LAMPIRAN I
DATA

L.1.1 Analisis Energi

L.1.1.1 *Solar Water Heater* dengan Pipa Spiral
Laju Alir : 0,8 LPM

Tabel L.1.1 Data Pengamatan SWH Pipa Spiral

Interval Waktu	I (W/m^2)	T_{kt} (^oC)	T_{kr} (^oC)	T_a (^oC)
09:00	256	46,0	35,0	31
09:30	514	49,0	37,8	31
10:00	948	61,0	38,0	30
10:30	960	60,5	38,7	29
11:00	979	63,2	41,3	32
11:30	1001	58,3	44,0	28
12:00	822	47,0	40,0	31
12:30	642	48,0	37,0	31
13:00	518	40,0	33,0	28

Keterangan : I = Intensitas Cahaya
T_{kt} = Temperatur Sisi Kolektor Tertinggi
T_{kr} = Temperatur Sisi Kolektor Terendah
T_a = Temperatur Ambient

L.1.1.2 *Solar Water Heater* dengan Pipa Serpentine
Laju Alir : 0,8 LPM

Tabel L.1.2. Data Pengamatan SWH Pipa Serpentine

Interval Waktu	I (W/m^2)	T_{kt} (^oC)	T_{kr} (^oC)	T_a (^oC)
09:00	721	63,5	47,1	31
09:30	734	67,0	50,6	31
10:00	766	66,0	49,0	31
10:30	731	64,2	45,9	31
11:00	756	61,0	40,2	31
11:30	758	59,0	41,0	31
12:00	871	58,8	42,6	31
12:30	833	55,3	39,0	31
13:00	844	49,0	35,0	31

Keterangan : I = Intensitas Cahaya
T_{kt} = Temperatur Sisi Kolektor Tertinggi
T_{kr} = Temperatur Sisi Kolektor Terendah
T_a = Temperatur Ambient

L.1.2 Analisis Ekonomi

L.1.2.1 *Solar Water Heater* dengan Pipa Spiral

Tabel L.1.3. Biaya Pembuatan Alat SWH Pipa Spiral

Material	Kuantitas	Harga/Satuan	Jumlah
Pipa Tembaga	1 Roll	Rp 550.000	Rp 550.000
Pompa Air Dinamo	1 Unit	Rp 125.000	Rp 125.000
Plat Alumunium 0,4 x 1 m	3 Meter	Rp 72.500	Rp 217.500
Triplek 9 mm	1 Keping	Rp 138.000	Rp 138.000
Kaca 5 mm	1 Keping	Rp 100.000	Rp 100.000
Glasswool	1 Roll	Rp 800.000	Rp 800.000
Soket Drat Luar	5 Buah	Rp 2.000	Rp 10.000
Nepel 3/8	2 Buah	Rp 46.000	Rp 92.000
Stop Kran 3/8	1 Buah	Rp 80.000	Rp 80.000
Kabel Ties	1 Bungkus	Rp 15.000	Rp 15.000
Konektor 3/8 x 1/4	1 Buah	Rp 40.000	Rp 40.000
Selang *Shower*	2 Buah	Rp 90.000	Rp 180.000
Kayu holo 4 x 4	4 Buah	Rp 17.500	Rp 70.000
Cat Pilox	2 Kaleng	Rp 26.000	Rp 52.000
Perak Las	4 Buah	Rp 10.000	Rp 40.000
Gas Las	2 Buah	Rp 20.000	Rp 40.000
Valp Las Otomatis	1 Buah	Rp 170.000	Rp 170.000
Silikon Hitam	2 Buah	Rp 45.000	Rp 90.000
Baut 10	10 Buah	Rp 2.500	Rp 25.000
Baut 8	5 Buah	Rp 4.000	Rp 20.000
Baut Sekrup	1 Kotak	Rp 50.000	Rp 50.000
Tangki Air Panas	1 Unit	Rp 1.850.000	Rp 1.850.000
Besi Holo (40 x 40)	4 Buah	Rp 94.000	Rp 376.000
Besi Holo (30 x 30)	4 Buah	Rp 78.000	Rp 312.000
Perpipaan	1 Set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Total			Rp 6.442.500

