

**PENGARUH BAHAN PELAT PENYERAP DAN GEOMETRI
KACA PENUTUP TERHADAP KINERJA SOLAR STILL DI
KOTA NGABANG, KALIMANTAN BARAT**

TESIS

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN
MINAT KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Magister Teknik



**ASTRADA
NIM. 176060200111024**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2019**



TESIS

PENGARUH BAHAN PELAT PENYERAP DAN GEOMETRI KACA PENUTUP TERHADAP KINERJA *SOLAR STILL* DI KOTA NGABANG, KALIMANTAN BARAT

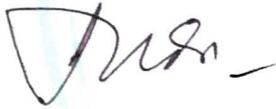
Oleh:

ASTRADA
NIM. 176060200111024

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 5 Desember 2019
Dinyatakan telah memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik Mesin

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Utama



Prof. Ir. Sudjito Soeparman, Ph.D.

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

Malang,

18 DEC 2019

Universitas Brawijaya
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin
Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin



Dr. Eng. Lilis Yuliati, S.T., M.T.
NIP. 197507022000032001

IDENTITAS PENGUJI

JUDUL TESIS : **Pengaruh Bahan Pelat Penyerap Dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Kinerja *Solar Still* di Kota Ngabang, Kalimantan Barat**

Nama Mahasiswa : Astrada
 NIM : 176060200111024
 Program Studi : Teknik Mesin
 Minat : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Prof. Ir. Sudjito Soeparman, Ph. D
 Anggota : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, MT., M. Eng

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT
 Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST., MT

Tanggal Ujian : 5 Desember 2019

SK Penguji





**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 1445/UN10.F07.12.21/PP/2019

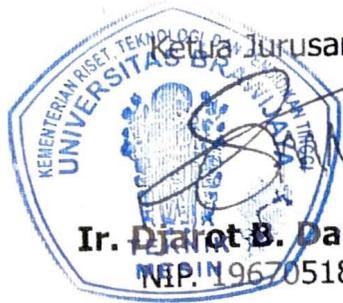
Sertifikat ini diberikan kepada :
ASTRADA

Dengan Judul Tesis :

**PENGARUH BAHAN PELAT PENYERAP DAN GEOMETRI KACA PENUTUP TERHADAP
KINERJA SOLAR STILL DI KOTA NGABANG, KALIMANTAN BARAT**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 5\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal

16 Desember 2019



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Djaret B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S2 Teknik Mesin

Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST., MT
NIP. 19750702 200003 2 001

PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 5 Desember 2019

Mahasiswa,



Nama : Astrada

NIM : 176060200111024

RIWAYAT HIDUP

Astrada, lahir di Tumabang 11 Maret 1988, anak ke tiga dari enam bersaudara dari ayah Alm. Frans Asip dan ibu Supriyati. Pendidikan SDN 44 Tumabang, SLTPN 17 Pontianak, SMK Bina Utama Pontianak lulus tahun 2007. Pada tahun 2008 masuk di Perguruan Tinggi Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Program studi Pendidikan Teknik Otomotif lulus tahun 2014. Pada Tahun 2017 melanjutkan pendidikan S2 di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, minat Konversi Energi di Universitas Brawijaya Malang.

Pengalaman kerja sebagai Guru Honorer di SMKN 1 Ngabang, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat dari tahun 2014 sampai tahun 2016. Mengikuti program Indonesia Mengajar di SMKN 1 Parindu, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat dari Tahun 2015 hingga 2016. Menjadi staff Tenaga Pendidik di Akademi Komunitas Negeri Landak PDD Politeknik Negeri Samarinda dari tahun 2016 hingga sekarang.

Menikah pada tahun 2016 dengan Rosiani dan telah dikaruniai putra yang bernama Fabian Rotrarigas.

Malang, Desember 2019

Penulis,

Astrada

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan berkat-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini tepat pada waktunya. Penulisan Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada program Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya dengan judul **“Pengaruh Bahan Pelat Penyerap Dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Kinerja Solar Still di Kota Ngabang, Kalimantan Barat”**.

Penulis menyadari akan beberapa keterbatasan dari penelitian ini sehingga saran-saran untuk penyempurnaan Tesis ini diterima dengan tangan terbuka. Penulis juga menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Tesis ini dapat diselesaikan tidak lepas dari campur tangan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST., MT., selaku Ketua Program studi Magister Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Sudjito, Ph.D, selaku Pembimbing I dan Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng, selaku pembimbing II yang telah banyak membimbing dan memberikan arahan selama proses penyelesaian tesis ini.
4. Bapak Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT, selaku penguji I dan ibu Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST., MT, selaku penguji II yang telah memberikan saran dan masukan selama proses penyelesaian tesis ini.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak ilmu dan masukan-masukan selama proses perkuliahan.
6. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan pelayanan terbaik selama proses perkuliahan.

7. Kepada orang tua, saudara, istri dan anak, yang selalu memberikan doa, motivasi dan dukungan untuk menyelesaikan tesis ini.

8. Seluruh teman-teman S2 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya khususnya angkatan 2017 yang telah memberikan semangat, doa, dukungan, motivasi dan saran selama penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan mohon maaf apabila ada kekurangan dan kekhilafan dalam tesis ini. Semoga penelitian tesis ini dapat diterima dan memberikan manfaat bagi kita semua.

Malang, desember 2019



Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORIGINALITAS	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Energi Radiasi Yang Terbentuk Pada Matahari.....	8
2.2.1.Karakteristik Energi Matahari.....	9
2.2.2. Energi Radiasi Termal	10
2.2.3. Radiasi Benda Hitam	11
2.2.4. Distribusi Radiasi Di Luar Atmosfir	11
2.2.5. Distribusi Intensitas Radiasi Matahari Di Atmosfir.....	12
2.2.6. Kontribusi Radiasi Langsung Dan Radiasi Baur Terhadap Permukaan Bumi.....	13



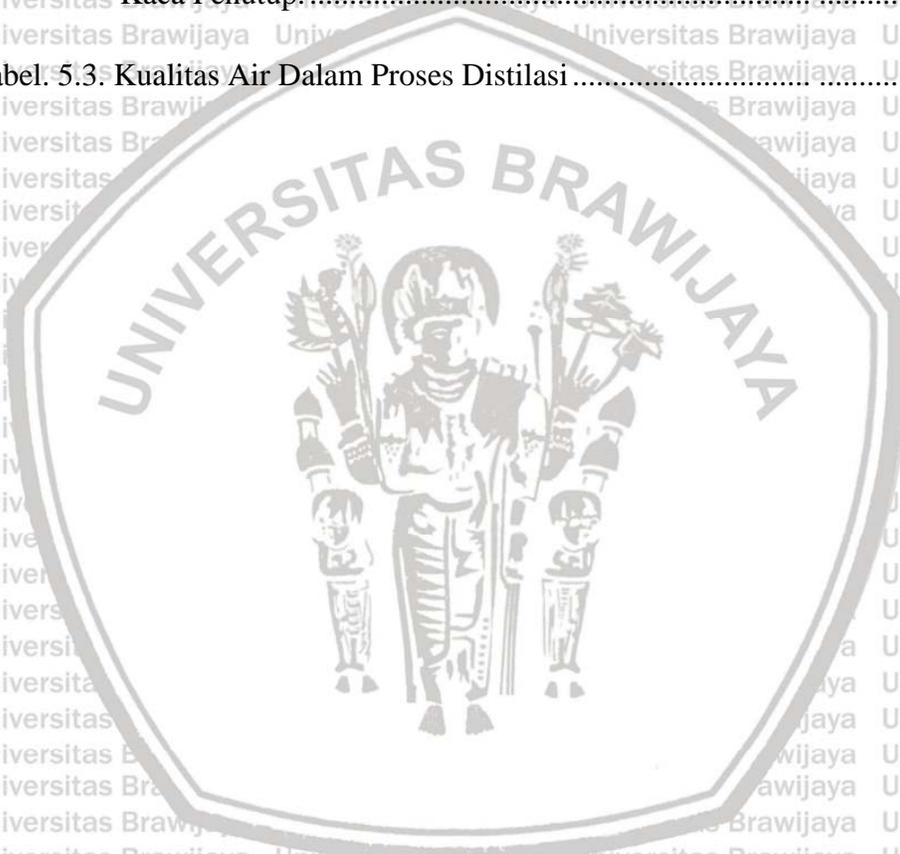
2.2.7. Perubahan Radiasi Matahari Terhadap Permukaan Bumi.....	13
2.2.8. Rotasi Bumi Terhadap Matahari.....	13
2.3. <i>Solar Still</i>	14
2.3.1. Cara Kerja <i>Solar Still</i>	15
2.3.2. Jenis-Jenis Dan Bentuk <i>Solar Still</i>	16
2.3.3. Perpindahan Panas Pada <i>Solar Still</i>	19
2.3.4 Energi Berguna pelat Penyerap.....	23
2.3.5 Kerugian Panas Total.....	23
2.3.6. Kinerja <i>Solar Still</i>	26
BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS.....	29
3.1. Kerangka Konseptual.....	29
3.2. Hipotesis.....	33
BAB IV METODE PENELITIAN.....	35
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
4.2. Alat Dan Bahan Penelitian.....	35
4.2.1. Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	35
4.2.2. Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	35
4.3. Prosedur Pengumpulan Data Penelitian.....	36
4.3.1. Variabel Penelitian.....	36
4.3.2. Instalasi dan Instrumen Pengukuran.....	36
4.3.3. Prosedur Penelitian.....	43
4.4. Diagram Alir Penelitian.....	44
4.5. Analisis Data.....	45
4.5.1. Pengolahan Data Penelitian.....	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
5.1 Hasil Penelitian.....	47
5.1.1. Perhitungan Efisiensi <i>Solar Still</i>	47
5.2 Hasil Pengumpulan Data.....	49
5.2.1 Intensitas Radiasi Matahari Total.....	49
5.2.2 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu.....	50

5.2.3 Hubungan Temperatur Air Di Dalam Bak Distilasi Terhadap Radiasi Matahari	52
5.2.4 Hubungan Temperatur Kaca Penutup Terhadap Radiasi Matahari	54
5.2.5 Pengaruh Bahan Pelat Penyerap dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Produktifitas Air Distilasi	55
5.2.6 Efisiensi <i>Solar Still</i>	57
5.2.7 Kualitas Air Dalam Proses Distilasi	59
5.3 Pembahasan	59
BAB VI PENUTUP	69
6.1 Kesimpulan	69
6.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN	74



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
	Tabel 5.1 Data Dan Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Solar Still</i> Dengan Variasi Bahan Pelat Penyerap.....	49
	Tabel 5.2 Data Dan Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Solar Still</i> Dengan Variasi Geometri Kaca Penutup.....	49
	Tabel. 5.3. Kualitas Air Dalam Proses Distilasi.....	59



DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Kandungan besi	miligram/liter (mg/L)	Fe
Daya yang diradiasikan	watt (W)	P
Emisifitas Benda	-	ϵ
Konstanta stefan-Boltzman	watt/meter ² .kelvin ⁴ (W/m ² .K ⁴)	σ
Luas permukaan	Meter ² (m ²)	A
Solar Constant	watt/meter ² (W/m ²)	G _{sc}
Temperatur	derajat celcius (°C)	T
Konduktifitas termal	(W/m ² . °C)	k
Selisih perubahan suhu yang terjadi terhadap jarak	dT/dX	
Koefisien konveksi	(W/m ² .°C)	h
Energi	watt	Q
Intensitas radiasi matahari	(W/m ²)	I _r
Koefisien absorptifitas penyerap	-	α
Koefisien transmifitas kaca	-	τ
Koefisien kerugian panas total	(W/m ² .°C)	U _L
Koefisien kerugian panas bagian atas	(W/m ² .°C)	U _t
Koefisien kerugian panas bagian bawah	(W/m ² .°C)	U _b
ketebalan isolasi	m	Δx
Laju aliran massa produksi destilasi per hari(kg/hari)		m _p
Panas laten penguapan	-	h _{fg}
Temperatur pelat penyerap	(°C)	T _p
Temperatur lingkungan	(°C)	T _A

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Tata Surya.....	9
	Gambar 2.2 Posisi Matahari Dan Bumi.....	10
	Gambar 2.3. Rongga Kecil Pada Batu Yang Mendekati Hitam.....	11
	Gambar 2.4 Gerakan Bumi Mengelilingi Matahari.....	14
	Gambar 2.5. Skema Sistem <i>Solar Still</i>	16
	Gambar. 2.6 <i>Solar Still</i> Kaca Penutup Satu Sisi.....	17
	Gambar. 2.7. <i>Solar Still</i> Dengan Kaca Penutup Dua Sisi Simetris	17
	Gambar. 2.8. <i>Solar Still</i> Dengan Penutup Berbentuk Bulat	18
	Gambar 2.9. <i>Solar Still</i> Dengan Kaca Penutup Berbentuk Piramida	18
	Gambar. 2.10. <i>Solar Still</i> Dengan Penutup Setengah Bola.	19
	Gambar 2.11 Sirkuit Aliran Kalor Pada <i>Solar Still</i> Pelat Penyerap Lapis Cat Hitam.....	20
	Gambar 2.12 Sirkuit Aliran Kalor Pada <i>Solar Still</i> Pelat Penyerap Lapis Batu Kerikil. 21	
	Gambar 2.13 Rangkaian Termal Kerugian Panas Bagian Atas.....	24
	Gambar 2.14 Rangkaian Termal Kerugian Panas Bagian Bawah.....	25
	Gambar. 2.15. Pelat Penyerap Solar Still Menggunakan Batu Kerikil.....	27
	Gambar 3.1. Skema Kerangka Konsep Penelitian.....	32
	Gambar 4. 1. Bahan Penyerap Dilapisi Cat Hitam.....	37
	Gambar 4.2. Bahan Penyerap Dilapisi Batu Kerikil.....	37
	Gambar. 4.3. Kaca Penutup Satu Sisi.....	38
	Gambar 4.4. Kaca Penutup Dua Sisi.....	39
	Gambar 4.5. Kaca Penutup Berbentuk Piramida.....	40
	Gambar 4. 6. Termokopel 4 Chanel	40
	Gambar. 4.7. Pengukuran Temperatur Pada Solar Still.....	41

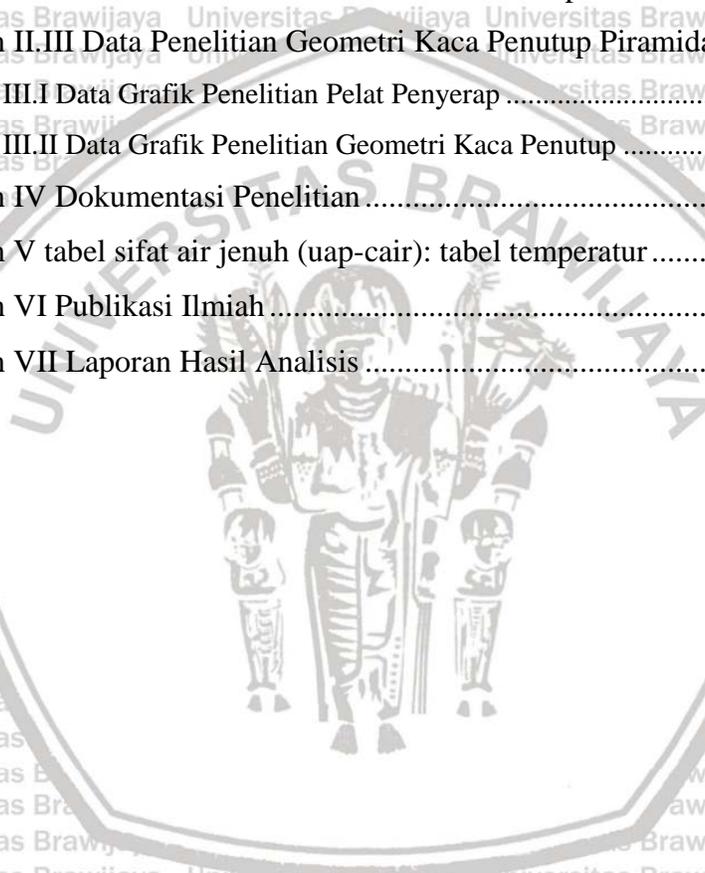
Gambar. 4. 8. Gelas Ukur.....	41
Gambar. 4.9. Solar Power Meter.....	42
Gambar. 4. 10. Anemometer.....	42
Gambar. 4.11. Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 5.1 Hubungan Intensitas Radiasi Matahari Total Terhadap waktu.....	50
Gambar 5.2 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019).....	51
Gambar 5.3 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap (satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april2019).....	51
Gambar 5.4 Hubungan Temperatur air di Dalam Bak Distilasi (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019).....	52
Gambar 5.5 Hubungan Temperatur air di Dalam Bak Distilasi variasi kaca penutup (satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april2019).....	53
Gambar 5.6 Hubungan Temperatur kaca penutup solar still (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019).....	54
Gambar 5.7 Hubungan Temperatur kaca penutup solar still (variasi satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april2019).....	54
Gambar 5.8 Pengaruh variasi Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi (31 maret 2019).....	56
Gambar 5.9 Pengaruh variasi kaca penutup (satu sisi, dua sisi, piramida)) terhadap produktifitas air distilasi (10 april 2019).....	56
Gambar 5.10 Efisiensi Solar Still Pada Pelat Penyerap (Beton Lapis Cat Hitam Dan Beton Lapis Batu Kerikil). Pengambilan Data Pada Tanggal 31 Maret 2019.	57
Gambar 5.11 Efisiensi Solar Still Pada Variasi Kaca Penutup (Satu Sisi, Dua Sisi, Piramida) Pengambilan Data Pada Tanggal 10 April 2019.....	58

Gambar 5.12 Proses Pembasahan Dan Penguapan Pada Batu Kerikil..... 64



DAFTAR LAMPIRAN

Judul	halaman
Lampiran I.I Data Penelitian Bahan Pelat Penyerap Beton Lapis Cat Hitam	75
Lampiran I.II Data Penelitian Penyerap Beton Lapis Batu Kerikil.....	78
Lampiran II.I Data Penelitian Geometri Kaca Penutup Satu Sisi	81
Lampiran II.II Data Penelitian Geometri Kaca Penutup Dua Sisi.....	84
Lampiran II.III Data Penelitian Geometri Kaca Penutup Piramida.....	87
Lampiran III.I Data Grafik Penelitian Pelat Penyerap	90
Lampiran III.II Data Grafik Penelitian Geometri Kaca Penutup	92
Lampiran IV Dokumentasi Penelitian	94
Lampiran V tabel sifat air jenuh (uap-cair): tabel temperatur	96
Lampiran VI Publikasi Ilmiah	98
Lampiran VII Laporan Hasil Analisis	109



RINGKASAN

Astrada, Program Magister Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2019, Pengaruh Bahan Pelat Penyerap Dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Kinerja *Solar Still* Di Kota Ngabang, Kalimantan Barat, Dosen Pembimbing Sudjito Dan Nurkholis Hamidi.

Keterbatasan air bersih pada musim kemarau menjadi permasalahan yang dihadapi oleh penduduk di sekitar Kota Ngabang. Dengan terbatasnya ketersediaan air bersih, maka sebagian masyarakat setempat menggunakan air sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Kendala yang dihadapi dalam penggunaan air sumur bor adalah adanya zat logam berbahaya yang terkandung di dalam air sumur bor. Dalam proses pemisahannya, distilasi dengan menggunakan tenaga surya merupakan alternatif yang tepat untuk menghasilkan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja *solar still* dengan memvariasikan bahan pelat penyerap dan geometri kaca penutup. Variasi bahan pelat penyerap yang digunakan adalah cat hitam dan batu kerikil. Sedangkan variasi geometri kaca penutup yaitu berbentuk satu sisi, dua sisi simetri, dan piramida. Dimensi *solar still* pada penelitian ini $0,91 \text{ m}^2$. Waktu pengambilan data dilakukan selama 13 jam dengan rentang waktu 10 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan batu kerikil sebagai pelat penyerap dan geometri kaca penutup berbentuk piramida dapat meningkatkan kinerja *solar still*. Produktivitas air distilasi tertinggi selama penelitian yaitu 13 jam dengan total radiasi matahari sebesar $21778,32 \text{ kJ/m}^2$.hari yang dilakukan pada tanggal 31 maret 2019 terdapat pada pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil sebanyak 3,64 liter , dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 43,93%. Sedangkan pelat penyerap dilapisi cat hitam memiliki produktivitas air distilasi sebanyak 2,42 Liter dan memiliki efisiensi sebesar 29,32%. Sedangkan pada variasi kaca penutup, produktivitas air distilasi tertinggi selama penelitian dengan total radiasi matahari sebesar $25705,08 \text{ kJ/m}^2$.hari yang dilakukan pada tanggal 10 april 2019 terdapat pada kaca penutup berbentuk piramida dengan produksi air distilasi sebanyak 4,75 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 48,26%. Sedangkan kaca penutup dua sisi memiliki produksi air distilasi sebanyak 4,50 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 45,81%. Kaca penutup satu sisi mampu memproduksi air distilasi sebanyak 4,35 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 44,46%.



SUMMARY

Astrada, Post Graduate Of Mechanical Engineering, Departemen Of Mechanical Engineering, Faculty Of Engineering, University Of Brawijaya, November 2019, The Effect Of Variations In The Absorbent Plate Material And The Geometry Of The Cover Glass On The Performance Of Solar Still In The City Of Ngabang, West Borneo, Academic Supervisor: Sudjito And Nurkholis Hamidi.

Limited fresh water in the dry season is a problem faced by the community around the city of Ngabang. Limited availability of fresh water causes some people to use wellbore water to meet their daily needs for fresh water. The obstacle faced in the use of wellbore water is the presence of hazardous metals contained in wellbore water. Distillation using solar power is an alternative to produce fresh water. This research aims to improve the performance of solar power by varying the absorbent plate material and the geometry of the cover glass. The variation of absorbent plate material used is black paint and gravel. While variations in the geometry of the cover glass are one-sided, two-sided symmetry, and the pyramid. The dimensions of the sun that are still in this study are 0,91 m². Data retrieval time is done for 13 hours with a range of 10 minutes. The results of this study indicate that the use of gravel as an absorbent plate and the geometry of a pyramid-shaped glass cover can improve solar power performance. The highest distillation water productivity during the study was 13 hours with a total solar radiation of 21778,32 kj / m².day conducted on March 31, 2019 which was found on a gravel-coated absorbent plate of 3.64 liters, and had an efficiency of 43,93% solar power. While the absorbent plate coated with black paint has a productivity of 2.42 Liters of distilled water and has an efficiency of 29,32%. The highest productivity of distilled water during research with total solar radiation of 25705,08 kj / m².day conducted on April 10, 2019 was found in a pyramid-shaped glass lid with 4.75 Liters of distilled water production and 48,26% solar energy efficiency. While the double-sided glass cover has a distillation water production of 4.50 Liters and has a solar efficiency of 45,81%. One-side cover glass is capable of producing 4.35 liters of distilled water and has a solar power efficiency of 44,46%.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten maka peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Salah satu bentuk pentingnya penggunaan air bersih dalam kehidupan manusia adalah kebutuhan air minum, air untuk memasak, mandi, mencuci dan lain sebagainya. Air bersih merupakan air yang harus bebas dari mikroorganisme penyebab penyakit dan terbebas dari bahan-bahan kimia yang dapat merugikan kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tidak semua daerah dapat menggunakan air layak konsumsi sesuai dengan kebutuhan. Kadang kala akibat dari keterbatasan air bersih yang ada, maka kebutuhan air untuk keperluan MCK diambil dari ketersediaan air di daerah tersebut yang secara kualitas tidak layak untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini biasanya terjadi di kawasan perkotaan yang baru berkembang dimana ketersediaan air bersih sangatlah terbatas karena ulah masyarakat yang tidak sadar akan kebersihan lingkungan di sekitarnya.

Mayoritas sumber air bersih masyarakat diperoleh dari air dalam kemasan, sumur terlindung, dan air tanah dengan menggunakan pompa air. Air tanah memiliki kecenderungan mengandung kadar besi atau asam organik tinggi. Hal ini bisa diakibatkan dari kondisi geologis Indonesia yang secara alami memiliki deposit Fe tinggi terutama di daerah lereng gunung atau yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Sedangkan air dengan kandungan asam organik tinggi bisa disebabkan oleh adanya lahan gambut atau daerah bakau yang kaya akan kandungan senyawa organik. Air dengan kandungan zat besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning. Pertama keluar dari pompa air, air tampak jernih namun setelah beberapa saat air akan berubah warna menjadi kuning. Hal ini disebabkan karena air yang berasal dari sumber air sebelum keluar dari kran berada dalam bentuk ion Fe^{2+} , setelah keluar dari kran Fe^{2+} akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} yang berwarna kuning. Kondisi air tanah yang mengandung Fe tinggi ini juga terdapat di sebagian kota Ngabang, kabupaten Landak. Kondisi ini dapat dilihat karena memiliki ciri-ciri air yang sama, yaitu

ketika Pertama keluar dari kran, air tampak jernih namun setelah beberapa saat air akan berubah warna menjadi kuning.

Kabupaten Landak merupakan salah satu daerah pemekaran dari kabupaten Mempawah yang ada di Provinsi Kalimantan Barat. Kabupaten Landak dengan kota Ngabang sebagai Ibu Kota Kabupaten, terletak diantara garis 1°00' Lintang Utara hingga 0°52' Lintang Selatan serta 109°10'42" Bujur Timur hingga 109°10' Bujur Barat (Profil Kesehatan kabupaten Landak, 2015).

Keterbatasan air bersih menjadi permasalahan yang dihadapi oleh penduduk di sekitar kota Ngabang saat ini terlebih pada musim kemarau. Meskipun di kota Ngabang terdapat beberapa sungai namun sungai-sungai yang ada di Ngabang sudah tercemar dan tidak layak untuk dikonsumsi. Ada beberapa faktor penyebab tercemarnya air sungai di Ngabang yaitu rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, limbah pabrik kelapa sawit, limbah pabrik karet, limbah tambang emas, pasir dan intan ilegal. Perkebunan kelapa sawit juga merupakan salah satu faktor penyebab dangkalnya air sungai. Dengan terbatasnya ketersediaan air bersih, maka sebagian masyarakat setempat menggunakan air sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Namun tidak semua daerah di kota Ngabang memiliki air sumur bor yang bersih. Kendala yang dihadapi dalam penggunaan air sumur bor adalah adanya zat logam berbahaya yang terkandung di dalam air sumur bor dan sudah melewati batas kualifikasi air bersih yang telah ditetapkan oleh peraturan menteri kesehatan.

Berdasarkan survei data awal, zat logam yang terkandung pada air tanah di Ngabang adalah kandungan besi (Fe) dengan kadar 0,99 mg/L (uji sampel di lab kimia jurusan kimia Universitas Brawijaya). Kandungan zat besi yang terdapat pada air tanah di kota Ngabang telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan oleh menteri kesehatan yaitu sebesar 0,3 mg/L. Adanya kandungan Fe yang tinggi pada air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping dapat mengganggu kesehatan, air tanah juga menimbulkan bau yang tidak enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Ketersediaan air bersih yang layak konsumsi hanya mengandalkan air hujan sebaliknya apabila musim kemarau maka air bersih akan sulit untuk didapatkan. Perlu adanya tindakan untuk menanggulangi kebutuhan air bersih di kota Ngabang. Salah satu cara penanggulangan agar kebutuhan air bersih terpenuhi dalam skala rumah tangga adalah dengan memisahkan kandungan zat yang berbahaya pada air tanah/sumur bor menjadi air layak konsumsi. Salah

satu cara penanggulangan yang sederhana adalah dengan cara distilasi menggunakan tenaga matahari.

Penelitian sebelumnya mengatakan distilasi menggunakan tenaga matahari memiliki beberapa keunggulan diantaranya yaitu pembuatannya relatif mudah, ketersediaan material mudah didapatkan, dan hampir tidak ada biaya perawatan dan biaya operasional (Bhattacharyya, 2013). Namun distilasi menggunakan tenaga surya juga mempunyai beberapa kelemahan diantaranya memerlukan ketersediaan radiasi matahari yang cukup untuk proses pengoperasiannya. Ada beberapa peneliti melakukan penelitian tentang distilasi menggunakan tenaga surya dengan variasi yang berbeda-beda. Algaim dkk, (2013) meneliti tentang efisiensi *solar still* dengan penutup kaca berbentuk piramida di daerah Iraq hasil *solar still* dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida lebih efisien dibandingkan kaca penutup satu sisi. Astawa Dkk (2011), juga melakukan penelitian tentang performansi destilasi air laut tenaga surya menggunakan penyerap radiasi surya tipe bergelombang berbahan dasar beton dengan tipe datar dan tipe bergelombang dilapisi batu kerikil. Hasil pengujian menunjukkan penyerap radiasi tipe bergelombang yang dilapisi batu kerikil lebih banyak menghasilkan kondensat dibandingkan dengan bahan penyerap radiasi tipe datar. Menurut Sudjito (2013:212,213), Penggunaan batu kerikil bertujuan untuk memperluas permukaan dan meningkatkan efisiensi penyerapan karena permukaan batu yang tidak teratur sehingga membuat radiasi matahari terperangkap dan tidak bisa memantulkan radiasi ke luar. Dalam penelitiannya pelat penyerap yang dilapisi dengan batu kerikil dapat meningkatkan efisiensi sistem pemanas tenaga matahari hingga 20 % dibandingkan dengan sistem yang tanpa dilapisi dengan batu kerikil.

Merujuk pada latar belakang permasalahan di atas, maka peneliti ingin melakukan upaya pemisahan kandungan zat berbahaya pada air tanah dengan cara distilasi menggunakan tenaga surya. Dalam penelitian ini energi yang digunakan untuk distilasi adalah energi matahari dengan memvariasikan bahan pelat penyerap dan kaca penutup distilasi. Variasi bahan pelat penyerap yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat penyerap beton dilapisi dengan cat hitam dan pelat penyerap beton dilapisi dengan batu kerikil yang mendekati warna hitam. Adapun yang menjadi dasar pengambilan model variasi bahan pelat penyerap penelitian ini yaitu, benda yang mendekati warna hitam mempunyai daya serap (apsorptansi) yang tinggi dan emisivitas (daya pancar) yang besarnya sama dengan satu ($e=1$) artinya benda hitam menyerap semua energi yang diterima dan tidak ada energi yang keluar. Selain memvariasikan pelat penyerap, penelitian ini juga memvariasikan

geometri kaca penutup *solar still*. Tujuan dari memvariasikan kaca penutup *solar still* yaitu untuk memaksimalkan sudut datangnya radiasi matahari langsung dan radiasi matahari baur dari terbit hingga terbenamnya matahari. Judul penelitian ini adalah “Pengaruh Bahan Pelat Penyerap Dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Kinerja *Solar Still* Di Kota Ngabang, Kalimantan Barat”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Bagaimana pengaruh bahan pelat penyerap radiasi matahari terhadap kinerja dan produksi *solar still* di kota Ngabang?
2. Bagaimana pengaruh geometri kaca penutup distilasi terhadap kinerja dan produksi *solar still* di kota Ngabang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang ada yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh bahan pelat penyerap radiasi matahari terhadap kinerja *solar still* di kota Ngabang.
2. Untuk mengetahui pengaruh geometri kaca penutup terhadap kinerja *solar still* di kota Ngabang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah kegunaan hasil penelitian, baik bagi kepentingan pengembangan program maupun kepentingan ilmu pengetahuan. Adapun manfaat dalam penelitian ini yaitu sebagai alternatif penyedia air bersih untuk daerah yang mengalami krisis air bersih khususnya di kota Ngabang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan agar penelitian tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan. Adapun batasan masalah pada penelitian ini hanya terbatas pada kinerja bahan pelat penyerap dan geometri kaca penutup pada *solar still* di kota Ngabang, kabupaten Landak, provinsi Kalimantan Barat.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian desalinasi menggunakan tenaga matahari telah banyak dilakukan oleh peneliti. Masing-masing penelitian mempunyai karakteristik dan tujuan yang berbeda-beda. Beberapa penelitian digunakan sebagai referensi dasar untuk melakukan penelitian ini.

Sidiq, (2013) melakukan penelitian untuk menganalisa destilasi air keruh dengan menggunakan tenaga surya dan tenaga listrik. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian penyulingan air tenaga surya secara sederhana meliputi; plastik, beban, bak penampungan air dari aluminium (baskom), mangkuk, pengikat lentur, termometer digital, dan timbangan digital. Komponen dari penyulingan air tenaga surya meliputi kolektor dan bak penguapan. Hasil pengamatan destilasi air tenaga surya menunjukkan bahwa untuk mendapatkan air bersih dengan tenaga surya, air murni $V = 100$ ml dari 2150 ml air berwarna, diperlukan kalor, $Q = 218956$ kalori, selama 15, 25 jam. Hasil perhitungan daya (tenaga) surya jauh lebih kecil ($P = 16,75$ Watt) untuk mendapatkan air bersih, $V = 100$ ml dari air berwarna 2150 ml, selama 15,25 jam, dibandingkan dengan tenaga listrik ($P = 105,72$ Watt) mampu menghasilkan air bersih, $V = 50$ ml selama 50 menit. Daya atau tenaga surya, dihitung berdasarkan jumlah energi yang digunakan untuk penguapan air per satuan waktu.

Sonawane *et al*, (2015) juga melakukan penelitian tentang desalinasi tenaga surya dengan *phase change material* (PCM) untuk meningkatkan produktivitas radiasi matahari. penelitian ini menggunakan PCM dengan memvariasikan kaca penutup terhadap sudut datangnya matahari dari permukaan tanah. *Phase Change Material* (PCM) adalah bahan penyimpanan energi termal yaitu menggunakan paraffin. PCM menyimpan energi dalam proses mengubah status dari padat menjadi cair. PCM mulai meleleh setiap kali temperature melampaui titik leburnya. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan PCM dan variasi sudut dengan tenaga matahari masih efektif dan mampu meningkatkan laju penguapan serta konduktivitas panas sehingga produksi air tawar meningkat. Berdasarkan evaluasi kinerja, kinerja PCM meningkat dibandingkan dengan kinerja desalinasi konvensional.

Algaim *et al*, (2013) juga melakukan penelitian tentang desalinasi air laut menggunakan tenaga matahari dengan kaca penutup berbentuk miring satu arah dan kaca penutup berbentuk piramida. Penelitian dilakukan di kota Basra, Iraq. Dari hasil percobaan yang dilakukan pada dua *solar still* dalam kondisi yang sama, efisiensi kaca berbentuk miring satu arah memiliki efisiensi 55% dan kaca penutup berbentuk piramida memiliki efisiensi 66,5%.

Astawa *et al*, (2011) juga melakukan penelitian distilasi air laut menggunakan tenaga matahari. Berdasarkan hipotesa awal dari penulis bahwa pelat penyerap tipe datar kurang optimal, penulis akan mencoba untuk membuat suatu rancang bangun dan membandingkan performansi alat destilasi air laut yang menggunakan penyerap tipe datar, penyerap tipe bergelombang, dan penyerap tipe bergelombang yang dilapisi batu kerikil. Atas dasar pemikiran bahwa penyerap tipe bergelombang memiliki luas bidang penyerapan panas lebih besar dibandingkan dengan penyerap tipe datar. Pengujian dilakukan dari pukul 09.00 Wita sampai dengan pukul 17.00 Wita. Volume air laut yang di uji sebanyak masing-masing 10 liter. Hasil pengujian menunjukkan penyerap radiasi tipe bergelombang yang dilapisi batu kerikil lebih banyak menghasilkan kondensat yaitu sebesar 1295 ml dengan efisiensi rata-rata mencapai 12,33%, dan penyerap radiasi tipe bergelombang menghasilkan kondensat sebesar 1250 ml dengan efisiensi rata-rata mencapai 12,55%. Sedangkan penyerap radiasi tipe datar hanya bisa menghasilkan sebesar 795 ml dengan efisiensi rata-rata mencapai 8,48%.

