

LAMPIRAN 2 DATA PENELITIAN

A. Bahan Bakar

Jenis bahan bakar : Solar
Heating Value (HV) : 10963,02681 Kcal/kg
Spgr : 0,874
Konsumsi bahan bakar : 1,52 L/jam
Komposisi dalam % berat (ASTM: D-1551/1552):

Tabel 13. Data Komposisi Bahan Bakar Solar

Komposisi	% Massa
C	67,2
H	13,1
O	17,7
S	0,35
N	0,032
H ₂ O	1,618
Total	100

Sumber: Pertamina

B. Boiler

Laju alir *steam* = 5,11 Kg/jam

Level Volume = 50%

C. Analisa Dry Flue Gas

Alat ukur: *Gas analyzer* (45 °C)

CO₂ = 8,48 %

CO = 2,13 %

O₂ = 7,15 %

N₂ = 82,24 %

D. Waktu Pemanasan untuk *Start Up*

Tabel 14. Data Waktu Pemanasan untuk *Start Up* Rasio 15:1

No	t (menit)	Tekanan	Temperatur
		(Bar) PI ₁	(°C) TI ₃
1	0	0	30
2	5	0	50
3	10	0	90
4	15	1	120
5	20	2	133
6	25	4	151
7	30	8	175
8	35	12	191
9	40	17	207
10	45	22	219
11	46	25	226

Tabel 15. Data Waktu Pemanasan untuk *Start Up* Rasio 15,5:1

No	t (menit)	Tekanan	Temperatur
		(Bar) PI ₁	(°C) TI ₃
1	0	0	30
2	5	0	50
3	10	1	120
4	15	2	133
5	20	5	158
6	25	12	191
7	30	15	201
8	35	18	209
9	40	22	219
10	44	25	226

Tabel 16. Data Waktu Pemanasan untuk *Start Up* Rasio 16:1

No	t (menit)	Tekanan	Temperatur
		(Bar) PI ₁	(°C) TI ₃
1	0	0	30
2	5	0	50
3	10	1	120
4	15	2	133
5	20	6	165
6	25	10	184
7	30	14	198
8	35	19	212
9	40	24	223
10	41	25	225

Tabel 17. Data Waktu Pemanasan untuk *Start Up* Rasio 16,5:1

No	t (menit)	Tekanan	Temperatur
		(Bar) PI ₁	(°C) TI ₃
1	0	0	30
2	5	0	50
3	10	1	120
4	15	2,5	138,5
5	20	8	175
6	25	14	198
7	30	24	224
8	31	25	226

Tabel 18. Data Waktu Pemanasan untuk *Start Up* Rasio 17:1

No	t (menit)	Tekanan	Temperatur
		(Bar) PI ₁	(°C) TI ₃
1	0	0	30
2	5	0	50
3	10	1	120
4	15	3	143
5	20	8	175
6	25	15	201
7	30	25	226

E. Data Steady State

Tabel 19. Data Kondisi Steady State Rasio 15:1

No.	t (menit)	TI ₃	TI ₄	TI ₅	TI ₆	TI ₇	TI ₈	TI ₉	TI ₁₁	TI ₁₂	TI ₁₃	TI ₁₄	T _F	T _{tb}	T _{wall} ₁	
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1	0	225.0	197	199	200	125										
2	2	195.0	176	194	196	126										
3	4	190.5	175	188	191	123										
4	6	184.5	175	182	185	122										
5	8	170.5	176	168	173	124										
6	10	162.0	177	160	165	124										
7	12	148.0	176	147	151	125	115.2	81	30	88	89.0	55.0	502	435	71.0	
8	14	133.5	175	130	135	123	115.0	81	30	87	90.0	55.5	503	433	70.0	
9	16	133.0	175	130	134	125	115.0	80	30	86	90.0	56.0	500	434	70.5	
10	18	133.0	175	131	135	122	114.0	79	30	88	91.0	55.0	502	434	70.5	
11	20	133.5	175	131	135	124	115.0	81	30	87	89.0	55.0	503	435	70.0	
12	22	132.0	176	130	135	124	114.9	80	30	87	89.5	55.0	503	435	70.0	
13	24	133.0	175	131	134	125	115.2	80	30	86	89.0	55.5	503	435	70.0	
Rata-Rata		135.1	175.3	132.9	137.0	124.0	114.9	80.3	30.0	87.0	89.6	55.3	502.3	434.3	70.3	