L.1.2.2 *Solar Water Heater* dengan Pipa Serpentine

Tabel L.1.4. Biaya Pembuatan Alat SWH Pipa Serpentine

Material	Kuantitas	Harga/Satuan	Jumlah
Pipa Tembaga	1 Roll	Rp 550.000	Rp 550.000
Pompa Air Dinamo	1 Unit	Rp 125.000	Rp 125.000
Plat Alumunium 0,4 x 1 m	3 Meter	Rp 72.500	Rp 217.500
Triplek 9 mm	1 Keping	Rp 138.000	Rp 138.000
Kaca 5 mm	1 Keping	Rp 100.000	Rp 100.000
Glasswool	1 Roll	Rp 800.000	Rp 800.000
Soket Drat Luar	5 Buah	Rp 2.000	Rp 10.000
Elbow 3/8	28 Buah	Rp 6.000	Rp 168.000
Nepel 3/8	2 Buah	Rp 46.000	Rp 92.000
Stop Kran 3/8	1 Buah	Rp 80.000	Rp 80.000
Kabel Ties	1 Bungkus	Rp 15.000	Rp 15.000
Konektor 3/8 x 1/4	1 Buah	Rp 40.000	Rp 40.000
Selang *Shower*	2 Buah	Rp 90.000	Rp 180.000
Kayu holo 4 x 4	4 Buah	Rp 17.500	Rp 70.000
Cat Pilox	2 Kaleng	Rp 26.000	Rp 52.000
Perak Las	4 Buah	Rp 10.000	Rp 40.000
Gas Las	2 Buah	Rp 20.000	Rp 40.000
Valp Las Otomatis	1 Buah	Rp 170.000	Rp 170.000
Silikon Hitam	2 Buah	Rp 45.000	Rp 90.000
Baut 10	10 Buah	Rp 2.500	Rp 25.000
Baut 8	5 Buah	Rp 4.000	Rp 20.000
Baut Sekrup	1 Kotak	Rp 50.000	Rp 50.000
Tangki Air Panas	1 Unit	Rp 1.850.000	Rp 1.850.000
Besi Holo (40 x 40)	4 Buah	Rp 94.000	Rp 376.000
Besi Holo (30 x 30)	4 Buah	Rp 78.000	Rp 312.000
Perpipaan	1 Set	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
Total			Rp 6.610.500

LAMPIRAN II
PERHITUNGAN

L.2.1 Analisis Energi

L.2.1.1 *Solar Water Heater* dengan Pipa Spiral

Menghitung energi yang dihasilkan

$$Q = 0{,}68 \times I - 4{,}90 \ W/m^2\ {}^oC \times (t_c - t_a)$$

dimana : t_c = suhu median kolektor (penjumlahan suhu tertinggi dan terendah dibagi dua)

t_a = suhu ambient

I = intensitas cahaya

Pukul 09:00

$$Q = 0{,}68 \times 256\ W/m^2 - 4{,}90\ W/m^2\ {}^oC \times [\{(46+35):2\} - 31]\ °C$$

$$= 174{,}08\ W/m^2 - 46{,}55\ W/m^2$$

$$= 127{,}53\ W/m^2$$

$$= 0{,}12753\ kW/m^2 \times 6\ hr/day$$

$$= 0{,}76518\ kWh/m^2/day \times A$$

$$= 0{,}76518\ kWh/m^2/day \times 1{,}2\ m \times 0{,}8\ m$$

$$= 0{,}7345728\ kWh/day \times 356\ day/year$$

$$= 261{,}50792\ kWh/year$$

Menggunakan langkah perhitungan yang sama, maka didapatkan panas yang dibangkitkan per tahun kolektor pada SWH dengan pipa spiral yang ditunjukkan di tabel L.2.1.