Hal senada juga dilakukan oleh Rosari *et al*, (2014). Tujuan penelitian dilakukan untuk menganalisis volume air tawar yang dihasilkan dengan *parabolic trough*, memisahkan DHL (Daya Hantar Listrik) dan TDS (*Total Dissolved Solid*) dari air olahan, menentukan tinggi air optimum, dan efek warna pada basin. Air baku yang digunakan berasal dari sumur warga Kejawan Putih. Hasil yang didapat dari penggunaan *parabolic trough* pada sistem desalinasi dapat meningkatkan produktifitas air bersih hingga 66% lebih efisien dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan *parabolic trough*. Volum yang dihasilkan sebesar 2,494 L/m² dalam satu hari dan kemampuan dalam menyisihkan TDS dan DHL sebesar 99%.

Sulaeman, (2007) melakukan penelitian tentang performa *solar still* dengan memvariasikan kedalaman air pada *solar still*. Penelitian dilakukan di daerah Yordania. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan kinerja matahari untuk meningkatkan produktivitas air bersih dengan alat *solar still*. Parameter yang diukur adalah kedalaman air yang bervariasi yaitu (0,5cm, 2cm, 3cm, dan 4cm) dengan *Total Dissolved Solid* (TDS) 5000 ppm diuji di bawah kondisi iklim yang sama di Universitas Mutah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penurunan kedalaman air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan

produktivitas air, sedangkan karakteristik kinerja menunjukkan bahwa produktivitas air erat kaitannya dengan intensitas radiasi matahari. Kondisi seimbang antara tingkat penguapan yang meningkat dan persediaan kondensasi yang cepat karena kontribusi manfaat dari pendinginan penutup kaca yang diaplikasikan secara hati-hati.

Sharshir *et al*, (2019) juga melakukan penelitian tentang *solar still*, penelitian dilakukan untuk membandingkan kinerja dan biaya dari tiga variasi *solar still* yaitu *conventional solar still* (CSS), *conventional pyramid solar still* (CPSS), dan *modification pyramid solar still* (MPSS). MPSS terhubung dengan pipa, nanofluid dengan tembaga oksida (CuO) dan *Nano materials* dengan penambahan 1,5% karbon hitam (CB). Menurut data yang dihasilkan, efisiensi harian (η_d) dari MPSS mencapai 50% sedangkan MPSS dengan oksida tembaga dan karbon hitam, masing-masing mencapai 61% dan 64,5%. Di sisi lain, masing-masing η_d tercapai 48 dan 30% untuk CPS dan CSS. Akhirnya, analisis biaya yang dilakukan menunjukkan bahwa MPSS dengan *Nano fluids* memiliki tingkat ekonomis yang wajar dengan kinerja termal yang optimal.

Nasri, *et al* (2019) melakukan penelitian tentang *solar still* dengan memvariasikan pelat penyerap batu kerikil, cat hitam, dan pasir dengan model kaca penutup satu sisi. Pengujian dilakukan di kota Adrar, Algeria. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa, batu kerikil menghasilkan air bersih dengan kuantitas paling tinggi yaitu 5 l/m²/hari, diikuti cat hitam sebanyak 4,48 l/m²/hari, kemudian pasir sebanyak 3,84 l/m²/hari. Produksi air bersih harian dari kerikil dan cat hitam berturut-turut adalah 32,20% dan 16,67% lebih tinggi dibandingkan pasir. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, batu kerikil adalah penyerap terbaik dan memiliki produktifitas yang paling tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap yang lainnya.

Penelitian terbaru juga dilakukan oleh Kabeel, *et al* (2019). Penelitian ini bertujuan untuk melihat produksi harian air bersih pada *single solar still* (SSS). Dua piring parabola surya dilengkapi dengan dua tangki berbentuk kerucut yang terhubung dengan SSS dan empat modul PV dengan total output daya 1000 W. Setiap modul PV memiliki dimensi 1650 mm × 992 mm × 46 mm. *Solar still* dibangun dan diuji selama tiga bulan di bawah cuaca dari Ismailia, Mesir. Surya *parabolic* memiliki diameter 2000 mm. Modifikasi Sistem ini digunakan untuk meningkatkan suhu air pada baskom selama periode matahari terbit. Air basin diedarkan kembali ke tangki kerucut dan disempatkan pada *solar still* guna meningkatkan tingkat penguapan. Sistem ini dikendalikan dengan unit kontrol yang menerima sinyal masukan dari berbagai sensor. Efek dari kedalaman air basin di dua kedalaman yaitu 10 mm dan 20 mm. Eksperimen dilakukan dalam tiga variasi solar

still yaitu solar still konvensional, *solar still* terhubung dengan satu piring parabola, dan *solar still* dua piring parabola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, produksi harian air destilasi dalam *solar still* satu piring parabola sebesar 8.8 dan 5.45 kg / hari di masing-masing kedalaman air 10 dan 20 mm. Penggunaan dua piring parabola yang terhubung dengan *solar still* mampu meningkatkan produktivitas air destilasi sehari-hari mencapai 13,63 dan 7,69 kg / hari di kedalaman air 10 dan 20 mm.

2.2 Energi Radiasi Yang Terbentuk Pada Matahari

Fungsi matahari sangat penting bagi keberlangsungan hidup di bumi. Hal ini dikarenakan matahari adalah sumber energi terbesar di alam, tanpa adanya energi matahari maka siklus hidrologi tidak akan berlangsung. Proses siklus hidrologi merupakan proses pemanfaatan energi radiasi terus menerus secara alami. Panas radiasi matahari akan menembus permukaan bumi dan memanaskan permukaan bumi sehingga air yang ada di permukaan bumi akan menguap ke udara. Uap air yang berada di udara akan berkumpul dan membentuk awan dan lama kelamaan akan jatuh ke permukaan bumi atau yang biasa dikenal dengan hujan. Proses ini akan terjadi secara terus menerus.

Pada dasarnya matahari merupakan salah satu bintang yang berada di tata surya dan menjadi pusatnya. Matahari masuk dalam kategori bintang karena dapat menghasilkan energi cahaya sendiri. Matahari mengeluarkan cahaya yang lebih besar dibandingkan bintang yang lain. Pancaran energi matahari berasal dari proses termonuklir yang terjadi di Matahari. Energi radiasi Matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Matahari berbentuk bola yang berpijar dengan senyawa penyusun utama berupa gas hidrogen (74%) dan helium. Cahaya Matahari berasal dari hasil reaksi fusi hidrogen menjadi helium dengan massa elektron yang terlepas dari helium. Terlepasnya elektron dari helium menghasilkan cahaya dan energi panas pada matahari. Hal ini senada dengan pernyataan (sudjito, 2015) bahwa: sinar yang terdapat pada matahari berasal dari reaksi nuklir massa matahari, yaitu reaksi bom hidrogen yang menggabungkan atom hidrogen menjadi helium dengan massa elektron yang terlepas dan berubah menjadi energi panas. Sebagian kecil dari energi radiasi matahari tersebut sampai di bumi dan menjadi sumber energi dan menggerakkan proses alam dan kehidupan di bumi.

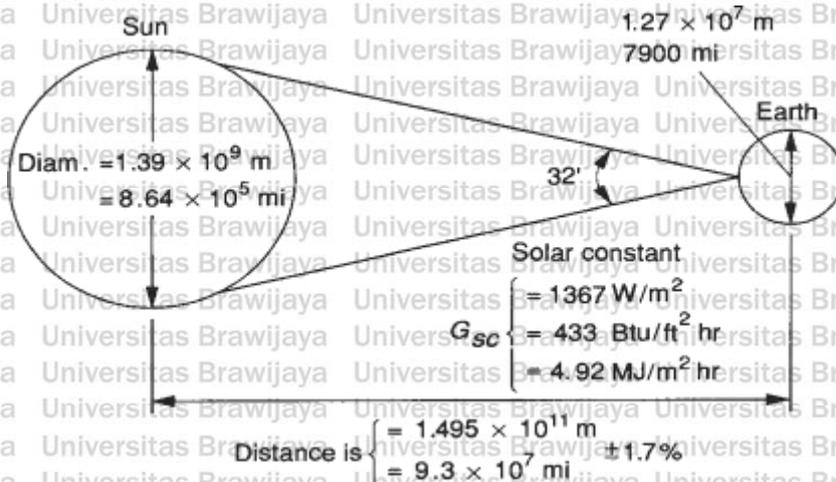
2.2.1 Karakteristik Energi Matahari

Tata surya merupakan susunan beberapa planet. Dari beberapa planet tersebut, matahari merupakan pusat orbit dan planet lain mengelilingi matahari sesuai pada orbitnya. Energi yang dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik disebut dengan energi termal. Energi yang dipancarkan matahari memiliki temperatur yang sangat tinggi. Temperatur energi yang dipancarkan sekitar 5760°K dan bergerak dengan kecepatan cahaya. Ada beberapa yang harus dilewati radiasi matahari hingga sampai di permukaan bumi. Jarak radiasi matahari hingga ke permukaan atmosfer melewati ruang hampa di luar angkasa mengakibatkan radiasi matahari berkurang. Setelah melewati ruang hampa, radiasi matahari harus melewati atmosfer sehingga radiasi yang sampai di bumi semakin berkurang. Selama melalui lapisan atmosfer intensitas radiasi berkurang karena proses yang sangat kompleks, (Sudjito, 2015). Posisi relatif bumi juga berubah setiap saat terhadap matahari. Perubahan posisi ini dapat mempengaruhi karakteristik optik dari sebuah kolektor yang dapat menyerap panas radiasi matahari. Dari pernyataan di atas dapat kita simpulkan bahwa energi radiasi matahari yang sampai di bumi tidak sepenuhnya, bahkan energi yang sampai hanya sebagian kecil saja.



Gambar. 2.1. Tata Surya.

Planet bumi merupakan planet yang dilapisi oleh atmosfer dan memiliki diameter $1,27 \times 10^7$ km. Posisi titik dipermukaan bumi dengan diameter matahari membentuk sudut 32° . Gambar posisi antara bumi dan matahari dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Posisi Matahari Dan Bumi.

Sumber: duffie dan beckman, (2013:5).

2.2.2 Energi Radiasi Thermal

Sudjito, (2015:71) mengatakan: setiap benda yang mempunyai temperatur di atas nol mutlak (0°K) akan memancarkan energi secara terus menerus dalam bentuk sinar dengan kecepatan cahaya ke sekelilingnya. Energi yang dipancarkan secara terus menerus berupa energi gelombang elektromagnetik yang disebut dengan radiasi thermal. Radiasi termal adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan secara terus menerus dalam bentuk sinar dengan kecepatan cahaya disekelilingnya. Energi dipancarkan oleh permukaan sebuah benda semata-mata berdasarkan temperturnya. Frekuensi gelombang yang dipancarkan radiasi termal mengikuti sebuah distribusi probabilitas yang bergantung hanya pada temperatur. Semakin tinggi suhu benda, maka radiasi termal yang dipancarkan akan semakin banyak. Demikian juga semakin besar luas permukaan benda, maka radiasi termal yang dipancarkan juga akan semakin banyak. Laju energi termal suatu benda sebanding dengan luas benda dan pangkat empat suhu mutlaknya. Hasil ini ditemukan secara empiris oleh Josef Stefan pada tahun 1879 dan diturunkan secara teoritis oleh Ludwig Boltzmann. Oleh karena itu hukum ini dikenal dengan hukum Stefan - Boltzmann. Untuk mencari daya suatu benda yang diradiasikan bisa menggunakan rumus Stefan-Boltzmann di bawah ini.

$$P = \epsilon \sigma A T^4$$

Keterangan :

P daya yang diradiasikan (Watt)

ϵ emisifitas benda (0 – 1)

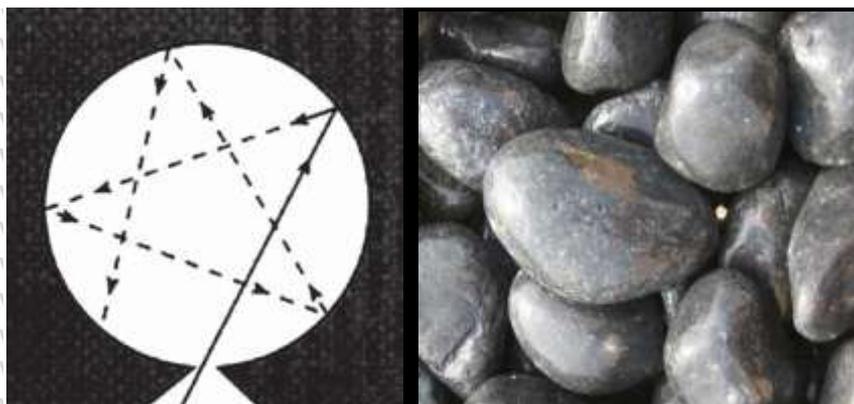
σ konstanta Stefan – Boltzman = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

A luas permukaan (m^2)

T luas mutlak (K)

2.2.3 Radiasi Benda Hitam

Semua batu tidak ada mempunyai warna yang hitam sempurna. Maka dari itu pendekatan praktis tentang batu hitam yang ideal adalah lubang kecil yang menuju ke sebuah rongga yang dimiliki oleh batu dan diasumsikan seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3. Rongga Kecil Pada Batu Yang Mendekati Hitam.

Sumber: <http://fiskadiana.blogspot.com/2015/02>

Radiasi yang jatuh pada lubang mempunyai kemungkinan kecil untuk dipantulkan ke luar dari lubang sebelum ia diserap dinding rongga. Jadi rongga berlubang kecil berlaku sebagai benda hitam karena dapat menyerap seluruh radiasi yang diterimanya. Demikian pula jika rongga tersebut memancarkan radiasi. Lubang akan memancarkan radiasi dan akan memancarkan seluruh energi yang dikeluarkannya (dianggap tidak ada energi yang dipancarkan oleh rongga melalui jalan lain selain lubang). Karakteristik radiasi pada rongga hanya tergantung pada suhu dindingnya.

2.2.4 Distribusi Radiasi Di luar Atmosfir

Energi radiasi yang dipancarkan oleh matahari sangat besar. Total energi yang dipancarkan diperkirakan sebesar $63 \text{ MW}/m^2$. Dalam perjalanannya menuju atmosfer bagian luar, jarak antara matahari dan bumi diperkirakan sebesar $1.496 \times 10^{11} \text{ m}$. Sehingga energi yang sampai dipermukaan luar atmosfer sebesar $1366 \text{ W}/m^2$. Energi radiasi matahari hanya berkurang karena adanya jarak antara matahari dan atmosfer bagian luar. Pada hari tertentu intensitas radiasi matahari di permukaan luar atmosfer dapat diprediksi dengan persamaan di bawah ini.

$$G_{on} = G_{sc}(1 + 0,033 \cos 360n/365) \quad (\text{sudjito, 2015:75})$$

Dimana:

G_{on} = intensitas radiasi surya dipermukaan luar atmosfer pada hari ke n ,

G_{sc} = *solar constant*.

N = nomor urut hari dalam satu tahun.

2.2.5 Distribusi Intensitas Radiasi Matahari Di Atmosfir

Besarnya energi radiasi yang sampai di permukaan atmosfer luar hanya dipengaruhi oleh jarak antara matahari dan atmosfer. Berbeda dengan energi yang sampai di permukaan bumi.

Sebelum mencapai permukaan bumi, radiasi matahari harus menembus atmosfer bagian dalam. Di dalam atmosfer terdapat berbagai gas dan partikel yang berpotensi mengurangi intensitas radiasi dan merubah arah radiasi karena pantulan. Berkurangnya intensitas dan berubahnya arah radiasi dapat melalui dua mekanisme.

1. Sebagian radiasi diserap oleh gas Ozon(O_3), H_2O , dan CO_2 .
2. Sebagian sinar radiasi dipantulkan oleh molekul udara, uap, dan titik air dan debu.

Dari pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa besarnya intensitas radiasi matahari dipengaruhi oleh besarnya gas-gas dan partikel-partikel yang berada di atmosfer. Dengan demikian terdapat dua jenis radiasi matahari yang sampai dipermukaan bumi.

1. Radiasi langsung (*direct irradiation*)

Radiasi langsung merupakan sinar radiasi matahari yang langsung ke permukaan bumi dan tidak mengalami pemantulan.

2. Radiasi baur (*diffuse irradiation*)

Radiasi baur merupakan sinar radiasi akibat pantulan gas-gas dan partikel-partikel yang terdapat pada atmosfer.

3. Radiasi total (*global radiation*)

Radiasi total adalah penjumlahan antara radiasi langsung dan radiasi hambur/baur.

Radiasi yang sampai di bumi disebut dengan radiasi total atau radiasi global. Sinar radiasi total didapatkan dari radiasi langsung ditambah dengan radiasi baur. Besarnya radiasi dapat diukur dengan alat ukur radiasi matahari. Sehingga pada kondisi tertentu dapat digambarkan hubungan antara panjang gelombang dan besarnya radiasi matahari.

2.2.6 Kontribusi Radiasi Langsung Dan Radiasi Baur Terhadap Permukaan Bumi

Besarnya sinar radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi menjadi dua komponen, yaitu radiasi langsung dan radiasi baur. Kedua radiasi ini memiliki arah yang berbeda. Sinar radiasi langsung adalah sinar radiasi yang berasal dari arah posisi matahari. Sedangkan radiasi baur berasal dari permukaan langit yang diakibatkan oleh sinar radiasi langsung yang dipantulkan oleh partikel-partikel dan titik-titik air di atmosfer. Pada saat kondisi langit memiliki awan tipis dan merata (isotropik), arah radiasi baur dianggap berasal secara merata dari semua arah di permukaan langit. Sedangkan pada saat kondisi awan tidak merata di seluruh permukaan (anisotropik), maka arah radiasi baur sulit untuk ditentukan.

2.2.7 Perubahan Radiasi Matahari Terhadap Permukaan Bumi

Posisi matahari selalu berubah terhadap permukaan bumi. Perubahan posisi matahari disebabkan oleh bumi yang berputar pada porosnya, perubahan ini mempengaruhi sudut datangnya sinar radiasi yang datang di permukaan bumi. Perubahan ini berpengaruh pada besarnya energi radiasi yang diserap oleh kolektor.

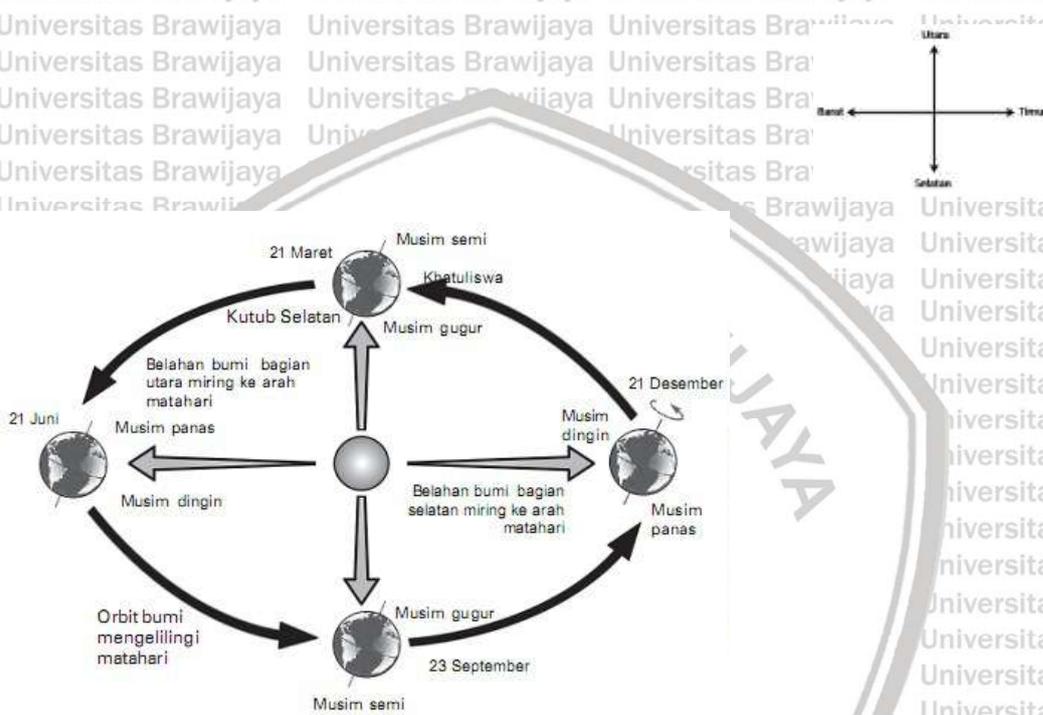
Besarnya intensitas radiasi matahari yang masuk ke bumi tidak sama. Menurut M. Rizky Iksan, (2016) beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah total radiasi yang diterima di permukaan bumi adalah:

1. Jarak matahari
2. Sudut datangnya sinar radiasi matahari
3. Panjangnya hari
4. Pengaruh atmosfer.

2.2.8 Rotasi Bumi Terhadap Matahari

Ada dua faktor yang mempengaruhi posisi matahari terhadap suatu lokasi di permukaan bumi. Faktor yang mempengaruhinya adalah gerakan bumi mengelilingi matahari dan bumi berputar pada porosnya. Waktu yang diperlukan untuk menempuh satu kali putaran bumi mengelilingi matahari selama 364 hari. Sedangkan bumi berputar pada porosnya memakan waktu 24 jam satu kali putaran. Pergerakan bumi mengelilingi matahari dan bumi berputar pada porosnya membentuk sudut $23,45^\circ$ terhadap sumbu matahari atau membentuk sudut $66,15^\circ$ terhadap bidang equator matahari. Terbentuknya sudut poros bumi dan poros matahari mengakibatkan adanya kondisi dimana matahari lebih dekat dengan bumi. Kondisi ini terjadi dua kali dalam setahun. Posisi yang pertama adalah posisi relatif matahari pada garis lintang paling utara dan paling selatan di bumi yaitu $23,45^\circ$ LU dan $23,45^\circ$ LS, dan

posisi matahari pada equator bumi. Posisi ini terjadi dua kali dalam setahun yaitu pada saat bumi bergerak ke selatan dan pada waktu bumi kembali ke utara. Posisi matahari paling selatan terjadi setiap tanggal 21 desember dan posisi paling utara terjadi setiap tanggal 21 juni. Posisi matahari berada di equator yang pertama pada tanggal 21 maret pada waktu matahari bergerak ke selatan, dan yang kedua pada tanggal 21 september pada waktu matahari bergerak ke utara (sudjito, 2015:122).



Gambar 2.4. Gerakan Bumi Mengelilingi Matahari.

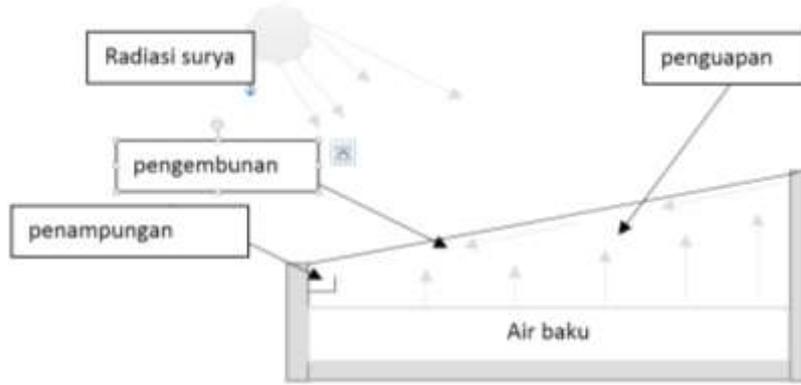
2.3 Solar Still

Ada berbagai cara yang sering dilakukan untuk mendapatkan air bersih yaitu: perebusan, penyaringan, destilasi dan lain – lainnya. Cara perebusan dilakukan hanya untuk mematikan kuman dan bakteri – bakteri yang merugikan, namun kotoran yang berupa padatan – padatan kecil tidak bisa terpisah dengan air. Penyaringan digunakan hanya untuk menyaring kotoran – kotoran yang berupa padatan kecil, namun kuman dan bakteri yang merugikan tidak bisa terpisah dari air. Cara destilasi menggunakan energi matahari atau yang biasa dikenal dengan *solar still* merupakan cara yang efektif digunakan untuk menghasilkan air bersih yang bebas dari kuman, bakteri, dan kotoran yang berupa padatan kecil. Pada proses destilasi, yang diambil hanya air kondensatnya, kuman dan bakteri akan mati oleh proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin.

Pada prinsipnya distilasi merupakan cara untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Perpindahan panas terjadi dari sumber panas menuju air kotor. Jika air terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini jika bersentuhan dengan permukaan yang dingin maka akan terjadi proses kondensasi pada permukaan dingin tersebut. Pada proses destilasi yang diambil hanyalah air kondensatnya, kuman dan bakteri akan mati oleh proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin.

2.3.1 Cara Kerja *Solar Still*

Pada dasarnya prinsip kerja *solar still* meniru siklus hidrologi air di bumi, (Sudjito, 2015:209). Radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi mengakibatkan pemanasan pada air yang ada di permukaan bumi. Hal ini mengakibatkan air menguap hingga membentuk awan. Awan yang terbentuk lama kelamaan menjadi tebal dan menghalangi radiasi matahari, sehingga temperatur dibagian bawah awan menjadi menurun dan mengakibatkan air yang telah menguap kembali ke permukaan bumi dalam bentuk air hujan. Prinsip kerja *solar still* adalah memanfaatkan radiasi matahari untuk memanaskan air sehingga terjadi penguapan dan pengembunan. Cara kerjanya yaitu radiasi surya menembus kaca penutup dan mengenai permukaan dari plat penyerap, maka plat penyerap akan panas, dan energi panas dari plat penyerap akan memanasi air yang ada di dalam bak distilasi. Air akan menguap dan berkumpul di bawah permukaan kaca penutup. Oleh karena temperatur udara di dalam basin lebih tinggi dari pada temperatur lingkungan, maka terjadi kondensasi yaitu uap berubah menjadi cair dan melekat pada kaca penutup bagian dalam. Cairan (air bersih) akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan masuk kedalam kanal yang telah disediakan, terus mengalir ke tempat penampungan air bersih. Sedangkan benda logam yang berat akan tertinggal di atas pelat penyerap karena adanya perbedaan massa jenis. Cara kerja *solar still* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



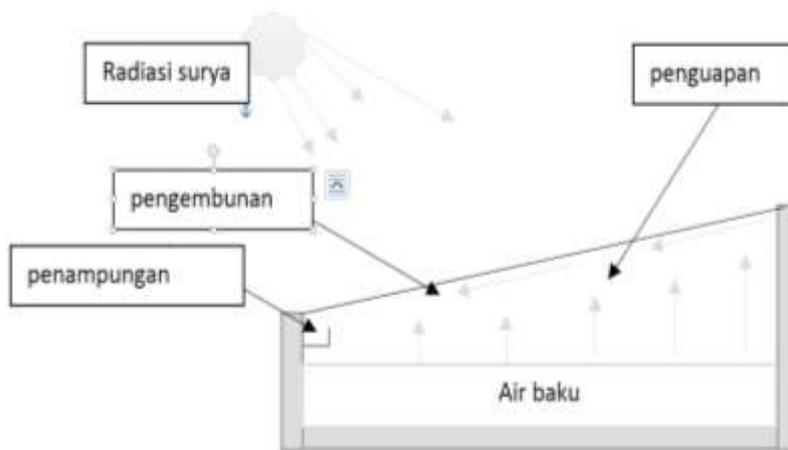
Gambar 2.5. Skema Sistem *Solar Still*.

Radiasi matahari menuju kaca penutup destilasi, sebagian radiasi diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian besar diteruskan. Besarnya radiasi matahari yang dapat diteruskan dipengaruhi oleh nilai transmisi kaca penutup. Bahan penyerap juga memiliki peranan yang sangat penting pada sebuah alat destilasi. Bahan penyerap berfungsi untuk menyerap radiasi dan memanaskan air yang akan diuapkan. Air menguap dan menuju permukaan bagian bawah kaca penutup sehingga uap air menempel pada permukaan bawah kaca dan mengalami kondensasi. Proses kondensasi terjadi karena perbedaan temperatur pada permukaan bawah kaca yang disebabkan oleh proses pendinginan alami karena udara luar. Air yang mengalami kondensasi berubah menjadi titik air. Air akan mengalir karena gaya gravitasi mengikuti kemiringan kaca penutup menuju bak penampungan melalui saluran yang telah disiapkan. Untuk penutup destilasi harus transparan (kaca, mika, akrilik, plastik) guna untuk memaksimalkan radiasi yang masuk dan dapat diserap oleh bahan pelat penyerap.

2.3.2 Jenis-Jenis Dan Bentuk *Solar Still*

Ada banyak sekali penelitian tentang *solar still*. Tujuan penelitian bervariasi diantaranya yaitu jenis air yang didistilasi, perubahan bentuk kaca penutup, perbedaan jenis kaca penutup, perbedaan bahan penyerap dan lain-lain. Namun yang sering digunakan dan yang paling sederhana adalah *solar still* dengan kaca penutup satu sisi. Ada beberapa jenis penelitian yang sudah dilakukan yaitu: *solar still* dengan kaca penutup satu sisi, *solar still* dengan kaca penutup dua sisi simetris, *solar still* dengan penutup berbentuk spiral, kaca penutup dengan bentuk piramida, *solar still* dengan penutup setengah bola dan lain-lain.

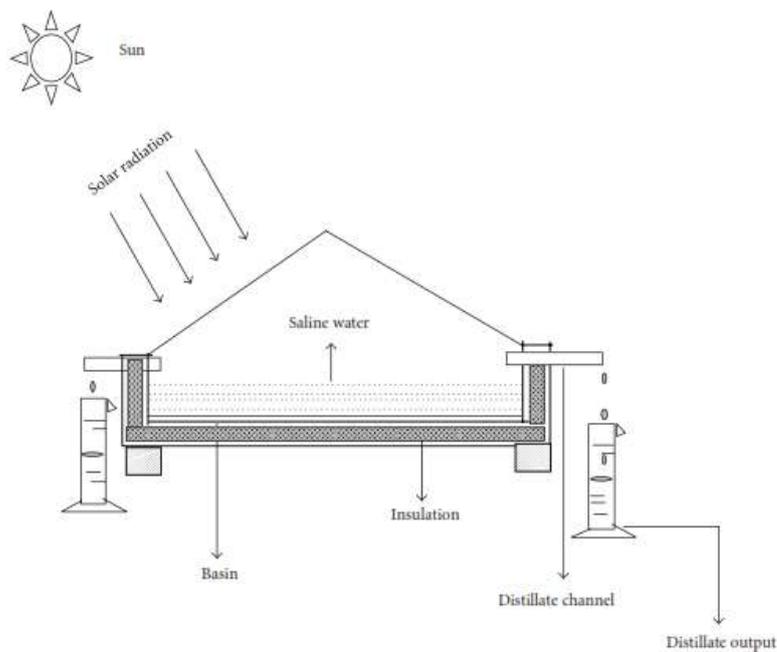
2.3.2.1 Solar Still Dengan Kaca Penutup Satu Sisi



Gambar. 2.6. Solar Still Kaca Penutup Satu Sisi.

Kaca penutup satu sisi adalah kaca penutup yang mempunyai satu arah dalam penyerapan radiasi matahari. Kaca penutup satu sisi tidak dapat memaksimalkan radiasi baur karena hanya dapat menyerap radiasi matahari dari satu arah saja. Jenis kaca penutup ini biasa disebut dengan *solar still* konvensional.

2.3.2.2 Solar Still Dengan Kaca Penutup Dua Sisi Simetris

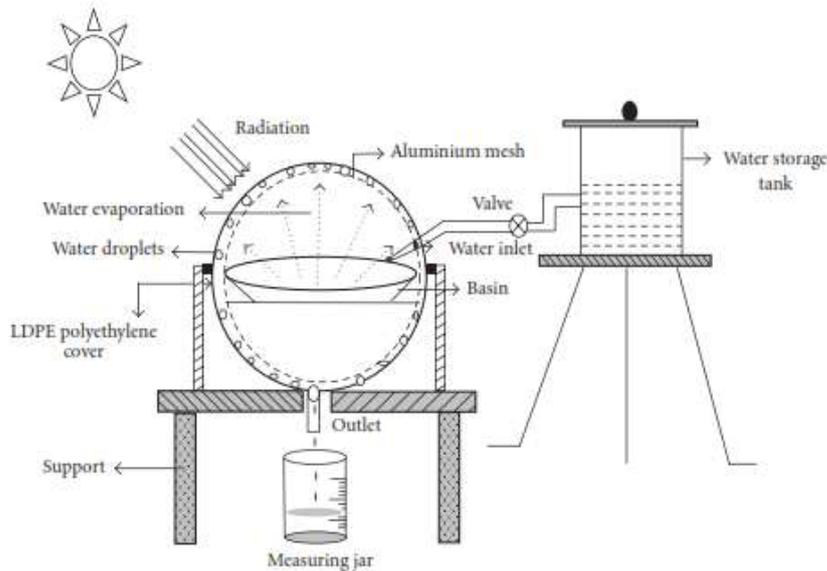


Gambar. 2.7. Solar Still Dengan Kaca Penutup Dua Sisi Simetris.

Kaca penutup dua sisi adalah kaca penutup yang mempunyai dua arah dalam penyerapan radiasi matahari. Kaca penutup ini bisa memanfaatkan matahari terbit dan

matahari terbenam. Selain itu, kaca penutup ini juga dapat memanfaatkan radiasi baur dari dua arah.

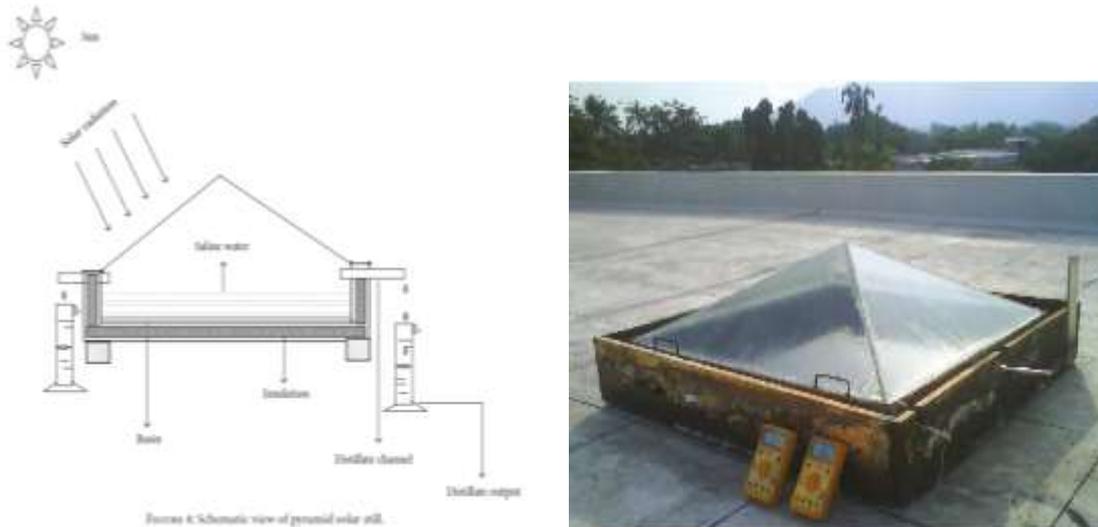
2.3.2.3 Solar Still Dengan Penutup Berbentuk Bulat



Gambar. 2.8. Solar Still Dengan Penutup Berbentuk Bulat.

Kenggulan dari model penutup berbentuk bulat ini dapat menyerap panas radiasi menyesuaikan dengan sudut datangnya matahari, hanya dalam pembuatannya sedikit lebih rumit dibandingkan yang lainnya.