No.	T _{wall 2}	T _{SG}	PI ₁	PI ₂	PI ₄	V	I	Putaran Pulley (rpm)				Indikator lampu	
	(°C)	(°C)	(bar)	(bar)	(bar)	(volt)	(amper)	PL ₁	PL ₂	PL ₃	PL ₄		
1		96.0	25.0	21.0									
2		95.5	13.0	13.0									
3		95.5	11.0	11.0									
4		95.6	10.0	9.0									
5		94.0	7.0	6.5									
6		93.0	5.5	5.0									
7	72.0	94.0	3.5	3.0	0.7	220	0.5	341	683	683	1365	terang	
8	71.5	94.0	2.0	2.0	0.8	220	0.4	339	679	679	1357	terang	
9	72.0	93.0	2.0	2.0	0.7	220	0.4	338	675	675	1350	terang	
10	71.0	93.0	2.0	2.0	0.7	220	0.3	339	678	678	1355	terang	
11	71.0	94.0	2.0	2.0	0.8	220	0.4	340	680	680	1360	terang	
12	71.5	94.0	2.0	2.0	0.7	220	0.4	336	673	673	1345	terang	
13	71.0	93.0	2.0	2.0	0.7	220	0.4	339	679	679	1357	terang	

Tabel 20. Data Kondisi Steady State Rasio 15,5:1

No.	t (menit)	TI ₃	TI ₄	TI ₅	TI ₆	TI ₇	TI ₈	TI ₉	TI ₁₁	TI ₁₂	TI ₁₃	TI ₁₄	T _F	T _{tb}	T _{wall 1}
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1	0	225.5	196	199	204	118									
2	2	198.0	182	197	199	120									
3	4	191.0	181	190	192	119									
4	6	184.5	183	182	185	120									
5	8	173.0	182	172	175	120									
6	10	167.5	183	165	168	118									
7	12	155.0	182	155	157	118	118.8	79	30	90	92.0	59.0	525	465.0	75.4
8	14	148.0	183	147	150	119	118.5	80	30	92	92.5	58.0	521	462.0	75.5
9	16	148.5	182	148	150	119	119.0	80	30	91	92.0	59.0	522	463.0	76.0
10	18	147.5	182	146	149	120	118.3	81	30	92	92.0	58.0	522	460.0	74.0
11	20	148.0	182	147	149	120	119.0	80	30	92	91.2	58.0	523	463.0	74.0
12	22	148.0	183	146	150	119	118.5	80	30	91	91.6	57.0	525	464.5	73.0
13	24	147.5	182	148	150	118	118.5	80	30	92	91.0	58.0	524	463.5	75.0
Rata-Rata		148.9	182.3	148.1	150.7	119.0	118.7	80.0	30.0	91.4	91.8	58.1	523.1	463.0	74.7

No.	T _{wall 2}	T _{SG}	PI ₁	PI ₂	PI ₄	V	I	Putaran Pulley (rpm)				Indikator lampu	
	(°C)	(°C)	(bar)	(bar)	(bar)	(volt)	(ampere)	PL ₁	PL ₂	PL ₃	PL ₄		
1		100.5	25.0	22.0									
2		99.5	14.0	13.0									
3		99.0	12.0	11.5									
4		99.0	10.0	9.0									
5		99.0	7.5	7.0									
6		99.5	6.0	5.5									
7	74.0	100.0	4.5	4.3	0.9	220	2.2	423	845	845	1690	terang	
8	73.0	100.5	3.5	3.5	0.9	220	2.3	423	846	846	1692	terang	
9	75.0	100.0	3.5	3.5	1.0	220	2.2	422	844	844	1689	terang	
10	74.0	99.5	3.5	3.5	0.9	220	2.2	422	843	843	1687	terang	
11	75.0	99.0	3.5	3.5	1.0	220	2.3	423	845	845	1690	terang	
12	73.0	100.0	3.5	3.5	1.0	220	2.3	423	845	845	1691	terang	
13	73.0	99.0	3.5	3.5	1.0	220	2.3	423	845	845	1691	terang	