Tabel L.2.1. Hasil Perhitungan Panas per Tahun SWH dengan Pipa Spiral

Interval Waktu	I (W/m^2)	Q (kWh/day)	Q (kWh/year)
09:00	256	0,735	261,508
09:30	514	1,669	594,129
10:00	948	3,163	1.125,942
10:30	960	3,184	1.133,632
11:00	979	3,274	1.165,651
11:30	1001	3,279	1.167,189
12:00	822	2,867	1.020,584
12:30	642	2,190	779,643
13:00	518	1,789	636,883
Rata-rata		2,461	876,129

Menghitung efisiensi termal kolektor

$$\eta = 0{,}68 - 4{,}90 \frac{(t_c - t_a)}{I}$$

dimana : t_c = suhu kolektor rata-rata (penjumlahan suhu tertinggi dan terendah dibagi dua)

t_a = suhu ambient

I = intensitas cahaya

Pukul 09:00

$$\eta = 0{,}68 - 4{,}90 \left(\frac{\{(46{,}0 + 35{,}0) : 2\} - 31}{256} \right)$$

$$= 0{,}68 - 4{,}90 \ (0{,}03711)$$

$$= 0{,}498 = 49{,}8\%$$

Menggunakan langkah perhitungan yang sama, maka didapatkan efisiensi kolektor pada SWH dengan pipa spiral yang ditunjukkan di tabel L.2.2.

Tabel L.2.2. Hasil Perhitungan Efisiensi SWH dengan Pipa Spiral

Interval Waktu	I (W/m^2)	η (%)
09:00	256	49,8
09:30	514	56,4
10:00	948	57,9
10:30	960	57,6
11:00	979	58,1
11:30	1001	56,9
12:00	822	60,5
12:30	642	59,2
13:00	518	60,0
Rata-rata		57,4

L.2.1.2 *Solar Water Heater* dengan Pipa Serpentine

Menghitung energi yang dihasilkan

$$Q = 0{,}68 \times I - 4{,}90 \ W/m^2\,{}^oC \times (t_c - t_a)$$

dimana : t_c = suhu kolektor rata-rata (penjumlahan suhu tertinggi dan terendah dibagi dua)

t_a = suhu ambient

I = intensitas cahaya

Pukul 09:00

Q = 0,68 x 721 W/m² - 4,90 W/m^2 ^{o}C
x [{(63,5+ 47) : 2} - 31] °C
= 490,28 W/m² - 119,07 W/m²
= 371,21 W/m²
= 0,37121 kWh/m²/day x 6 hr/day
= 2,2273 kWh/m²/day x A
= 2,2273 kWh/m²/day x 1,2 m x 0,8 m
= 2,1382 kWh/day x 356 day/year
= 761 kWh/year

Menggunakan langkah perhitungan yang sama, maka didapatkan panas yang dibangkitkan per tahun kolektor pada SWH dengan pipa serpentine yang ditunjukkan di tabel L.2.3.

Tabel L.2.3. Hasil Perhitungan Panas per Tahun SWH dengan Pipa Spiral

Interval Waktu	I (W/m^2)	Q (kWh/day)	Q (kWh/year)
09:00	721	2,138	761,188
09:30	734	2,090	744,148
10:00	766	2,252	801,830
10:30	731	2,184	777,644
11:00	756	2,408	857,216
11:30	758	2,433	866,034
12:00	871	2,856	1.016,565
12:30	833	2,807	999,248
13:00	844	2,995	1.066,332
Rata-rata		2,463	876,690

Menghitung efisiensi termal kolektor

$$\eta = 0,68 - 4,90 \frac{(t_c - t_a)}{I}$$

dimana : t_c = suhu median kolektor (penjumlahan suhu tertinggi dan terendah dibagi dua)

t_a = suhu ambient

I = intensitas cahaya

Pukul 09:00

$$\eta = 0,68 - 4,90 \left(\frac{\{(63,5 + 47,1) : 2\} - 31}{721} \right)$$

= 0,68 - 4,90 (0,0337)
= 0,515 = 51,5%

Menggunakan langkah perhitungan yang sama, maka didapatkan efisiensi kolektor pada SWH dengan pipa spiral yang ditunjukkan di

Tabel L.2.4. Hasil Perhitungan Efisiensi SWH dengan Pipa Serpentine

Interval Waktu	I (W/m^2)	η (%)
09:00	721	51,5
09:30	734	49,4
10:00	766	51,0
10:30	731	51,9
11:00	756	55,3
11:30	758	55,7
12:00	871	56,9
12:30	833	58,5
13:00	844	61,6
Rata-rata		54,7