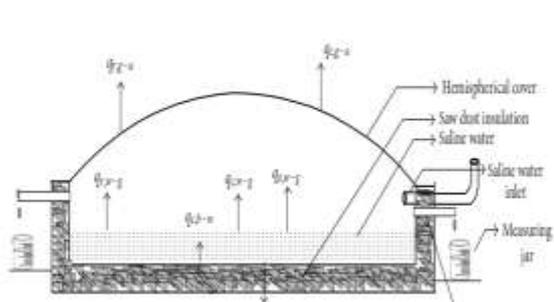
2.3.2.4 Solar Still Dengan Kaca Penutup Berbentuk Piramida



Gambar 2.9. Solar Still Dengan Kaca Penutup Berbentuk Piramida.

Kaca berbentuk piramida mempunyai keunggulan dapat memaksimalkan radiasi matahari baur dari segala penjuru arah. Kelebihan dari kaca penutup ini juga dapat memperluas permukaan proses kondensasi.

2.3.2.5 Solar Still Dengan Penutup Setengah Bola



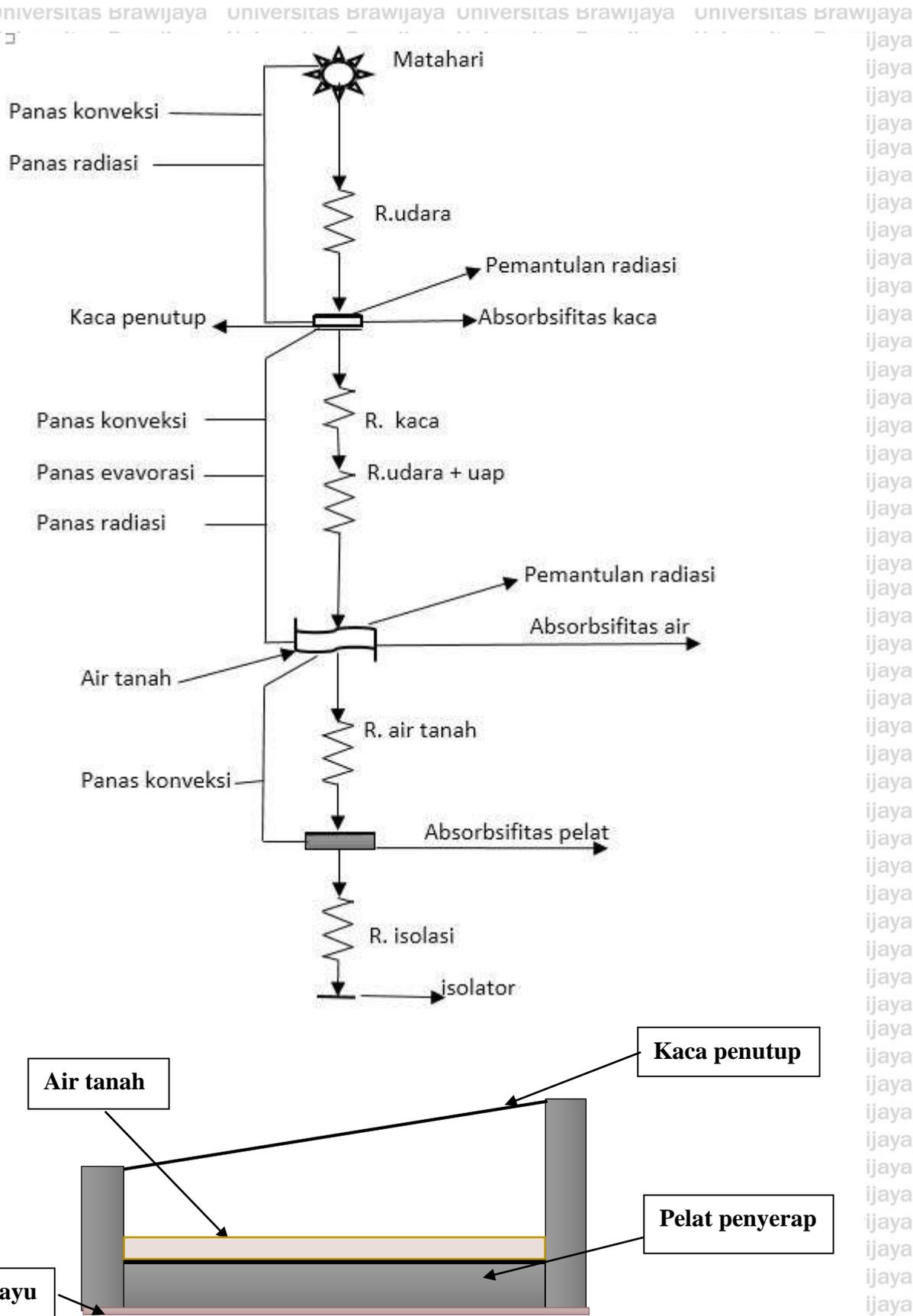
Gambar. 2.10. Solar Still Dengan Penutup Setengah Bola.

2.3.3 Perpindahan Panas Pada Solar Still

Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari satu benda ke benda lainnya karena adanya perpindahan panas pada benda tersebut. Ketika dua benda yang mempunyai perbedaan temperatur bertemu, maka kalor pada kedua benda tersebut akan berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur benda yang lebih rendah.

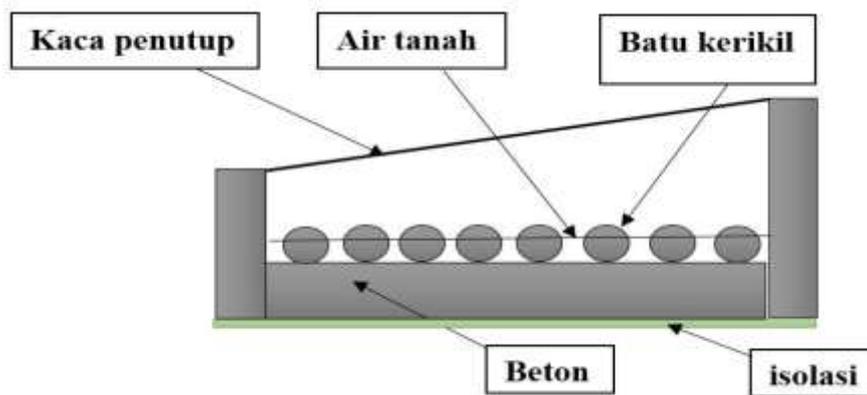
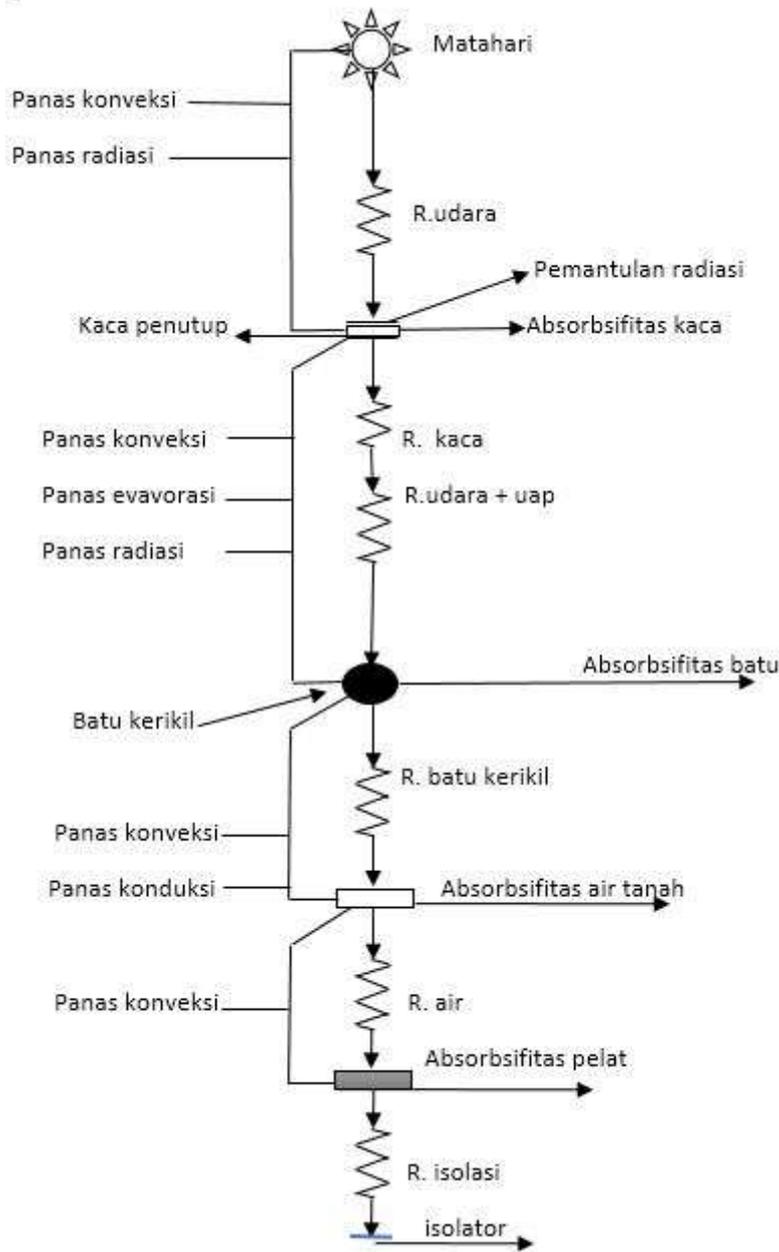
Perpindahan panas tidak bisa terlepas dari proses kinerja *solar still*. Hal ini dikarenakan bahwa adanya perbedaan temperatur yang terdapat pada *solar still*. Perbedaan temperatur menjadi daya penggerak untuk terjadinya perpindahan kalor. Proses perpindahan panas pada *solar still* terjadi melalui 3 cara, yaitu: radiasi, konduksi, dan konveksi. Untuk lebih jelasnya, perpindahan panas pada *solar still* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.





Gambar 2.11. Sirkuit Aliran Kalor Pada Solar Still Pelat Penyerap Lapis Cat Hitam.





Gambar 2.12. Sirkuit Aliran Kalor Pada Solar Still Pelat Penyerap Lapis Batu Kerikil.

2.3.3.1 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas dimana proses perpindahan panasnya tanpa melalui perantara. Proses perpindahan panas radiasi yang terjadi pada *solar still* adalah perpindahan panas dari radiasi matahari ke pelat penyerap *solar still*. Dalam mencari besarnya energi yang didapat dari radiasi matahari yang diserap dapat diperoleh dari besarnya intensitas radiasi yang diterima dikali dengan luas area pelat penyerap dikalikan dengan temperatur. Dalam menghitung besarnya energi yang diterima dapat dengan menggunakan persamaan (J. P. Holman, 1993).

$$Q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4$$

Dimana:

A=luasan permukaan pelat penyerap (m)

T=temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

σ = konstanta Stefan boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

2.3.3.2 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah suatu proses perpindahan panas dimana energi panas berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur rendah pada suatu benda padat maupun cair dalam keadaan diam. Persamaan umum untuk mencari nilai perpindahan panas konduksi dapat dicari dengan persamaan hukum fourier.

$$Q_{\text{konduksi}} = -kA \frac{dT}{dX}$$

k = konduktifitas ($\text{W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)

A = luas permukaan konduksi (m^2)

dT/dX = selisih perubahan suhu yang terjadi terhadap jarak

2.3.3.3 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi merupakan perpindahan panas melalui aliran zat perantaranya ikut berpindah. Perpindahan partikelnya mengakibatkan kalor juga ikut berpindah. Udara yang mengalir di suatu permukaan pelat penyerap di sebuah distilator dipanasi secara konveksi alamiah. Untuk mencari nilai dari perpindahan panas secara konveksi dapat dinyatakan dengan hukum pendinginan newton, (J.P Holman, 1988).

$$Q_{\text{konveksi}} = hA_c (T_p - T_A)$$

Dimana:

h = koefisien konveksi ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

A_c = luas permukaan konveksi (m^2)

T_p = temperatur pelat ($^\circ\text{C}$)

T_A = temperatur air ($^\circ\text{C}$)

2.3.4 Energi Berguna Pelat Penyerap

Tidak semua energi yang diserap oleh *solar still* dapat dimanfaatkan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu, adanya sebagian kerugian energi yang disebabkan adanya perpindahan energi panas keluar dari alat distilasi. Energi berguna merupakan energi panas yang dihasilkan untuk proses penyerapan dan penyimpanan pelat penyerap untuk memanaskan air di dalam bak distilasi sehingga terjadi penguapan dan kondensasi. Untuk mendapatkan hasil perhitungan energi berguna yang dapat dihasilkan oleh penyerap dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Q_u = Q_{in} - Q_{out}$$

$$Q_u = (\alpha \cdot I_r \cdot A_c \cdot \tau) - [U_L \cdot A_c \cdot (T_P - T_A)]$$

Dimana:

I_r = intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A_c = luas pelat penyerap (m^2)

α = koefisien absorptifitas penyerap

τ = koefisien transmisi kaca

U_L = koefisien kerugian panas total ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

T_p = temperatur pelat penyerap ($^\circ\text{C}$)

T_A = temperatur lingkungan ($^\circ\text{C}$)

2.3.5 Kerugian Panas Total

Faktor yang mempengaruhi terjadinya kerugian panas yang diserap oleh pelat penyerap radiasi adalah kerugian panas bagian atas dan kerugian panas bagian bawah. Sedangkan pada umumnya kerugian panas samping biasanya diabaikan karena luasan kontak perpindahan panas dari pelat penyerap ke samping sangat kecil jika dibandingkan dengan luasan pelat penyerap bagian atas dan bagian bawah. Kerugian panas bagian atas dan bagian bawah yang selanjutnya disebut dengan kerugian panas total. Untuk mencari koefisien kerugian panas total dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$U_L = U_t + U_b$$

dimana:

U_L = koefisien kerugian panas total ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

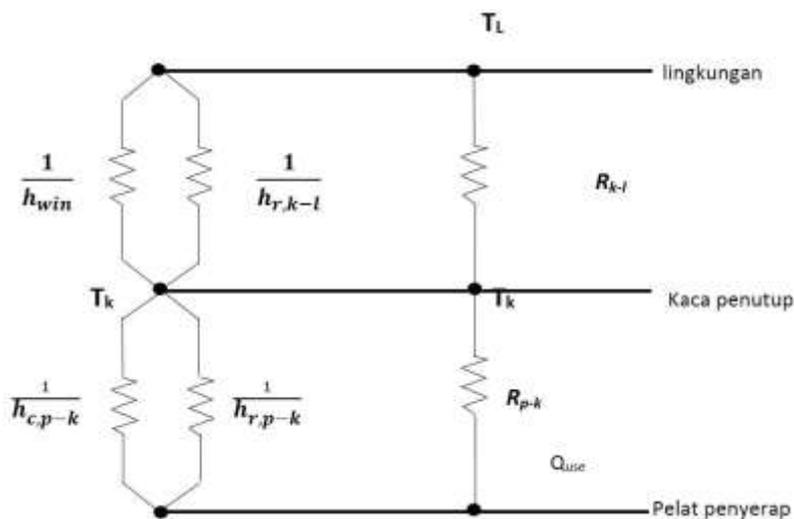
U_t = koefisien kerugian panas bagian atas ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

U_b = koefisien kerugian panas bagian bawah ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

2.3.5.1 Analisa Kerugian Panas Bagian Atas

Kerugian panas yang terjadi pada bagian atas *solar still* disebabkan oleh terjadinya perpindahan panas dari pelat penyerap ke kaca penutup dan dari kaca penutup ke lingkungan.

Perpindahan panas terjadi secara radiasi, konduksi, dan konveksi. Rangkaian kerugian termal bagian atas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.13. Rangkaian Termal Kerugian Panas Bagian Atas.

Untuk mencari nilai koefisien kerugian panas bagian atas dapat didekati dengan persamaan di bawah ini, (Arismunandar dalam Ketut Astawa, dkk, 2011):

$$\frac{1}{U_t} = R_{L-k} + R_{p-k}$$

$$U_t = \frac{1}{h_{c,k-l} + h_{r,k-l}} + \frac{1}{h_{c,p-k} + h_{r,p-k}}$$

Dimana:

$h_{c,k-l}$ = koefisien perpindahan panas konveksi dari kaca ke lingkungan ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

$h_{r,k-l}$ = koefisien perpindahan panas radiasi dari kaca ke lingkungan ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

$h_{c,p-k}$ = koefisien perpindahan panas konveksi dari pelat ke kaca ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

$h_{r,p-k}$ = koefisien perpindahan panas radiasi dari pelat ke kaca ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

Transfer energi dari pelat penyerap ke penutup terjadi dengan penguapan dan kondensasi, serta konveksi dan radiasi. Untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas konveksi dan radiasi pada bagian atas maka dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

- Koefisien konveksi bagian luar ($h_{c,k-l}$)

$$h_{c,k-l} = 5,7 + 3,8 v$$

dimana v adalah kecepatan angin

- koefisien radiasi bagian luar ($h_{r,k-l}$)

$$h_{r,k-l} = \frac{\epsilon_k \sigma (T_k^4 - T_{\text{langit}}^4)}{T_k - T_{\text{langit}}}$$

dimana $T_{\text{langit}} = 0,0552(T_l^{1,5})$

- koefisien konveksi bagian dalam ($h_{c,p-k}$)

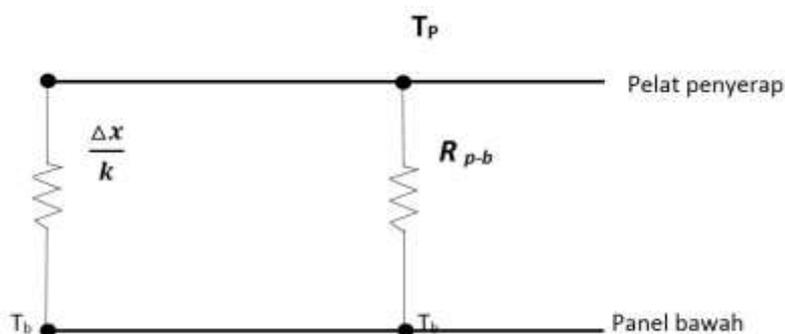
$$h_{c,p-k} = 1 - 0,0018 (T - 10) \frac{1,14 \Delta T^{0,31}}{L^{0,07}}$$

- koefisien radiasi bagian dalam ($h_{r,p-k}$)

$$h_{r,p-k} = \frac{\sigma (T_p^4 - T_k^4)}{\left(\frac{1}{\epsilon_p} + \frac{1}{\epsilon_k} - 1\right) (T_p - T_k)}$$

2.3.5.2 Analisa Kerugian Panas Bagian Bawah

Kerugian panas bagian bawah merupakan kerugian panas yang disebabkan oleh perpindahan panas karena perbedaan temperatur pelat penyerap dengan panel bagian bawah. Kerugian panas bagian bawah terjadi secara konduksi. Untuk lebih jelasnya, rangkaian termal kerugian panas bagian bawah dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.14. Rangkaian Termal Kerugian Panas Bagian Bawah.

Untuk mencari koefisien kerugian panas bagian bawah dapat dicari menggunakan persamaan di bawah ini:

$$U_b = \frac{k}{\Delta x}$$

Dimana:

k = konduktifitas termal isolasi ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

Δx = ketebalan isolasi (m)

U_b adalah kerugian koefisien dari isolator kayu pada pelat dan diasumsikan berada pada suhu yang sama dengan lingkungan.

2.3.6 Kinerja Solar Still

Solar still dapat dikategorikan sebagai alat konversi energi. *Solar still* mengkonversi energi dari energi radiasi matahari menjadi energi panas yang digunakan untuk menguapkan air. Kinerja *solar still* adalah efisiensi sistem yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara panas penguapan air dengan intensitas radiasi surya yang diterima oleh *solar still*, (Sudjito, 2015:212). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya efisiensi *solar still*, antara lain: kedalaman air di dalam bak penampung, sudut kemiringan kaca penutup, koefisien termal dari bahan penyerap radiasi, dan luas area *solar still*.

2.3.6.1 Efisiensi Solar Still

Efisiensi *solar still* merupakan perbandingan antara perpindahan panas yang terjadi pada alat distilasi dengan evaporasi dan kondensasi terhadap besarnya radiasi matahari. Dalam menentukan nilai efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\eta = \frac{q_e}{A \cdot G_T} = \frac{m_p \cdot h_{fg}}{A \cdot G_s} \times 100\% \quad (\text{Sudjito, 2015: 212})$$

Dimana:

G_T = rata-rata radiasi matahari (watt/m^2)

m_p = massa produksi destilasi selama satu hari (kg)

h_{fg} = panas laten penguapan (kJ/kg)

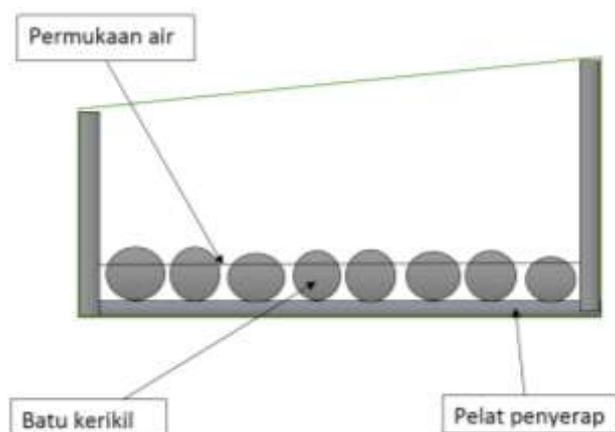
G_s = radiasi matahari total (MJ/m^2)

2.3.6.2 Produktifitas Solar Still

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang maksimal tentang kinerja *solar still*. Hal yang perlu diperhatikan adalah: pemilihan jenis bahan

penutup, jenis bahan dan ketebalan isolasi, dan pemilihan bahan penyerap radiasi yang maksimal. Jenis bahan penutup yang baik adalah jenis bahan yang mampu mentransfer radiasi ke bahan penyerap dengan baik. Agar radiasi bisa menembus bahan penutup, maka bahan penutup harus transparan.

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian dengan cara merekayasa pelat penyerap. Bahan penyerap dilapisi dengan batu kerikil. Fungsi batu kerikil adalah untuk memperluas permukaan pemanasan air. Batu kerikil juga berfungsi untuk mempercepat penguapan karena tidak semua bagian batu kerikil terendam air dan menyebabkan proses penguapan terjadi secara terus menerus. Rekayasa penyerap *solar still* menggunakan batu kerikil dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar. 2.15. Pelat Penyerap *Solar Still* Menggunakan Batu Kerikil.

Rekayasa penyerap radiasi matahari dengan menggunakan batu kerikil jika dibandingkan dengan *solar still* konvensional, bahan penyerap menggunakan beton dan dilapisi batu kerikil memiliki banyak keunggulan. Keunggulan yang dimiliki adalah biaya pembuatannya relatif murah dan mudah didapatkan. Keunggulan lainnya yaitu hasil air kondensatnya akan lebih banyak jika dibandingkan dengan *solar still* konvensional.

BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual

Energi radiasi yang dipancarkan oleh matahari sangat besar, total energi yang dipancarkan diperkirakan sebesar 63 MW/m^2 . Dalam perjalanannya menuju atmosfer bagian luar. Jarak antara matahari dan bumi diperkirakan sebesar $1,496 \times 10^{11} \text{ m}$. Sehingga energi yang sampai dipermukaan luar atmosfer sebesar 1366 W/m^2 . Energi radiasi matahari hanya berkurang karena adanya jarak antara matahari dan atmosfer bagian luar. Radiasi yang sampai di bumi bervariasi. Besarnya energi radiasi yang sampai di permukaan atmosfer luar hanya dipengaruhi oleh jarak antara matahari dan atmosfer. Berbeda dengan energi yang sampai di permukaan bumi. Sebelum mencapai permukaan bumi, radiasi matahari harus menembus atmosfer bagian dalam. Di dalam atmosfer terdapat berbagai gas dan partikel yang berpotensi mengurangi intensitas radiasi dan merubah arah radiasi karena pantulan. Radiasi matahari karena pantulan ini disebut dengan radiasi matahari baur. Duffi & Beckman, (2013) menyatakan besarnya radiasi matahari yang sampai dipermukaan bumi diperkirakan memiliki rata-rata $1,4 \text{ kWh/m}^2$.hari.

Lamanya penyinaran matahari tergantung pada posisi bumi mengelilingi matahari, matahari seakan-akan bergerak dari $23 \frac{1}{2}^\circ$ Lintang Utara dan $23 \frac{1}{2}^\circ$ Lintang Selatan. Dengan adanya perubahan letak kedudukan matahari misalnya ada di belahan bumi sebelah selatan, maka daerah selatan akan menerima panjang hari, di utara terutama di kutub akan menerima panjang hari malam selama 6 bulan. Pada daerah lintasan katulistiwa lama waktu antara siang dan malam hari relatif sama.

Letak geografis kota Ngabang terletak diantara garis $1^\circ 00'$ Lintang Utara hingga $0^\circ 52'$ Lintang Selatan serta $109^\circ 10' 42''$ Bujur Timur hingga $109^\circ 10'$ Bujur Barat. Hal ini menandakan bahwa kota Ngabang masih termasuk pada daerah lintasan khatulistiwa yang memiliki waktu yang relatif sama antara siang dan malam dengan intensitas radiasi yang cukup tinggi pada siang hari. Namun kelemahan intensitas radiasi matahari di lintasan katulistiwa dipengaruhi beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah cepatnya proses penguapan air permukaan tanah yang disebabkan oleh tingginya intensitas radiasi matahari sehingga pada siang hari sekitar pukul 14.00 WIB sudah membentuk awan dan dapat menghalangi radiasi matahari langsung.

Berdasarkan data yang didapat dari BMKG dan pengamatan secara langsung, musim kemarau terjadi mulai pada awal bulan juli hingga akhir oktober. Lamanya kemarau terjadi hingga 3 bulan. Akibat dari lamanya musim kemarau maka mengakibatkan berkurangnya stok air bersih/air hujan penduduk setempat sehingga penduduk menggunakan air sumur yang secara kualitas tidak memenuhi standar kesehatan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kualitas air sumur bor adalah memisahkan zat berbahaya dengan metode distilasi menggunakan tenaga matahari.

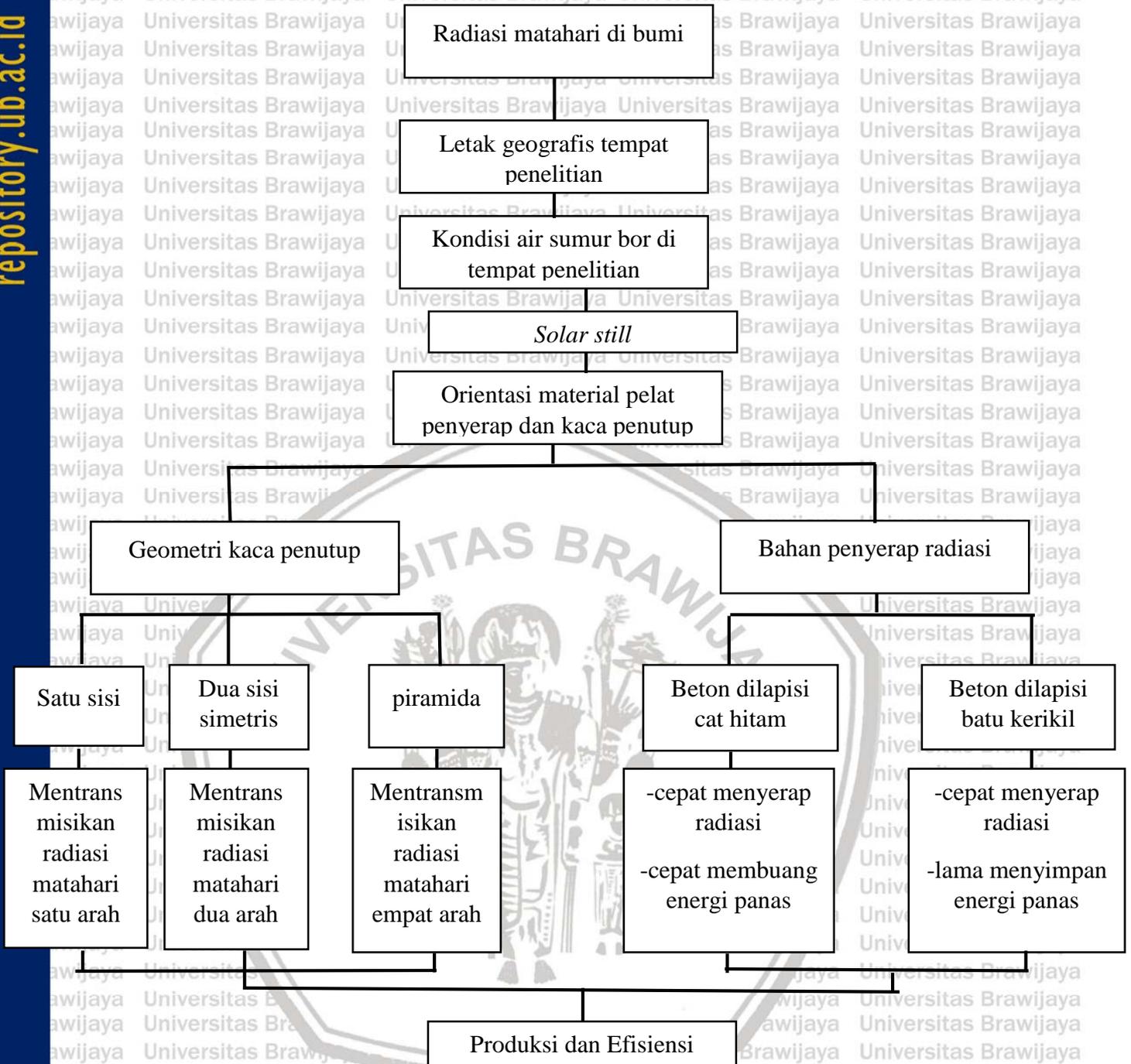
Dalam sistem distilasi air, penyerapan panas dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain: besarnya intensitas radiasi matahari, bahan dan bentuk penyerap radiasi, isolator, dan bahan penutup destilasi. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan alat destilasi adalah mengoptimalkan perpindahan panas dan meminimalkan kerugian panas yang diserap. Dengan tingginya efisiensi perpindahan panas, maka akan berpengaruh pada hasil penguapan dan pengembunan.

Bahan penyerap sangat berperan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi panas. Energi panas selanjutnya dipindahkan ke fluida sehingga digunakan untuk proses penguapan. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan memvariasikan bahan penyerap radiasi diantaranya menggunakan bahan dari alumunium pelat datar dan bergelombang, menggunakan beton, menggunakan beton dengan lapisan pasir besi, beton dengan lapisan batu kerikil. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan daya serap yang berakibat pada meningkatnya temperatur pada fluida. Penggunaan bahan penyerap panas berperan penting dalam meningkatkan produktifitas dan efisiensi *solar still*. Dalam mencari efisiensi penyerap panas dapat dilakukan dua percobaan dengan bahan yang berbeda. Bahan penyerap dari bahan beton dengan permukaan dilapisi cat warna hitam dan beton dilapisi batu kerikil. Bahan pelat penyerap ini diharapkan dapat meningkatkan nilai absorptifitas penyerapan panas. Batu kerikil yang digunakan untuk melapisi permukaan beton berukuran kurang lebih 5 cm dengan bentuk mendekati bulat dan kasar. Batu kerikil yang kasar memiliki jumlah dan lubang pori yang besar. Hal ini dimaksudkan agar radiasi yang diserap lebih besar karena terperangkapnya radiasi yang diserap. Dari perkiraan radiasi matahari yang sampai di bumi, maka dapat dihitung luas destilator tiap $0,91 \text{ m}^2$ yang diperlukan untuk menguapkan air. Pemisahan dengan cara penguapan ini dapat terjadi karena air memiliki titik didih yang lebih rendah daripada zat terlarut lainnya.

Pada proses destilasi, selain intensitas radiasi dan bahan penyerap panas, salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya radiasi matahari yang dapat diteruskan adalah nilai transmisi kaca penutup. Ada beberapa jenis penelitian *solar still* berdasarkan geometri

kaca penutup yaitu menggunakan kaca penutup satu sisi dengan sudut kemiringan 18° C, (Mietra, A: 2016). Penelitian lainnya yang melakukan penelitian dengan memvariasikan kemiringan kaca penutup adalah Irfan. S dengan memvariasikan sudut kemiringan 20° , 30° , dan 50° . Penelitian juga dilakukan oleh Rizky R, dkk (2014) dengan kaca penutup berbentuk piramida dengan sudut kemiringan 45° . Dalam menentukan sudut kemiringan kaca penutup, semakin kecil sudut kaca penutup maka dapat meningkatkan efisiensi dari *solar still* itu sendiri. Karena mempertimbangkan letak geografis daerah katulistiwa, maka dalam menentukan sudut kemiringan peneliti menggunakan sudut kemiringan 15° . Bentuk kaca penutup pada penelitian sebelumnya menggunakan *solar still* dengan kaca penutup satu sisi, dua sisi simetris, *solar still* dengan penutup berbentuk spiral, kaca penutup dengan bentuk piramida, *solar still* dengan penutup setengah bola dan lain-lain. Untuk mendapatkan efisiensi kaca penutup yang tinggi, maka dalam penelitian ini digunakan tiga variasi kaca penutup dengan kemiringan yang sama. Tiga variasi geometri kaca penutup yang digunakan yaitu satu sisi, dua sisi simetris, dan kaca penutup berbentuk piramida.





Gambar 3.1. Skema Kerangka Konsep Penelitian.

Dari skema penelitian di atas, tahap pertama dilakukan penelitian dengan melihat tingkat efisiensi bahan penyerap antara beton dilapisi cat hitam dan beton dilapisi dengan batu kerikil. Setelah didapatkan bahan yang mempunyai efisiensi tinggi dilanjutkan dengan tahap kedua. Tahap kedua adalah mencari efisiensi kaca penutup dengan tiga variasi geometri yaitu satu sisi, dua sisi simetris, dan piramida dengan bahan penyerap yang memiliki efisiensi yang tinggi.

3.2 Hipotesis

Berdasarkan penjelasan dari kerangka konseptual di atas, maka dapat ditarik hipotesis bahwa:

1. bahan penyerap beton yang dilapisi dengan batu kerikil memiliki kinerja yang baik, sehingga dapat meningkatkan produktifitas air bersih dan memiliki efisiensi *solar still* yang tinggi, sehingga bermanfaat bagi daerah yang mengalami krisis air bersih. Penggunaan batu kerikil dapat mengoptimalkan penguapan karena dapat menyerap dan menyimpan panas dengan baik.
2. Geometri kaca penutup berbentuk piramida memiliki efisiensi yang tinggi terhadap peningkatan produktifitas air bersih, sehingga bermanfaat bagi daerah yang mengalami krisis air bersih. Kaca penutup berbentuk piramida memiliki kemampuan untuk menghantarkan/mentransmisikan radiasi matahari langsung dan radiasi matahari baur dari segala penjuru arah ke bahan penyerap radiasi.



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di daerah kota Ngabang, Kalimantan Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan penyerap dan pengaruh geometri kaca penutup dalam meningkatkan produktifitas air bersih dan mengetahui efisiensi *solar still*.

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2019. Tempat pengambilan data penelitian dilaksanakan di kota Ngabang, Kalimantan Barat.