Tabel 21. Data Kondisi Steady State Rasio 16:1

No.	t (menit)	TI ₃ (°C)	TI ₄ (°C)	TI ₅ (°C)	TI ₆ (°C)	TI ₇ (°C)	TI ₈ (°C)	TI ₉ (°C)	TI ₁₁ (°C)	TI ₁₂ (°C)	TI ₁₃ (°C)	TI ₁₄ (°C)	T _F (°C)	T _{tb} (°C)	T _{wall 1} (°C)
1	0	225.5	200	195	198	125									
2	2	195.0	198	190	192	126									
3	4	195.0	197	188	190	123									
4	6	184.5	197	180	185	122									
5	8	170.5	198	172	175	124									
6	10	167.5	196	165	168	124									
7	12	156.0	197	155	158	125	123.5	82	30	95	93.0	60.0	550	480.0	78.0
8	14	155.5	197	153	156	123	123.0	81	30	94	92.5	61.4	540	482.0	77.5
9	16	155.0	198	153	157	125	123.5	80	30	94	93.0	61.5	545	482.5	79.0
10	18	154.0	197	153	155	122	123.0	81	30	93	93.5	61.0	550	481.0	78.0
11	20	154.0	198	153	155	124	123.0	80	30	95	92.0	61.5	546	483.0	77.0
12	22	155.0	198	154	156	124	122.0	81	30	95	92.7	61.5	548	483.0	77.0
13	24	154.5	197	152	154	125	123.0	82	30	94	92.5	61.0	550	482.5	77.5
Rata-Rata		154.9	197.4	153.3	155.9	124.0	123.0	81.0	30.0	94.3	92.7	61.1	547.0	482.0	77.7

No.	T _{wall 2} (°C)	T _{SG} (°C)	PI ₁ (bar)	PI ₂ (bar)	PI ₄ (bar)	V (volt)	I (ampere)	Putaran Pulley (rpm)				Indikator lampu
								PL ₁	PL ₂	PL ₃	PL ₄	
1		108.5	25.0	22.0								
2		105.5	13.0	12.5								
3		108.0	12.5	12.0								
4		107.0	10.0	9.0								
5		106.5	7.0	6.5								
6		106.5	6.0	5.5								
7	77.0	107.0	5.0	4.5	1.2	220	3.6	473	945	945	1890	terang
8	79.0	107.0	4.5	4.5	1.2	220	3.7	472	944	944	1888	terang
9	78.0	106.0	4.5	4.5	1.3	220	3.5	473	945	945	1891	terang
10	77.0	106.0	4.5	4.5	1.2	220	3.6	471	942	942	1885	terang
11	77.5	107.0	4.5	4.5	1.3	220	3.6	471	942	942	1887	terang
12	76.0	107.0	4.5	4.5	1.2	220	3.5	472	943	943	1887	terang
13	76.7	106.0	4.5	4.5	1.2	220	3.6	472	943	943	1886	terang

Tabel 22. Data Kondisi Steady State Rasio 16,5:1

No.	t (menit)	TI ₃	TI ₄	TI ₅	TI ₆	TI ₇	TI ₈	TI ₉	TI ₁₁	TI ₁₂	TI ₁₃	TI ₁₄	T _F	T _{tb}	T _{wall} ₁
		(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
1	0	226.0	220	218	220	135									
2	2	196.0	220	197	198	138									
3	4	191.0	220	195	192	130									
4	6	186.0	225	185	188	134									
5	8	177.5	225	177	179	135									
6	10	168.0	226	167	170	135									
7	12	162.0	226	162	165	134	127.0	80	30	98	97.0	64	590	530.5	80.0
8	14	162.0	227	162	164	135	127.5	81	30	99	98.0	65	600	533.0	83.0
9	16	162.5	225	163	164	136	127.0	82	30	98	86.0	66	605	534.0	83.5
10	18	162.0	225	162	163	135	128.0	81	30	97	96.5	64	602	532.0	83.0
11	20	161.0	225	161	163	135	127.0	80	30	98	96.0	66	606	533.0	82.0
12	22	162.0	225	162	163	135	127.5	81	30	97	96.5	65	606	533.5	82.0
13	24	161.0	225	162	163	135	127.0	82	30	97	97.0	64	607	531.5	83.0
Rata-Rata		161.8	225.4	162.0	163.6	135.0	127.3	81.0	30.0	97.7	95.3	64.6	602.3	532.5	82.4

No.	T _{wall} ₂	T _{SG}	PI ₁	PI ₂	PI ₄	V	I	Putaran Pulley (rpm)				Indikator lampu	
	(°C)	(°C)	(bar)	(bar)	(bar)	(volt)	(ampere)	PL ₁	PL ₂	PL ₃	PL ₄		
1		117.0	25.0	22.5									
2		118.0	13.3	13.0									
3		116.0	12.0	11.5									
4		118.0	10.5	10.0									
5		117.0	8.5	7.0									
6		116.5	6.5	6.5									
7	80.0	117.5	5.5	5.8	1.4	220	4.6	525	1050	1050	2100		terang
8	79.0	116.0	5.5	5.5	1.5	220	4.6	525	1049	1049	2098		terang
9	80.0	116.7	5.5	5.5	1.4	220	4.7	524	1048	1048	2096		terang
10	81.0	116.5	5.5	5.5	1.5	220	4.6	524	1049	1049	2097		terang
11	80.0	117.0	5.5	5.5	1.4	220	4.7	524	1048	1048	2095		terang
12	81.0	118.0	5.5	5.5	1.5	220	4.6	524	1049	1049	2097		terang
13	80.0	118.0	5.5	5.5	1.4	220	4.6	524	1048	1048	2096		terang