L.2.1.3 Energi yang Dibutuhkan untuk Memanaskan Air

Basis = 1x mandi per orang

$\rho_{air\ pada\ 100\ C}$ = 0,95837 g/cm³ *(www.engineeringtoolbox.com)*

Volume air = 5 L

Massa air = ρ x V

= 0,95837 g/cm³ x 5 L $\left| \frac{1000\ cm^3}{1\ L} \right|$

= 4.792 g

Mol air = $\frac{4.792\ g}{18\ g/gmol}$

= 266,21 gmol

Tair masuk = 30 °C + 273 = 303 K

Tair keluar = 100 °C + 273 = 373 K

Cp air : a = 7,136 gcal/gmol K

b = 2,64E-02 gcal/gmol K

c = 4,59E-08 gcal/gmol K (Hougen, Hal 255)

$$Cpm = \frac{\int_{T_1}^{T_2} (a + bT + CT^2)\, dT}{T_2 - T_1}$$

$$= a + \frac{b}{2}(T_2 + T_1) + \frac{c}{3}(T_2^2 + (T_1 T_2) + T_1^2)$$

$$= 7{,}136 \text{ gcal/gmol K} + \left[\frac{2{,}64\text{E-}02 \text{ gcal/gmol K}}{2} \times (373 \text{ K} + 303 \text{ K})\right] + \left[\frac{4{,}59\text{E-}08 \text{ gcal/gmol K}}{3} \times ((373 \text{ K})^2 + (303 \text{ K} \times 373 \text{ K}) + (303 \text{ K})^2)\right]$$

$$= 16{,}0645 \text{ gcal/gmol K}$$

$$Q = n \times cp \times dT$$
$$= 266{,}21 \text{ gmol} \times 16{,}0645 \text{ gcal/gmol K} \times 70 \text{ K}$$
$$= 299.360{,}813 \text{ gcal} \times \frac{4{,}184 \text{ Joule}}{1 \text{ gcal}}$$
$$= 1.252.525{,}64 \text{ Joule}$$
$$= 1.252{,}52564 \text{ kJ}$$

Untuk memanaskan air sebanyak 5L dibutuhkan waktu selama 16 menit.

$$Q = \frac{1.252{,}52564 \text{ kJ}}{16 \text{ min}} \times \left|\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}\right| \times \left|\frac{1 \text{ kwh}}{1 \text{ kJ/s}}\right|$$
$$= 1{,}30471 \text{ kWh}$$

HHV dari LPG 3kg berdasarkan Alternate Energy Systems, Inc ialah sebesar 3051 Btu/ft^3 dengan spgr 1,859 pada temperatur 60 ^{o}F

$\rho_{\text{udara pada 60 F}}$ = 0,07631 lbm/ft³ *(www.engineeringtoolbox.com)*

$$\rho_{\text{LPG pada 60 F}} = \text{spgr} \times \rho_{\text{udara}}$$
$$= 1{,}859 \times 0{,}07631 \text{ lbm/ft}^3$$
$$= 0{,}14186 \text{ lbm/ft}^3$$

$$HHV_{LPG} = \frac{3051 \text{ Btu/ft}^3}{0{,}1418603 \text{ lbm/ft}^3}$$
$$= 21507{,}076 \text{ lbm/ft}^3 \times \left|\frac{1{,}05506 \text{ kJ}}{1 \text{ Btu}}\right| \left|\frac{1 \text{ lbm}}{0{,}453692 \text{ kg}}\right|$$
$$= 50014{,}6692 \text{ kJ/kg}$$

$$HHV_{LPG3kg} = 50014{,}6692 \text{ kJ/kg} \times 3 \text{ kg}$$
$$= \frac{50.014{,}6692 \text{ kJ}}{16 \text{ min}} \times \left|\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}\right| \times \left|\frac{1 \text{ kwh}}{1 \text{ kJ/s}}\right|$$
$$= 52{,}0986138 \text{ kWh}$$

Jika satu orang per harinya mandi sebanyak 2x, maka energi yang dibutuhkan sebesar ;

Q harian per orang = $Q_{1xmandi}$ x 2
= 1,304714 kWh x 2
= 2,609428422 kWh

Jika satu rumah terdiri dari empat orang, maka energi yang dibutuhkan sebesar ;