4.2 Alat Dan Bahan Penelitian

4.2.1 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menunjang pengambilan data dalam penelitian. Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah:

- 1) Gelas Ukur
- 2) Termokopel
- 3) Anemometer
- 4) Digital Multi Meter
- 5) Solar Power Meter
- 6) Jam

4.2.2 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

Dalam pembuatan alat penelitian tentunya menggunakan bahan-bahan. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Ember
- 2) Kaca
- 3) Lem Kaca
- 4) Cat Hitam
- 5) Batu Kerikil
- 6) Wadah Air Destilasi

4.3 Prosedur Pengumpulan Data Penelitian

Dalam pengumpulan data harus memiliki prosedur. Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu pengambilan data dengan rentang waktu yang tetap, menggunakan alat ukur yang sesuai standar, pengumpulan data harus konsisten. Data di ambil dalam rentang waktu 10 menit, pengambilan data dimulai pada jam 06.00 sampai 19.00. Ada beberapa alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu termokopel 4 canel sebanyak tiga buah untuk mengukur temperatur, anemometer untuk mengukur kecepatan angin, *Solar Power Meter* untuk mengukur radiasi matahari, gelas ukur untuk mengukur debit air distilasi, termokopel digital multi meter untuk mengukur temperatur lingkungan.

4.3.1 Variabel Penelitian

Dalam melakukan penelitian harus mengetahui variabel-variabel yang akan di ukur. Adapun variabel dalam penelitian yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

➤ Variabel bebas

- Menggunakan dua variasi bahan penyerap radiasi matahari, yaitu beton dilapisi cat hitam dan beton dilapisi batu kerikil.

- Menggunakan tiga variasi geometri kaca penutup distilasi yaitu kaca penutup satu sisi, kaca penutup dua sisi simetris, dan kaca penutup berbentuk piramida.

➤ Variabel terikat

- Jumlah produksi air bersih

- Efisiensi *solar still*

➤ Variabel terkontrol

- Bahan baku air: air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sumur bor di kota Ngabang.

- Temperatur lingkungan atmosfir.

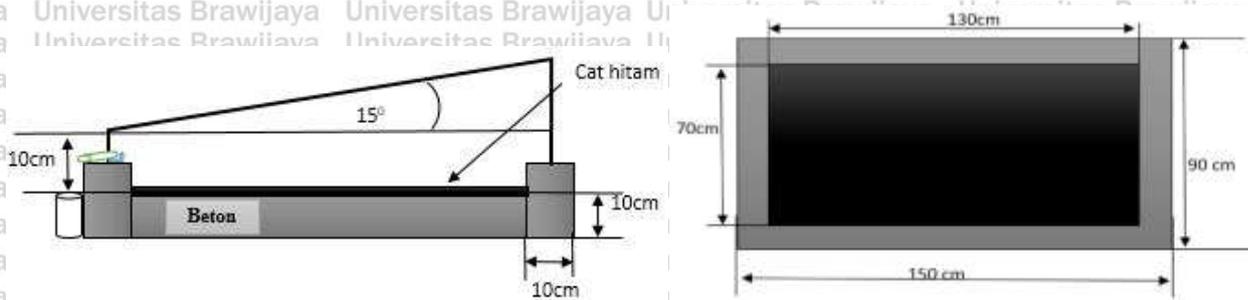
4.3.2 Instalasi Dan Instrumen Pengukur

4.3.2.1 Instalasi

1) Bahan Penyerap

Untuk melihat kinerja bahan penyerap dalam penelitian ini menggunakan dua variasi yaitu bahan penyerap beton dilapisi cat hitam dan bahan penyerap beton dilapisi batu kerikil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

- Beton dilapisi cat hitam



Tampak samping

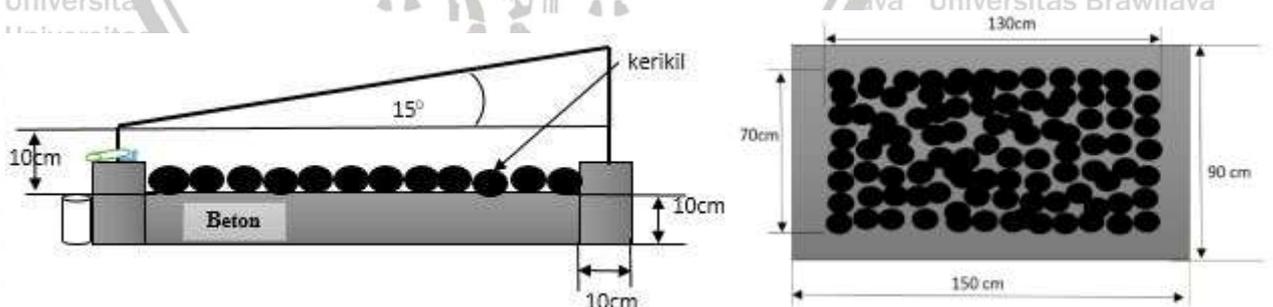
tampak atas



Gambar 4. 1. Bahan Penyerap Dilapisi Cat Hitam.

Bahan penyerap beton yang dilapisi cat hitam bertujuan untuk memaksimalkan alat penyerap untuk menyerap radiasi matahari. Alasan menggunakan cat berwarna hitam yaitu karena benda yang berwarna hitam dapat menyerap panas dengan maksimal. Benda hitam merupakan benda yang buram dan tidak memantulkan cahaya

- Beton dilapisi batu kerikil



Tampak samping

Tampak atas

Gambar 4.2. Bahan Penyerap Dilapisi Batu Kerikil.

Bahan penyerap beton yang dilapisi dengan batu kerikil tujuannya sama dengan penyerap beton yang dilapisi cat hitam yaitu untuk memaksimalkan daya serap pelat

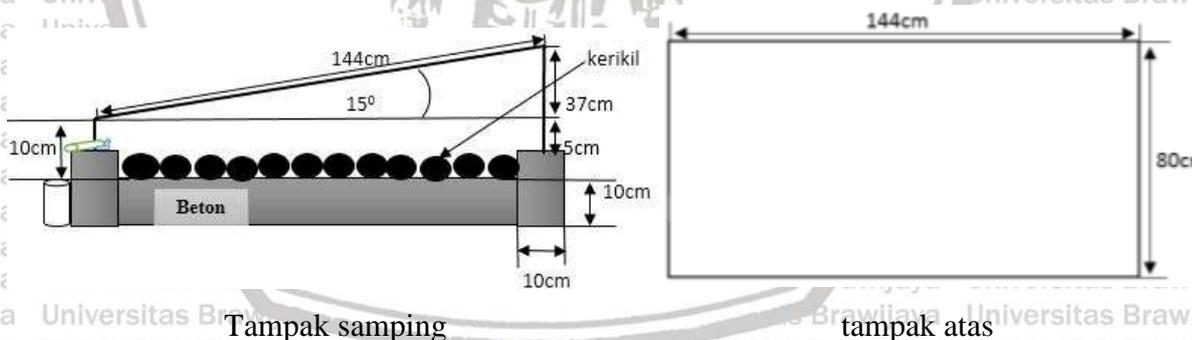
penyerap terhadap radiasi matahari. Batu kerikil yang digunakan adalah batu kerikil dengan ukuran kurang lebih memiliki diameter 5 cm dan mendekati warna hitam.

2) Geometri kaca penutup

Setelah melakukan penelitian tentang efisiensi bahan penyerap dan mendapatkan hasil daya serap yang efisien, selanjutnya dilakukan penelitian untuk melihat efisiensi kaca penutup dengan bahan penyerap yang mempunyai daya serap efisien. dalam penelitian ini menggunakan tiga variasi kaca penutup yaitu kaca penutup satu sisi, kaca penutup dua sisi simetris, dan kaca penutup berbentuk piramida. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

• Geometri kaca penutup satu sisi

Kaca penutup berfungsi untuk menutup alat distilasi. Syarat penutup distilasi harus bisa mentransfer radiasi panas yang tinggi ke bahan penyerap radiasi. Yang dimaksud dengan kaca penutup satu sisi yaitu kaca yang transparan dalam sebuah alat distilasi yang memiliki geometri satu sisi. Kaca penutup dimaksudkan agar dapat mentransfer radiasi ke bahan penyerap satu arah. Dalam penelitian ini besarnya alat yang dibuat berukuran $0,91 \text{ m}^2$, dengan kemiringan kaca penutup 15° . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

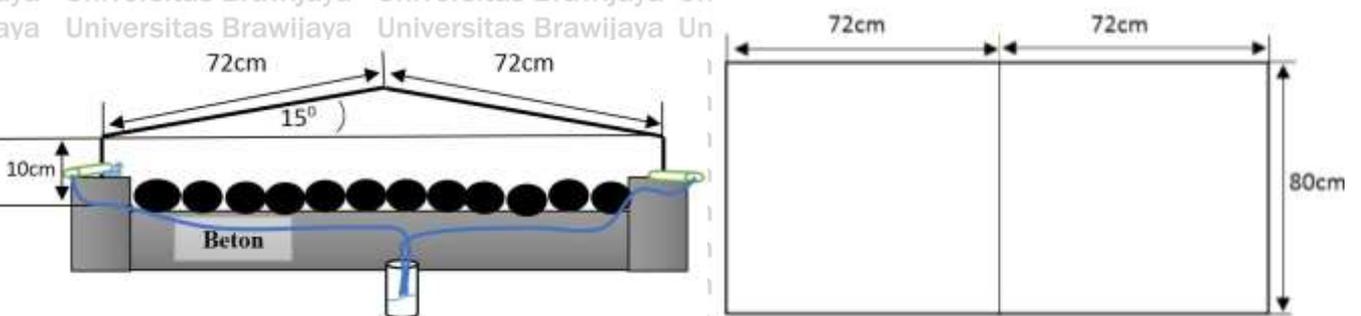


Gambar. 4.3. Kaca Penutup Satu Sisi.

• Geometri kaca penutup dua sisi simetris

Yang dimaksud dengan kaca penutup dua sisi yaitu kaca yang transparan dalam sebuah alat distilasi yang memiliki geometri dua sisi yang simetris. Tujuan dari kaca penutup dua sisi ini agar radiasi dihantarkan ke bahan penyerap melalui dua arah mengikuti arah matahari dan memanfaatkan radiasi matahari baur. Dalam penelitian ini

besarnya alat yang dibuat $0,91 \text{ m}^2$, dengan kemiringan kaca penutup 15° . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



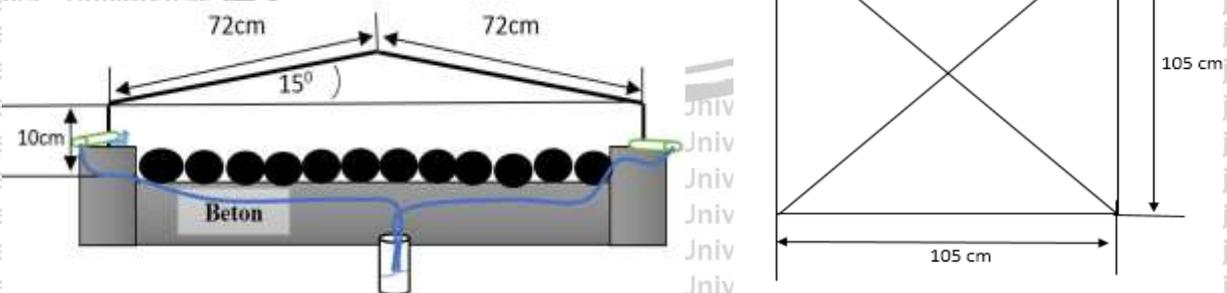
Tampak samping

Tampak atas

Gambar 4.4. Kaca Penutup Dua Sisi.

- Geometri kaca penutup berbentuk piramida

Yang dimaksud dengan kaca penutup berbentuk piramida yaitu kaca yang transparan dalam sebuah alat distilasi yang memiliki geometri empat sisi yang simetris. Tujuan dari kaca penutup berbentuk piramida ini adalah agar radiasi yang masuk ke bahan penyerap bisa dari segala arah. Dalam penelitian ini besarnya alat yang dibuat $0,91 \text{ m}^2$, dengan kemiringan kaca penutup 15° . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Tampak samping

Tampak atas



Gambar 4.5. Kaca Penutup Berbentuk Piramida.

4.3.2.2 Instrumen Pengukuran

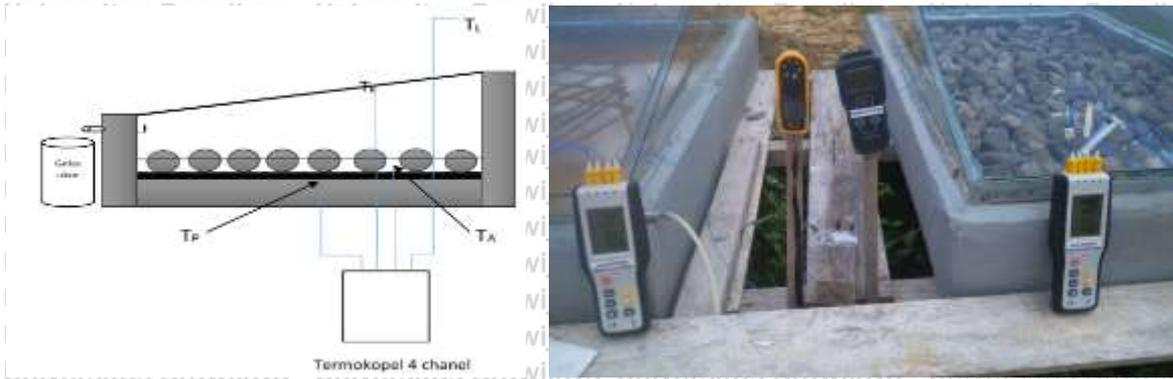
Instrumen penelitian digunakan untuk mengukur nilai variabel yang diteliti. Dengan demikian jumlah instrumen yang akan digunakan untuk penelitian tergantung pada jumlah variabel yang diteliti. Dalam penelitian ini ada beberapa yang harus diukur yaitu: temperatur bahan penyerap, temperatur lingkungan, temperatur kaca penyerap, temperatur air baku, debit kondensat, waktu pengambilan data, dan radiasi matahari.

1) Alat Ukur Temperatur

Untuk mengukur temperatur dalam penelitian maka diperlukan alat ukur. Alat ukur untuk mengetahui temperatur dalam penelitian ini menggunakan termokopel. Berikut gambar alat pengukuran temperatur dalam penelitian.



Gambar 4. 6. Termokopel 4 Chanel.



Gambar. 4.7. Pengukuran Temperatur Pada *Solar Still*.

Keterangan:

T_L = Temperatur Lingkungan

T_K = Temperatur kaca penutup

T_P = Temperatur pelat penyerap

T_A = Temperatur air

2) Alat Ukur Debit Kondensat

Untuk mengukur produksi air bersih hasil distilasi harus menggunakan alat ukur debit. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur produksi air bersih dalam penelitian ini menggunakan gelas ukur (Liter). Untuk pengukurannya akan dilakukan dalam rentang satu jam dalam satu hari penuh. Gelas ukur yang digunakan dalam pengambilan data harus sama.



Gambar. 4. 8. Gelas Ukur.

3) Alat Ukur Waktu Dalam Penelitian

Alat ukur waktu digunakan untuk mengatur waktu pengambilan data. Pengambilan data dilakukan setiap sepuluh menit dan dimulai pada jam 06.00 pagi hingga jam 19.00. alat ukur waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jam tangan.

4) Alat Ukur Radiasi Matahari

Alat ukur radiasi digunakan untuk mengetahui besarnya energi radiasi matahari pada saat penelitian. Alat ukur radiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Solar Power Meter*.



Gambar. 4.9. *Solar Power Meter*.

5) Alat Ukur Kecepatan Angin

Alat ukur kecepatan angin digunakan untuk mengetahui besarnya kecepatan angin pada saat penelitian. Kecepatan angin berpengaruh pada pendinginan kaca penutup untuk melakukan kondensasi. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dalam penelitian ini adalah Anemometer. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara memegang anemometer secara vertikal atau menaruhnya di atas penyangga. Angka kecepatan angin akan ditampilkan secara otomatis pada speedometer.



Gambar. 4. 10. Anemometer

4.3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian kegiatan yang dilaksanakan peneliti secara teratur dan sistematis dalam pengambilan data untuk mencapai tujuan-tujuan penelitian. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua tahap. Yang pertama mencari efisiensi bahan penyerap radiasi. Setelah mendapatkan hasil, maka penelitian dilanjutkan dengan mencari efisiensi kaca penutup dengan bahan penyerap yang memiliki tingkat efisiensi tinggi. Karena berhubungan dengan tingkat efisiensi, maka pengambilan data harus bersamaan.

1) Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini waktu pengambilan data dilakukan bersamaan. Adapun pengambilan data dilakukan mulai jam 06.00 hingga 19.00. Rentang pengambilan data dalam penelitian ini setiap 10 menit. Pengambilan data berdasarkan waktu dalam kondisi cerah.

2) Pengambilan Data

Pengambilan data dimulai pada pukul 06.00 sampai dengan pukul 19.00 WIB dalam kondisi cuaca cerah. Pengambilan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

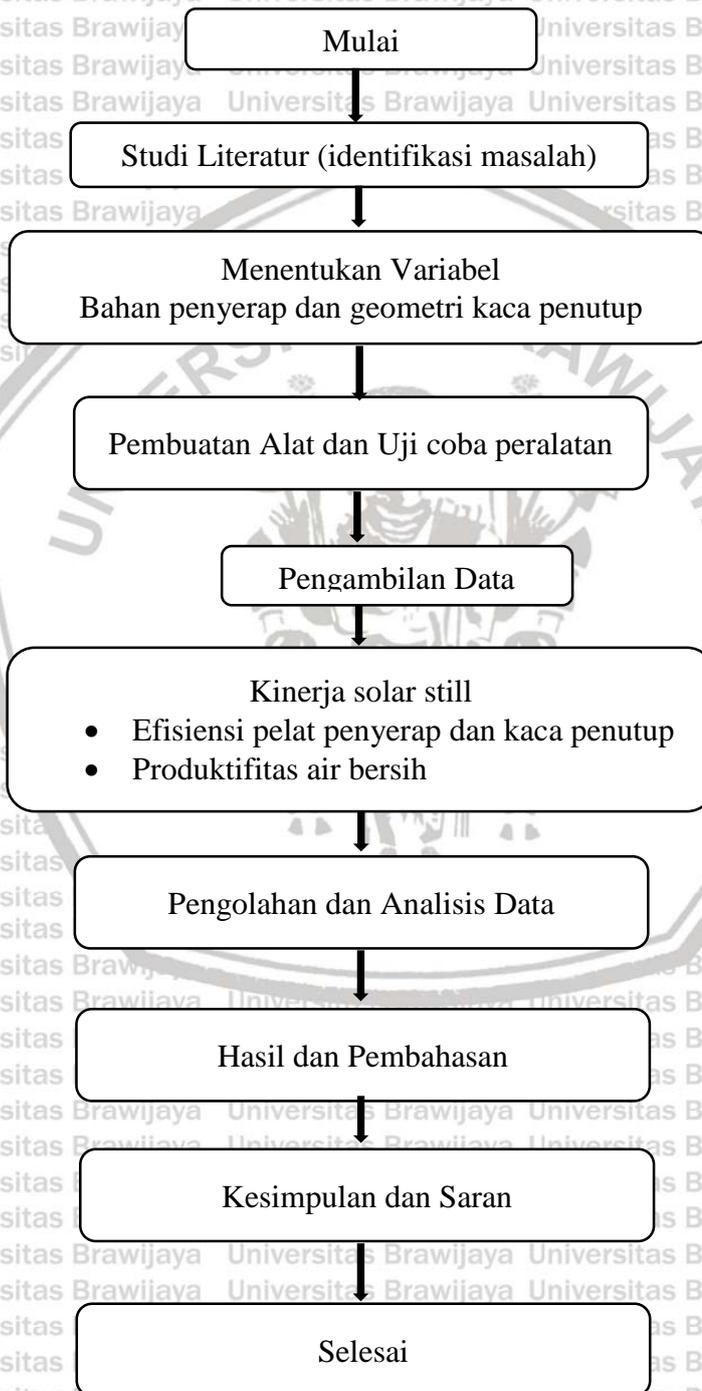
- Tahap pertama, untuk mencari efisiensi bahan penyerap dengan kaca penutup satu sisi. Dua buah alat distilasi diletakkan di bawah radiasi matahari secara langsung. Posisi dari alat tersebut diposisikan sesuai dengan arah matahari sesuai dengan posisi matahari di daerah Ngabang.
- Tahap kedua, untuk mencari efisiensi kaca penutup. Tiga buah alat distilasi diletakkan di bawah sinar radiasi matahari secara langsung secara bersamaan. Ketiga alat tersebut diposisikan sesuai dengan arah datangnya matahari.

3) Instrumen Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini melalui dua tahapan yaitu tahap pertama pengambilan data pelat penyerap radiasi matahari dengan model pelat penyerap dilapisi cat hitam dan pelat penyerap dilapisi dengan batu kerikil. Tahap kedua pengambilan data kaca penutup dengan model satu sisi, dua sisi simetris, dan kaca berbentuk piramida.

4.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam melakukan penelitian, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram alir dimaksudkan untuk menggambarkan rangkaian penelitian dari awal hingga akhir. Seluruh kegiatan penelitian dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar. 4.11. Diagram Alir Penelitian.

4.5 Analisis Data

Analisis data yaitu kegiatan yang dilakukan untuk mengolah data hasil dari penelitian menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan dalam mengambil kesimpulan. Setelah data didapatkan dari hasil pengujian, maka data diolah untuk menentukan efisiensi variasi dari pelat penyerap dan variasi geometri kaca penutup dalam menghasilkan air bersih. Adapun data yang diolah adalah sebagai berikut:

1. Temperatur air di dalam bak distilasi dihubungkan dengan tabel enthalpi penguapan, sehingga didapatkan nilai enthalpi penguapan (h_{fg}). Apabila nilai temperatur air tidak terdapat pada tabel uap, maka dalam mencari nilai enthalpi penguapan dapat menggunakan teknik interpolasi linear:

$$X = X_1 \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

2. Produksi air distilasi dalam bentuk liter kemudian dikonversi menjadi kg.
3. Rata-rata intensitas radiasi matahari (G_T) selama satu hari dalam satuan W/m^2 dikonversi menjadi radiasi matahari total dalam satuan MJ/m^2 dengan menggunakan persamaan:

$$G_s = \frac{t \times G_T}{1000000}$$

Dimana:

G_T = rata-rata intensitas radiasi matahari selama pengambilan data.

G_s = radiasi matahari total dalam satuan MJ/M^2 .

t = total waktu selama pengambilan data (detik).

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, langkah selanjutnya data dimasukkan ke dalam persamaan efisiensi *solar still* dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{q_e}{A \cdot G_T} = \frac{m_p \cdot h_{fg}}{A \cdot G_s}$$

Dimana:

M_p = massa produksi distilasi (kg)

h_{fg} = panas laten penguapan (kj/kg)

A = luas area (m^2)

G_T = rata-rata intensitas radiasi (W/m^2)

G_s = intensitas radiasi matahari total (MJ/m^2)

Panas laten penguapan (h_{fg}) adalah energi yang diperlukan untuk menguapkan air sebanyak 1 kg. Nilai panas laten bervariasi terhadap temperatur. Dalam menentukan panas laten penguapan digunakan tabel sifat air jenuh (uap-cair) : tabel temperatur (Michael J Moran, 462). Temperatur yang digunakan untuk menentukan nilai h_{fg} adalah temperatur air (T_A) yang ada di dalam bak distilasi. Apabila temperatur air di dalam bak distilasi tidak terdapat dalam tabel sifat air, maka diperlukan rumus interpolasi linear untuk mencari nilai panas laten penguapan.

4.5.1 Pengolahan Data Penelitian

Setelah semua data yang diperlukan untuk mencari efisiensi *solar still* didapatkan, maka langkah selanjutnya data dimasukkan ke dalam tabel. dari tabel kemudian dibuat hubungan dalam bentuk grafik dan diagram efisiensi *solar still*. grafik yang dibuat meliputi:

1. Tabel data dan hasil perhitungan efisiensi *Solar Still*.
2. Grafik Intensitas radiasi matahari total pada saat penelitian.
3. Hubungan Temperatur pelat penyerap pada pengujian variasi pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap radiasi matahari.
4. Hubungan Temperatur air baku pada pengujian variasi pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap radiasi matahari.
5. Hubungan Temperatur kaca penutup pada pengujian variasi pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap radiasi matahari.
6. Pengaruh pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap produksi air distilasi.
7. Diagram efisiensi *solar still*.

Dari data yang terdapat pada tabel dan disajikan dalam bentuk grafik, hasil dianalisa berdasarkan studi pustaka dengan menghubungkan variabel yang telah ditentukan, sehingga didapatkan pelat penyerap dan geometri kaca penutup yang mampu meningkatkan produktifitas air distilasi dan efisiensi *solar still*.

U

U

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap kinerja *solar still*. Parameter yang diambil dalam penelitian ini yaitu temperatur kaca penutup, temperatur air di dalam bak distilasi, temperatur pelat penyerap, temperatur lingkungan, intensitas radiasi matahari, dan kecepatan angin. Waktu penelitian dimulai pada jam 06.00 sampai jam 19.00, rentang waktu pengambilan data 10 menit. Pengambilan data untuk air hasil distilasi dilakukan setiap satu jam.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dua tahap. Tahap pertama penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pelat penyerap terhadap kinerja *solar still*. Dua variasi bahan pelat penyerap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beton dilapisi cat hitam dan beton dilapisi batu kerikil. Dari hasil penelitian didapatkan data bahwa bahan pelat penyerap dilapisi batu kerikil memiliki kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan bahan pelat penyerap yang dilapisi cat hitam yang selanjutnya akan digunakan untuk melanjutkan penelitian tahap kedua. Tahap kedua penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh geometri kaca penutup terhadap kinerja *solar still*. Dalam penelitian ini menggunakan tiga variasi kaca penutup yaitu, kaca penutup satu sisi, dua sisi simetris, dan kaca penutup bentuk piramida. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa geometri kaca penutup yang berbentuk piramida memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan kaca penutup satu sisi dan dua sisi simetris. Hasil penelitian ini akan dibahas secara detail dengan menghitung efisiensi *solar still* menggunakan rumus yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Data lengkap hasil penelitian dapat dilihat pada lampiran I dan lampiran II.

5.1.1 Perhitungan Efisiensi Solar Still

Perhitungan efisiensi *solar still* dalam penelitian ini menggunakan variasi pelat penyerap beton lapis cat hitam dan batu kerikil, variasi kaca penutup satu sisi, dua sisi simetris, dan kaca bentuk piramida dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Contoh perhitungan ini menggunakan data yang diambil pada tanggal 31 maret 2019 pada variasi bahan pelat penyerap yang dilapisi dengan batu kerikil.

2. Massa produksi distilasi dihitung selama penelitian dengan luasan pelat penyerap $0,91 \text{ m}^2$ sebagai berikut:

$$M_p = 3,64 \text{ (kg/m}^2 \cdot \text{hari)}.$$

3. Luas pelat penyerap = $P \times L = 130 \text{ cm} \times 70 \text{ cm} = 0,91 \text{ m}^2$.

4. Panas laten penguapan (hfg), dengan menggunakan teknik interpolasi linear dan berdasarkan tabel uap dengan temperatur air di dalam bak distilasi rata-rata per hari $46,3^\circ\text{C}$, maka didapatkan hfg:

$$X = X_1 \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

$$X = 2394,8 \text{ kJ/kg} \frac{(46,3^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C})}{(50^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C})} (2382,8 \text{ kJ/kg} - 2394,8 \text{ kJ/kg})$$

$$X = 2391,68 \text{ KJ/kg}.$$

5. Pengambilan data dilakukan selama 13 jam (t).

6. Rata-rata intensitas radiasi matahari (G_T) dalam Watt/m^2 selama satu hari sebesar $465,35 \text{ Watt/m}^2$.

7. Radiasi matahari total (G_s) dalam MJ/m^2 dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$G_s = \frac{t \times G_T}{1000000}$$

$$G_s = \frac{(13 \times 3600) \times 465,35 \text{ Watt/m}^2}{1000000}$$

$$G_s = \frac{46800 \times 465,35 \text{ Watt/m}^2}{1000000}$$

$$G_s = 21,77832 \text{ MJ/m}^2$$

$$G_s = 21778,32 \text{ KJ/m}^2$$

Berdasarkan data di atas, maka perhitungan efisiensi *solar still* dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{m_p \cdot h_{fg}}{A \cdot G_s} \times 100\%$$

Sehingga efisiensi dari *solar still* selama penelitian:

$$\eta = \frac{3,64 \text{ kg} \times 2391,68 \text{ kJ/kg}}{0,91 \text{ m}^2 \times 21778,32 \text{ kJ/m}^2} \times 100\% \\ = 43,93\%$$

Selanjutnya perhitungan dengan cara yang sama, data perhitungan dimasukkan ke dalam tabel 5.1 dan tabel 5.2.

Tabel 5.1. Data Dan Hasil Perhitungan Efisiensi Solar Still Dengan Variasi Bahan

Pelat Penyerap

variasi pelat penyerap	volum air baku (L)	Ave T.ling (°C)	Ave T.kaca (°C)	Ave T.pelat (°C)	Ave T.air (°C)	hfg (kj/kg)	P. Air D (kg)	Ave G_T (W/m ²)	Gs (KJ/m ²)	eff (%)
cat hitam	6	31,1	37,1	49,7	42,3	2401,23	2,42	465,35	21778,32	29,32
batu kerikil	6	31,1	38,3	52,5	46,3	2391,68	3,64	465,35	21778,32	43,93

Tabel 5.2. Data Dan Hasil Perhitungan Efisiensi Solar Still Dengan Variasi Geometri

Kaca Penutup.

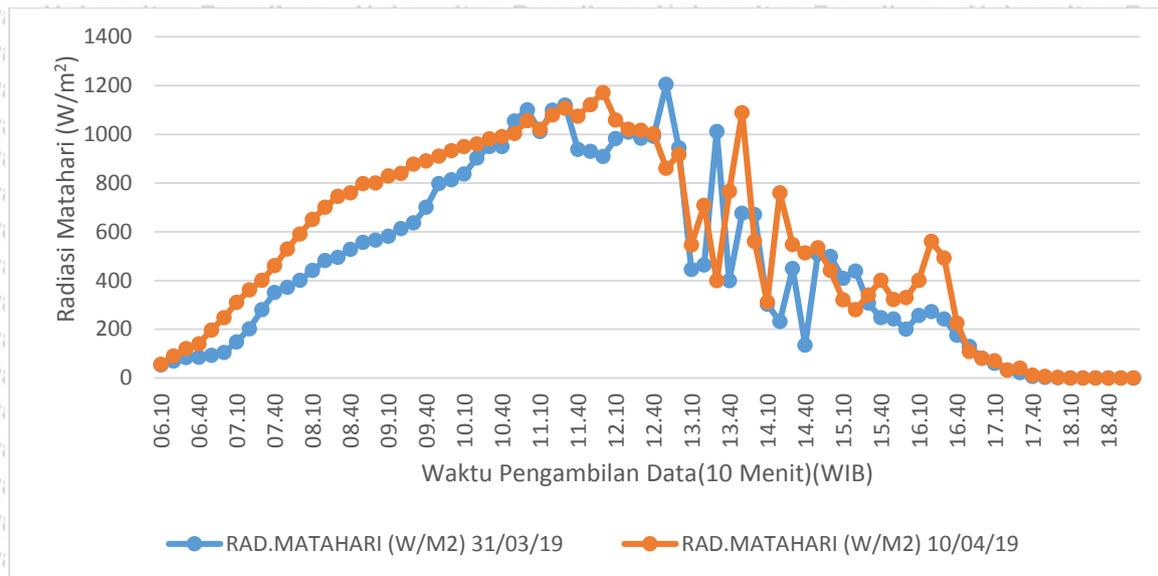
variasi kaca penutup	volum air baku (L)	Ave T.ling (°C)	Ave T.kaca (°C)	Ave T.pelat (°C)	Ave T.air (°C)	hfg (kj/kg)	P. Air D (kg)	Ave G_T (W/m ²)	Gs (KJ/m ²)	eff (%)
satu sisi	6	31,8	41,00	54,67	48,80	2391	4,35	549,3	25705,08	44,46
dua sisi	6	31,8	40,70	55,44	50,50	2381,5	4,5	549,3	25705,08	45,81
piramida	6	31,8	40,70	57,62	52,63	2376,388	4,75	549,3	25705,08	48,26

5.2 Hasil Pengumpulan Data

Pada saat penelitian, data-data yang diperlukan untuk menunjang perhitungan dalam penelitian dicatat pada blangko yang sudah disiapkan pada saat penelitian. Adapun data yang diambil pada saat penelitian meliputi: radiasi matahari, temperatur pelat penyerap, temperatur air di dalam bak distilasi, temperatur kaca penutup, temperatur lingkungan, dan produksi air distilasi. Data-data yang diperoleh pada saat penelitian akan diolah dan disajikan dalam bentuk grafik pada hasil penelitian. Sedangkan data mentah yang belum diolah dapat dilihat pada lampiran 1.

5.2.1 Intensitas Radiasi Matahari total

Radiasi matahari didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat ukur radiasi matahari yaitu *Solar Power Meter*. Adapun data radiasi matahari total selama penelitian dapat dilihat pada gambar 5.1 di bawah ini.

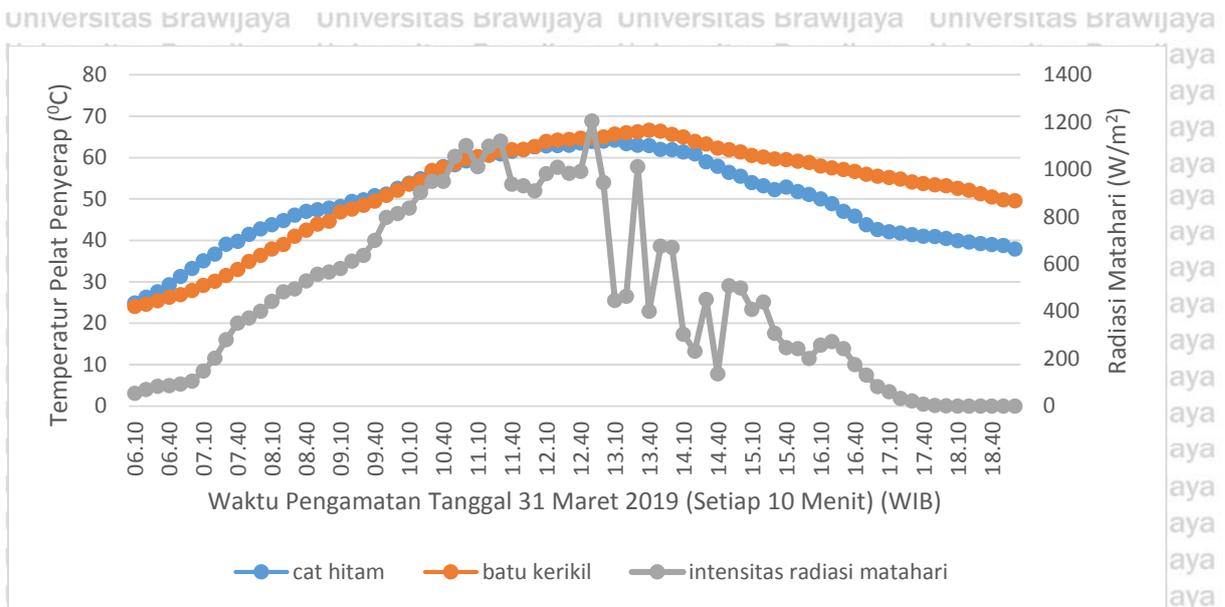


Gambar 5.1. Hubungan Intensitas Radiasi Matahari Total Terhadap waktu.

