

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Data yang didapat pada penelitian ini diambil secara langsung oleh peneliti dengan melakukan percobaan terhadap alat pemanfaatan lensa Fresnel sebagai kolektor panas surya dengan mesin stirling. Pada penelitian ini menggunakan berbagai macam isolator yang digunakan pada *thermal storage*, yaitu *glasswool + alumunium foil*, *Styrofoam + alumunium foil*, dan *polyurethane foam + alumunium foil*. Penggunaan isolator ini bertujuan sebagai resistor *thermal* fluida penyimpanan panas. Beberapa pengukuran telah dilakukan untuk mengetahui daya yang dihasilkan pada mesin stirling, dan waktu tinggal fluida penyimpanan panas. Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan perhitungan secara sistematis sehingga dapat diketahui daya listrik yang dihasilkan seperti yang terlihat pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4.

Tabel 2. Data Hasil Penelitian dan Daya Listrik yang Dihasilkan dengan Menggunakan *Glasswool* dan *Alumunium foil* sebagai Isolator.

No	Temp. Fluida Penyimpanan Panas (°C)	Waktu Tinggal (menit)	Temp. <i>Hot Side</i> (°C)	Kec. Putaran (RPM)	Daya Output (Watt)
1	200	0	185	260	7,00
2	190	2,3	183	260	6,94
3	180	4,3	180	250	6,44
4	170	6,1	176	240	5,04
5	160	8,2	169	10	0,00

Tabel 3. Data Hasil Penelitian dan Daya Listrik yang Dihasilkan dengan Menggunakan *Styrofoam* dan *Aluminium foil* sebagai Isolator.

No	Temp. Fluida Penyimpan Panas (°C)	Waktu Tinggal (menit)	Temp. <i>Hot Side</i> (°C)	Kec. Putaran (RPM)	Daya Output (Watt)
1	200	0	187	255	6,72
2	190	2	180	250	6,664
3	180	3,5	175	245	6,384
4	170	5,1	171	12	0,672
5	160	7,2	162	0	0

Tabel 4. Data Hasil Penelitian dan Daya Listrik yang Dihasilkan dengan Menggunakan *Polyurethane Foam* dan *Aluminium foil* sebagai Isolator.

No	Temp. Fluida Penyimpan Panas (°C)	Waktu Tinggal (menit)	Temp. <i>Hot Side</i> (°C)	Kec. Putaran (RPM)	Daya Output (Watt)
1	200	0	185	256	6,832
2	190	2	183	250	6,664
3	180	3,1	178	248	6,384
4	170	4,9	173	20	0,672
5	160	7	165	0	0

4.2 Pembahasan

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk menentukan isolator yang baik untuk digunakan pada *thermal storage*. Dari data penelitian pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4, menunjukkan performa yang berbeda-beda tiap variasi isolator yang digunakan.

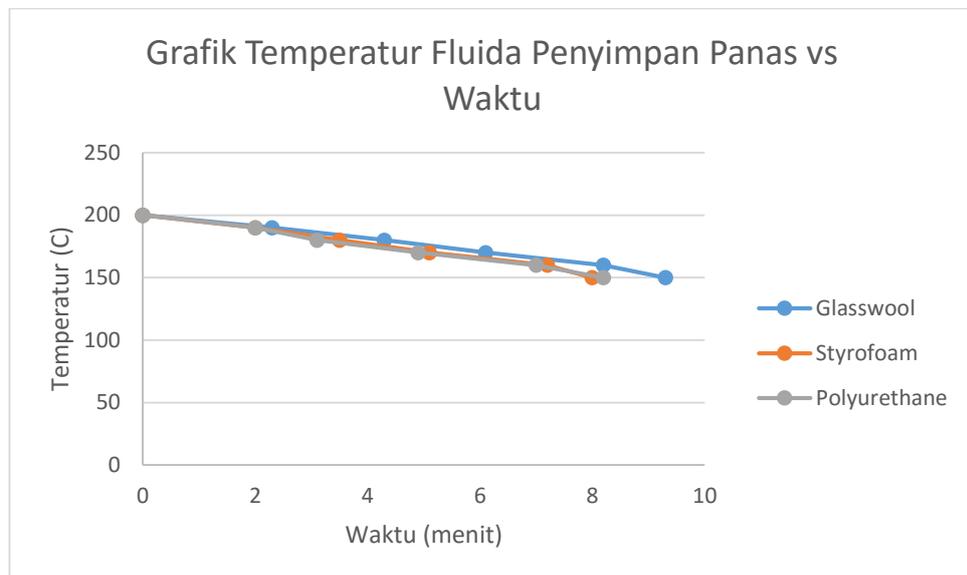
Penggunaan variasi isolator menggunakan tebal yang sama tiap variasinya, yaitu dengan tebal 2 cm, dan dilapisi dengan aluminium foil pada lapisan luarnya. Penggunaan isolator dengan tebal 2 cm ini agar *thermal storage* dapat terpasang

pada mesin stirling tanpa menghalangi klep untuk memasang *thermal storage* pada mesin stirling.

Hasil perbandingan daya yang dihasilkan pada tiap isolator yang digunakan tidak jauh berbeda. Dimana, daya paling tinggi dihasilkan pada *thermal storage* yang menggunakan isolator *glasswool* dengan daya tertinggi yaitu, 8,75 Watt. Namun hasil ini tidak jauh berbeda dengan isolator *Styrofoam* dan *Polyurethane Foam* dengan daya tertinggi yang dihasilkan 8,54 Watt dan 8,40 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa adanya isolator tidak meningkatkan performa dari fluida penyimpan panas tersebut.