Q harian per rumah = $Q_{harian\ per\ orang}$ x 4
= 2,609428 kWh x 4
= 10,43771369 kWh

Lama waktu konsumsi 1 tabung gas LPG 3kg ;

$$\text{Waktu} = \frac{HHV_{LPG3kg}}{Q_{harian\ per\ rumah}} = \frac{52{,}0986138\ \text{kWh}}{10{,}4377\ \text{kWh/hari}} = 5\ \text{Hari}$$

Konsumsi energi tahunan per rumah dengan empat orang ;

Q tahunan per rumah = $Q_{harian\ per\ rumah}$ x 356 hari/tahun
= 10,4377 kWh/hari x 356 hari/tahun
= 3.716 kWh/tahun

Jumlah LPG 3kg yang akan dikonsumsi selama satu tahun ;

$$\text{Jumlah LPG 3kg} = \frac{356\ \text{hari}}{\text{Lama waktu konsumsi gas LPG 3kg}} = \frac{356\ \text{hari}}{5\ \text{hari/tabung}} = 71\ \text{tabung}$$

L.2.2 Analisis Ekonomi

L.2.2.1 *Solar Water Heater* dengan Pipa Spiral

L.2.2.1.1 Biaya Siklus Hidup *(Life Cycle Cost/LCC)*

$$LCC = C + M_{op} + M_{pk}$$

dimana :

C = biaya investasi awal
M_{op} = biaya total pemeliharaan dan operasional
M_{pk} = biaya total penggantian peralatan

M_{op} = 2% x C
= 2% x Rp 6.442.500
= Rp 128.850

M_{pk} = 2% x C
= 2% x Rp 6.442.500
= Rp 128.850

$$P = A \left(\frac{(1 + i)^n - 1}{i\,(1 + i)^n} \right)$$

P = nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek
A = biaya tahuanan
i = tingkat diskonto
n = umur proyek

A = M_{op} + M_{pk}
= Rp 128.850 + Rp 128.850
= Rp 257.700

i = 6% *(Sumber : Website Bank Indonesia, 20 Juni 2019)*

n = 20 th

$$P = \text{Rp } 257.700 \left(\frac{(1 + 0{,}06)^{20} - 1}{0{,}06\ (1 + 0{,}06)^{20}} \right)$$

= Rp 257.700 x 11,4699
= Rp2.955.799

Jadi, nilai sekarang untuk biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya penggantian komponen iala Rp 2.955.799

LCC = Rp 6.442.500 + Rp 2.955.799
= Rp 9.398.299

L.2.2.1.2 Biaya Energi *(Cost Of energy/COE)*

<u>Faktor pemulihan modal (CRF)</u>

$$CRF = \frac{i\,(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

$$= \frac{0{,}06 \times (1 + 0{,}06)^{20}}{(1 + 0{,}06)^{20} - 1}$$

$$= \frac{0{,}1924}{2{,}2071}$$

= 0,0872

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{Q_{rata\text{-}rata}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 9.398.299 \text{ /year} \times 0{,}0872}{876 \text{ kWh/year}}$$

$$= \text{Rp } 935{,}23 \text{ /kWh}$$

L.2.2.1.3 Analisa Kelayakan Investasi

Arus kas masuk tahunan :

Menggunakan COE

Arus kas masuk = COE x $Q_{rata\text{-}rata}$

= Rp 935,235 /kWh x 876 kWh/year

= Rp 819.387 /year

Tabel L.2.5. NPV pada SWH degan Pipa Spiral

Tahun Ke-	Arus Masuk	DF (6%)	PV Arus Masuk
0	-6.442.500	1	-6.442.500
1	819.387	0,94339623	773.006
2	819.387	0,88999644	729.251
3	819.387	0,83961928	687.973
4	819.387	0,79209366	649.031
5	819.387	0,74725817	612.293
6	819.387	0,70496054	577.635
7	819.387	0,66505711	544.939
8	819.387	0,62741237	514.093
9	819.387	0,59189846	484.994
10	819.387	0,55839478	457.541
11	819.387	0,52678753	431.643
12	819.387	0,49696936	407.210
13	819.387	0,4688390	384.160
14	819.387	0,4423010	362.415
15	819.387	0,41726506	341.901
16	819.387	0,39364628	322.548
17	819.387	0,37136442	304.291
18	819.387	0,35034379	287.067
19	819.387	0,33051301	270.818
20	819.387	0,31180473	255.489
Total NPV			2.955.799