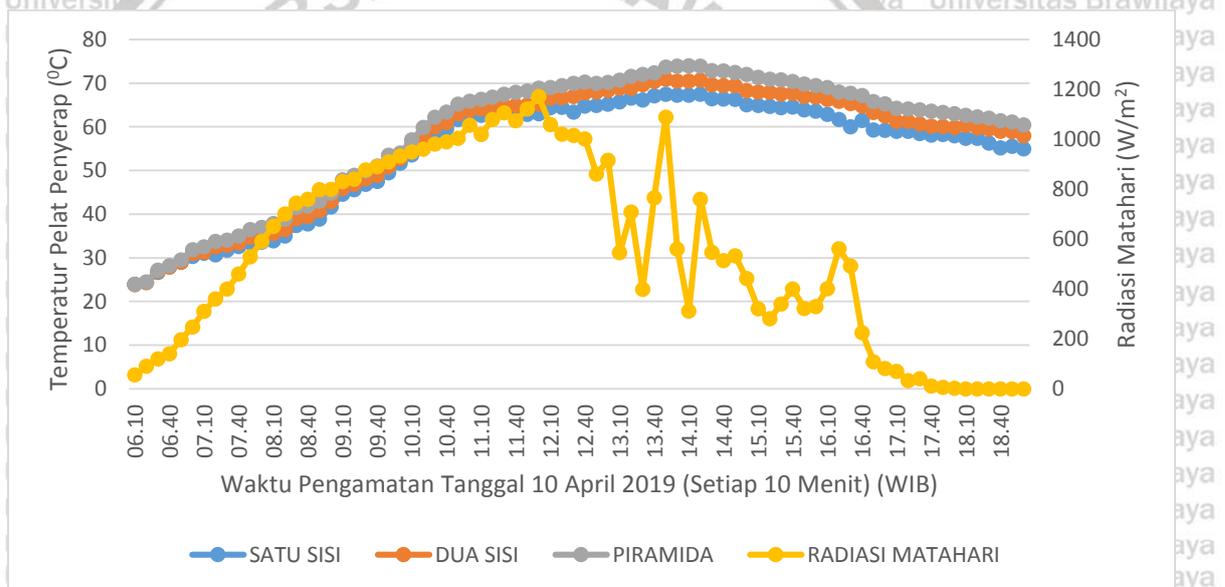
Besarnya radiasi matahari yang didapatkan pada saat penelitian bervariasi. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa pengambilan data pada tanggal 31 maret intensitas radiasi matahari lebih kecil dibandingkan intensitas radiasi matahari pada tanggal 10 april. Radiasi total pada pengamatan tanggal 31 maret 2019 sebesar 36297,2 watt/m² selama 13 jam dan radiasi total pada pengamatan tanggal 10 april 2019 sebesar 42841,8 watt/m² selama 13 jam.

5.2.2 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu

Temperatur pelat penyerap sangat berpengaruh terhadap air hasil distilasi. Hal ini dikarenakan temperatur pelat penyerap berfungsi sebagai pemanas air baku pada *solar still*. Temperatur pelat penyerap dipengaruhi oleh radiasi matahari. Hubungan temperatur bahan pelat penyerap dengan variasi beton dilapisi cat hitam dan beton dilapisi batu kerikil dapat dilihat pada gambar 5.2 dan 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.2. Hubungan Temperatur Pelat Penyerap (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019).



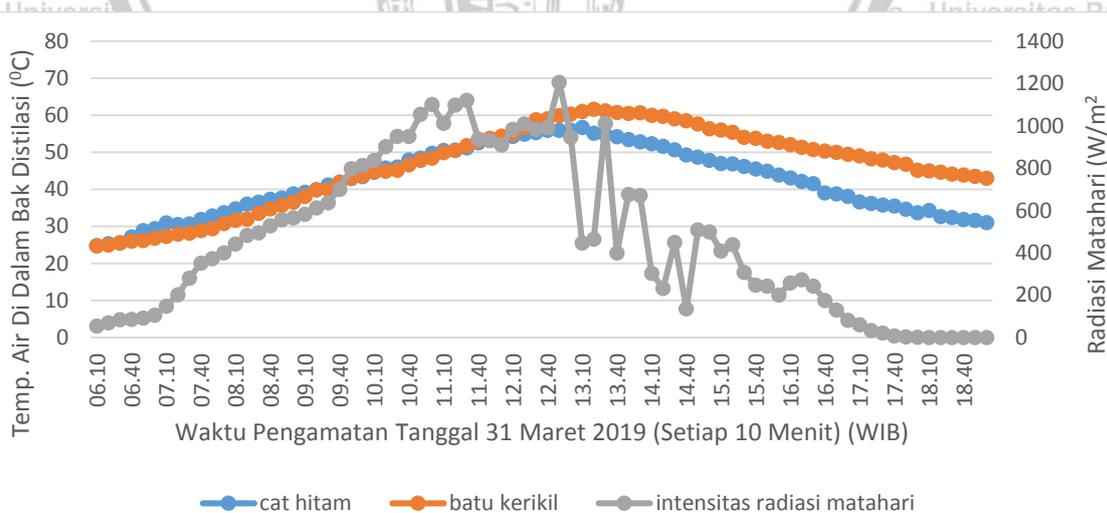
Gambar 5.3 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap (satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april 2019).

Pada gambar 5.2 menunjukkan bahwa temperatur pada kedua variasi pelat penyerap memiliki pola yang berbeda. Pada gambar 5.2 terlihat bahwa pada jam 06.20 sampai jam 10.10 temperatur pelat penyerap dilapisi cat hitam lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur yang dilapisi batu kerikil. Hal ini dipengaruhi oleh cat warna hitam yang memiliki nilai daya serap (absorpstansi) yang tinggi. Sedangkan pada jam 10.20 sampai jam 12.10 temperatur pelat penyerap dilapisi batu kerikil mulai menyamai temperatur cat hitam. Bahkan pada jam 12.50 hingga 19.00 temperatur batu kerikil sudah melewati temperatur

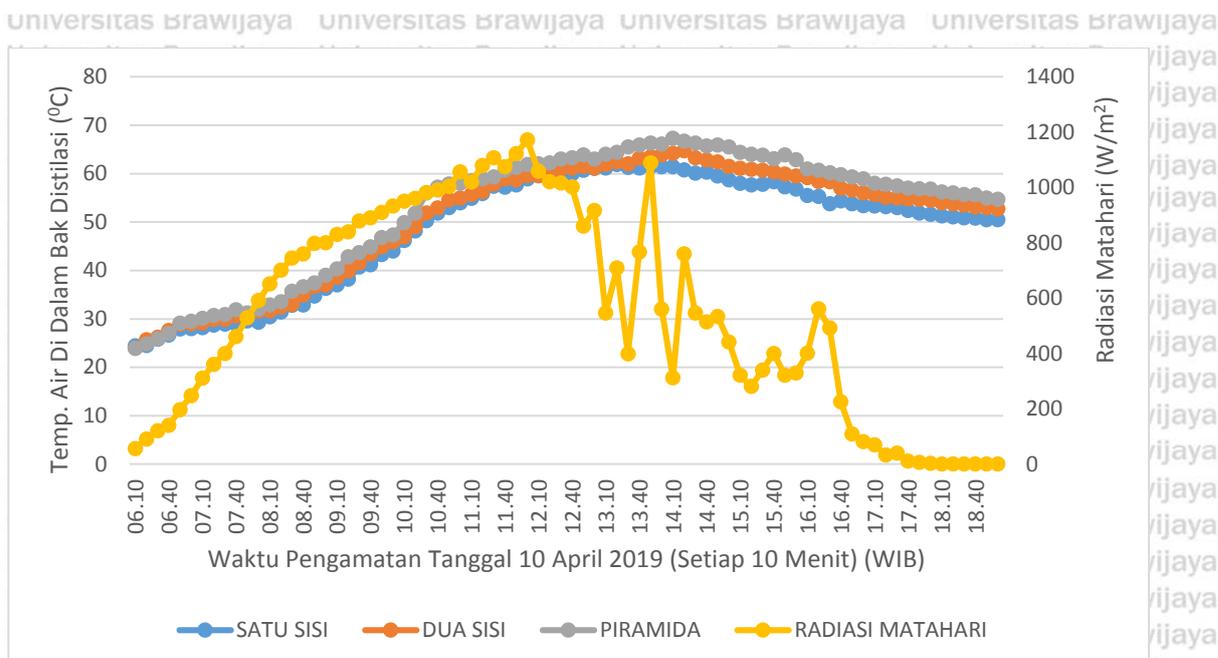
beton lapis cat hitam. Temperatur tertinggi pelat penyerap dilapisi dengan batu kerikil terdapat pada jam 13.40 yaitu sebesar $66,6^{\circ}\text{C}$, pada jam 19.00 temperatur pelat penyerap dilapisi batu kerikil sebesar $49,6^{\circ}\text{C}$. Sedangkan temperatur tertinggi pada pelat penyerap dilapisi cat hitam terdapat pada jam 13.10 sebesar $64,2^{\circ}\text{C}$, pada jam 19.00 temperatur pelat penyerap dilapisi cat hitam sebesar $37,9^{\circ}\text{C}$. Rata-rata temperatur pelat penyerap beton dilapisi cat hitam selama pengambilan data sebesar $45,7^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata temperatur pelat penyerap dilapisi batu kerikil sebesar $52,5^{\circ}\text{C}$.

Pengamatan temperatur pelat penyerap juga dilakukan pada variasi geometri kaca penutup. Pada gambar 5.3 terlihat bahwa ketiga pelat penyerap variasi kaca penutup memiliki temperatur yang tidak terlalu jauh berbeda. Jika dibandingkan, pelat penyerap yang memiliki temperatur paling tinggi adalah temperatur pelat penyerap dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida yaitu pada jam 14.10 sebesar 74°C , pada jam 19.00 sebesar $60,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan temperatur pelat penyerap pada geometri kaca penutup dua sisi terdapat pada jam 13.50 sebesar $70,9^{\circ}\text{C}$, pada jam 19.00 sebesar 58°C dan temperatur pelat penyerap pada geometri kaca penutup satu sisi temperatur paling tinggi pada jam 13.50 sebesar $67,5^{\circ}\text{C}$, pada jam 19.00 sebesar 55°C . Rata-rata temperatur pelat penyerap kaca penutup satu sisi selama pengambilan data sebesar $54,67^{\circ}\text{C}$, rata-rata temperatur pelat penyerap kaca penutup dua sisi sebesar $55,44^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata temperatur pelat penyerap kaca penutup piramida sebesar $57,62^{\circ}\text{C}$.

5.2.3 Hubungan Temperatur Air Di Dalam Bak Distilasi Terhadap Radiasi Matahari



Gambar 5.4. Hubungan Temperatur air di Dalam Bak Distilasi (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019).



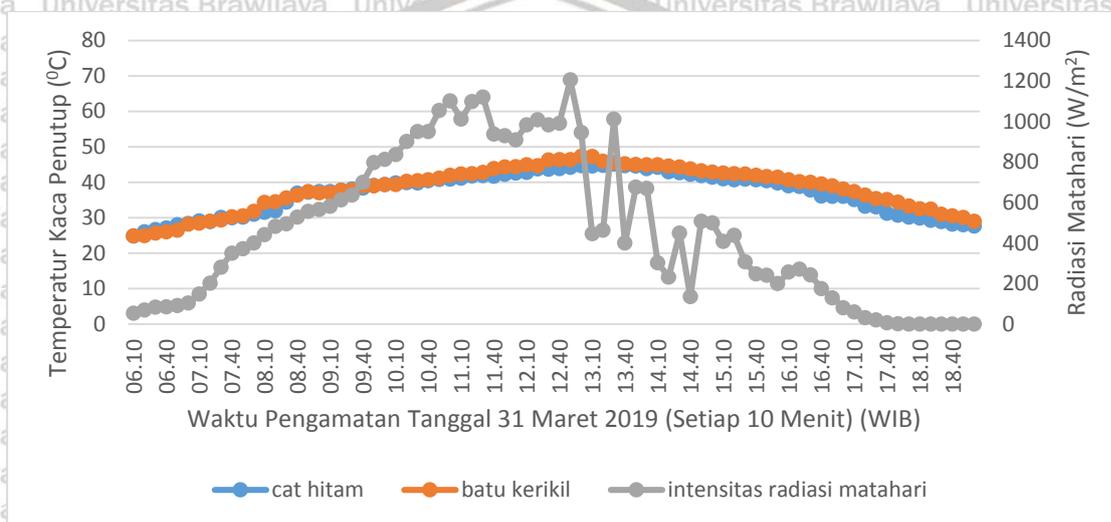
Gambar 5.5. Hubungan Temperatur air di Dalam Bak Distilasi variasi kaca penutup (satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april 2019)

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa temperatur air pada kedua bak distilasi relatif berbeda. Pada pukul 06.10 hingga jam 09.40 temperatur air pada bak distilasi dilapisi cat hitam sedikit lebih tinggi dibandingkan temperatur air yang dilapisi batu kerikil. Sedangkan pada jam 09.40 hingga jam 12.10 temperatur air pada batu kerikil sudah dapat menyamai temperatur air pada cat hitam. Sedangkan pada jam 12.20 hingga jam 19.00 temperatur air pada pelat penyerap batu kerikil sudah dapat melampaui temperatur pelat penyerap dilapisi cat hitam. Temperatur air tertinggi terdapat pada pelat penyerap dilapisi batu kerikil yaitu sebesar $61,6^{\circ}\text{C}$ pada jam 13.20, pada akhir penelitian yaitu jam 19.00 temperatur air sebesar 43°C . Sedangkan temperatur tertinggi pada pelat penyerap dilapisi cat hitam terdapat pada jam 13.10 yaitu sebesar $56,7^{\circ}\text{C}$ dan pada jam 19.00 sebesar 31°C . Rata-rata temperatur air beton dilapisi cat hitam selama pengambilan data sebesar $42,3^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata temperatur air pelat penyerap dilapisi batu kerikil sebesar $46,3^{\circ}\text{C}$.

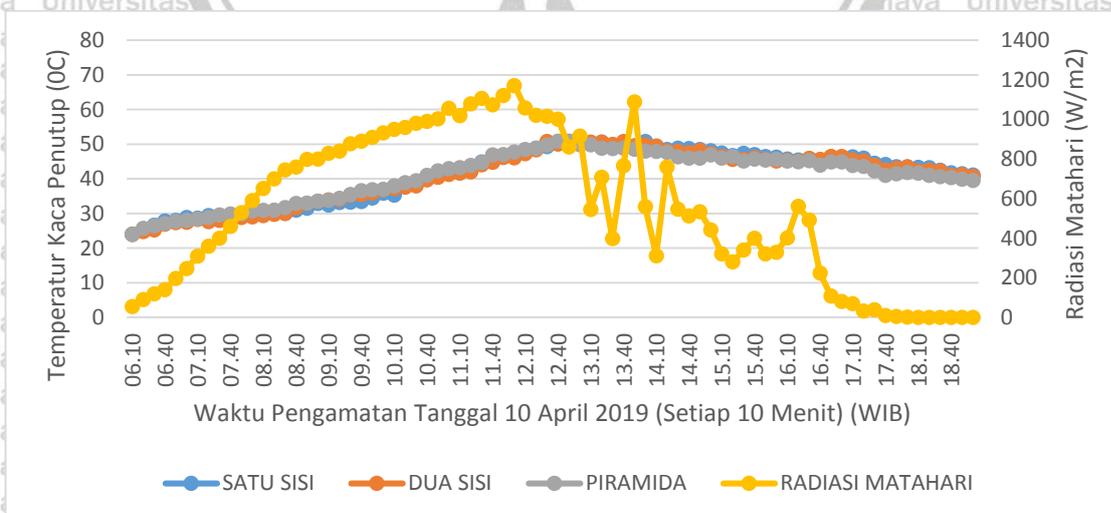
Temperatur air dalam bak distilasi pada penelitian *solar still* variasi kaca penutup memiliki pola yang hampir sama. Kondisi ini terlihat pada gambar 5.5 yang menunjukkan bahwa temperatur air di dalam ketiga bak distilasi variasi kaca penutup mengalami peningkatan dari jam 06.10 hingga jam 14.10. temperatur air mulai mengalami penurunan pada pukul 14.20 hingga 19.00. hal ini disebabkan oleh turunnya temperatur pelat penyerap yang disebabkan oleh turunnya intensitas radiasi matahari. Temperatur air pada kaca penutup berbentuk piramida sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur pada kedua variasi

kaca penutup. Sedangkan temperatur air pada kaca penutup dua sisi simetris lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur air pada kaca penutup satu sisi. Perbedaan temperatur ini dipengaruhi oleh perbedaan geometri kaca penutup yang berfungsi untuk mentransmisikan radiasi matahari menuju batu kerikil sehingga temperatur batu kerikil yang terdapat pada masing-masing *solar still* dengan variasi kaca penutup sedikit berbeda. Rata-rata temperatur air kaca penutup satu sisi selama pengambilan data sebesar $48,80^{\circ}\text{C}$, rata-rata temperatur air kaca penutup dua sisi sebesar $50,50^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata temperatur air kaca penutup piramida sebesar $52,63^{\circ}\text{C}$

5.2.4 Hubungan Temperatur Kaca Penutup Terhadap Radiasi Matahari



Gambar 5.6. Hubungan Temperatur kaca penutup *solar still* (Variasi Cat Hitam Dan Batu Kerikil) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (31 maret 2019)



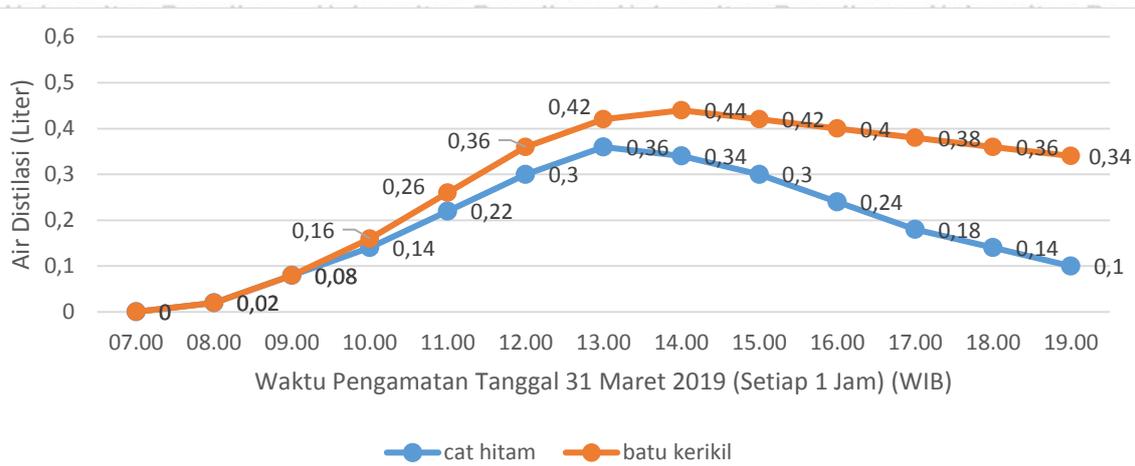
Gambar 5.7. Hubungan Temperatur kaca penutup *solar still* (variasi satu sisi, dua sisi, piramida) Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu (10 april 2019)

Gambar 5.6 menunjukkan bahwa temperatur kaca penutup *solar still* dengan variasi pelat penyerap lapis cat hitam dan lapis batu kerikil mengalami perbedaan temperatur yang tidak terlalu signifikan dan memiliki pola yang relatif sama. Pada gambar 5.6 terlihat bahwa temperatur mengalami peningkatan dari jam 06.10 hingga jam 13.10 seiring dengan meningkatnya radiasi matahari maka temperatur kaca penutup juga ikut meningkat. Temperatur pada kedua kaca penutup mengalami penurunan temperatur dimulai pada jam 13.20 hingga jam 19.00. Temperatur kaca penutup pada pelat penyerap batu kerikil sedikit lebih tinggi dibandingkan temperatur kaca penutup pada pelat penyerap dilapisi cat hitam. Rata-rata temperatur kaca penutup beton dilapisi cat hitam selama pengambilan data sebesar $37,1^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata temperatur kaca penutup pelat penyerap dilapisi batu kerikil sebesar $38,3^{\circ}\text{C}$.

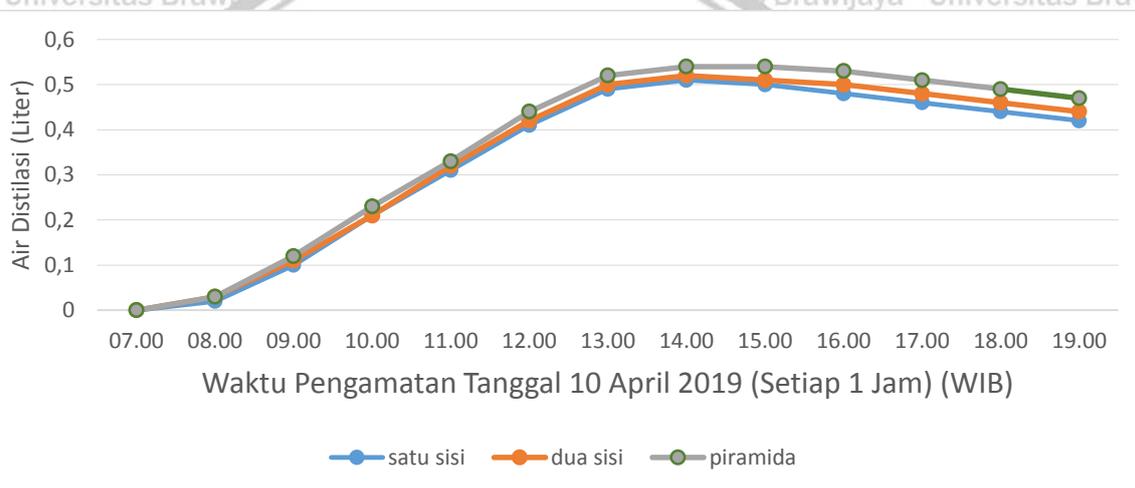
Gambar 5.7 menunjukkan bahwa meningkatnya temperatur pada ketiga kaca penutup dipengaruhi oleh meningkatnya radiasi matahari yang diserap pada saat penelitian. Perbedaan temperatur pada ketiga kaca penutup tidak terlalu signifikan. Temperatur tertinggi pada kaca penutup berbentuk piramida yaitu sebesar $50,9^{\circ}\text{C}$ pada jam 12.40 dan kaca penutup dua sisi dengan temperatur yang sama dengan piramida sebesar $50,9^{\circ}\text{C}$ pada jam 13.00 dan temperatur kaca penutup satu sisi memiliki temperatur $50,9^{\circ}\text{C}$ pada jam 12.50. Jika dirata-ratakan dalam waktu satu hari temperatur kaca penutup berbentuk piramida sebesar $40,7^{\circ}\text{C}$, temperatur kaca penutup dua sisi simetris sebesar $40,7^{\circ}\text{C}$, dan temperatur kaca penutup satu sisi sebesar $41,0^{\circ}\text{C}$. Dapat disimpulkan bahwa temperatur kaca penutup satu sisi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan dua kaca penutup lainnya.

5.2.5 Pengaruh Bahan Pelat Penyerap dan Geometri Kaca Penutup Terhadap Produktifitas Air distilasi

Dalam penelitian ini peneliti memvariasikan bahan pelat penyerap dan geometri kaca penutup. Variasi bahan pelat penyerap bertujuan untuk memaksimalkan daya serap radiasi matahari pelat penyerap yang berakibat pada meningkatnya produktifitas air distilasi. Sedangkan variasi geometri kaca penutup bertujuan untuk memaksimalkan masuknya radiasi matahari langsung dan radiasi matahari baur dari pagi hari hingga sore dari segala penjuru yang berakibat pada produktifitas air distilasi. Pengaruh variasi pelat penyerap dan variasi geometri kaca penutup terhadap produktifitas air distilasi pada *solar still* dapat dilihat pada gambar 5.8 dan gambar 5.9 di bawah ini.



Gambar 5.8. Pengaruh variasi Bahan Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi (31 maret 2019).



Gambar 5.9. Pengaruh variasi kaca penutup (satu sisi, dua sisi, piramida) terhadap produktifitas air distilasi (10 april 2019).

Bahan pelat penyerap memiliki pengaruh yang besar terhadap produktifitas air distilasi.

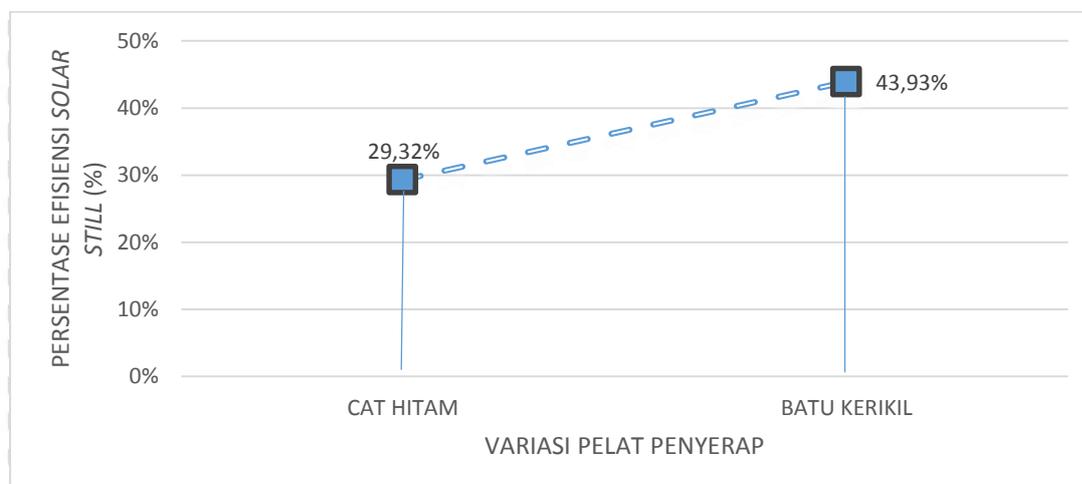
Gambar 5.8 menunjukkan bahwa produktifitas air distilasi paling banyak dihasilkan oleh pelat penyerap yang dilapisi dengan batu kerikil. Pada jam 07.00 kedua variasi pelat penyerap belum menghasilkan air distilasi. Hal ini disebabkan oleh temperatur pada kedua pelat penyerap masih rendah karena intensitas radiasi matahari pada pagi hari belum tinggi. Dari jam 07.00 sampai jam 09.00 *solar still* baru dapat menghasilkan air distilasi dengan hasil yang sama. Perbedaan hasil distilasi mulai terlihat pada jam 10.00 hingga terakhir pengambilan data jam 19.00. Hasil air distilasi tertinggi pada pelat penyerap dilapisi dengan cat hitam terdapat pada jam 13.00 yaitu sebanyak 0,36 liter dan pada jam 19.00 sebanyak 0,1 liter. Sedangkan pada pelat penyerap dilapisi dengan batu kerikil hasil air distilasi paling tinggi didapatkan pada jam 14.00 yaitu sebanyak 0,44 dan jam 19.00 sebanyak 0,34. Dari

gambar dan pemaparan di atas terlihat bahwa pelat penyerap yang menghasilkan air distilasi tertinggi adalah pelat penyerap beton dilapisi dengan batu kerikil dengan total air distilasi selama pengambilan data 13 jam dari jam 06.00 sampai jam 19.00 sebanyak 3,64 liter. Sedangkan pelat penyerap dilapisi dengan cat hitam menghasilkan air distilasi selama proses pengambilan data yaitu sebanyak 2,42 liter.

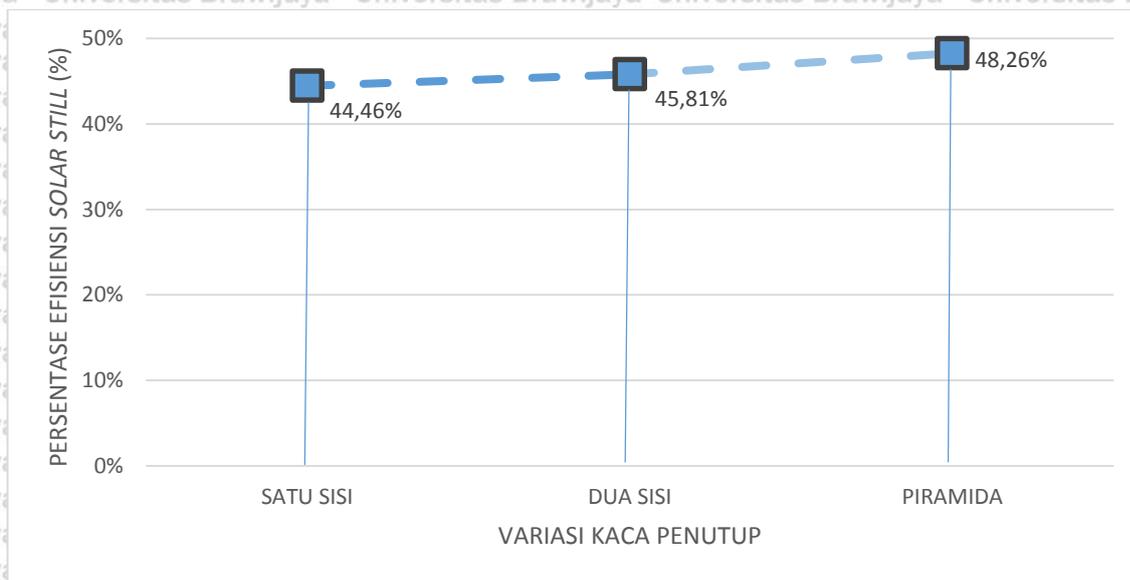
Variasi kaca penutup juga memiliki pengaruh dalam produktifitas air distilasi. Gambar 5.9 menunjukkan bahwa variasi kaca penutup berbentuk piramida memiliki jumlah produktifitas paling besar diantara kedua variasi kaca penutup satu sisi dan dua sisi. Pada jam 07.00 sampai jam 11.00 produktifitas air distilasi memiliki pola yang sama. Pada jam 12.00 hingga jam 19.00 produktifitas ketiga variasi kaca penutup sudah memiliki pola yang berbeda. Dari gambar di atas yang paling banyak memproduksi air distilasi adalah *solar still* dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida dengan total air distilasi selama pengambilan data 13 jam dari jam 06.00 sampai jam 19.00 sebanyak 4,75 liter. Sedangkan *solar still* dengan variasi kaca penutup dua sisi simetris menghasilkan air distilasi selama proses pengambilan data yaitu sebesar 4,5 liter, dan *solar still* dengan variasi kaca penutup satu sisi menghasilkan air distilasi sebanyak 4,35 liter.

5.2.6 Efisiensi Solar Still

Efisiensi *solar still* adalah kemampuan *solar still* dalam menghasilkan air bersih. Efisiensi *solar still* merupakan perbandingan antara total energi panas yang terserap oleh air baku dengan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh *solar still* melalui luasan permukaan pelat penyerap. Efisiensi *solar still* dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.10 dan gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.10. Efisiensi Solar Still Pada Pelat Penyerap (Beton Lapis Cat Hitam Dan Beton Lapis Batu Kerikil). Pengambilan Data Pada Tanggal 31 Maret 2019.



Gambar 5.11. Efisiensi *Solar Still* Pada Variasi Kaca Penutup (Satu Sisi, Dua Sisi, Piramida) Pengambilan Data Pada Tanggal 10 April 2019.

Perbedaan efisiensi *solar still* antara pelat penyerap dilapisi cat hitam dan pelat penyerap dilapisi batu kerikil terlihat pada gambar 5.10. Pada pengujian ini *solar still* dari kedua variasi pelat penyerap menghasilkan efisiensi yang berbeda. Gambar 5.10 menunjukkan bahwa pelat penyerap dilapisi batu kerikil memiliki efisiensi yang lebih tinggi 14,61% dibandingkan dengan pelat penyerap dilapisi cat hitam. Pelat penyerap dilapisi batu kerikil memiliki efisiensi sebesar 43,93% sedangkan pelat penyerap dilapisi cat hitam memiliki efisiensi sebesar 29,32%. Artinya, pelat penyerap dilapisi batu kerikil mampu meningkatkan produktifitas air distilasi dengan baik dibandingkan dengan pelat penyerap yang dilapisi dengan cat hitam.

Efisiensi *solar still* merupakan kemampuan alat distilasi untuk menghasilkan produk distilasi yang berupa kondensat. Setelah melakukan penelitian dengan memvariasikan bahan pelat penyerap, maka tahapan selanjutnya dengan memvariasikan kaca penutup dengan menggunakan pelat penyerap yang memiliki efisiensi tinggi yaitu beton yang dilapisi batu kerikil. Gambar 5.11 di atas menunjukkan bahwa efisiensi *solar still* yang menggunakan kaca penutup berbentuk piramida yang dilapisi batu kerikil lebih besar dibandingkan dengan variasi kaca penutup dua sisi dan kaca penutup satu sisi. Variasi kaca penutup piramida memiliki efisiensi sebesar 48,26%, kaca penutup dua sisi simetris memiliki efisiensi sebesar 45,81%, sedangkan variasi kaca penutup memiliki efisiensi paling rendah yaitu sebesar 44,46%. Artinya variasi kaca penutup bentuk piramida memiliki efisiensi 2,45% lebih tinggi

dibandingkan efisiensi variasi kaca penutup dua sisi, dan 3,8% lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kaca penutup satu sisi.

5.2.7 Kualitas Air Dalam Proses Distilasi

Sebelum melakukan penelitian, kandungan yang terdapat pada air sumur bor diuji terlebih dahulu. Pengujian dilakukan guna untuk mengetahui kadar kandungan yang terdapat pada air sumur bor. Setelah mendapatkan kadar kandungan yang tidak sesuai dengan peraturan menteri kesehatan tentang kualitas air minum, selanjutnya dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memisahkan kandungan yang tidak memenuhi kualifikasi air minum dengan cara distilasi menggunakan tenaga matahari. Uji sampel dilakukan di Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya. Untuk lebih jelasnya kandungan sebelum penelitian dan sesudah penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel. 5.3. Kualitas Air Dalam Proses Distilasi

No	Parameter Pengujian	Hasil Analisis Sebelum Proses Distilasi		Hasil Analisis Setelah Proses Distilasi		Standar Maksimal Peraturan Menteri Kesehatan	
		Kadar	Satuan	Kadar	Satuan	Kadar	Satuan
1	Fe	0,98 ± 0,00	Mg/L	0,09 ± 0,00	Mg/L	0,3 ± 0,00	Mg/L
2	Mn	0,31 ± 0,00	Mg/L	0,04 ± 0,00	Mg/L	0,4 ± 0,00	Mg/L
3	Pb	Tidak terdeteksi	Mg/L	Tidak terdeteksi	Mg/L	0,01 ± 0,00	Mg/L
4	pH	6,23 ± 0,00	-	6,70 ± 0,00	-	6,5-8,5	

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan setelah dilakukan proses distilasi. Pada kadar besi (Fe) yang semula 0,98 mg/l turun menjadi 0,09 mg/l, kadar mangan (Mg) semula 0,31 mg/l menjadi 0,04 mg/l setelah dilakukan proses distilasi. Dapat disimpulkan bahwa proses distilasi menggunakan tenaga matahari dapat digunakan untuk memisahkan air yang mempunyai kandungan berbahaya. Data hasil pengujian dapat dilihat pada bagian lampiran.

