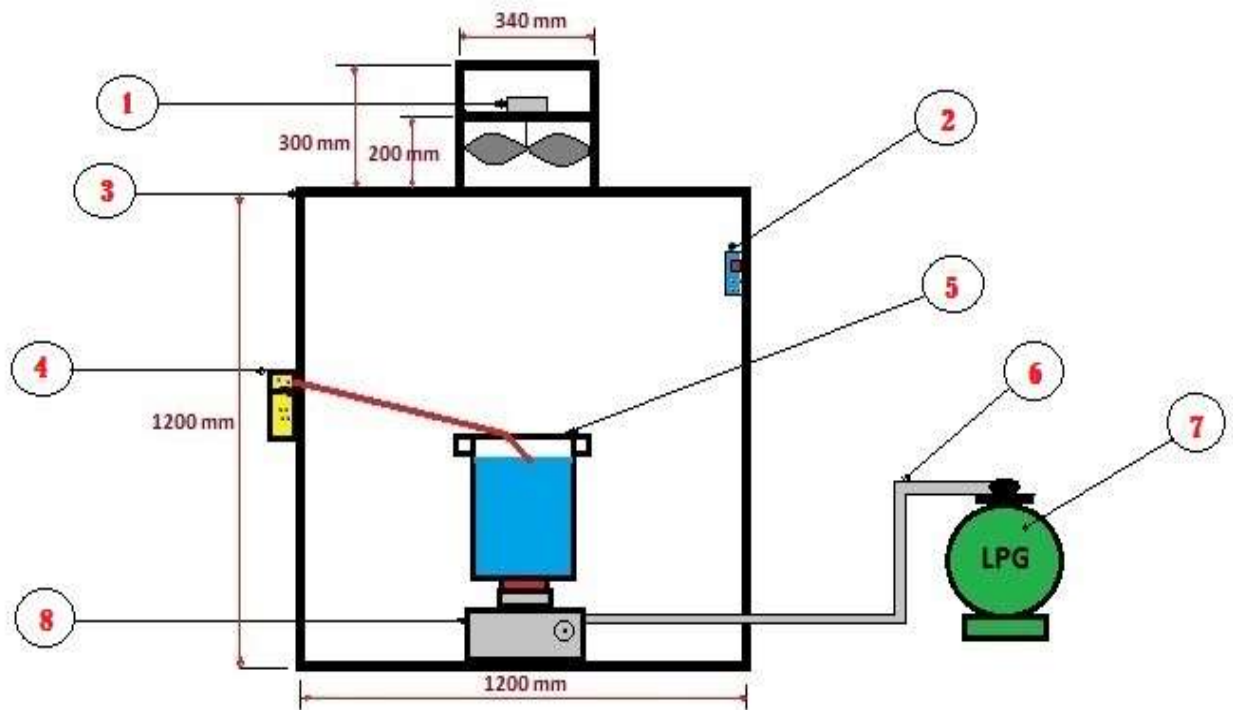


BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Instalasi Pengujian

Alat pemanas air yang diuji performansinya ditunjukkan pada gambar instalasi pengujian di bawah ini.



Gambar 4.1 Instalasi pengujian alat pemanas air.

Keterangan :

1. Exhaust Fan
2. Barometer
3. Ruang pemanas
4. Termokopel
5. Panci

6. Selang gas
7. Tabung LPG
8. Kompor gas

4.2 Persiapan Pengujian

Kegiatan utama yang dilakukan pada persiapan pengujian ini yaitu memeriksa kondisi alat pemanas air yang akan diuji dan alat ukur yang akan digunakan. Adapun alat pemanas air yang diuji dan alat ukur yang digunakan diperlihatkan pada gambar 4.1 di atas.