Tabel L.2.6. DPP pada SWH dengan Pipa Spiral

Tahun Ke-	PV Arus Masuk	Arus Kas Kumulatif
0	-6.442.500	-6.442.500
1	773.006	-5.669.494
2	729.251	-4.940.243
3	687.973	-4.252.270
4	649.031	-3.603.239
5	612.293	-2.990.946
6	577.635	-2.413.311
7	544.939	-1.868.372
8	514.093	-1.354.279
9	484.994	-869.285
10	457.541	**-411.744**
11	**431.643**	19.899
12	407.210	427.109
13	384.160	811.269
14	362.415	1.173.684
15	341.901	1.515.586
16	322.548	1.838.134
17	304.291	2.142.425
18	287.067	2.429.492
19	270.818	2.700.310
20	255.489	2.955.799

DPP = n + [(a-b)/c]

dimana ;

n = tahun terakhir dimana arus kas masih bernilai negatif

a = total investasi

b = jumlah kumulatif arus kas bersih yang telah di kalikan D_F sampai tahun ke-n

c = jumlah arus kas bersih yang telah dikalikan D_F tahun ke-

$$DPP = 10 + \frac{-411.744}{431.643}$$

= 9,05 tahun

Internal Rate of Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}\right) x \ (i_2 - i_1)$$

dimana ;

IRR = internal rate of return (%)

NPV_1 = NPV dengan tingkat bunga rendah (Rp)

NPV_2 = NPV dengan tingkat bunga tinggi (Rp)

i_1 = tingkat bunga pertama (%)

i_2 = tingkat bunga kedua (%)

Menggunakan metode *trial and error* didapat suku bunga tinggi sebesar 12% dengan nilai NPV sebesar -Rp 322.139

$$IRR = 6\% + \left(\frac{2.955.799}{2.955.799 - (-322.139)}\right) x\ (12\% - 6\%)$$

$$= 11{,}41035\%$$

L.2.2.2 *Solar Water Heater* dengan Pipa Serpentine

L.2.2.2.1 Biaya Siklus Hidup *(Life Cycle Cost/LCC)*

$$LCC = C + M_{op} + M_{pk}$$

dimana :

C = biaya investasi awal

M_{op} = biaya total pemeliharaan dan operasional

M_{pk} = biaya total penggantian peralatan

M_{op} = 2% x C

= 2% x Rp 6.610.500

= Rp 132.210

M_{pk} = 2% x C

= 2% x Rp 6.610.500

= Rp 132.210

$$P = A\left(\frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n}\right)$$

P = nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek

A = biaya tahuanan

i = tingkat diskonto

n = umur proyek

A = $M_{op} + M_{pk}$

= Rp 132.210 + Rp 132.210

= Rp 264.420

i = 6% *(Sumber : Website Bank Indonesia, 20 Juni 2019)*

n = 20 th

$$P = Rp\ 264.420 \left(\frac{(1 + 0,06)^{20} - 1}{0,06\ (1 + 0,06)^{20}} \right)$$

$$= Rp\ 264.420 \times 11,4699$$

$$= Rp\ 3.032.877$$

Jadi, nilai sekarang untuk biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya penggantian komponen ialah Rp 3.032.877

LCC = Rp 6.610.500 + Rp 3.032.877
= Rp 9.643.377

L.2.2.2.2 Biaya Energi *(Cost Of energy/COE)*

<u>Faktor pemulihan modal (CRF)</u>

$$CRF = \frac{i\,(1 + i)^{n}}{(1 + i)^{n} - 1}$$

$$= \frac{0,06 \times (1 + 0,06)^{20}}{(1 + 0,06)^{20} - 1}$$

$$= \frac{0,1924}{2,2071}$$

$$= 0,0872$$

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{Q_{rata\text{-}rata}}$$

$$= \frac{Rp\ 9.643.377\ /year \times 0,0872}{877\ kWh/year}$$

$$= Rp\ 959,01\ /kWh$$

L.2.2.2.3 Analisa Kelayakan Investasi

Arus kas masuk tahunan :