5.3 Pembahasan

Besarnya intensitas radiasi matahari pada saat pengambilan data selama dua hari memiliki pola yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh kondisi udara yang berbeda pada saat

pengambilan data. Secara umum peningkatan radiasi matahari pada saat matahari mulai terbit yaitu pukul 06.10 hingga pukul 12.10 naik secara perlahan dengan pola yang hampir sama. Setelah matahari mulai terbenam radiasi matahari yang diterima mulai mengalami penurunan. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa penurunan radiasi matahari tidak teratur. Hal ini disebabkan oleh kondisi matahari yang terhalang oleh tumpukan-tumpukan awan yang ada di udara sehingga radiasi yang sampai dipermukaan bumi tidak maksimal. Fenomena ini dikarenakan tempat penelitian masih dalam lintasan ekuator sehingga menyebabkan proses penguapan air di permukaan tanah cepat menguap dan membentuk gumpalan-gumpalan awan di udara yang menghalangi radiasi matahari sampai ke permukaan tanah. Seperti yang terlihat pada gambar 5.1, pada pukul 13.00 hingga pukul 19.00, besarnya radiasi matahari yang sampai di permukaan tanah tidak teratur. Besarnya radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi dibagi menjadi dua komponen yaitu radiasi langsung dan radiasi baur. Radiasi langsung yaitu radiasi yang dipancarkan langsung dari matahari sehingga berpengaruh terhadap sudut datangnya matahari. Sedangkan radiasi baur merupakan radiasi matahari yang dipantulkan oleh partikel, debu dan butiran-butiran air di udara sehingga meskipun tidak mendapatkan radiasi matahari langsung, sistem pengoperasian *solar still* masih bisa memanfaatkan radiasi matahari baur. Proses evaporasi terjadi saat temperatur air pada *solar still* meningkat. Meningkatnya temperatur air disebabkan oleh besarnya radiasi matahari yang diserap oleh *solar still*. Besarnya intensitas radiasi matahari yang diserap sangat berpengaruh terhadap banyaknya produksi air distilasi dan besarnya efisiensi *solar still*. Hal ini senada dengan pemikiran Mitra Anggara (2016) yang mengatakan bahwa semakin besar intensitas radiasi matahari yang diserap oleh pelat penyerap menunjukkan semakin besar energi yang diterima oleh pelat penyerap yang digunakan untuk menguapkan air di dalam bak distilasi sehingga peningkatan intensitas radiasi dapat meningkatkan produksi air distilasi dan dapat meningkatkan efisiensi *solar still*.

Selain intensitas radiasi matahari, bahan pelat penyerap juga berpengaruh dalam meningkatkan kinerja *solar still*. Secara umum, gambar 5.2 menunjukkan bahwa bahan pelat penyerap mempengaruhi daya serap radiasi matahari. Seiring dengan turunnya intensitas radiasi matahari, maka kedua variasi bahan pelat penyerap juga mengalami penurunan. Namun beton dilapisi cat hitam lebih cepat mengalami penurunan dibandingkan dengan batu kerikil yang relatif dapat mempertahankan temperatur dan mengalami penurunan yang relatif lambat. Hal ini terlihat pada akhir pengambilan data yang memiliki perbedaan temperatur yang signifikan. Fenomena ini dikarenakan dari posisi batu kerikil yang sebagian permukaannya tidak terkena air di dalam bak sehingga panas matahari yang diserap dapat

tersimpan lama dan dapat mentransfer panas dengan baik ke air distilasi. Panas yang disimpan oleh batu kerikil juga mengakibatkan merambatnya air ke permukaan batu kerikil, sehingga pada temperatur tertentu air akan mengalami penguapan secara terus menerus hingga temperatur pada batu kerikil mengalami penurunan dan menyamai temperatur air di dalam bak distilasi. Berbeda dengan batu kerikil, posisi cat hitam di bawah permukaan air baku dapat menyerap panas dengan cepat namun juga dapat melepas panas dengan cepat sehingga pemanasan air baku kurang maksimal terutama pada saat matahari terbenam. Fenomena ini dipengaruhi oleh posisi bahan penyerap dilapisi cat hitam yang terendam air baku sehingga pada saat radiasi matahari mengalami penurunan temperatur pelat penyerap lapis cat hitam juga mengalami penurunan yang relatif cepat dibandingkan dengan batu kerikil. Kondisi yang terjadi pada bahan penyerap yang dilapisi cat hitam mengakibatkan kinerja *solar still* kurang maksimal dibandingkan dengan bahan pelat penyerap dilapisi batu kerikil. Fenomena ini sejalan dengan pernyataan Sudjito (2015:212) yang menyatakan bahwa pemilihan bahan pelat penyerap (α) maksimal sangat mempengaruhi efisiensi *solar still*, namun pada operasi *solar still* permukaan pelat penyerap tertutup oleh air di dalam bak dan terutama tertutup oleh kotoran yang tertinggal yang menyebabkan berkurangnya sifat koefisien penyerapan pada pelat penyerap.

Pengamatan temperatur pelat penyerap juga dilakukan pada variasi geometri kaca penutup. Pada gambar 5.3 terlihat bahwa ketiga pelat penyerap variasi kaca penutup memiliki temperatur yang berbeda. Jika dibandingkan, pelat penyerap yang memiliki temperatur paling tinggi adalah temperatur pelat penyerap dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida. Selain menerima radiasi matahari langsung, kolektor juga menerima radiasi matahari baur. Tingginya temperatur yang ada pada pelat penyerap dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida dikarenakan kaca penutup bentuk piramida dapat memanfaatkan dan mentransmisikan radiasi matahari baur dari segala penjuru arah. Hal senada juga dikemukakan oleh Sudjito (2015) bahwa kondisi langit dengan awan tipis dan merata di seluruh permukaannya (isotropik), arah radiasi baur dapat dianggap berasal secara merata dari semua arah di permukaan langit. Dwivedi & Tiwari (2009) juga mengatakan bahwa *pyramid solar still* dapat menerima radiasi matahari dari segala posisi. Selain efisiensi transmisifitasnya, radiasi matahari yang diterima oleh pelat penyerap juga tidak terhalang oleh dinding *solar still* sehingga bayangan dari dinding *solar still* lebih kecil. Pelat penyerap variasi kaca penutup dua sisi hanya menerima radiasi matahari baur dari dua arah yaitu dari arah datangnya matahari dan terbenamnya matahari. Sedangkan pelat penyerap satu sisi hanya menerima radiasi matahari satu arah sehingga pada saat matahari terbenam sebagian

pelat penyerap tidak terkena radiasi matahari dikarenakan radiasi matahari sudah terhalang oleh dinding *solar still*. Fenomena ini akan berdampak pada produktivitas air distilasi dan efisiensi *solar still*. Temperatur pelat penyerap sangat berperan dalam menghasilkan air distilasi, semakin tinggi temperatur pelat penyerap maka semakin tinggi pula temperatur air di dalam bak distilasi, sehingga dengan tingginya temperatur air di dalam bak distilasi akan mempercepat proses penguapan.

Seiring dengan meningkatnya temperatur pelat penyerap, maka akan mempengaruhi temperatur air di dalam bak distilasi. Perpindahan panas akan terjadi dari pelat penyerap ke air baku, sehingga temperatur air baku akan meningkat. Fenomena ini disebabkan oleh koefisien daya serap pelat penyerap terhadap radiasi matahari seperti yang telah dibahas pada gambar 5.2. Pada fenomena ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pelat penyerap, maka semakin cepat proses perpindahan panas dari pelat penyerap ke air di dalam bak distilasi. Sehingga semakin tinggi temperatur air di dalam bak distilasi, maka proses penguapan akan semakin cepat.

Proses penguapan air pada *solar still* terjadi karena kecilnya massa jenis air akibat dari temperatur air yang meningkat. Air akan menjadi uap air dan menempel pada kaca penutup *solar still* yang didesain pada kemiringan 15° . Karena adanya perbedaan temperatur di atas permukaan kaca penutup yang disebabkan oleh temperatur lingkungan dan udara yang mengalir, maka uap air yang membentuk butiran-butiran air dan menempel pada kaca penutup akan mengalami proses kondensasi. Sehingga karena kemiringan kaca penutup, maka air kondensat akan mengalir dari kemiringan atas ke kemiringan bawah kaca penutup. Dari proses ini air kondensat akan disalurkan ke dalam wadah penampungan air distilasi melalui saluran yang telah dibuat di dalam bak distilasi.

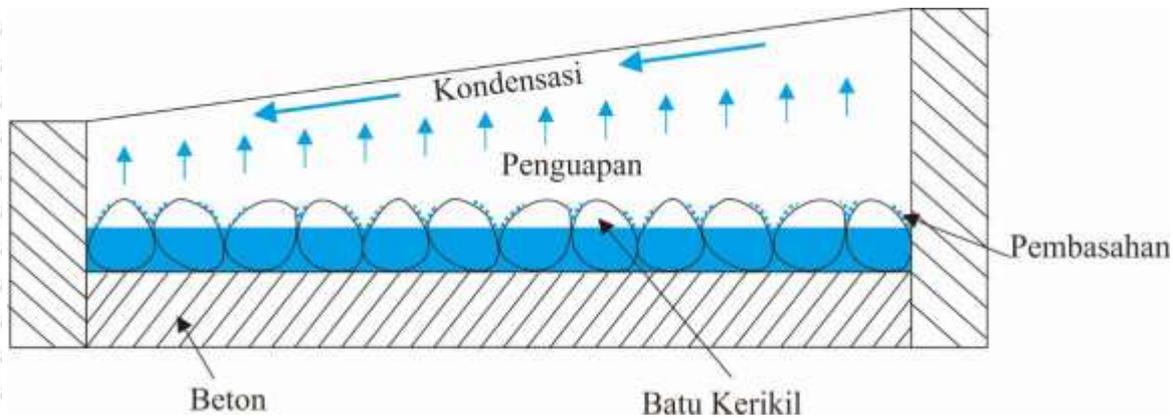
Fenomena tingginya temperatur yang terdapat pada air baku di dalam bak distilasi dengan variasi kaca penutup berbentuk piramida dikarenakan sudut datangnya radiasi matahari baur yang diterima dari segala penjuru arah (timur, barat, utara, selatan) sehingga menyebabkan daya serap batu kerikil terhadap radiasi matahari relatif besar. Sedangkan pelat penyerap batu kerikil pada variasi kaca penutup dua sisi hanya menerima radiasi dari dua arah yaitu dari arah datangnya matahari dan terbenamnya. Pelat penyerap satu sisi hanya menerima radiasi matahari satu arah sehingga pada saat matahari terbenam sebagian pelat penyerap tidak terkena radiasi matahari dikarenakan radiasi matahari sudah terhalang oleh dinding *solar still*.

Temperatur kaca penutup sangat berpengaruh terhadap proses kondensasi. Fenomena ini dipengaruhi oleh penyerapan radiasi matahari pada batu kerikil lebih tinggi dan dapat

menyimpan panas dibandingkan pelat penyerap radiasi cat hitam yang relatif cepat melepas panas. Temperatur pelat penyerap yang tinggi mengakibatkan kenaikan temperatur pada air baku, sehingga terjadi penguapan. Akibat terjadinya penguapan menyebabkan terjadinya perpindahan panas secara radiasi dan konveksi dari uap air yang menempel di kaca penutup sehingga temperatur kaca penutup mengalami peningkatan. Namun agar terjadi proses kondensasi yang baik maka kaca penutup harus mengalami penurunan temperatur. Pada sistem *solar still* ini, proses penurunan temperatur kaca penutup melalui proses alami, yaitu memanfaatkan aliran udara luar sehingga temperatur kaca penutup dipengaruhi oleh aliran udara yang diterima oleh masing-masing kaca penutup. Proses pendinginan kaca penutup satu sisi hanya mendapatkan aliran udara dari satu arah, ketika angin datang dari arah lain, maka angin akan mengenai dinding dari *solar still*. Sedangkan pada dua sisi mendapatkan angin dari dua arah, dan kaca penutup berbentuk piramida mendapatkan angin dari empat arah sehingga mendapatkan proses pendinginan yang maksimal karena adanya perpindahan panas secara radiasi dari kaca penutup ke lingkungan lebih maksimal..

Pengoperasian *solar still* sangat dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari langsung dan radiasi matahari baur di daerah penelitian, pemilihan bahan pelat penyerap, dan geometri kaca penutup sehingga berpengaruh terhadap produktifitas air distilasi. Pada gambar 5.8 terlihat bahwa produksi air distilasi pada kedua variasi bahan pelat penyerap memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Produksi air distilasi pada pelat penyerap dilapisi batu kerikil lebih banyak menghasilkan air distilasi dibandingkan produksi air distilasi pelat penyerap dilapisi cat hitam. Fenomena ini dikarenakan pada sistem pengoperasian *solar still*, permukaan pelat penyerap dilapisi cat hitam tertutup oleh air baku yang mengandung zat-zat atau kotoran dan ketika terjadi penguapan maka zat-zat yang tertinggal akan menutupi lapisan pelat penyerap sehingga akan mempengaruhi kemampuan daya serap pelat penyerap yang berdampak pada air distilasi yang dihasilkan. Sudjito dalam buku Teknologi Tenaga Surya (2015:212) mengatakan bahwa pada pengoperasian *solar still* permukaan pelat penyerap tertutup oleh air laut dan terutama tertutup oleh lapisan garam sesudah terjadi penguapan air laut. Karena itu sifat koefisien penyerapan dari permukaan pelat penyerap akan berkurang, karena terlapisi oleh kotoran dan garam dari air laut. Sedangkan dalam pengoperasian *solar still* yang menggunakan batu kerikil dapat menghasilkan air distilasi lebih banyak dibandingkan dengan cat hitam. Hal ini disebabkan karena batu kerikil dapat memperluas luas permukaan pemanasan air. Dalam pengoperasian *solar still*, batu kerikil juga dapat mempercepat proses penguapan. Hal ini disebabkan oleh posisi batu kerikil yang sebagian permukaannya tidak terendam oleh air di dalam bak distilasi. Karena temperatur

batu kerikil lebih tinggi dari temperatur air, maka terjadi perpindahan panas dari batu ke air. Air baku akan merambat ke batu kerikil yang permukaannya kering sehingga terjadi proses pembasahan dan penguapan yang terjadi secara terus menerus. Proses pembasahan dan penguapan air ke batu kerikil pada operasional *solar still* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.12. Proses Pembasahan Dan Penguapan Pada Batu Kerikil.

Variasi kaca penutup yang terdapat pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa produksi air distilasi pada ketiga variasi kaca penutup memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Produksi air distilasi pada variasi kaca penutup berbentuk piramida lebih banyak dibandingkan produksi air distilasi pada variasi kaca penutup satu sisi dan dua sisi. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk geometri kaca penutup pada masing-masing *solar still*. Geometri kaca penutup berbentuk piramida mampu meningkatkan produktifitas air distilasi karena kaca penutup berbentuk piramida dapat mentransmisikan radiasi matahari baur secara maksimal ke pelat penyerap sehingga proses penyerapan panas terjadi dari matahari mulai terbit hingga matahari terbenam. Kaca penutup berbentuk piramida ini sangat efektif digunakan untuk memaksimalkan energi radiasi matahari baur karena radiasi matahari baur tidak dipengaruhi oleh posisi matahari, tetapi dipengaruhi oleh kondisi awan dan partikel di atmosfer yang memantulkan sinar surya sebelum sampai ke permukaan bumi. Sedangkan kaca penutup dua sisi simetris hanya memanfaatkan radiasi matahari baur dua arah, dan kaca penutup satu sisi hanya memanfaatkan radiasi matahari dari satu arah. Selain dapat mentransmisikan radiasi matahari secara maksimal, kaca penutup berbentuk piramida juga dapat memaksimalkan perpindahan panas dari kaca penutup ke lingkungan sehingga dapat memaksimalkan proses kondensasi. Ketika ada hembusan angin, kaca penutup berbentuk piramida akan menerima hembusan angin dari segala posisi dan menyebabkan temperatur pada kaca penutup akan menurun. Keunggulan kaca penutup bentuk piramida juga memiliki

luas area kondensasi yang besar dibandingkan dengan luas area kondensasi kaca penutup dua sisi dan satu sisi. Yodav & Sudhakar (2015) mengatakan: untuk area luas yang sama, proses kondensasi pada *pyramid solar still* lebih tinggi karena luas area kondensasi dalam bentuk piramida lebih besar dibandingkan *conventional solar still*. Radiasi matahari yang diterima oleh pelat penyerap variasi kaca penutup bentuk piramida dari pagi hari hingga sore hari bisa maksimal dikarenakan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh pelat penyerap tidak terhalang oleh dinding *solar still*. Sedangkan produktifitas air distilasi pada geometri kaca penutup satu sisi dan dua sisi simetris lebih kecil karena pada saat matahari mulai turun, radiasi matahari yang diserap berkurang karena terhalangi oleh dinding distilasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dinding *solar still* berpengaruh terhadap besarnya energi yang diserap oleh kolektor. Pernyataan ini senada dengan pendapat Sathyamurthy *et all* (2014) yang mengatakan bahwa bayangan dari dinding *pyramid solar still* ke permukaan air lebih kecil dari *conventional solar still*. Produktifitas air distilasi pada ketiga variasi kaca penutup juga dipengaruhi oleh saluran air distilasi di dalam bak distilasi. Pada variasi kaca penutup piramida memiliki saluran sebanyak 4 saluran, variasi kaca penutup dua sisi sebanyak 2 saluran, sedangkan variasi kaca penutup hanya memiliki satu saluran. Saluran-saluran ini disesuaikan dengan bentuk dari kaca penutup.

Efisiensi merupakan perbandingan antara besarnya energi panas yang diserap oleh pelat penyerap terhadap besarnya radiasi matahari yang diterima oleh *solar still* melalui luas permukaan pelat penyerap. Dengan intensitas radiasi matahari yang besar, maka uap air yang dihasilkan juga akan meningkat. Dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari tersebut maka temperatur air juga akan ikut meningkat, sehingga terjadi proses penguapan yang cepat. Karena uap yang menempel di kaca penutup sudah banyak dan temperatur dari kaca penutup rendah dibandingkan dengan temperatur uap maka terjadi pengembunan dan membentuk butiran-butiran air. Butiran-butiran air tersebut akan menyatu dan mengalir ke bagian bawah kaca penutup yang disebabkan oleh kemiringan kaca penutup. Gambar 5.10 menunjukkan bahwa efisiensi *solar still* pada bahan pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penyerap beton dilapisi dengan cat hitam. Dengan besarnya radiasi matahari yang sama pelat penyerap dilapisi batu kerikil mampu meningkatkan produktifitas air distilasi dengan baik dibandingkan dengan pelat penyerap yang dilapisi dengan cat hitam. Berdasarkan analisa dari hasil penelitian, pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil dapat menyimpan panas dengan baik sehingga pada saat matahari

mulai terbenam temperatur batu kerikil mengalami penurunan temperatur yang lambat dibandingkan dengan pelat penyerap beton yang dilapisi cat hitam.

Gambar 5.11 menunjukkan bahwa efisiensi *solar still* yang menggunakan kaca penutup berbentuk piramida yang dilapisi batu kerikil sedikit lebih besar dibandingkan dengan variasi kaca penutup dua sisi dan kaca penutup satu sisi. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan geometri kaca penutup. Geometri kaca penutup berbentuk piramida dapat mentransmisikan radiasi matahari langsung dan matahari baur secara maksimal dari pagi hari hingga sore hari, sehingga batu kerikil mendapatkan radiasi secara terus menerus hingga matahari terbenam. Keunggulan dari *solar still* ini dapat meningkatkan produktifitas air bersih dan dapat meningkatkan efisiensi *solar still*.

Pada umumnya, berbagai sistem akan mengalami kerugian energi. Dari perhitungan nilai efisiensi *solar still* pada penelitian menunjukkan terjadinya kerugian kalor pada *solar still* (Q_{lose}). Kerugian energi pada *solar still* ini dapat terjadi karena temperatur pada *solar still* lebih tinggi dibandingkan temperatur lingkungan, sehingga terjadi perpindahan kalor ke lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerugian energi pada sistem disebabkan oleh lingkungan, kecepatan udara, dimensi, dan bahan dari *solar still*. Kerugian energi pada *solar still* dapat terjadi pada tiga tempat yaitu kerugian panas bagian atas (Q_a), kerugian panas bagian bawah (Q_b), dan kerugian panas bagian samping (Q_s). Kerugian panas yang terjadi pada bagian atas disebabkan oleh terjadinya perpindahan panas dari pelat penyerap ke kaca penutup dan dari kaca penutup ke lingkungan, perpindahan panas terjadi secara radiasi, konduksi, dan konveksi. Kerugian panas bagian bawah merupakan kerugian panas yang disebabkan oleh perpindahan panas karena perbedaan temperatur pelat penyerap dengan komponen panel bagian bawah, kerugian panas tersebut terjadi secara konduksi. Sedangkan kerugian panas bagian samping disebabkan oleh perbedaan temperatur dinding *solar still*. Perpindahan panas terjadi secara konveksi dan konduksi.

Selain melihat efisiensi dan produktifitas air distilasi pada *solar still*, salah satu parameter yang diukur adalah baku mutu air distilasi. Air baku yang didistilasi adalah air sumur bor yang secara kualitas tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh peraturan menteri kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 untuk parameter kadar besi (Fe). Kadar Fe yang terdapat pada air baku sebesar 0,98 mg/l (pengujian sampel air sumur bor dilakukan di Lab Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Brawijaya), sedangkan

standar dari peraturan menteri kesehatan sebesar 0,3 mg/l. Setelah dilakukan proses distilasi didapatkan kadar Fe menurun. Setelah dilakukan pengujian sampel air distilasi, maka didapatkan hasil kadar Fe pada air distilasi sebesar 0.09 mg/l. Artinya kadar Fe telah memenuhi standar kualitas air minum yang telah ditetapkan oleh peraturan menteri kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 . Setelah dilakukan proses distilasi, zat-zat berbahaya yang terkandung pada air sumur bor akan mengendap ke dasar permukaan pelat penyerap *solar still*. Kondisi ini terjadi karena zat-zat berbahaya tersebut memiliki massa jenis yang berat sehingga tidak ikut menguap dengan uap air pada *solar still*.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh pelat penyerap dan geometri kaca penutup terhadap kinerja *solar still* di kota Ngabang, Kalimantan Barat yang telah dilakukan selama penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian variasi pelat penyerap: produktifitas air distilasi tertinggi selama penelitian yaitu 13 jam dengan total radiasi matahari sebesar 21778,32 KJ/m² yang dilakukan pada tanggal 31 maret 2019 terdapat pada pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil sebanyak 3,64 liter , dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 43,93%. Sedangkan pelat penyerap dilapisi cat hitam memiliki produktifitas air distilasi sebanyak 2,42 Liter dan memiliki efisiensi sebesar 29,32%.
2. Penelitian variasi kaca penutup: produktifitas air distilasi tertinggi selama penelitian dengan total radiasi matahari sebesar 25705,08 KJ/m² yang dilakukan pada tanggal 10 april 2019 terdapat pada kaca penutup berbentuk piramida dengan produksi air distilasi sebanyak 4,75 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 48,26%. Sedangkan kaca penutup dua sisi memiliki produksi air distilasi sebanyak 4,50 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 45,81%. Kaca penutup satu sisi mampu memproduksi air distilasi sebanyak 4,35 Liter dan memiliki efisiensi *solar still* sebesar 44,46%.

6.2 Saran

Dalam meningkatkan kinerja solar still, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Pada saat akan melakukan penelitian maka perlu mempertimbangkan waktu dan tempat penelitian.
2. Dalam meningkatkan produktifitas air distilasi dan efisiensi *solar still*, maka perlu adanya pengembangan penelitian lanjutan tentang *solar still*.
 - 1) Meneliti pengaruh kedalaman air pada bak distilasi terhadap kinerja *solar still*.
 - 2) Meneliti perpindahan panas pada *solar still*.
 - 3) Meneliti pengaruh diameter batu kerikil terhadap penyerapan panas pada *solar still*.
 - 4) Meneliti pengaruh bahan transmisisifitas penutup *solar still*.

- 5) Meneliti sudut kemiringan dan luasan pelat penyerap terhadap kinerja *solar still*.
- 6) Meneliti sistem modifikasi kaca penutup untuk memaksimalkan proses kondensasi pada *solar still*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Bilal, Basharat Jamil, Nadeem Ul Haque, Md Azeem Ansari. (2019). *Investigating the Effect of Pumice Stones Sensible Heat Storage on the Performance of A Solar Still*. Groundwater for Sustainable development 9, 2019, 100228.
- A.E. Kabeel, Mohamed M. Khairat Dawood, Khaled Ramzy, Tamer Nabil, Basem Elnaghi. *Enhancement of single solar still integrated with solar dishes An experimental approach*. Energy Conversion and Management 196, 2019, 165-174.
- A. Muthu Manokar, Dr. D. Prince Winston. *Comparative Study Of Finned Acrylic Solar Still And Galvanised Iron Solar Still*. Materials Today: Proceeding 4, 2017, 8323-8327.
- Huda. R.M. alga'im, jasmin m. Alasdi, Ahmed J.Muhammed, (2013). *Study of efficiency for the pyramidal solar still (PSS) in Basra City, Iraq*. Scholars research library. 2013. 5 (5):62-67.
- Amitava Bhattacharyya.(2015) *Solar still for desalination of water in rural households*. International Journal of Environment and Sustainability, ISSN 1927-9566, Vol. 2, No. 1, pp.21-30.
- Anas. (2014). *Desain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari*. (Jurnal).
- Astawa, Ketut dkk (2011). *Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton*. (jurnal).
- Duffien John A., and Bekman, Wiliam A, (2006). *Solar Energy of thermal Procces*; John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, 3rd Edition.
- Dnyaneshwar Sonawane, Manasi Patil, Onkar Jadhav, Vishvajit Jambutl. (2015). *Research paper on enchancing solar still productivity by optimizing angle of PCM embedded absorber surface*. International Journal of Science Technology & Engineering, Volume 2, Issue 2, Agustus 2015. ISSN (online):2349-784X.
- Dwivedi & Tiwari (2009). *Comparison of internal heat transfer coefficient in passive solar still by different thermal model: An experimental validation*.
- Fitra Hamdani, Naif Fuhaid, Muhammad Agus Sahbana. (2013). *Pengaruh Dimensi Batu*

- Kerikil Pada Permukaan Pelat Penyerap Untuk Meningkatkan Kinerja Penyerapan Panas Radiasi Matahari Pada Solar Water Heater. PROTON, Vol.5, No.2/hal 35-40.
- Hikmet. S.Aybar (2015). *A review of desalination by solar still*. NATO Security through science series C: Environmental Security May 2007. DOI: 10.1007/978-1-3308-9-15.
- kuldeep H. Nayi, Kalpesh V. Modi.(2018) *Pyramida solar still: A comprehenshif review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 81, pp 136-148.
- Michael J. Moran and Howard N. Shapiro, (2004). Termodinamika Teknik jilid 1 edisi ke 4.
- Mietra Anggara, Denny Widhiyanuriyawan, Mega Nur Sasongko. Pengaruh Ukuran Butir Pasir Besi Dan Volume Air Laut Pada *Absorber Type Fins Solar Distillation* Terhadap Produktifitas Air Tawar. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 7, No.3, Tahun 2016:135-143.
- M. Rizky. I, (2016). Studi kinerja solar water heater double plate dengan aliran zig-zag beralur balok. Tesis.
- Muafag Sulaeman K. Tarawneh. (2007). *Effect water depth on the performance evaluation of solar still*. Jordan Journal Of Mecanical And Industrial Engineering. Volume 1, number 1, sep.2007, ISSN 1995-6665. Page 23-29.
- Nasri.B., Benatiallah. A., Kalloum, S., Benatiallah, D. *Improvement of Glass Solar Still Perfomance Using Locally Available Materials in the Southern Region of Algeria, Groundwater for Sustainable Development* (2019), doi:https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100258.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Diakses pada tanggal 21 juli 2018.
- Peter Wassouf, Tom Peska, Randeep Singh, Aliakbar Akbarzadeh. (2011). *Novel And Low Cost Designs Of Portable Solar Still*. Elsevier. Desalination 270 (2011) 294-302.
- Purwoto, S. (2016). Pengolahan air tanah berbasis treatment. (jurnal)
- Reta. T. W, (2016). Destilasi air energi surya vertikal dengan solar tracker. Skripsi
- Risky Ramadhani, Dkk, (2015). Studi Alat Destilasi Sederhana Bentuk Piramid Untuk Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih. (Jurnal)
- Sathyamurthy R, et al, (2014). *Factors Affecting The Performance Of Triangular Pyramid Solar Still*. (Jurnal).
- Saurabh Yadav, K. Sudhakar (2015). *Different Domestic Designs of Solar Still:Review*.

- Renewable and Sustainable Energy Reviews at Science Direct 47, 2015, 718-731.
- Sidiq Dkk, (2013). Analisis destilasi Air Keruh Dengan Menggunakan Tenaga Surya dan Tenaga Listrik. (Jurnal Teknik bidang engineering).
- Soebyakto, Dkk. (2013). Analisis destilasi air keruh dengan menggunakan tenaga surya dan tenaga listrik. (jurnal).
- Sudjito, (2015). Teknologi Tenaga Surya (pemanfaatan dalam bentuk energi panas).
- Sudjito, (2013). Alat Penyerap Panas Radiasi Matahari Dengan Lapisan Batu Kerikil. Nomor Hak Paten. P00200200648 (ID P 0026349).
- Swellam W. Sharshir, *et all* (2019). *Augmentation of a pyramid solar still performance using evacuated tubes and nanofluid: Experimental approach.* (Jurnal).
- Tarawneh, (2007). *Effect of water depth on the performance evaluation of solar still.* (jurnal).
- Tim Kesehatan Kabupaten Landak. (2015). Profil Kesehatan Kabupaten Landak. Diakses pada tanggal 21 juli 2018.
- Titis Rosari, Wahyono Hadi, Ali Masduqi.(2014). Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar Dengan *Parabolic Trough*. Jurnal Purifikasi, Vol. 14, No. 1, Juli 2014: 55-64.
- T. Arunkumar, Kaiwalya Raj, D. Dsilva Winfred Rufuss, David Denkenberger, Guo Tingting, Li Xuan, R. Velraj. *A Review of Efficient High Productivity Solar Still*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 101, 2019, 197-220.
- T. arunkumar, K. Vinothkumar, Amimul Ahsan, R. Jayaprakash, sanjay Kumar. (2012). *Experimental study on various solar still design*. International scholarly research network. ISRN renewable energy. Volume 2012. Article ID 569381. 10 page. Doi: 10.5402/2012/569381.



LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN I.I DATA PENELITIAN BAHAN PELAT PENYERAP BETON LAPIS CAT HITAM
(31 maret 2019)

DATA PENELITIAN PENYERAP BETON LAPIS CAT HITAM							
JAM	T1=TA(°C)	T2=TP(°C)	T3=TK(°C)	T4=TL(°C)	RM(w/m ²)	KA(m/s)	HASIL(ml)
06.00-06.10	24,8	24,9	24,9	24,9	54,0	0,0	
06.10-06.20	25,3	26,3	26,0	24,7	69,0	0,0	
06.20-06.30	25,5	27,6	26,7	25,2	83,5	0,0	
06.30-06.40	27,1	29,3	27,1	26,3	85,5	0,0	
06.40-06.50	28,9	31,3	28,0	26,6	92,4	0,0	
06.50-07.00	29,4	33,2	28,4	27,0	104,8	0,0	
rata-rata	26,8	28,8	26,9	25,8	81,5	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							0
07.00-07.10	30,9	35,1	29,1	27,3	148,2	0,0	
07.10-07.20	30,5	36,7	28,9	27,8	202,2	0,0	
07.20-07.30	30,7	39,1	30,1	28,3	280,5	0,0	
07.30-07.40	31,9	39,8	30,0	28,5	350,5	0,0	
07.40-07.50	32,8	41,5	30,2	28,8	372,4	0,0	
07.50-08.00	33,7	42,8	31,0	29,0	400,2	0,0	
rata-rata	31,8	39,2	29,9	28,3	292,3	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							20
08.00-08.10	34,7	43,8	31,5	29,8	441,7	0,0	
08.10-08.20	36,0	44,8	32,0	30,6	482,1	0,0	
08.20-08.30	36,5	46,1	34,4	31,2	494,5	0,0	
08.30-08.40	37,3	47,0	36,9	31,4	528,5	0,0	
08.40-08.50	37,7	47,4	37,2	31,6	557,0	0,0	
08.50-09.00	38,8	47,8	37,4	31,9	566,2	0,0	
rata-rata	36,8	46,2	34,9	31,1	511,7	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							80
09.00-09.10	39,2	48,2	37,4	32,0	581,7	0,0	
09.10-09.20	39,9	49,4	37,7	32,2	612,5	0,0	
09.20-09.30	41,2	49,8	38,1	32,3	636,6	0,0	
09.30-09.40	42,0	50,8	38,4	32,6	700,4	0,0	
09.40-09.50	42,9	51,2	39,1	32,8	797,4	0,0	
09.50-10.00	43,4	52,6	39,4	33,3	813,5	0,0	
rata-rata	41,4	50,3	38,4	32,5	690,4	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							140
10.00-10.10	44,6	53,8	39,8	33,5	836,8	0,0	
10.10-10.20	45,8	54,9	39,9	33,7	902,3	0,0	
10.20-10.30	46,0	56,0	39,8	34,8	950,3	0,0	
10.30-10.40	47,9	57,8	40,4	34,0	950,2	0,0	
10.40-10.50	48,4	58,3	40,8	33,2	1054,7	0,0	
10.50-11.00	49,7	59,2	40,9	33,4	1100,9	0,0	
rata-rata	47,1	56,7	40,3	33,8	965,9	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							220
11.00-11.10	50,5	60,2	41,2	34,8	1011,5	0,0	
11.10-11.20	50,6	60,6	41,8	35,0	1098,8	0,0	
11.20-11.30	51,2	60,9	41,9	35,3	1120,0	0,0	

11.30-11.40	52,6	61,5	41,7	35,4	938,1	0,0	
11.40-11.50	53,2	61,9	42,2	35,2	930,4	0,0	
11.50-12.00	53,8	62,6	42,6	35,4	909,0	0,0	
rata-rata	52,0	61,3	41,9	35,2	1001,3	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							300
12.00-12.10	54,3	62,8	42,8	35,3	982,8	0,0	
12.10-12.20	54,9	62,9	43,8	35,5	1008,9	0,0	
12.20-12.30	55,3	63,0	43,7	35,7	983,4	0,0	
12.30-12.40	55,9	63,5	43,9	35,6	991,5	0,0	
12.40-12.50	55,9	63,9	44,2	35,8	1205,3	0,0	
12.50-13.00	56,0	64,0	44,7	35,5	945,0	0,0	
rata-rata	55,4	63,4	43,9	35,6	1019,5	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							360
13.00-13.10	56,7	64,2	44,6	35,9	1445,8	0,0	
13.10-13.20	55,2	63,4	44,8	35,5	464,1	0,0	
13.20-13.30	54,7	63,0	45,1	35,3	1012,0	0,0	
13.30-13.40	54,2	62,9	44,7	35,0	1400,0	0,0	
13.40-13.50	53,4	62,0	44,6	35,2	675,7	0,0	
13.50-14.00	52,8	61,9	43,9	34,0	670,7	0,0	
rata-rata	54,5	62,9	44,6	35,2	944,7	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							340
14.00-14.10	52,3	61,4	44,2	33,9	302,7	0,0	
14.10-14.20	51,6	60,9	43,0	33,7	232,2	0,0	
14.20-14.30	50,7	59,0	42,7	33,5	449,7	0,0	
14.30-14.40	49,3	57,9	42,2	33,3	135,2	0,0	
14.40-14.50	48,7	56,4	41,9	32,9	508,2	0,0	
14.50-15.00	47,8	55,5	41,4	32,7	499,3	0,0	
rata-rata	50,1	58,5	42,6	33,3	354,6	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							300
15.00-15.10	47,0	54,0	41,0	32,6	408,2	0,0	
15.10-15.20	46,9	53,2	40,7	32,5	439,0	0,0	
15.20-15.30	46,2	52,3	40,9	32,5	307,4	0,0	
15.30-15.40	45,5	52,9	40,7	32,4	247,1	0,0	
15.40-15.50	44,9	51,8	40,4	32,1	241,9	0,0	
15.50-16.00	43,9	51,1	39,8	31,3	200,8	0,0	
rata-rata	45,7	52,6	40,6	32,2	307,4	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							240
16.00-16.10	43,1	50,0	39,0	31,0	257,0	0,0	
16.10-16.20	42,1	48,9	38,8	30,3	272,1	0,0	
16.20-16.30	41,5	47,0	37,8	30,0	242,5	0,0	
16.30-16.40	39,0	45,9	36,1	29,8	175,2	0,0	
16.40-16.50	38,8	43,8	36,0	29,6	129,9	0,0	
16.50-17.00	38,1	42,6	36,0	29,3	81,3	0,0	
rata-rata	40,4	46,4	37,3	30,0	193,0	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							180
17.00-17.10	36,6	42,1	35,1	29,4	60,3	0,0	
17.10-17.20	36,2	41,8	33,2	29,0	32,2	0,0	
17.20-17.30	35,8	41,4	33,1	29,0	21,4	0,0	
17.30-17.40	35,5	41,0	31,3	28,9	6,9	0,0	
17.40-17.50	34,6	40,9	30,7	29,1	2,7	0,0	