4.3 Prosedur pengujian

Prosedur pengujian alat ruang pemanas air diuraikan sebagai berikut :

1. Menghidupkan kompor gas sebagai pemanas air
2. Menghidupkan exhaust fan
3. Mencatat tekanan udara di dalam ruang pemanas
4. Mencatat kenaikan temperatur air hingga mendidih
5. Mencatat lama waktu pemanasan air hingga mendidih
6. Mencatat pemakaian bahan bakar selama pemanasan air
7. Langkah-langkah pengujian di atas diulangi untuk tekanan udara yang berbeda dengan pengaturan ventilasi

Semua data hasil pengujian ditampilkan pada tabel data pengujian dan selanjutnya digunakan untuk analisis performansi alat pemanas air.

Tabel 4.1 Uap Jenuh

TABLE A-4 Saturated water—Temperature table													
Temp., T °C	Sat. press., P _{sat} kPa	Specific volume, m ³ /kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/(kg · K)			
		Sat. liquid, v _f	Sat. vapor, v _g	Sat. liquid, u _f	Evap., u _{fg}	Sat. vapor, u _g	Sat. liquid, h _f	Evap., h _{fg}	Sat. vapor, h _g	Sat. liquid, s _f	Evap., s _{fg}	Sat. vapor, s _g	
0.01	0.6113	0.001000	206.14	0.0	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.000	9.1562	9.1562	
5	0.8721	0.001000	147.32	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	8.9496	9.0257	
10	1.2276	0.001000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.7498	8.9008	
15	1.7051	0.001001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.5569	8.7814	
20	2.339	0.001002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.3706	8.6672	
25	3.169	0.001003	43.36	104.89	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.1905	8.5580	
30	4.246	0.001004	32.89	125.76	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.0164	8.4533	
35	5.628	0.001006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	7.8478	8.3531	
40	7.384	0.001008	19.52	167.58	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	7.6845	8.2570	
45	9.593	0.001010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	7.5261	8.1648	
50	12.349	0.001012	12.03	209.32	2234.3	2443.5	209.32	2382.7	2592.1	0.7038	7.3726	8.0763	
55	15.758	0.001015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913	
60	19.940	0.001017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096	
65	25.03	0.001020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310	
70	31.19	0.001023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553	
75	38.58	0.001026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.90	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824	
80	47.39	0.001029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122	
85	57.83	0.001033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5446	
90	70.14	0.001036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791	
95	84.55	0.001040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159	
Sat. press., MPa													
100	0.10135	0.001044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	418.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549	
105	0.13082	0.001048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9329	7.2988	

4.4 Data Pengujian

Semua data hasil pengujian ruang pemanasan air ditunjukkan pada tabel-tabel dibawah ini :

A. Data tekanan udara ruang pemanas air

Penurunan tekanan ini didapat dari setiap ventilasi ruang pemanas air tertutup

Tabel 4.2 Tekanan udara ruang pemanas air

No.	Bukaan Ventilasi (%)	Tekanan udara (kPa)
1	100%	90.87
2	80%	90.84
3	60 %	90.83
4	40%	90.80
5	20%	90.78
6	5%	90.77

B. Data titik didih air

Untuk mendapatkan data titik didih air dilakukan enam kali pengujian dengan pengaturan ventilasi dengan pencatatan waktu per lima menit.

Pengujian ke-1 Ventilasi terbuka penuh 100%

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung

Hari/Tanggal : Kamis, 30 Juni 2016

Tekanan udara lingkungan sekitar : 90.95 kPa

Tekanan udara ruang pemanas air : 90.91 kPa

Massa tabung gas kosong : 5.1 kg

Massa tabung gas awal : 6.98 kg

Massa tabung gas akhir : 6.97 kg

Volume air dalam panci : 1 Liter

Temperatur air awal : 24.6 °C

Tekanan udara pengujian pertama : 90.87 kPa

Tabel 4.3 Pengujian pertama ventilasi ruang pemanas air terbuka penuh 100%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	11.45	24.6
2	11.55	75.8
3	12.02	98.5

