

**LAMPIRAN I
DATA PENGAMATAN**

Tabel 6. Data Pengamatan *Stirling Engine Direct Heating*

Tanggal	Jam	Suhu (°C)	rpm	Arus (Amper)	Tegangan (Volt)
03 Juli 2017	12:00	175	255	0.07	92.98
	12:05	160	0	0	0
	12:10	150	0	0	0
	12:15	145	0	0	0
	12:20	144	0	0	0
04 Juli 2017	12:00	174	253	0.07	94.76
	12:05	170	244	0	0
	12:10	160	0	0	0
	12:15	155	0	0	0
	12:20	150	0	0	0
06 Juli 2017	12:00	173	251	0.07	92.45
	12:05	170	248	0	0
	12:10	163	0	0	0
	12:15	154	0	0	0
	12:20	149	0	0	0

Tabel 7. Data Pengamatan Stirling Engine dengan fluida penyimpan panas

Tanggal	Jam	Suhu (°C)	rpm	Arus (Amper)	Tegangan (Volt)
08 Juli 2017	12:00	174	254	0.07	92.34
	12:05	169	211	0	0
	12:10	165	198	0	0
	12:15	163	0	0	0
	12:20	160	0	0	0
10 Juli 2017	12:00	174	255	0.07	93.56
	12:05	172	251	0.06	92.23
	12:10	169	248	0	0
	12:15	168	0	0	0
	12:20	165	0	0	0
11 Juli 2017	12:00	173	253	0.07	94.12
	12:05	170	250	0.07	92.12
	12:10	169	249	0	0
	12:15	167	0	0	0
	12:20	166	0	0	0

Lampiran II

Perhitungan

Kondisi Operasi

Temperatur <i>Cold Side</i> (T_C)	=	49 C	=	322 K
Temperatur <i>Hot Side</i> (T_H)	=	175 C	=	448 K

Desain Mesin Stirling

1. Menghitung panas masuk yang diperlukan untuk proses 1-2 pemanasan isokhorik

$$(Robert\ Stirling,\)\quad Q_{heat} = m C_v (T_{Hot} - T_{Cold})$$

$$Q_{heat} = m (C_{v_{T_{hot}}} (T_{Hot})) - (C_{v_{T_{cold}}} (T_{Cold}))$$

dimana,

Q_{heat} , adalah jumlah panas yang dibutuhkan udara untuk proses 1-2

m , adalah jumlah massa fluida kerja (kg)

C_v , adalah kalor spesifik pada volume konstan (J/g K) T_{hot} , adalah temperatur pada piston bagian panas (K) T_{cold} , adalah temperatur pada piston bagian dingin (K)

Untuk mendapatkan massa fluida kerja digunakan persamaan Gay-Lussac

$$PV = nRT$$

$$m = \frac{P V_m BM}{R T_{ambient}}$$

dimana,

m , adalah jumlah massa fluida kerja (kg)

P adalah tekanan fluida kerja pada kondisi normal (1 bar)

V_m , adalah volume minimum fluida kerja (cm³)

R , adalah konstanta gas universa (83.14 bar cm³/ mol K)

BM , adalah berat molekul fluida kerja (g/mol)

$T_{ambient}$, temperatur fluida kerja pada keadaan awal (K)

$$M = \frac{P \times V_m \times BM}{R \times T_{\text{ambient}}}$$

$$= \frac{1 \text{ bar} \times 75 \text{ cm}^3 \times 29 \text{ g/mol}}{83.14 \text{ bar cm}^3/\text{mol K} \times 322 \text{ K}}$$

$$= 0.081 \text{ g}$$

$$n = m / BM$$

$$= 0.0028014 \text{ mol}$$

$$C_v \text{ udara di } 322 \text{ K} = 0.7 \text{ J/g K}$$

$$C_v \text{ udara di } 448 \text{ K} = 0.7 \text{ J/g K}$$

$$Q_{\text{heat}} = m ((C_{v_{\text{Thot}}} \times T_{\text{hot}}) - (C_{v_{\text{Tcold}}} \times T_{\text{cold}}))$$

$$= 0.081 \text{ g} ((0.73516 \text{ J/gK} \times 448 \text{ K}) - (0.7192 \text{ J/g K} \times 322 \text{ K}))$$

$$= 7.934606 \text{ J}$$

2. Menghitung panas masuk yang diperlukan untuk proses 2-3 isothermal ekspansi

$$Q_{\text{exp}} = n R T_{\text{Hot}} \ln \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$$

dimana,

Q_{exp} , adalah jumlah panas yang dibutuhkan udara untuk proses 1-2

n , adalah jumlah mol fluida kerja (mol)

R , merupakan konstanta gas universal (8.31 J/mol.K)

T_{hot} , adalah temperatur pada piston bagian panas (K)

V_m , adalah volume minimum fluida kerja (cm^3)

V_M , adalah volume maksimum fluida kerja (cm^3)

$$Q_{\text{exp}} = n R T_{\text{hot}} \ln \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$$

$$= 0.0028014 \text{ mol} \times 8.31 \text{ J/mol.K} \times 448 \text{ K} \times \ln \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$$

$$\ln \frac{225 \text{ cm}^3}{75 \text{ cm}^3} = 11.463229 \text{ J}$$

3. Menghitung jumlah panas yang dibutuhkan untuk 1 putaran mesin stirling

$$\begin{aligned} Q_{\text{input}} &= Q_{\text{heat}} + Q_{\text{exp}} \\ &= 7.934606 \text{ J} + 11.4632 \text{ J} \\ &= 19.398 \text{ J} \end{aligned}$$

4 Menghitung Q_{input} desain menggunakan data putaran flywheel

$$\begin{aligned} Q_{\text{input}} &= n \times Q_{\text{input}} / 1 \text{ siklus} \\ &= 255 \text{ J} \times 19.398 \text{ J} \\ &= 82.44 \text{ J/s} \end{aligned}$$

dengan menggunakan cara yang sama menghitung Q_{input} pada pemanasan langsung

Tanggal	Waktu	RPM	Q_{input}
3 juli 2017	12 : 00	255	82.44
	12 : 05	0	0.00
	12 : 10	0	0.00
	12 : 15	0	0.00
	12 : 20	0	0.00
4 juli 2017	12 : 00	253	81.43
	12 : 05	244	77.15
	12 : 10	0	0.00
	12 : 15	0	0.00
	12 : 20	0	0.00
5 juli 2017	12 : 00	251	80.43
	12 : 05	248	78.42
	12 : 10	0	0.00
	12 : 15	0	0.00
	12 : 20	0	0.00

Dengan cara menghitung yang sama maka didapat Q_{input} pada pemanasan dengan *thermal storage*

Tanggal	Waktu	RPM	Q_{input}
12 : 00	254		81.76
12 : 05	211		66.42
8 juli 2017	12 : 10	198	61.20

		12 : 15	0	0.00
		12 : 20	0	0.00
		<hr/>		
		12 : 00	255	82.08
		12 : 05	251	80.08
	9 juli 2017	12 : 10	248	78.06
		12 : 15	0	0.00
		12 : 20	0	0.00
		<hr/>		
12 : 00	253	81.08		
12 : 05	250	79.05		
10 juli 2017		12 : 10	249	78.38

12 : 15	0	0.00
12 : 20	0	0.00

LAMPIRAN III GAMBAR



Seperangkat alat Mesin Stirling



Lensa Fresnel



Mesin Stirling



Parafin Liquid