Tabel 23. Data Kondisi Steady State Rasio 17:1

No.	t (menit)	TI ₃ (°C)	TI ₄ (°C)	TI ₅ (°C)	TI ₆ (°C)	TI ₇ (°C)	TI ₈ (°C)	TI ₉ (°C)	TI ₁₁ (°C)	TI ₁₂ (°C)	TI ₁₃ (°C)	TI ₁₄ (°C)	T _F (°C)	T _{tb} (°C)
1	0	223.0	220.5	223	225	135								
2	2	197.5	220.0	205	206	137								
3	4	193.7	222.0	192	195	135								
4	6	188.0	225.0	188	190	134								
5	8	179.5	227.0	176	180	136								
6	10	170.0	226.0	170	174	136								
7	12	164.0	228.0	161	165	135	129.0	80	30	98	99	65	609	540.0
8	14	163.7	226.0	163	164	134	128.5	80	30	99	98	66	603	545.5
9	16	163.2	226.5	162	165	136	128.0	81	30	98	98	65	610	543.0
10	18	163.0	225.8	163	165	136	129.0	80	30	97	99	64	611	544.0
11	20	163.1	225.4	160	164	139	128.6	80	30	98	98	67	612	542.0
12	22	163.0	226.0	162	164	135	128.3	82	30	97	99	65	611	543.5
13	24	163.2	227.0	165	165	137	129.0	81	30	97	99	66	611	543.0
Rata-Rata		163.3	226.4	162.3	164.6	136.0	128.6	80.6	30.0	97.7	98.6	65.4	609.6	543.0

No.	T _{wall 1} (°C)	T _{wall 2} (°C)	T _{SG} (°C)	PI ₁ (bar)	PI ₂ (bar)	PI ₄ (bar)	V (volt)	I (ampere)	Putaran Pulley (rpm)				Indikator lampu	
									PL ₁	PL ₂	PL ₃	PL ₄		
1			118	25	22.5									
2			112	13.8	13									
3			119	12.6	12									
4			123	11	10									
5			124	8.9	8									
6			128	6.9	6.5									
7	80.0	80.0	119	5.8	5.8	1.6	220	4.7	603	1207	1207	2415	terang	
8	83.0	79.0	125	5.8	5.7	1.6	220	4.8	602	1205	1205	2410	terang	
9	83.5	80.5	124	5.7	5.6	1.6	220	4.7	601	1204	1204	2408	terang	
10	83.0	81.5	124	5.7	5.7	1.7	220	4.8	602	1202	1202	2405	terang	
11	82.0	80.0	123	5.7	5.7	1.6	220	4.7	601	1205	1205	2410	terang	
12	82.5	81.5	123	5.7	5.6	1.6	220	4.7	602	1203	1203	2406	terang	
13	83.0	80.0	125	5.7	5.7	1.6	220	4.7	602	1205	1205	2411	terang	

Keterangan :

TI ₃	=	Temperatur steam drum (°C)
TI ₄	=	Temperatur superheated steam (°C)
TI ₅	=	Temperatur input water tube
TI ₆	=	Temperature output <i>Water Tube Boiler</i> (°C)
TI ₇	=	Temperature wall <i>Stack Gas</i> (°C)
TI ₈	=	Temperature <i>Steam</i> Keluar Turbin (°C)
TI ₉	=	Temperature air keluar Kondensor (°C)
TI ₁₁	=	Temperature <i>Cooling Water</i> (°C)
TI ₁₂	=	Temperature Kondensat Steam (°C)
TI ₁₃	=	Temperature output economizer (°C)
TI ₁₄	=	Temperature input economizer (°C)
TSG	=	Temperature <i>Stack Gas</i> (°C)
Tf	=	Temperature nyala api / <i>flame</i> (°C)
PI ₁	=	Tekanan pada <i>Steam Drum</i> (bar)
PI ₂	=	Tekanan <i>Super Heated Steam</i> (bar)
PI ₄	=	Tekanan <i>Saturated steam</i> keluar Turbin (bar)
V	=	Tegangan Listrik (volt)
I	=	Arus Listrik (amper)
PL ₁	=	Putaran <i>Pulley</i> Turbin (rpm)
PL ₂	=	Putaran <i>Pulley</i> Penghubung 1 (rpm)
PL ₃	=	Putaran <i>Pulley</i> Penghubung 2(rpm)
PL ₄	=	Putaran <i>Pulley</i> Generator (rpm)