Pengujian ke-2 Ventilasi tertutup satu 80 %

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung

Hari/Tanggal : Kamis, 30 Juni 2016

Tekanan udara lingkungan sekitar : 90.95 kPa

Tekanan udara ruang pemanas air : 90.91 kPa

Massa tabung gas awal : 6.97 kg

Massa tabung gas akhir : 6.96 kg

Volume air dalam panci : 1 Liter

Temperatur air awal : 24.2 °C

Tekanan udara pengujian ke-2 : 90.84 kPa

Tabel 4.4 Pengujian kedua ventilasi ruang pemanas air tertutup 80%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	13.05	24.2
2	13.15	81.5
3	13.25	98.4

Pengujian ke-3 Ventilasi tertutup dua tertutup 60%

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung

Hari/Tanggal : Kamis,30 Juni 2016

Tekanan udara lingkungan sekitar : 90.95 kPa

Tekanan udara ruang pemanas air : 90.91 kPa

Massa tabung gas awal : 6.96 kg

Massa tabung gas akhir : 6.93 kg

Volume air dalam panci : 1 Liter

Tekanan udara pengujian ke-3 : 90.83 kPa

Temperatur air awal : 25.2 °C

Tabel 4.5 Pengujian ketiga ventilasi ruang pemanas air tertutup 60%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	13.30	25.2
2	13.40	85.9
3	13.50	97.8
4	14.00	98.0

Pengujian ke-4 Ventilasi tertutup tiga tertutup 40%

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung

Hari/Tanggal : Kamis,30 Juni 2016

Tekanan udara lingkungan sekitar : 91.95 kPa

Tekanan udara ruang pemanas air : 91.91 kPa

Massa tabung gas awal : 6.93 kg

Massa tabung gas akhir : 6.78 kg
Volume air dalam panci : 1 Liter
Temperatur air awal : 24.6 °C
Tekanan udara pengujian ke-4 : 90.80 kPa

Tabel 4.6 Pengujian keempat ventilasi ruang pemanas air tertutup 40%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	14.10	24.6
2	14.20	80.2
3	14.30	86.4
4	14.40	97.7
5	14.50	97.9

Pengujian ke -5 Ventilasi tertutup empat 20 %

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung
Hari/Tanggal : Kamis, 30 Juni 2016
Tekanan udara lingkungan sekitar : 91.95 kPa
Tekanan udara ruang pemanas air : 91.91 kPa
Massa tabung gas awal : 6.78 kg
Massa tabung gas akhir : 6.57 kg
Volume awal air : 1 Liter
Temperatur air awal : 25.2 °C
Tekanan udara pengujian ke-5 : 90.79 kPa

Tabel 4.7 Pengujian kelima ventilasi ruang pemanas air tertutup 20%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	15.00	25.2
2	15.10	75.6
3	15.20	82.4
4	15.30	87.8
5	15.40	96.9
6	15.50	97.8

Pengujian ke-6 Ventilasi tertutup 5 tertutup 5%

Tempat : Lab UPM Universitas Pasundan Bandung

Hari/Tanggal : Kamis, 30 Juni 2016

Tekanan udara lingkungan sekitar : 91.95 kPa

Tekanan udara ruang pemanas air : 91.91 kPa

Massa tabung gas awal : 6.57 kg

Massa tabung gas akhir : 6.30 kg

Volume air awal : 1 Liter

Temperatur air awal : 25.2 °C

Tekanan udara pengujian ke-6 : 90.77 kPa

Tabel 4.8 Pengujian keenam ventilasi ruang pemanas air tertutup 5%

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	16.00	25.2
2	16.10	74.7
3	16.20	81.2
4	16.30	86.4

5	16.40	90.8
6	16.50	96.4
7	17.00	97.2

Pengujian pada lingkungan sekitar

Tempat : Geger kalong tengah N0.30A

Hari/Tanggal : Rabu/ 27-Juli-2016

Massa tabung gas awal : 5.10 kg

Massa tabung gas akhir : 5.9 kg

Volume air : 1 liter

Temperatur air awal : 27.3 °C

Tekanan lingkungan sekitar : 90.91 kPa

Tabel 4.9 Pengujian pada lingkungan sekitar

No.	Waktu (Menit)	Temperatur air (°C)
1	14.05	27.3
2	14.15	97.1
3	14.20	98.9

4.5 Pengaruh tekanan udara terhadap titik didih air

Dari hasil pengujian ruang pemanasan air yang didapat semakin turun tekanan udara ruang pemanasan air maka semakin rendah titik didih air.