17.50-18.00	33,7	40,5	30,2	28,8	0,5	0,0	
rata-rata	35,4	41,3	32,3	29,0	20,7	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							140
18.00-18.10	34,3	39,9	29,9	28,5	0,0	0,0	
18.10-18.20	32,7	39,6	29,3	28,4	0,0	0,0	
18.20-18.30	32,4	39,2	28,9	28,0	0,0	0,0	
18.30-18.40	31,9	39,0	28,2	27,8	0,0	0,0	
18.40-18.50	31,6	38,8	28,0	27,5	0,0	0,0	
18.50-19.00	31,0	37,9	27,7	27,3	0,0	0,0	
rata-rata	32,3	39,1	28,7	27,9	0,0	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							100
TOTAL DEBIT AIR DESTILASI SELAMA 13 JAM							2420



LAMPIRAN I.II DATA PENELITIAN PENYERAP BETON LAPIS BATU KERIKIL

(31 maret 2019)

DATA PENELITIAN PENYERAP BETON LAPIS BATU KERIKIL							
JAM	T4=TL(°C)	T1=TA(°C)	T3=TB=TP(°C)	T4=TK(°C)	RM(w/m ²)	KA(m/s)	HASIL(ml)
06.00-06.10	24,9	24,7	24,0	24,9	54,0	0,0	
06.10-06.20	24,7	25,0	24,6	25,0	69,0	0,0	
06.20-06.30	25,2	25,6	25,4	25,7	83,5	0,0	
06.30-06.40	26,3	26,0	26,3	26,0	85,5	0,0	
06.40-06.50	26,6	26,2	26,9	26,5	92,4	0,0	
06.50-07.00	27,0	26,8	27,9	28,2	104,8	0,0	
	25,8	25,7	25,9	26,1	81,5		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							0
07.00-07.10	27,3	27,3	29,1	28,5	148,2	0,0	
07.10-07.20	27,8	27,9	30,1	29,0	202,2	0,0	
07.20-07.30	28,3	28,2	31,5	29,4	280,5	0,0	
07.30-07.40	28,5	28,9	33,0	30,3	350,5	0,0	
07.40-07.50	28,8	29,4	34,9	30,5	372,4	0,0	
07.50-08.00	29,0	30,8	36,4	31,8	400,2	0,0	
	28,3	28,8	32,5	29,9	292,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							20
08.00-08.10	29,8	31,6	37,9	34,3	441,7	0,0	
08.10-08.20	30,6	32,0	39,0	34,5	482,1	0,0	
08.20-08.30	31,2	33,5	41,0	35,6	494,5	0,0	
08.30-08.40	31,4	34,7	42,5	36,4	528,5	0,0	
08.40-08.50	31,6	35,7	43,9	37,4	557,0	0,0	
08.50-09.00	31,9	36,5	44,6	37,0	566,2	0,0	
	31,1	34,0	41,5	35,9	511,7		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							80
09.00-09.10	32,0	38,1	46,9	37,0	581,7	0,0	
09.10-09.20	32,2	39,9	47,6	37,7	612,5	0,0	
09.20-09.30	32,3	40,0	48,5	37,8	636,6	0,0	
09.30-09.40	32,6	41,9	49,5	39,0	700,4	0,0	
09.40-09.50	32,8	43,0	50,9	39,0	797,4	0,0	
09.50-10.00	33,3	43,7	52,1	39,4	813,5	0,0	
	32,5	41,1	49,3	38,3	690,4		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							160
10.00-10.10	33,5	44,7	53,6	39,4	836,8	0,0	
10.10-10.20	33,7	44,9	54,4	40,3	902,3	0,0	
10.20-10.30	34,8	45,2	56,9	40,4	950,3	0,0	
10.30-10.40	34,0	46,6	57,6	40,7	950,2	0,0	
10.40-10.50	33,2	47,8	58,6	41,2	1054,7	0,0	
10.50-11.00	33,4	48,4	59,8	42,0	1100,9	0,0	
	33,8	46,3	56,8	40,7	965,9		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							260
11.00-11.10	34,8	49,9	60,2	42,3	1011,5	0,0	
11.10-11.20	35,0	50,5	60,6	42,4	1098,8	0,0	
11.20-11.30	35,3	51,8	61,7	42,8	1120,0	0,0	

11.30-11.40	35,4	53,0	61,9	43,9	938,1	0,0		
11.40-11.50	35,2	53,8	62,0	44,3	930,4	0,0		
11.50-12.00	35,4	54,4	62,7	44,4	909,0	0,0		
	35,2	52,2	61,5	43,4	1001,3			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							360	
12.00-12.10	35,3	55,0	63,9	44,9	982,8	0,0		
12.10-12.20	35,5	56,7	64,2	44,7	1008,9	0,0		
12.20-12.30	35,7	58,8	64,4	46,3	983,4	0,0		
12.30-12.40	35,6	59,0	64,7	46,4	991,5	0,0		
12.40-12.50	35,8	59,9	64,9	46,4	1205,3	0,0		
12.50-13.00	35,5	60,3	65,0	47,4	945,0	0,0		
	35,6	58,3	64,5	46,0	1019,5			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							420	
13.00-13.10	35,9	61,0	65,7	47,3	1445,8	0,0		
13.10-13.20	35,5	61,6	66,0	45,9	464,1	0,0		
13.20-13.30	35,3	61,2	66,2	45,6	1012,0	0,0		
13.30-13.40	35,0	60,8	66,6	45,2	1400,0	0,0		
13.40-13.50	35,2	60,5	66,4	45,0	675,7	0,0		
13.50-14.00	34,0	60,7	65,6	44,9	670,7	0,0		
	35,2	61,0	66,1	45,7	944,7			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							440	
14.00-14.10	33,9	60,0	65,0	44,9	302,7	1,0		
14.10-14.20	33,7	59,7	63,9	44,6	232,2	2,1		
14.20-14.30	33,5	59,0	63,3	44,3	449,7	0,7		
14.30-14.40	33,3	58,5	62,3	43,8	135,2	0,0		
14.40-14.50	32,9	57,7	61,9	43,2	508,2	0,0		
14.50-15.00	32,7	56,4	61,4	42,9	499,3	0,4		
	33,3	58,6	63,0	44,0	354,6			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							420	
15.00-15.10	32,6	56,0	60,5	42,6	408,2	0,0		
15.10-15.20	32,5	55,4	60,1	42,4	439,0	0,0		
15.20-15.30	32,5	54,0	59,7	42,3	307,4	0,0		
15.30-15.40	32,4	53,8	59,5	42,0	247,1	0,2		
15.40-15.50	32,1	53,0	59,1	41,6	241,9	1,6		
15.50-16.00	31,3	52,7	58,8	41,4	200,8	0,0		
	32,2	54,2	59,6	42,1	307,4			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							400	
16.00-16.10	31,0	52,1	58,0	40,7	257,0	0,0		
16.10-16.20	30,3	51,4	57,5	40,2	272,1	0,0		
16.20-16.30	30,0	50,8	57,1	40,0	242,5	1,0		
16.30-16.40	29,8	50,3	56,7	39,5	175,2	1,9		
16.40-16.50	29,6	50,0	56,0	39,0	129,9	0,0		
16.50-17.00	29,3	49,5	55,5	38,1	81,3	1,1		
	30,0	50,7	56,8	39,6	193,0			
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							380	
17.00-17.10	29,4	49,0	55,2	37,4	60,3	0,0		
17.10-17.20	29,0	48,3	54,8	36,4	32,2	0,0		
17.20-17.30	29,0	47,9	54,1	35,4	21,4	0,0		
17.30-17.40	28,9	47,2	53,7	35,1	6,9	0,0		
17.40-17.50	29,1	46,8	53,4	34,4	2,7	0,0		

17.50-18.00	28,8	45,2	53,2	33,3	0,5	0,0	
	29,0	47,4	54,1	35,3	20,7		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							360
18.00-18.10	28,5	45,0	52,6	32,5	0,0	0,0	
18.10-18.20	28,4	44,6	52,1	32,4	0,0	0,0	
18.20-18.30	28,0	44,1	51,3	31,0	0,0	0,0	
18.30-18.40	27,8	43,9	50,5	30,5	0,0	0,0	
18.40-18.50	27,5	43,5	49,8	30,1	0,0	0,0	
18.50-19.00	27,3	43,0	49,6	29,0	0,0	0,0	
	27,9	44,0	51,0	30,9	0,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							340
TOTAL DEBIT AIR DESTILASI SELAMA 13 JAM							3640



LAMPIRAN II.I DATA PENELITIAN GEOMETRI KACA PENUTUP SATU SISI
(10 april 2019)

DATA PENELITIAN KACA PENUTUP SATU SISI							
JAM	TL	T1=TA (°C)	T3=TB= TP(°C)	T4=TK (°C)	RM(W/m ²)	KA (m/s)	HASIL (ml)
06.00-06.10	25,0	24,4	24,0	24,1	56,00	0	
06.10-06.20	25,7	24,5	24,4	25,0	90,60	0	
06.20-06.30	26,2	25,8	26,7	26,7	120,00	0	
06.30-06.40	26,3	26,7	27,9	27,9	140,20	0	
06.40-06.50	26,6	27,9	29,0	28,0	196,80	0	
06.50-07.00	27,4	28,0	30,3	28,9	248,00	0	
RATA-RATA	26,2	26,2	27,1	26,8	141,9		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							0
07.00-07.10	28,7	28,2	31,1	28,7	310,80	0	
07.10-07.20	29,5	28,7	30,7	29,4	360,90	0	
07.20-07.30	29,9	28,9	31,8	29,2	400,10	0	
07.30-07.40	30,5	28,9	32,6	29,3	460,70	0	
07.40-07.50	30,8	29,6	33,5	29,2	529,20	0	
07.50-08.00	31,0	29,3	33,6	29,3	591,30	0	
RATA-RATA	30,1	28,9	32,2	29,2	442,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							20
08.00-08.10	31,4	30,4	33,9	30,8	651,40	0	
08.10-08.20	31,6	31,4	35,0	30,0	700,60	0	
08.20-08.30	32,2	32,8	37,4	30,1	745,00	0	
08.30-08.40	32,4	32,9	37,8	31,0	760,30	0	
08.40-08.50	32,6	34,7	38,9	31,5	798,00	0	
08.50-09.00	32,9	36,3	41,7	32,9	800,10	0	
RATA-RATA	32,2	33,1	37,5	31,1	742,6		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							100
09.00-09.10	33,0	37,0	44,6	32,5	829,90	0	
09.10-09.20	33,2	38,2	45,6	33,2	840,00	0	
09.20-09.30	33,3	40,7	46,9	33,3	878,30	0	
09.30-09.40	33,6	41,2	47,5	33,5	890,3	0	
09.40-09.50	33,8	43,3	49,5	34,5	910,1	0	
09.50-10.00	34,3	44,0	51,7	35,9	933,20	0	
RATA-RATA	33,5	40,7	47,6	33,8	880,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							210
10.00-10.10	34,5	46,2	53,6	35,3	949,9	0	
10.10-10.20	34,7	48,2	56,5	37,9	960,70	0	
10.20-10.30	34,8	50,3	58,3	38,4	981,5	0	
10.30-10.40	35,0	51,9	59,6	39,9	990,7	0	
10.40-10.50	35,2	53,0	61,7	40,8	1004,00	0	
10.50-11.00	35,4	54,0	62,5	41,6	1056,50	0	
RATA-RATA	34,9	50,6	58,7	39,0	990,6		

DEBIT AIR DESTILASI/JAM							310
11.00-11.10	35,8	54,9	62,7	42,9	1020,10	0	
11.10-11.20	36,0	55,9	63,3	42,5	1080,00	0	
11.20-11.30	36,3	57,4	63,3	44,9	1107,4	0	
11.30-11.40	36,4	57,2	62,5	45,0	1074,90	0	
11.40-11.50	36,2	57,7	62,9	46,7	1121,90	0	
11.50-12.00	36,4	58,9	63,0	46,6	1171,90	0	
RATA-RATA	36,2	57,0	63,0	44,8	1096,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							410
12.00-12.10	36,3	59,6	64,4	47,8	1058,90	0	
12.10-12.20	36,5	59,7	64,5	48,9	1020,80	0	
12.20-12.30	36,7	60,4	63,4	49,3	1016,20	0	
12.30-12.40	36,6	60,0	64,8	50,6	1001,8	0	
12.40-12.50	36,8	60,7	64,9	50,9	860,80	0	
12.50-13.00	36,9	61,1	65,2	50,5	916,70	0	
RATA-RATA	36,6	60,3	64,5	49,7	979,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							490
13.00-13.10	37,0	61,2	65,7	50,0	545,90	0	
13.10-13.20	36,5	61,9	66,6	50,6	708,90	0	
13.20-13.30	36,3	61,3	66,2	49,0	399,00	0	
13.30-13.40	36,0	61,2	67,1	49,8	766,50	0	
13.40-13.50	36,2	61,4	67,5	49,5	1089,4	0	
13.50-14.00	36,0	61,4	67,3	50,8	560,20	0	
RATA-RATA	36,3	61,4	66,7	50,0	678,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							510
14.00-14.10	35,9	61,4	67,3	49,0	312,00	0,0	
14.10-14.20	35,7	60,8	67,5	48,5	760,00	0,0	
14.20-14.30	35,5	60,1	66,5	48,9	546,90	0,3	
14.30-14.40	35,3	60,3	66,4	48,8	514,00	0,9	
14.40-14.50	34,9	59,5	66,3	48,5	534,00	0,8	
14.50-15.00	34,7	58,7	65,1	48,1	441,90	0,0	
RATA-RATA	35,3	60,1	66,5	48,6	518,1		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							500
15.00-15.10	34,6	58,0	64,9	47,5	320,90	0,0	
15.10-15.20	33,5	57,7	64,7	46,7	280,70	0,0	
15.20-15.30	33,5	57,8	64,4	47,4	340,00	0,0	
15.30-15.40	33,4	58,3	64,6	47,0	400,20	0,5	
15.40-15.50	33,1	57,3	63,9	46,5	321,90	0,0	
15.50-16.00	32,3	56,8	63,6	46,3	329,70	0,5	
RATA-RATA	33,4	57,7	64,4	46,9	332,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							480
16.00-16.10	32,5	55,5	62,9	45,7	401,40	0,7	
16.10-16.20	31,8	55,3	61,7	45,5	561,00	0,2	
16.20-16.30	31,5	53,8	60,0	45,8	492,50	0,3	

16.30-16.40	31,0	54,4	61,5	45,5	225,30	0,2	
16.40-16.50	30,7	53,8	59,3	46,4	109,00	0,1	
16.50-17.00	30,8	53,4	59,2	46,3	81,300	0,5	
RATA-RATA	31,4	54,4	60,8	45,9	311,8		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							460
17.00-17.10	30,6	53,3	59,0	46,4	70,000	0,4	
17.10-17.20	30,3	53,2	59,0	46,0	33,100	1,0	
17.20-17.30	30,0	53,0	58,5	44,5	40,000	0,8	
17.30-17.40	29,6	52,4	58,1	44,2	10,9	0,6	
17.40-17.50	29,6	51,9	58,3	43,5	6	0,2	
17.50-18.00	29,5	51,6	58,0	43,4	2,7	0,7	
RATA-RATA	29,9	52,6	58,5	44,7	27,1		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							440
18.00-18.10	29,5	51,3	57,4	43,3	0	0	
18.10-18.20	29,4	51,1	57,4	43,2	0	0	
18.20-18.30	29,2	50,9	56,3	42,5	0	0	
18.30-18.40	28,7	50,8	55,2	41,8	0	0	
18.40-18.50	28,5	50,5	55,6	41,5	0	0	
18.50-19.00	28,5	50,5	55,0	41,1	0	0	
RATA-RATA	29,0	50,9	56,2	42,2	0,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							420
TOTAL DEBIT AIR DESTILASI SELAMA 13 JAM							4350

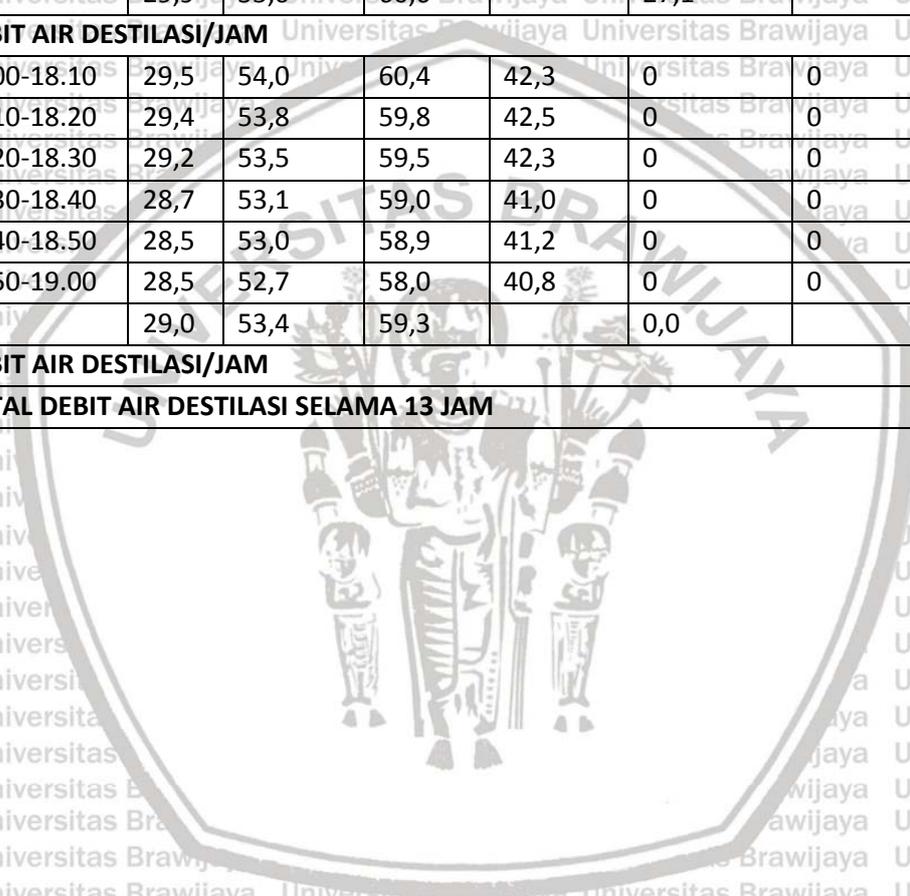


LAMPIRAN II.II DATA PENELITIAN GEOMETRI KACA PENUTUP DUA SISI
(10 april 2019)

DATA PENELITIAN KACA PENUTUP DUA SISI							
JAM	TL	T1=TA (° C)	T3=TB= TP (° C)	T4=TK (° C)	RM (W/m2)	KA (m/s)	HASIL (ml)
06.00-06.10	25,0	24,0	23,9	24,0	56,00	0	
06.10-06.20	25,7	25,7	24,3	24,8	90,60	0	
06.20-06.30	26,2	26,2	26,9	25,3	120,00	0	
06.30-06.40	26,3	27,6	27,9	26,9	140,20	0	
06.40-06.50	26,6	28,9	29,0	27,4	196,80	0	
06.50-07.00	27,4	29,0	31,0	27,5	248,00	0	
	26,2	26,9	27,2		141,9		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							0
07.00-07.10	28,7	29,2	31,3	28,3	310,80	0	
07.10-07.20	29,5	29,9	32,5	27,7	360,90	0	
07.20-07.30	29,9	29,9	32,9	28,0	400,10	0	
07.30-07.40	30,5	30,6	33,4	28,8	460,70	0	
07.40-07.50	30,8	30,8	34,7	28,9	529,20	0	
07.50-08.00	31,0	31,6	34,9	29,1	591,30	0	
	30,1	30,3	33,3		442,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							30
08.00-08.10	31,4	31,7	35,6	29,4	651,40	0	
08.10-08.20	31,6	32,5	36,5	29,8	700,60	0	
08.20-08.30	32,2	33,0	39,0	30,1	745,00	0	
08.30-08.40	32,4	34,9	39,5	31,7	760,30	0	
08.40-08.50	32,6	36,7	40,9	32,9	798,00	0	
08.50-09.00	32,9	37,0	42,9	33,6	800,10	0	
	32,2	34,3	39,1		742,6		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							110
09.00-09.10	33,0	38,6	45,9	33,9	829,90	0	
09.10-09.20	33,2	39,9	46,9	34,1	840,00	0	
09.20-09.30	33,3	41,6	48,1	35,3	878,30	0	
09.30-09.40	33,6	43,4	48,9	35,5	890,3	0	
09.40-09.50	33,8	44,9	50,9	36,0	910,1	0	
09.50-10.00	34,3	45,9	52,8	36,9	933,20	0	
	33,5	42,4	48,9		880,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							210
10.00-10.10	34,5	47,0	55,8	37,3	949,9	0	
10.10-10.20	34,7	49,0	57,9	37,6	960,70	0	
10.20-10.30	34,8	51,9	60,0	38,0	981,5	0	
10.30-10.40	35,0	52,9	61,0	39,7	990,7	0	
10.40-10.50	35,2	54,6	63,0	40,5	1004,00	0	
10.50-11.00	35,4	55,0	63,8	41,3	1056,50	0	
	34,9	51,7	60,3		990,6		

DEBIT AIR DESTILASI/JAM							320
11.00-11.10	35,8	55,7	64,1	41,7	1020,10	0	
11.10-11.20	36,0	56,3	64,6	42,0	1080,00	0	
11.20-11.30	36,3	57,9	64,8	44,1	1107,4	0	
11.30-11.40	36,4	58,9	64,9	44,8	1074,90	0	
11.40-11.50	36,2	58,7	65,0	46,2	1121,90	0	
11.50-12.00	36,4	59,6	65,2	46,1	1171,90	0	
	36,2	57,9	64,8		1096,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							420
12.00-12.10	36,3	59,6	66,6	47,3	1058,90	0	
12.10-12.20	36,5	59,9	66,7	48,4	1020,80	0	
12.20-12.30	36,7	61,0	67,0	50,8	1016,20	0	
12.30-12.40	36,6	61,2	67,8	50,1	1001,8	0	
12.40-12.50	36,8	61,5	68,0	50,0	860,80	0	
12.50-13.00	36,9	61,2	68,4	50,9	916,70	0	
	36,6	60,7	67,4		979,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							500
13.00-13.10	37,0	61,9	68,9	50,6	545,90	0	
13.10-13.20	36,5	62,4	68,9	50,6	708,90	0	
13.20-13.30	36,3	62,0	69,7	50,0	399,00	0	
13.30-13.40	36,0	63,2	70,4	50,8	766,50	0	
13.40-13.50	36,2	63,5	70,9	49,5	1089,4	0	
13.50-14.00	36,0	63,9	70,5	49,8	560,20	0	
	36,3	62,8	69,9		678,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							520
14.00-14.10	35,9	64,2	70,5	49,5	312,00	0,0	
14.10-14.20	35,7	64,7	70,7	48,0	760,00	0,0	
14.20-14.30	35,5	63,3	69,7	47,9	546,90	0,3	
14.30-14.40	35,3	62,8	69,5	47,6	514,00	0,9	
14.40-14.50	34,9	62,4	69,5	48,2	534,00	0,8	
14.50-15.00	34,7	61,5	68,3	47,3	441,90	0,0	
	35,3	63,2	69,7		518,1		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							510
15.00-15.10	34,6	61,1	68,0	46,5	320,90	0,0	
15.10-15.20	33,5	60,9	67,9	45,6	280,70	0,0	
15.20-15.30	33,5	60,7	67,6	45,6	340,00	0,0	
15.30-15.40	33,4	60,4	67,7	46,1	400,20	0,5	
15.40-15.50	33,1	59,9	67,0	45,6	321,90	0,0	
15.50-16.00	32,3	59,5	66,8	45,2	329,70	0,5	
	33,4	60,4	67,5		332,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							500
16.00-16.10	32,5	59,2	66,3	45,4	401,40	0,7	
16.10-16.20	31,8	58,4	65,9	45,1	561,00	0,2	
16.20-16.30	31,5	58,3	65,4	45,9	492,50	0,3	

16.30-16.40	31,0	57,0	64,8	45,6	225,30	0,2	
16.40-16.50	30,7	56,6	63,3	46,5	109,00	0,1	
16.50-17.00	30,8	56,0	62,5	46,5	81,300	0,5	
Universitas	31,4	57,6	64,7		311,8		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							480
17.00-17.10	30,6	55,7	61,3	45,5	70,000	0,4	
17.10-17.20	30,3	55,1	61,3	45,2	33,100	1,0	
17.20-17.30	30,0	55,0	60,7	43,9	40,000	0,8	
17.30-17.40	29,6	54,8	60,2	42,6	10,9	0,6	
17.40-17.50	29,6	54,7	60,1	43,1	6	0,2	
17.50-18.00	29,5	54,5	59,9	43,5	2,7	0,7	
Universitas	29,9	55,0	60,6		27,1		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							460
18.00-18.10	29,5	54,0	60,4	42,3	0	0	
18.10-18.20	29,4	53,8	59,8	42,5	0	0	
18.20-18.30	29,2	53,5	59,5	42,3	0	0	
18.30-18.40	28,7	53,1	59,0	41,0	0	0	
18.40-18.50	28,5	53,0	58,9	41,2	0	0	
18.50-19.00	28,5	52,7	58,0	40,8	0	0	
Univ	29,0	53,4	59,3		0,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							440
TOTAL DEBIT AIR DESTILASI SELAMA 13 JAM							4500



LAMPIRAN II.III DATA PENELITIAN GEOMETRI KACA PENUTUP PIRAMIDA

(10 april 2019)

DATA PENELITIAN KACA PENUTUP PIRAMIDA							
JAM	TL	T1=TA (°C)	T3=TB= TP (°C)	T4=TK (°C)	RM (W/m2)	KA (m/s)	HASIL (ml)
06.00-06.10	25,0	23,9	23,9	24,0	56,00	0	
06.10-06.20	25,7	24,8	24,5	25,7	90,60	0	
06.20-06.30	26,2	25,9	27,2	26,5	120,00	0	
06.30-06.40	26,3	27,0	28,2	27,1	140,20	0	
06.40-06.50	26,6	29,1	29,5	27,8	196,80	0	
06.50-07.00	27,4	29,5	31,9	28,0	248,00	0	
	26,2	26,7	27,5	26,5	141,9		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							0
07.00-07.10	28,7	30,1	32,5	28,4	310,80	0	
07.10-07.20	29,5	30,7	33,8	28,9	360,90	0	
07.20-07.30	29,9	30,9	34,1	29,6	400,10	0	
07.30-07.40	30,5	31,9	35,0	29,9	460,70	0	
07.40-07.50	30,8	31,2	36,5	30,0	529,20	0	
07.50-08.00	31,0	32,0	37,0	30,8	591,30	0	
	30,1	31,1	34,8	29,6	442,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							30
08.00-08.10	31,4	32,9	37,9	30,9	651,40	0	
08.10-08.20	31,6	33,5	38,9	31,0	700,60	0	
08.20-08.30	32,2	35,7	41,5	31,7	745,00	0	
08.30-08.40	32,4	36,6	41,9	32,9	760,30	0	
08.40-08.50	32,6	37,4	43,0	33,0	798,00	0	
08.50-09.00	32,9	39,0	44,8	33,6	800,10	0	
	32,2	35,9	41,3	32,2	742,6		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							120
09.00-09.10	33,0	40,3	47,9	33,8	829,90	0	
09.10-09.20	33,2	42,8	48,9	34,4	840,00	0	
09.20-09.30	33,3	43,7	49,9	35,5	878,30	0	
09.30-09.40	33,6	44,9	51,0	36,6	890,3	0	
09.40-09.50	33,8	46,8	53,5	36,9	910,1	0	
09.50-10.00	34,3	47,3	54,0	37,0	933,20	0	
	33,5	44,3	50,9	35,7	880,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							230
10.00-10.10	34,5	49,9	57,0	38,0	949,9	0	
10.10-10.20	34,7	51,8	59,9	38,9	960,70	0	
10.20-10.30	34,8	56,0	62,2	39,5	981,5	0	
10.30-10.40	35,0	57,2	63,4	41,0	990,7	0	
10.40-10.50	35,2	57,9	65,2	42,3	1004,00	0	
10.50-11.00	35,4	58,0	65,9	43,0	1056,50	0	

	34,9	55,1	62,3	40,5	990,6		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							330
11.00-11.10	35,8	58,5	66,3	43,2	1020,10	0	
11.10-11.20	36,0	58,9	66,8	43,9	1080,00	0	
11.20-11.30	36,3	59,3	67,5	44,7	1107,4	0	
11.30-11.40	36,4	60,7	67,9	46,9	1074,90	0	
11.40-11.50	36,2	61,3	68,2	47,0	1121,90	0	
11.50-12.00	36,4	61,9	68,9	47,8	1171,90	0	
	36,2	60,1	67,6	45,6	1096,0		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							440
12.00-12.10	36,3	62,0	69,0	48,5	1058,90	0	
12.10-12.20	36,5	62,2	69,5	48,9	1020,80	0	
12.20-12.30	36,7	63,0	70,0	49,8	1016,20	0	
12.30-12.40	36,6	63,3	70,3	50,9	1001,8	0	
12.40-12.50	36,8	63,9	70,0	50,8	860,80	0	
12.50-13.00	36,9	63,0	70,2	49,9	916,70	0	
	36,6	62,9	69,8	49,8	979,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							520
13.00-13.10	37,0	64,0	70,7	49,9	545,90	0	
13.10-13.20	36,5	64,4	71,6	48,9	708,90	0	
13.20-13.30	36,3	65,5	72,0	48,8	399,00	0	
13.30-13.40	36,0	65,9	72,4	48,9	766,50	0	
13.40-13.50	36,2	66,3	73,7	48,6	1089,4	0	
13.50-14.00	36,0	66,1	73,9	48,0	560,20	0	
	36,3	65,4	72,4	48,9	678,3		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							540
14.00-14.10	35,9	67,3	74,0	47,9	312,00	0,0	
14.10-14.20	35,7	66,7	73,9	47,7	760,00	0,0	
14.20-14.30	35,5	66,3	72,9	46,4	546,90	0,3	
14.30-14.40	35,3	65,7	72,8	46,0	514,00	0,9	
14.40-14.50	34,9	65,9	72,5	46,0	534,00	0,8	
14.50-15.00	34,7	65,5	72,0	46,9	441,90	0,0	
	35,3	66,2	73,0	46,8	518,1		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							540
15.00-15.10	34,6	64,4	71,4	46,0	320,90	0,0	
15.10-15.20	33,5	64,0	70,9	46,5	280,70	0,0	
15.20-15.30	33,5	63,8	70,8	45,2	340,00	0,0	
15.30-15.40	33,4	63,1	70,4	45,7	400,20	0,5	
15.40-15.50	33,1	63,9	69,8	45,5	321,90	0,0	
15.50-16.00	32,3	62,9	69,5	45,6	329,70	0,5	
	33,4	63,7	70,5	45,8	332,2		
DEBIT AIR DESTILASI/JAM							530
16.00-16.10	32,5	61,0	69,0	45,2	401,40	0,7	
16.10-16.20	31,8	60,7	68,0	45,0	561,00	0,2	

16.20-16.30	31,5	60,2	67,7	45,3	492,50	0,3
16.30-16.40	31,0	59,8	67,2	44,0	225,30	0,2
16.40-16.50	30,7	59,3	65,8	44,9	109,00	0,1
16.50-17.00	30,8	58,9	65,3	44,9	81,300	0,5
Universitas	31,4	60,0	67,2	44,9	311,8	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM						510
17.00-17.10	30,6	58,0	64,3	43,9	70,000	0,4
17.10-17.20	30,3	57,8	64,1	43,6	33,100	1,0
17.20-17.30	30,0	57,5	63,9	42,3	40,000	0,8
17.30-17.40	29,6	57,0	63,6	41,0	10,9	0,6
17.40-17.50	29,6	56,9	63,3	41,5	6	0,2
17.50-18.00	29,5	56,8	63,0	41,9	2,7	0,7
Universitas	29,9	57,3	63,7	42,4	27,1	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM						490
18.00-18.10	29,5	56,2	62,7	41,7	0	0,0
18.10-18.20	29,4	56,0	62,3	41,0	0	0,0
18.20-18.30	29,2	55,7	62,0	40,7	0	0,0
18.30-18.40	28,7	55,6	61,4	40,4	0	0,0
18.40-18.50	28,5	55,0	61,1	39,9	0	0,0
18.50-19.00	28,5	54,7	60,5	39,6	0	0,0
Universitas	29,0	55,5	61,7	40,6	0,0	
DEBIT AIR DESTILASI/JAM						470
TOTAL DEBIT AIR DESTILASI SELAMA 13 JAM						4750

LAMPIRAN III.I DATA GRAFIK PENELITIAN PELAT PENYERAP
(31 MARET 2019)

waktu	pelat penyerap cat hitam			pelat penyerap batu kerikil			T. Ling	RADIASI
	T. Air	T. Pelat	T. Kaca	T. Air	T. Pelat	T. Kaca		
6:10:00	24,8	24,9	24,9	24,7	24,0	24,9	24,9	54,00
6:20:00	25,3	26,3	26,0	25,0	24,6	25,0	24,7	69,00
6:30:00	25,5	27,6	26,7	25,6	25,4	25,7	25,2	83,50
6:40:00	27,1	29,3	27,1	26,0	26,3	26,0	26,3	85,50
6:50:00	28,9	31,3	28,0	26,2	26,9	26,5	26,6	92,40
7:00:00	29,4	33,2	28,4	26,8	27,9	28,2	27,0	104,80
7:10:00	30,9	35,1	29,1	27,3	29,1	28,5	27,3	148,20
7:20:00	30,5	36,7	28,9	27,9	30,1	29,0	27,8	202,20
7:30:00	30,7	39,1	30,1	28,2	31,5	29,4	28,3	280,50
7:40:00	31,9	39,8	30,0	28,9	33,0	30,3	28,5	350,50
7:50:00	32,8	41,5	30,2	29,4	34,9	30,5	28,8	372,40
8:00:00	33,7	42,8	31,0	30,8	36,4	31,8	29,0	400,20
8:10:00	34,7	43,8	31,5	31,6	37,9	34,3	29,8	441,70
8:20:00	36,0	44,8	32,0	32,0	39,0	34,5	30,6	482,10
8:30:00	36,5	46,1	34,4	33,5	41,0	35,6	31,2	494,50
8:40:00	37,3	47,0	36,9	34,7	42,5	36,4	31,4	528,50
8:50:00	37,7	47,4	37,2	35,7	43,9	37,4	31,6	557,00
9:00:00	38,8	47,8	37,4	36,5	44,6	37,0	31,9	566,20
9:10:00	39,2	48,2	37,4	38,1	46,9	37,0	32,0	581,70
9:20:00	39,9	49,4	37,7	39,9	47,6	37,7	32,2	612,50
9:30:00	41,2	49,8	38,1	40,0	48,5	37,8	32,3	636,60
9:40:00	42,0	50,8	38,4	41,9	49,5	39,0	32,6	700,40
9:50:00	42,9	51,2	39,1	43,0	50,9	39,0	32,8	797,40
10:00:00	43,4	52,6	39,4	43,7	52,1	39,4	33,3	813,50
10:10:00	44,6	53,8	39,8	44,7	53,6	39,4	33,5	836,80
10:20:00	45,8	54,9	39,9	44,9	54,4	40,3	33,7	902,30
10:30:00	46,0	56,0	39,8	45,2	56,9	40,4	34,8	950,30
10:40:00	47,9	57,8	40,4	46,6	57,6	40,7	34,0	950,20
10:50:00	48,4	58,3	40,8	47,8	58,6	41,2	33,2	1054,70
11:00:00	49,7	59,2	40,9	48,4	59,8	42,0	33,4	1100,90
11:10:00	50,5	60,2	41,2	49,9	60,2	42,3	34,8	1011,50
11:20:00	50,6	60,6	41,8	50,5	60,6	42,4	35,0	1098,80
11:30:00	51,2	60,9	41,9	51,8	61,7	42,8	35,3	1120,00
11:40:00	52,6	61,5	41,7	53,0	61,9	43,9	35,4	938,10
11:50:00	53,2	61,9	42,2	53,8	62,0	44,3	35,2	930,40
12:00:00	53,8	62,6	42,6	54,4	62,7	44,4	35,4	909,00
12:10:00	54,3	62,8	42,8	55,0	63,9	44,9	35,3	982,80
12:20:00	54,9	62,9	43,8	56,7	64,2	44,7	35,5	1008,90
12:30:00	55,3	63,0	43,7	58,8	64,4	46,3	35,7	983,40
12:40:00	55,9	63,5	43,9	59,0	64,7	46,4	35,6	991,50