Menggunakan COE

Arus kas masuk = COE x $Q_{rata\text{-}rata}$
= Rp 959,009 /kWh x 877 kWh/year
= Rp 840.754 /year

Tabel L.2.7. NPV pada SWH degan Pipa Serpentine

Tahun Ke-	Arus Masuk	DF (6%)	PV Arus Masuk
0	-6.610.500	1	-6.610.500
1	840.754	0,94339623	793.164
2	840.754	0,88999644	748.268
3	840.754	0,83961928	705.913
4	840.754	0,79209366	665.956
5	840.754	0,74725817	628.260
6	840.754	0,70496054	592.698
7	840.754	0,66505711	559.149
8	840.754	0,62741237	527.499
9	840.754	0,59189846	497.641
10	840.754	0,55839478	469.472
11	840.754	0,52678753	442.898
12	840.754	0,49696936	417.829
13	840.754	0,4688390	394.178
14	840.754	0,4423010	371.866
15	840.754	0,41726506	350.817
16	840.754	0,39364628	330.959
17	840.754	0,37136442	312.226
18	840.754	0,35034379	294.553
19	840.754	0,33051301	277.880
20	840.754	0,31180473	262.151
Total NPV			3.032.877

Tabel L.2.8. DPP pada SWH dengan Pipa Serpentine

Tahun Ke-	PV Arus Masuk	Arus Kas Kumulatif
0	-6.610.500	-6.610.500
1	793.164	-5.817.336
2	748.268	-5.069.069
3	705.913	-4.363.156
4	665.956	-3.697.200
5	628.260	-3.068.940
6	592.698	-2.476.242
7	559.149	-1.917.093
8	527.499	-1.389.594
9	497.641	-891.953
10	469.472	**-422.481**
11	**442.898**	20.418
12	417.829	438.246
13	394.178	832.424
14	371.866	1.204.290
15	350.817	1.555.107
16	330.959	1.886.067
17	312.226	2.198.293
18	294.553	2.492.846
19	277.880	2.770.726
20	262.151	3.032.877

DPP = n + [(a-b)/c]

dimana ;

n = tahun terakhir dimana arus kas masih bernilai negatif

a = total investasi

b = jumlah kumulatif arus kas bersih yang telah di kalikan D_F sampai tahun ke-n

c = jumlah arus kas bersih yang telah dikalikan D_F tahun ke-

$$DPP = 10 + \frac{-422.481}{442.898}$$

= 9,05 tahun

Internal Rate of Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}\right) x \ (i_2 - i_1)$$

IRR = internal rate of return (%)

NPV_1 = NPV dengan tingkat bunga rendah (Rp)

NPV_2 = NPV dengan tingkat bunga tinggi (Rp)

i_1 = tingkat bunga pertama (%)

i_2 = tingkat bunga kedua (%)

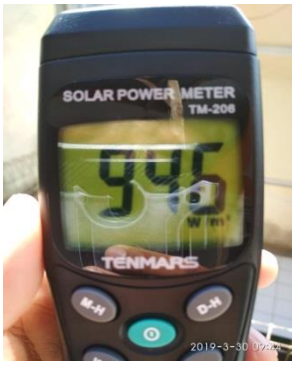
Menggunakan metode *trial and error* didapat suku bunga tinggi sebesar 12% dengan nilai NPV sebesar -Rp 330.539

$$IRR = 6\% + \left(\frac{3.032.877}{3.032.877 - (-330.539)} \right) x\ (12\% - 6\%)$$

$$= 11{,}41035\%$$

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI PENELITIAN

(a)



(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

Gambar III. KomponenPadaAlat*Solar Water Heater* (a) PompaUmpan, Pompa*Dosing*danSeperangkat*Reverse Osmosis*, (b) *Solar Power Meter* (SPM), (c) Termometer Digital, (d) *Spiral Tube*, (e) *Serpentine Tube*, (f)AlatSecaraKeseluruhandengan tube Spiral, (g) AlatSecaraKeseluruhandengan tube Serpentine,