Tabel 4.10 Pengaruh tekanan udara terhadap titik didih air

No.	Tekanan Udara (kPa)	Titik didih air (°C)
1	90.87	98.5
2	90.84	98.4
3	90.83	98.0
4	90.80	97.9
5	90.79	97.8
6	90.77	97.2

Interpolasi

Pengujian ke-1

$$T = 95 + \frac{90.87-84.55}{100-90.87} \times (100 - 95)$$

$$= 98.46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pengujian ke- 2

$$T = 95 + \frac{90.84-84.55}{100 - 90.84} \times (100 - 95)$$

$$= 98.43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pengujian ke- 3

$$T = 95 + \frac{90.83-84.55}{100-90.83} \times (100 - 95)$$

$$= 98.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pengujian k- 4

$$T = 95 + \frac{90.80-84.55}{100-90.80} \times (100 - 95)$$

$$= 98.40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pengujian ke-5

$$T = 95 + \frac{90.78-84.55}{100-90.78} \times (100 - 95)$$

$$= 98.37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pengujian ke- 6

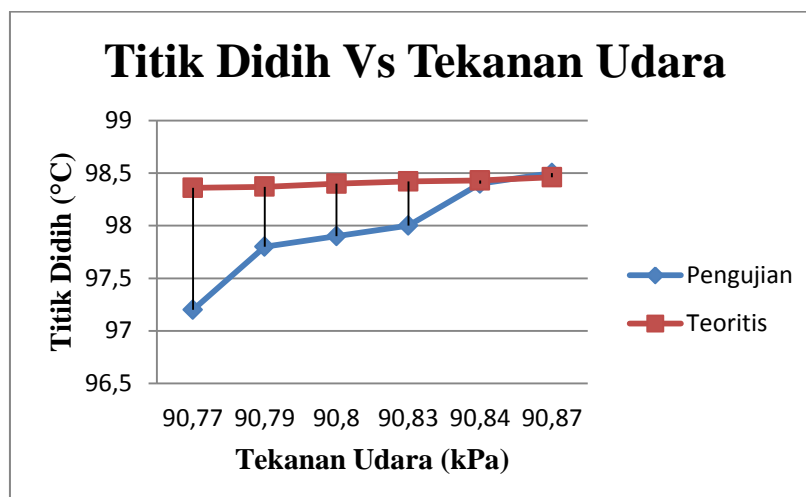
$$T = 95 + \frac{90.77-84.55}{100-90.77} \times (100 - 95)$$

$$= 98.36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel 4.11 Interpolasi pengaruh tekanan terhadap titik didih air

No.	Tekanan Udara (kPa)	Titik Didih ($^\circ\text{C}$)
1	90.87	98.46
2	90.84	98.43
3	90.83	98.42
4	90.80	98.40
5	90.79	98.37
6	90.77	98.36

Kurva 4.1 Pengaruh tekanan udara terhadap titik didih air



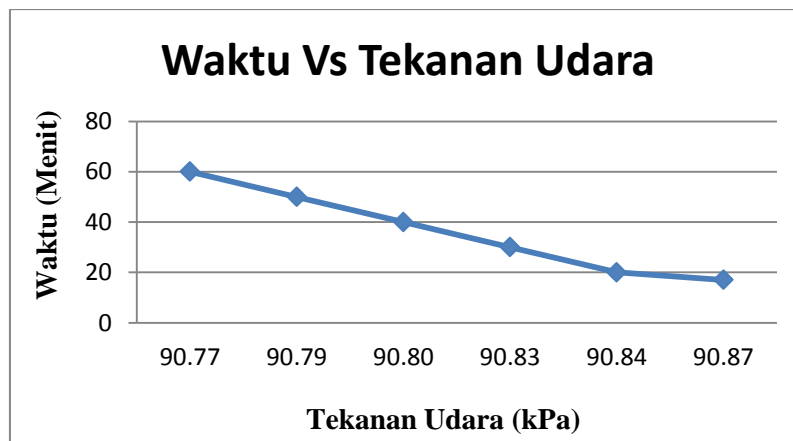
4.6 Pengaruh tekanan udara terhadap waktu pemanasan air