4.2.1 Hubungan Temperatur Terhadap Waktu

Gambar dibawah ini merupakan grafik perbandingan temperatur fluida penyimpan panas terhadap waktu tinggal.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Temperatur Fluida Penyimpan Panas Terhadap Waktu Tinggal

Dari grafik diatas menunjukkan penurunan yang paling lama yaitu penurunan pada isolator *glasswool*, dengan waktu tinggal 8 menit. Hal ini menunjukkan bahwa resistansi *glasswool* yang paling tinggi disbanding *Styrofoam*

dan Polyurethane foam dapat menahan panas pada *thermal storage* agar tidak lepas kelingkungan dengan baik. Hal ini disebabkan juga karena nilai konduktivitas *glasswool* paling kecil disbanding isolator yang lain, yaitu $0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$,

Dapat dilihat juga pada grafik bahwa semakin besar temperatur maka kecepatan putaran yang dihasilkan akan semakin besar, hal ini dikarenakan semakin besar temperatur maka temperatur piston pada bagian sisi panas akan meningkat, semakin tinggi temperatur pada bagian panas piston akan membuat kecepatan putaran semakin meningkat. Namun, pada temperatur dibawah $170 \text{ }^\circ\text{C}$, kecepatan putaran mulai terhenti hal ini diakibatkan karena pada mesin stirling yang dibuat ini ketika suhu menurun dibawah $170 \text{ }^\circ\text{C}$ maka pergerakan dari mesin stirling akan terhenti. Terhentinya putaran ini terjadi karena energi yang diperlukan untuk menggerakkan mesin stirling tidak cukup.

4.2.2 Hubungan Temperatur Terhadap Panas Hilang (Q_{loss})

Berikut ini adalah tabel panas transfer dan kerja net mesin stirling dengan menggunakan fluida penyimpan panas paraffin liquid dan isolator *thermal storage* *glasswool*.

Tabel 5. Total Kerja yang Dihasilkan pada Isolator *Glasswool*

No	Temp. Fluida Penyimpan Panas ($^\circ\text{C}$)	Waktu Tinggal (Menit)	Q_{transfer} (J/s)	W_{net} (J)	Q_{loss} (W)
1	200	0	121,74	3,7024	17,65
2	190	2,3	140,00	3,5755	15,78
3	180	4,3	155,56	3,4610	14,33
4	170	6,1	133,33	3,3941	13,08
5	160	8,2	0,00	3,1057	11,94

Tabel 6. Total Kerja yang Dihasilkan pada Isolator *Styrofoam*

No	Temp. Fluida Penyimpan Panas (°C)	Waktu Tinggal (Menit)	$Q_{transfer}$ (J/s)	W_{net} (J)	Q_{loss} (W)
1	200	0	140,00	3,7926	17,23
2	190	2	186,67	3,4244	15,78
3	180	3,1	175,00	3,4048	13,91
4	170	4,9	133,33	3,3374	13,08
5	160	7	0,00	2,9610	12,25

Tabel 7. Total Kerja yang Dihasilkan pada Isolator *Polyurethane Foam*

No	Temp. Fluida Penyimpan Panas (°C)	Waktu Tinggal (Menit)	$Q_{transfer}$ (J/s)	W_{net} (J)	Q_{loss} (W)
1	200	0	140,00	3,6648	16,40
2	190	2	254,55	3,5017	14,84
3	180	3,5	155,56	3,4093	14,12
4	170	5,1	133,33	3,2802	13,18
5	160	7,2	0,00	3,1091	11,73

Dari tabel mengenai hubungan antara temperatur fluida penyimpanan panas dengan daya listrik yang dihasilkan, terlihat bahwa temperatur fluida 170 °C sangat kecil menghasilkan daya listrik sedangkan ketika suhu fluida penyimpanan panas 160 °C tidak menghasilkan energi listrik. Hal ini dikarenakan oleh temperatur fluida yang rendah mengakibatkan putaran pada *flywheel* kecil dan tidak dapat memutar generator sehingga tidak dapat dikonversi menjadi energi listrik. Sedangkan pada suhu diatas 170 °C energi listrik yang dihasilkan meningkat karena temperatur piston pada sisi panas suhunya diatas 170 °C sehingga yang mempunyai energi yang cukup besar untuk menggerakkan mesin stirling. Maka semakin besar temperatur fluida penyimpanan panas, maka semakin besar pula energi listrik yang dihasilkan. Energi listrik maksimum yang dihasilkan ialah pada fluida penyimpanan panas *paraffin liquid*.

Dari tabel juga dapat dilihat bahwa, panas yang ditransfer juga mengalami kehilangan pula. Dimana panas yang terkonversi pada suhu 200°C memiliki Kerja net sebesar 3,925 J, dan menghasilkan putaran sebesar 260 RPM. Sehingga kerja total yang dihasilkan sebesar 15,881 J per satuan detik. Dari panas yang ditransfer sebesar 78.53 J/s (Watt), sehingga kehilangan yang terjadi 124,12 J/s. Hal ini dikarenakan beban yang besar dari friksi-friksi mesin stirling membuat panas yang ditransfer tidak maksimal terkonversi. Hal ini dapat dikurangi dengan menambahkan bearing pada sisi-sisi mesin stirling seperti pada shaft, crank shaft. Kehalusan putaran stirling sangat berperan dalam kerja yang akan dihasilkan.