T_{in}

$$\frac{q}{\dot{m} \cdot C_p} = Tc_{out} - Tc_{in}$$

$$Tc_{in} = Tc_{out} - \frac{q}{\dot{m} \cdot C_p}$$

$$= 25 - \frac{18{,}734}{1 \cdot 4{,}52}$$

$$Tc_{in} = 25 - 4 = 21℃$$

Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan uap ammonia yang keluar dari turbin. Dalam perancangan ini, kondensor menggunakan air sebagai media penukar kalor dengan panjang pipa 6,835m 12 belokan. Kemudian diperoleh hasil perhitungan kondensor

$$\Delta T_1 = Th_{out} - Tc_{in} = 37{,}7 - 21 = 16{,}7℃$$
$$\Delta T_2 = Th_{in} - Tc_{out} = 40 - 25 = 15℃$$

- $LMTD = \frac{16{,}7-15}{\ln\frac{16{,}7}{15}} = \frac{1{,}7}{0{,}1} = 17$

$$q = U \times A \times LMTD$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_0}} = \frac{1}{\frac{1}{4420} + \frac{1}{38{,}4}} = 38{,}06$$

Note:

$$h_1 = Nu_D \cdot \frac{k}{D_i} = \frac{90 \times 0{,}625}{1{,}27 \times 10^{-2}} = 4420$$

- $q = U \times A \times LMTD$

$$A = \frac{q}{U \times LMTD} = \frac{17{,}64 \times 10^3}{38{,}06 \times 17}$$
$$= 27{,}26\ m$$

- $A = \pi \cdot D \cdot L$

$$27{,}26 \times 10^3 = \pi \cdot 1{,}27 \cdot L$$
$$6{,}835\ m = L$$

Turbin yang digunakan dalam perancangan adalah turbin uap dengan daya yang dihasilkan sebesar 150.6 Watt

$$T_1 = 25℃ \rightarrow h_g = 1463{,}5$$
$$T_2 = -15℃ \rightarrow h_{fg} = 1312{,}9$$
$$P = \dot{m}(1463{,}5 - 1312{,}9)$$
$$P = 150{,}6\ watt$$

Selain dalam bentuk perancangan, luaran dari PKM Karsa Cipta ini berbentuk animasi siklus kerja pembangkit listrik dengan memanfaatkan beda temperature ammonia. Animasi ini memiliki manfaat untuk menunjang proses pendidikan. Sehingga mahasiswa lebih mudah memvisualisasikan dan memahami hasil perancangan.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan Analisa perhitungan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beda temperature yang dimaksud adalah beda temperature antara fluida kerja air dan fluida kerja ammonia. Ammonia dipilih Karena karakteristik temperature didih yang rendah, harganya relative murah serta ramah terhadap lingkungan.

2. Pemanas air atau water heater untuk memanaskan fluida kerja air menggunakan black body Karena memiliki penyerapan panas yang tinggi, kaca untuk meneruskan iradiasi serta neon untuk membantu meningkatkan efektifitas pemanasan. Water heater dipasang dengan sudut kemiringan sebesar 10˚ kearah lintang utara.
3. Penukar kalor yang digunakan menggunakan penukar kalor tipe counter flow. Karena memiliki efektifitas yang tinggi. Bahan dari penukar kalor adalah seamless stell Karena besi seamless tidak memiliki sambungan las (proses pencetakan) sehingga daya tahan terhadap tekanan cukup kuat.
4. Penukar kalor menggunakan memiliki panjang pipa 6,835m yang dibagi dalam 12 belokan.
5. Turbin yang digunakan adalah turbin-uap dengan daya yang dihasilkan sebesar 150,6 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar,W., 1995, *Teknologi-Rekayasa Surya*, Jakarta, PT. PradnyaParamita.
2. Daryanto, 2015, *TeknikKonversiEnergi*, Bandung, PT. Sarana Tutorial Nurani Nusantara.
3. 2012, Jakarta, PT.Toyota Astra Motor, New Step I Training Manual
4. Holman,J.P., 1988, *Perpindahan Kalor Jakarta, Erlangga*
5. Krelin, Frank, *PerpindahanPanas*
6. L. Streeter, Victor, E. Benjamin Wyle, EdisiDelapanJilid 2, *MekanikaFluida*
7. *https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Ammonia-2D-dot-cross.png* (Situs Internet)
8. *http://irianpoo.blogspot.co.id/2013/05/mengenal-turbin-uap.html* (Situs Internet)
9. *http://mitrabaterai.blogspot.co.id/2012/09/cara-kerja-kiprok-dan-alternator-motor.html* (Situs Internet)
10. *http://www.prosesindustri.com/2015/01/kondensor-dan-prinsip-kerjanya.html* (Situs Internet).