Dari hasil pengujian ruang pemanas air yang dilakukan semakin turun tekanan udara ruang pemanas air maka semakin rendah titik didih air dan semakin lama waktu pemanasan air.

Tabel 4.12 Pengaruh tekanan udara terhadap waktu pemanasan air

No.	Tekanan Udara (kPa)	Waktu (menit)
1	90.87	17
2	90.84	20
3	90.83	30
4	90.80	40
5	90.79	50
6	90.77	60

Kurva 4.2 Pengaruh tekanan udara terhadap waktu pemanasan air



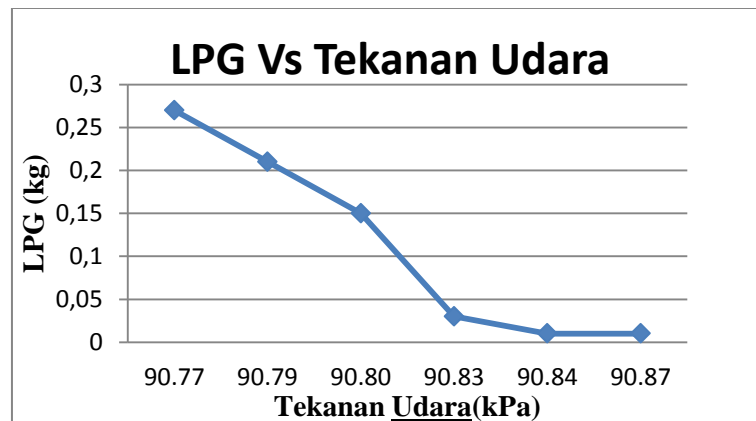
4.7 Pengaruh tekanan terhadap pemakaian bahan bakar LPG

Dari hasil pengujian ruang pemanasan air yang dilakukan semakin turun tekanan udara ruang pemanas air maka semakin rendah titik didih air yang memperlambat proses pemanasan.

Tabel 4.13 Pengaruh tekanan terhadap pemakaian bahan bakar LPG

No.	Tekanan Udara (kPa)	LPG (kg)
1	90.87	0.01
2	90.84	0.01
3	90.83	0.03
4	90.80	0.15
5	90.79	0.21
6	90.77	0.27

Kurva 4.3 Pengaruh tekanan terhadap pemakaian bahan bakar LPG



4.8 Pengaruh tekanan udara terhadap efisiensi

Perhitungan

Panas Bahan Bakar

$$Q_B = m.LHV$$

Keterangan :

m = massa yang dipakai

LHV = Nilai pembakaran bawah

Panas Air

$$Q_A = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan :

m = massa yang terpakai

c = Kalor jenis

ΔT = Perbedaan suhu (akhir – awal)

Effisiensi

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

LHV = 46.607 kJ/kg

C = 4.1855 j/kg

Pengujian ke-1

$Q_B = m \cdot \text{LHV}$

= 0.01 x 46.607 kJ/kg

= 466.07 kJ

$Q_A = m \cdot c \cdot \Delta T$

= 1 x 4.1855 x (98.5 – 24.6)

= 309.30 kJ

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100 \%$$

$$= \frac{309.30}{466.07} \times 100 \%$$

$$= 66.36 \%$$

Pengujian Ke- 2

$$Q_B = m.LHV$$

$$= 0.01 \times 46.607$$

$$= 466.07 \text{ kJ}$$

$$Q_A = m.c.\Delta T$$

$$= 1 \times 4.1855 \times (98.4 - 24.2)$$

$$= 310.56 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

$$= \frac{310.56}{466.07} \times 100 \%$$

$$= 66.63 \%$$

Pengujian Ke-3

$$Q_B = m.LHV$$

$$= 0.03 \times 46.607$$

$$= 1398.21 \text{ kJ}$$

$$Q_A = m.c.\Delta T$$

$$= 1 \times 4.1855 \times (98.0 - 25.2)$$

$$= 304.70 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

$$= \frac{304.70}{1398.21} \times 100\%$$

$$= 21.80 \%$$

Pengujian ke-4

$$Q_B = m.LHV$$

$$= 0.15 \times 46.607$$

$$= 6991.05 \text{ kJ}$$

$$Q_A = m.c.\Delta T$$

$$= 1 \times 4.1855 \times (97.9 - 24.6)$$

$$= 306.79 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

$$= \frac{306.79}{6991.05} \times 100\%$$

$$= 4.38 \%$$

Pengujian ke-5

$$Q_B = m.LHV$$

$$= 0.21 \times 46.607$$

$$= 9787.47 \text{ kJ}$$

$$Q_A = m.c.\Delta T$$

$$= 1 \times 4.1855 \times (97.8 - 25.2)$$

$$= 303.86 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

$$= \frac{303.86}{9787.47} \times 100\%$$

$$= 3.104 \%$$

Pengujian ke-6

$$Q_B = m \cdot \text{LHV}$$

$$= 0.27 \times 46.607$$

$$= 12583.89 \text{ kJ}$$

$$Q_A = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$= 1 \times 4.1855 \times (97.2 - 25.2)$$

$$= 301.35 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_B} \times 100\%$$

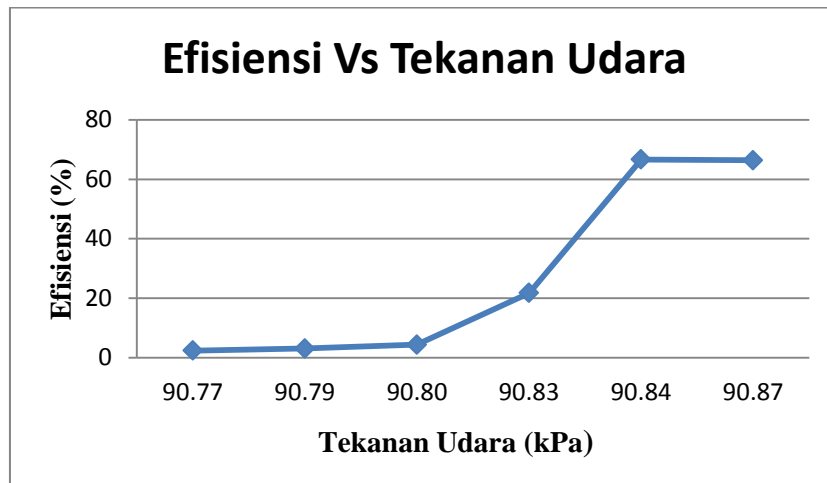
$$= \frac{301.35}{12583.89} \times 100\%$$

$$= 2.39 \%$$

Tabel 4.14 Pengaruh tekanan udara terhadap efisiensi

No.	Tekanan Udara (kPa)	Efisiensi (%)
1	90.87	66.36
2	90.84	66.63
3	90.83	21.80
4	90.80	4.38
5	90.79	3.10
6	90.77	2.39

Kurva 4.4 Pengaruh tekanan udara terhadap efisiensi



4.9 Analisis

Semakin kecil bukaan ventilasi, nyala api kompor gas semakin kecil karena ketersediaan oksigen dalam ruang pemanas semakin berkurang. Keadaan oksigen yang makin berkurang menyebabkan makin banyak LPG yang tidak terbakar sehingga pemakaian boros. Pemakaian bahan bakar yang semakin boros maka efisiensi semakin rendah.