12:50:00	55,9	63,9	44,2	59,9	64,9	46,4	35,8	1205,30
13:00:00	56,0	64,0	44,7	60,3	65,0	47,4	35,5	945,00
13:10:00	56,7	64,2	44,6	61,0	65,7	47,3	35,9	445,80
13:20:00	55,2	63,4	44,8	61,6	66,0	45,9	35,5	464,10
13:30:00	54,7	63,0	45,1	61,2	66,2	45,6	35,3	1012,00
13:40:00	54,2	62,9	44,7	60,8	66,6	45,2	35,0	400,00
13:50:00	53,4	62,0	44,6	60,5	66,4	45,0	35,2	675,70
14:00:00	52,8	61,9	43,9	60,7	65,6	44,9	34,0	670,70
14:10:00	52,3	61,4	44,2	60,0	65,0	44,9	33,9	302,70
14:20:00	51,6	60,9	43,0	59,7	63,9	44,6	33,7	232,20
14:30:00	50,7	59,0	42,7	59,0	63,3	44,3	33,5	449,70
14:40:00	49,3	57,9	42,2	58,5	62,3	43,8	33,3	135,20
14:50:00	48,7	56,4	41,9	57,7	61,9	43,2	32,9	508,20
15:00:00	47,8	55,5	41,4	56,4	61,4	42,9	32,7	499,30
15:10:00	47,0	54,0	41,0	56,0	60,5	42,6	32,6	408,20
15:20:00	46,9	53,2	40,7	55,4	60,1	42,4	32,5	439,00
15:30:00	46,2	52,3	40,9	54,0	59,7	42,3	32,5	307,40
15:40:00	45,5	52,9	40,7	53,8	59,5	42,0	32,4	247,10
15:50:00	44,9	51,8	40,4	53,0	59,1	41,6	32,1	241,90
16:00:00	43,9	51,1	39,8	52,7	58,8	41,4	31,3	200,80
16:10:00	43,1	50,0	39,0	52,1	58,0	40,7	31,0	257,00
16:20:00	42,1	48,9	38,8	51,4	57,5	40,2	30,3	272,10
16:30:00	41,5	47,0	37,8	50,8	57,1	40,0	30,0	242,50
16:40:00	39,0	45,9	36,1	50,3	56,7	39,5	29,8	175,20
16:50:00	38,8	43,8	36,0	50,0	56,0	39,0	29,6	129,90
17:00:00	38,1	42,6	36,0	49,5	55,5	38,1	29,3	81,30
17:10:00	36,6	42,1	35,1	49,0	55,2	37,4	29,4	60,30
17:20:00	36,2	41,8	33,2	48,3	54,8	36,4	29,0	32,20
17:30:00	35,8	41,4	33,1	47,9	54,1	35,4	29,0	21,40
17:40:00	35,5	41,0	31,3	47,2	53,7	35,1	28,9	6,90
17:50:00	34,6	40,9	30,7	46,8	53,4	34,4	29,1	2,70
18:00:00	33,7	40,5	30,2	45,2	53,2	33,3	28,8	0,50
18:10:00	34,3	39,9	29,9	45,0	52,6	32,5	28,5	0,00
18:20:00	32,7	39,6	29,3	44,6	52,1	32,4	28,4	0,00
18:30:00	32,4	39,2	28,9	44,1	51,3	31,0	28,0	0,00
18:40:00	31,9	39,0	28,2	43,9	50,5	30,5	27,8	0,00
18:50:00	31,6	38,8	28,0	43,5	49,8	30,1	27,5	0,00
19:00:00	31,0	37,9	27,7	43,0	49,6	29,0	27,3	0,00
Jumlah	3298,4	3878,4	2891,9	3612,7	4094,7	2986,0	2459,2	36297,2
Rata-rata	42,3	49,7	37,1	46,3	52,5	38,3	31,5	465,3



LAMPIRAN III.II DATA GRAFIK PENELITIAN GEOMETRI KACA PENUTUP
(10 april 2019)

waktu	geometri satu sisi			geometri dua sisi			geometri bentuk piramid			T. Ling	RADIASI
	T. Air	T. Pelat	T. Kaca	T. Air	T. Pelat	T. Kaca	T. Air	T. Pelat	T. Kaca		
6:10:00	24,4	24,0	24,1	24,0	23,9	24,0	23,9	23,9	24,0	25,0	56,00
6:20:00	24,5	24,4	25,0	25,7	24,3	24,8	24,8	24,5	25,7	25,7	90,60
6:30:00	25,8	26,7	26,7	26,2	26,9	25,3	25,9	27,2	26,5	26,2	120,00
6:40:00	26,7	27,9	27,9	27,6	27,9	26,9	27,0	28,2	27,1	26,3	140,20
6:50:00	27,9	29,0	28,0	28,9	29,0	27,4	29,1	29,5	27,8	26,6	196,80
7:00:00	28,0	30,3	28,9	29,0	31,0	27,5	29,5	31,9	28,0	27,4	248,00
7:10:00	28,2	31,1	28,7	29,2	31,3	28,3	30,1	32,5	28,4	28,7	310,80
7:20:00	28,7	30,7	29,4	29,9	32,5	27,7	30,7	33,8	28,9	29,5	360,90
7:30:00	28,9	31,8	29,2	29,9	32,9	28,0	30,9	34,1	29,6	29,9	400,10
7:40:00	28,9	32,6	29,3	30,6	33,4	28,8	31,9	35,0	29,9	30,5	460,70
7:50:00	29,6	33,5	29,2	30,8	34,7	28,9	31,2	36,5	30,0	30,8	529,20
8:00:00	29,3	33,6	29,3	31,6	34,9	29,1	32,0	37,0	30,8	31,0	591,30
8:10:00	30,4	33,9	30,8	31,7	35,6	29,4	32,9	37,9	30,9	31,4	651,40
8:20:00	31,4	35,0	30,0	32,5	36,5	29,8	33,5	38,9	31,0	31,6	700,60
8:30:00	32,8	37,4	30,1	33,0	39,0	30,1	35,7	41,5	31,7	32,2	745,00
8:40:00	32,9	37,8	31,0	34,9	39,5	31,7	36,6	41,9	32,9	32,4	760,30
8:50:00	34,7	38,9	31,5	36,7	40,9	32,9	37,4	43,0	33,0	32,6	798,00
9:00:00	36,3	41,7	32,9	37,0	42,9	33,6	39,0	44,8	33,6	32,9	800,10
9:10:00	37,0	44,6	32,5	38,6	45,9	33,9	40,3	47,9	33,8	33,0	829,90
9:20:00	38,2	45,6	33,2	39,9	46,9	34,1	42,8	48,9	34,4	33,2	840,00
9:30:00	40,7	46,9	33,3	41,6	48,1	35,3	43,7	49,9	35,5	33,3	878,30
9:40:00	41,2	47,5	33,5	43,4	48,9	35,5	44,9	51,0	36,6	33,6	890,30
9:50:00	43,3	49,5	34,5	44,9	50,9	36,0	46,8	53,5	36,9	33,8	910,10
10:00:00	44,0	51,7	35,9	45,9	52,8	36,9	47,3	54,0	37,0	34,3	933,20
10:10:00	46,2	53,6	35,3	47,0	55,8	37,3	49,9	57,0	38,0	34,5	949,90
10:20:00	48,2	56,5	37,9	49,0	57,9	37,6	51,8	59,9	38,9	34,7	960,70
10:30:00	50,3	58,3	38,4	51,9	60,0	38,0	56,0	62,2	39,5	34,8	981,50
10:40:00	51,9	59,6	39,9	52,9	61,0	39,7	57,2	63,4	41,0	35,0	990,70
10:50:00	53,0	61,7	40,8	54,6	63,0	40,5	57,9	65,2	42,3	35,2	1004,00
11:00:00	54,0	62,5	41,6	55,0	63,8	41,3	58,0	65,9	43,0	35,4	1056,50
11:10:00	54,9	62,7	42,9	55,7	64,1	41,7	58,5	66,3	43,2	35,8	1020,10
11:20:00	55,9	63,3	42,5	56,3	64,6	42,0	58,9	66,8	43,9	36,0	1080,00
11:30:00	57,4	63,3	44,9	57,9	64,8	44,1	59,3	67,5	44,7	36,3	1107,40
11:40:00	57,2	62,5	45,0	58,9	64,9	44,8	60,7	67,9	46,9	36,4	1074,90
11:50:00	57,7	62,9	46,7	58,7	65,0	46,2	61,3	68,2	47,0	36,2	1121,90
12:00:00	58,9	63,0	46,6	59,6	65,2	46,1	61,9	68,9	47,8	36,4	1171,90
12:10:00	59,6	64,4	47,8	59,6	66,6	47,3	62,0	69,0	48,5	36,3	1058,90
12:20:00	59,7	64,5	48,9	59,9	66,7	48,4	62,2	69,5	48,9	36,5	1020,80

12:30:00	60,4	63,4	49,3	61,0	67,0	50,8	63,0	70,0	49,8	36,7	1016,20
12:40:00	60,0	64,8	50,6	61,2	67,8	50,1	63,3	70,3	50,9	36,6	1001,80
12:50:00	60,7	64,9	50,9	61,5	68,0	50,0	63,9	70,0	50,8	36,8	860,80
13:00:00	61,1	65,2	50,5	61,2	68,4	50,9	63,0	70,2	49,9	36,9	916,70
13:10:00	61,2	65,7	50,0	61,9	68,9	50,6	64,0	70,7	49,9	37,0	545,90
13:20:00	61,9	66,6	50,6	62,4	68,9	50,6	64,4	71,6	48,9	36,5	708,90
13:30:00	61,3	66,2	49,0	62,0	69,7	50,0	65,5	72,0	48,8	36,3	399,00
13:40:00	61,2	67,1	49,8	63,2	70,4	50,8	65,9	72,4	48,9	36,0	766,50
13:50:00	61,4	67,5	49,5	63,5	70,9	49,5	66,3	73,7	48,6	36,2	1089,40
14:00:00	61,4	67,3	50,8	63,9	70,5	49,8	66,1	73,9	48,0	36,0	560,20
14:10:00	61,4	67,3	49,0	64,2	70,5	49,5	67,3	74,0	47,9	35,9	312,00
14:20:00	60,8	67,5	48,5	64,7	70,7	48,0	66,7	73,9	47,7	35,7	760,00
14:30:00	60,1	66,5	48,9	63,3	69,7	47,9	66,3	72,9	46,4	35,5	546,90
14:40:00	60,3	66,4	48,8	62,8	69,5	47,6	65,7	72,8	46,0	35,3	514,00
14:50:00	59,5	66,3	48,5	62,4	69,5	48,2	65,9	72,5	46,0	34,9	534,00
15:00:00	58,7	65,1	48,1	61,5	68,3	47,3	65,5	72,0	46,9	34,7	441,90
15:10:00	58,0	64,9	47,5	61,1	68,0	46,5	64,4	71,4	46,0	34,6	320,90
15:20:00	57,7	64,7	46,7	60,9	67,9	45,6	64,0	70,9	46,5	33,5	280,70
15:30:00	57,8	64,4	47,4	60,7	67,6	45,6	63,8	70,8	45,2	33,5	340,00
15:40:00	58,3	64,6	47,0	60,4	67,7	46,1	63,1	70,4	45,7	33,4	400,20
15:50:00	57,3	63,9	46,5	59,9	67,0	45,6	63,9	69,8	45,5	33,1	321,90
16:00:00	56,8	63,6	46,3	59,5	66,8	45,2	62,9	69,5	45,6	32,3	329,70
16:10:00	55,5	62,9	45,7	59,2	66,3	45,4	61,0	69,0	45,2	32,5	401,40
16:20:00	55,3	61,7	45,5	58,4	65,9	45,1	60,7	68,0	45,0	31,8	561,00
16:30:00	53,8	60,0	45,8	58,3	65,4	45,9	60,2	67,7	45,3	31,5	492,50
16:40:00	54,4	61,5	45,5	57,0	64,8	45,6	59,8	67,2	44,0	31,0	225,30
16:50:00	53,8	59,3	46,4	56,6	63,3	46,5	59,3	65,8	44,9	30,7	109,00
17:00:00	53,4	59,2	46,3	56,0	62,5	46,5	58,9	65,3	44,9	30,8	81,30
17:10:00	53,3	59,0	46,4	55,7	61,3	45,5	58,0	64,3	43,9	30,6	70,00
17:20:00	53,2	59,0	46,0	55,1	61,3	45,2	57,8	64,1	43,6	30,3	33,10
17:30:00	53,0	58,5	44,5	55,0	60,7	43,9	57,5	63,9	42,3	30,0	40,00
17:40:00	52,4	58,1	44,2	54,8	60,2	42,6	57,0	63,6	41,0	29,6	10,90
17:50:00	51,9	58,3	43,5	54,7	60,1	43,1	56,9	63,3	41,5	29,6	6,00
18:00:00	51,6	58,0	43,4	54,5	59,9	43,5	56,8	63,0	41,9	29,5	2,70
18:10:00	51,3	57,4	43,3	54,0	60,4	42,3	56,2	62,7	41,7	29,5	0,00
18:20:00	51,1	57,4	43,2	53,8	59,8	42,5	56,0	62,3	41,0	29,4	0,00
18:30:00	50,9	56,3	42,5	53,5	59,5	42,3	55,7	62,0	40,7	29,2	0,00
18:40:00	50,8	55,2	41,8	53,1	59,0	41,0	55,6	61,4	40,4	28,7	0,00
18:50:00	50,5	55,6	41,5	53,0	58,9	41,2	55,0	61,1	39,9	28,5	0,00
19:00:00	50,5	55,0	41,1	52,7	58,0	40,8	54,7	60,5	39,6	28,5	0,00
jumlah	3802,7	4221,2	3194,9	3939,1	4395,0	3176,0	4105,5	4575,9	3174,3	2550,5	42841,8
Rata-Rata	48,8	54,1	41,0	50,5	56,3	40,7	52,6	58,7	40,7	32,7	549,3



PENGARUH PELAT PENYERAP TERHADAP KINERJA SOLAR STILL DI KOTA NGABANG

Astrada

Mahasiswa S2
Universitas Brawijaya
Email:
astradadedek@rocketmail.com

Sudjito Soeparman

Tenaga Pengajar (Guru Besar)
Universitas Brawijaya
Jurusan Teknik Mesin
Email:
sudjitospn@ub.ac.id

Nurkholis Hamidi

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Brawijaya
Jurusan Teknik Mesin
Email:
nurkholishamidi@gmail.com

The purpose of this study was to determine the effect between the use of black paint and gravel as an absorbent plate on the performance of solar still. The research method used in this study was a direct experimental of the object under study. Tests were carried out on two Solar still with a variety of absorbent plates, namely concrete coated with black paint and concrete coated with gravel. Solar still made has the same covering glass geometry. The duration of observation was 13 hours, data collection was carried out in every 10 minutes ranging from 06.00 hours Pto 19.00 hours local time. The results showed that concrete coated with gravel has a higher performance compared to concrete coated with black paint as an absorbent plate on solar still. In the solar still with a gravel absorbent plate, the volume of distilled water was 3,64 L/ 13 hours and the efficiency was 40,00%. Meanwhile, solar still coated with black paint as an absorbent plate produces 2,42 L/13 hours of water volume and efficiency of 26,68%. The longer the observation time of the performance of solar still with variations of gravel as an absorbent plate, the better compared to those using black paint.

Keywords: Sollar Still, Plate Absorbent, Gravel, Black Paint.

1. PENDAHULUAN

Salah satu bentuk pentingnya penggunaan air bersih dalam kehidupan manusia adalah kebutuhan air minum, air untuk memasak, mandi, mencuci dan lain sebagainya. Air bersih merupakan air yang harus bebas dari mikroorganisme penyebab penyakit dan bahan-bahan kimia yang dapat merugikan kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tidak semua daerah dapat menggunakan air layak konsumsi sesuai dengan kebutuhan. Kadang kala akibat dari keterbatasan air bersih yang ada, maka kebutuhan air untuk keperluan MCK diambil dari ketersediaan air di daerah tersebut yang secara kualitas tidak layak untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini biasanya terjadi di kawasan perkotaan yang baru berkembang dimana ketersediaan air bersih sangatlah terbatas karena ulah masyarakat yang tidak sadar akan kebersihan lingkungan di sekitarnya. Mayoritas sumber air minum masyarakat diperoleh dari air dalam kemasan, sumur terlindung, dan air tanah dengan menggunakan pompa air. Air tanah memiliki kecenderungan mengandung kadar besi atau asam organik tinggi. Hal ini bisa diakibatkan dari kondisi geologis Indonesia yang secara alami memiliki deposit Fe tinggi terutama di daerah lereng gunung atau yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Sedangkan air dengan kandungan asam organik tinggi bisa disebabkan oleh adanya lahan gambut atau daerah bakau yang kaya akan kandungan senyawa organik.

Air dengan kandungan zat besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning. Pertama keluar dari pompa air, air tampak jernih namun setelah beberapa saat air akan berubah warna menjadi kuning. Hal ini disebabkan karena air yang berasal dari sumber air sebelum keluar dari kran berada dalam bentuk ion Fe^{2+} , setelah keluar dari kran Fe^{2+} akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} yang berwarna kuning. Kondisi air tanah yang mengandung logam berat juga terdapat di sebagian Kota Ngabang, kabupaten Landak. Kondisi ini dapat dilihat karena memiliki ciri-ciri air yang sama, yaitu ketika Pertama keluar dari kran, air tampak jernih namun setelah beberapa saat air akan berubah warna menjadi kuning.

Kabupaten Landak merupakan salah satu daerah pemekaran yang ada di Provinsi Kalimantan Barat. Kabupaten Landak dengan kota Ngabang sebagai Ibu Kota Kabupaten, terletak diantara garis $1^{\circ}00'$ Lintang Utara hingga $0^{\circ}52'$ Lintang Selatan serta $109^{\circ}10'42''$ Bujur Timur hingga $109^{\circ}10'$ Bujur Barat, [1]. Dari letak strategis, posisi kota Ngabang sangat mendekati garis khatulistiwa. Hal ini berdampak baik jika

memanfaatkan energi matahari sebagai energi yang digunakan untuk distilasi karena intensitas matahari lebih besar.

Berdasarkan survei data awal, zat logam yang terkandung pada air tanah di Ngabang adalah zat besi (Fe) dengan kadar 0,99 mg/L (uji sampel di lab kimia jurusan kimia Universitas Brawijaya). Kandungan zat besi yang terdapat pada air tanah di kota Ngabang telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan oleh menteri kesehatan yaitu sebesar 0,3 mg/L, [2]. Adanya kandungan Fe yang tinggi pada air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping dapat mengganggu kesehatan air tanah juga menimbulkan bau yang tidak sedap serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Ketersediaan air bersih yang layak konsumsi hanya mengandalkan air hujan sebaliknya apabila musim kemarau maka air bersih akan sulit untuk didapatkan. Perlu adanya tindakan untuk menanggulangi kebutuhan air bersih. Salah satu cara penanggulangan agar kebutuhan air bersih terpenuhi dalam skala rumah tangga adalah dengan memisahkan kandungan zat yang berbahaya pada air tanah/sumur bor menjadi air layak konsumsi. Salah satu cara penanggulangan yang sederhana adalah dengan cara distilasi menggunakan tenaga matahari [10, 11, 12-14].

Ada beberapa peneliti melakukan penelitian tentang distilasi menggunakan tenaga surya dengan variasi yang berbeda-beda. Penelitian tentang desalinasi tenaga surya dengan *phase change material* (PCM). Untuk meningkatkan produktivitas radiasi matahari, penelitian ini menggunakan PCM dengan memvariasikan kaca penutup terhadap sudut datangnya matahari dari permukaan tanah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan PCM dan variasi sudut dengan tenaga matahari masih efektif dan mampu meningkatkan laju penguapan serta konduktivitas panas sehingga produksi air tawar bisa maksimal, [3]. Rosari juga melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis volume air tawar yang dihasilkan dengan parabolic trough, memisahkan DHL (Daya Hantar Listrik) dan TDS (*Total Dissolved Solid*) dari air olahan, menentukan tinggi air optimum, dan efek warna pada basin. Hasil yang didapat dari penggunaan parabolic trough pada sistem desalinasi dapat meningkatkan produktivitas air bersih hingga 66% lebih efisien dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan parabolic trough, [4]. Penelitian dengan menggunakan batu kerikil juga dilakukan dengan tujuan untuk memperluas permukaan dan meningkatkan efisiensi penyerapan karena permukaan batu yang tidak teratur dan tidak semua permukaan batu terendam dengan air baku sehingga membuat radiasi matahari terperangkap dan tidak bisa memantulkan radiasi ke luar. Dalam penelitiannya pelat penyerap yang dilapisi dengan batu kerikil dapat meningkatkan efisiensi sistem pemanas tenaga matahari dibandingkan dengan sistem yang tanpa dilapisi dengan batu kerikil. Dalam penelitian ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi yang sampai di kolektor yaitu radiasi harus melewati atmosfer. Setelah melewati ruang hampa, radiasi matahari harus melewati atmosfer sehingga radiasi yang sampai di bumi semakin berkurang. Selama melalui lapisan atmosfer intensitas radiasi berkurang karena proses yang sangat kompleks [5, 6]. Penelitian juga dilakukan dengan cara membuat model alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari. Hasil penelitian dalam waktu 1x24 jam dengan rata-rata 1,5 liter. Pengambilan data dimulai pada pukul 13.00, 17.00 dan 21.00, [7]. Sejumlah volume air dengan variasi volume yang berbeda dilewatkan ke dalam sebuah alat destilasi sederhana berbentuk piramid. Dari hasil penelitian diperoleh volume sampel air dengan efisiensi paling tinggi yaitu 1000 ml dengan efisiensi pengolahan air sebesar 37%, [8]. Penelitian distilasi juga dilakukan menggunakan solar tracker untuk memaksimalkan kinerja distilasi. Hasil yang didapatkan, jenis vertikal dengan menggunakan *oslar tracker* memiliki efisiensi yang tinggi dibandingkan dengan model vertikal konvensional, [9].

Kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan wilayah dan pertambahan penduduk, [16]. Kesulitan untuk mendapatkan air bersih khususnya pada saat musim kemarau panjang membuat masyarakat harus menggunakan air sumur bor yang tidak memenuhi standar air bersih. Sehingga untuk mendapatkan air bersih perlu adanya pengolahan air sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang sesuai dengan standar kesehatan. Metode distilasi dengan menggunakan tenaga surya adalah metode yang cocok digunakan untuk melakukan pemisahan zat berbahaya dalam menghasilkan air bersih karena biaya yang sangat terjangkau, [10,17]. Air bersih yang dimaksud adalah air yang bebas dari kotoran, bakteri yang merugikan, dan zat lainnya yang dapat merugikan kesehatan bagi manusia. Dalam penelitian ini energi yang digunakan untuk distilasi adalah energi matahari dengan memvariasikan bahan pelat penyerap radiasi matahari. Variasi pelat penyerap yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat penyerap beton dilapisi dengan cat hitam dan pelat penyerap beton dilapisi dengan batu kerikil yang mendekati warna hitam. Adapun yang menjadi dasar pengambilan model variasi bahan pelat penyerap penelitian ini yaitu benda yang mendekati hitam yang mempunyai daya serap (apsorptansi) yang tinggi dan emisivitas (daya pancar) yang besarnya sama dengan satu ($e=1$) artinya benda hitam menyerap semua energi yang diterima dan tidak ada energi yang keluar.

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di daerah kota Ngabang, Kalimantan Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pelat penyerap dalam meningkatkan produktifitas air bersih dan meningkatkan kinerja *solar still*.

2.1 Alat Dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan digunakan untuk menunjang proses penelitian. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan solar still adalah sebagai berikut:

2.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menunjang pengambilan data dalam penelitian. Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah:

- 1) Gelas Ukur
- 2) Termokopel
- 3) Anemometer
- 4) Digital Multi Meter
- 5) Solar Power Meter

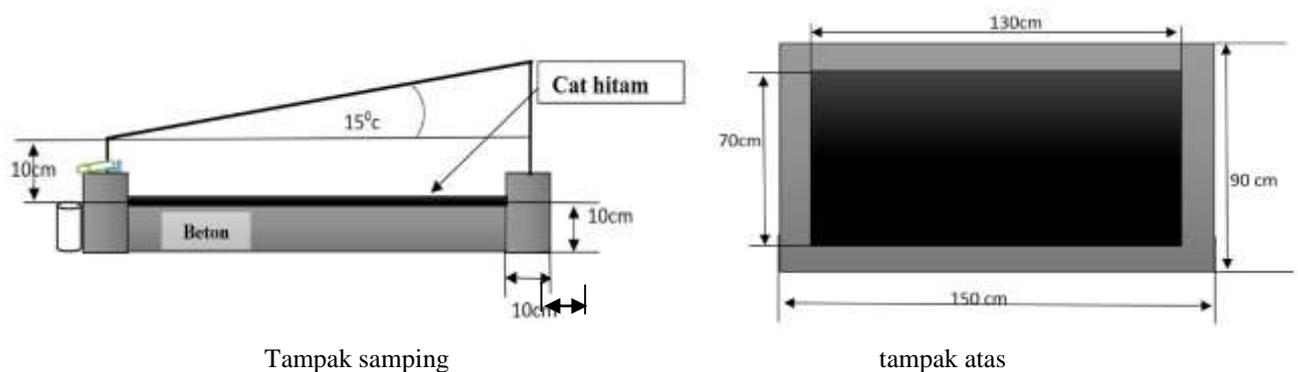
2.1.2 Bahan

Dalam pembuatan alat penelitian tentunya menggunakan bahan-bahan. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penelitian adalah sebagai berikut:

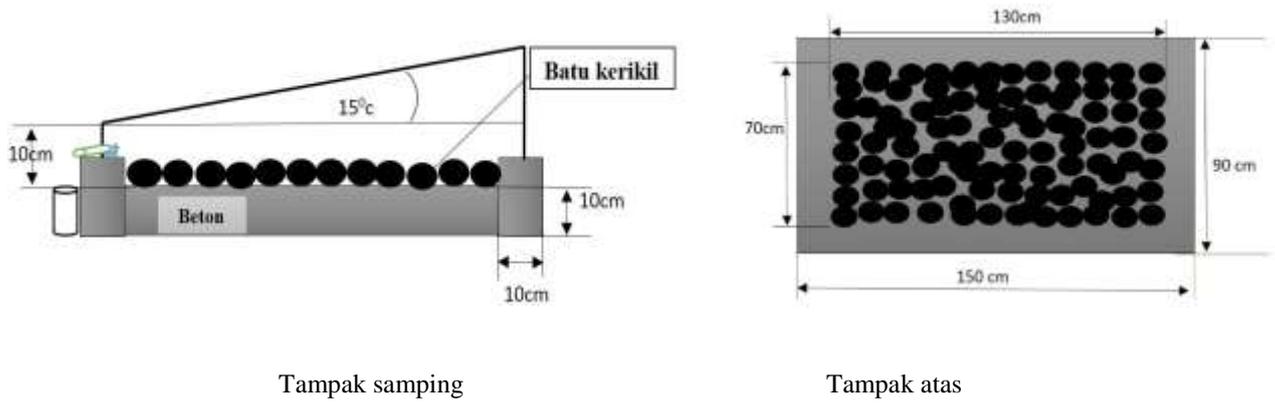
- 1) Wadah air baku
- 2) Kaca
- 3) Cat Hitam
- 4) Batu Kerikil
- 5) Wadah Air Destilasi
- 6) Air sumur bor

2.2 Instalasi Penelitian

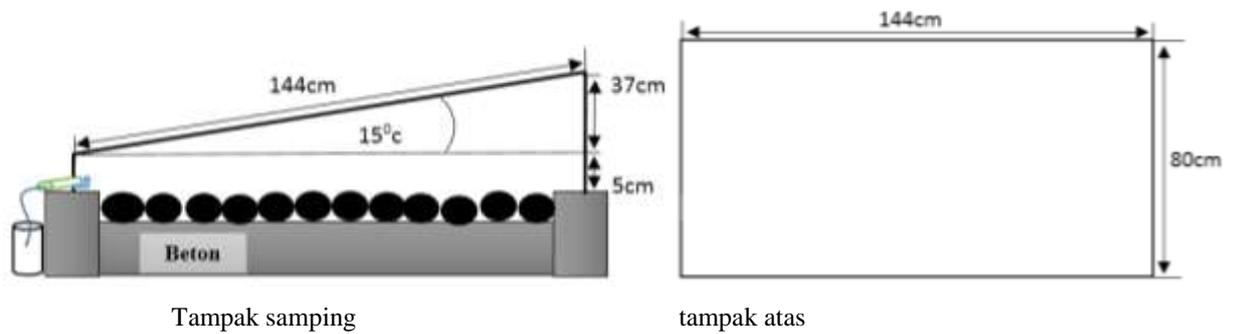
Untuk melihat kinerja bahan penyerap dalam penelitian ini menggunakan dua variasi yaitu bahan penyerap dilapisi cat hitam dan bahan penyerap dilapisi batu kerikil. Instalasi, geometri dan dimensi keseluruhan solar still yang di buat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 sampai dengan gambar 4. Luasan permukaan pelat penyerap sebesar 1 m². Air baku yang dimasukan ke dalam masing-masing bak solar still sebanyak 6 liter. Air dimaksukan ke dalam bak solar still sebelum pangambilan data, tepatnya sekitar jam 05.30.



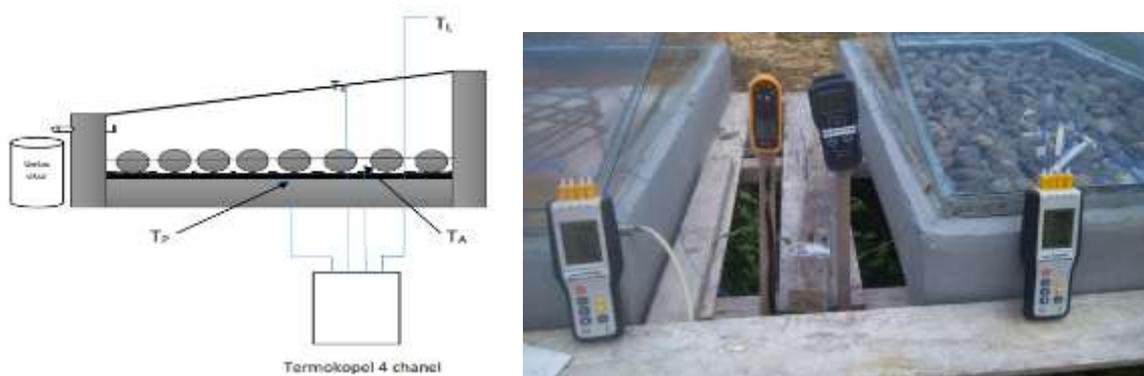
Gambar 1: Bahan penyerap dilapisi cat hitam



Gambar 2: Bahan penyerap dilapisi batu kerikil



Gambar 3: Dimensi dan geometri kaca penutup Satu Sisi



Gambar 4: Instalasi pengukuran temperatur pada *solar still*

Keterangan:

T_L = Temperatur Lingkungan.

T_K = Temperatur kaca penutup.

T_P = Temperatur pelat penyerap.

T_A = Temperatur air

2.3 Pengolahan Data Penelitian

Setelah data didapatkan dari hasil pengujian, maka data diolah untuk menentukan efisiensi dari variasi bahan pelat penyerap dalam menghasilkan air produksi distilasi. Adapun data yang diolah guna menentukan hasil-hasil untuk menentukan nilai enthalpi penguapan (h_{fg}), maka digunakan tabel enthalpi uap dengan menghubungkan temperatur air di dalam alat destilasi. Dari pengolahan data yang dilakukan, kemudian untuk mencari efisiensi *solar still* dapat menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{m_p \cdot h_{fg}}{A \cdot G_s} \times 100\% \quad [15]$$

Dimana:

M_p = massa produksi destilasi per luasan *still* ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$).

h_{fg} = panas laten penguapan (kJ/kg).

A = luas area (m^2).

G_s = intensitas radiasi matahari harian ($\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$).

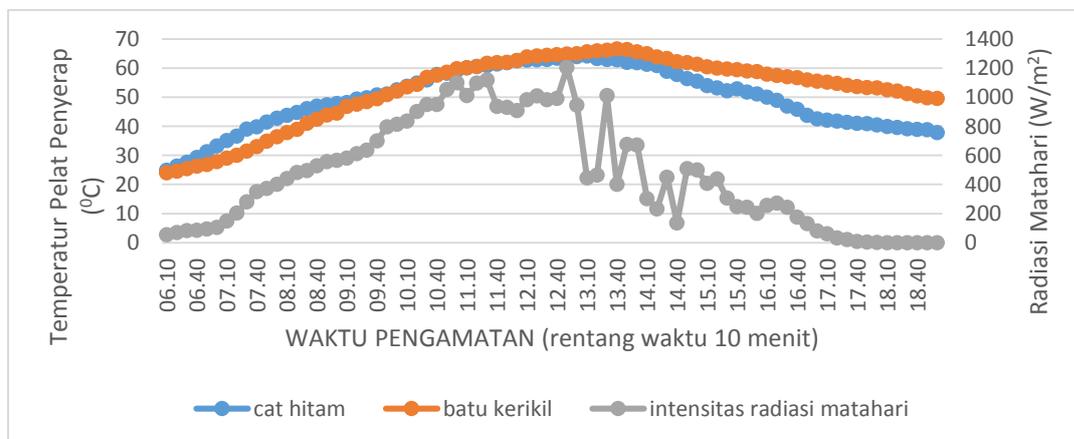
Setelah semua data yang diperlukan untuk mencari efisiensi *solar still*, maka langkah selanjutnya dibuat hubungan dalam bentuk grafik dan diagram efisiensi *solar still*. grafik yang dibuat meliputi:

1. Grafik Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu.
2. Grafik Hubungan temperatur air di dalam bak distilasi terhadap radiasi matahari.
3. Grafik hubungan temperatur kaca penutup terhadap radiasi matahari.
4. Grafik Pengaruh variasi Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi
5. Efisiensi solar still/hari.

3. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan data yang didapat dari hasil pengamatan kemudian dilakukan analisa dan perhitungan untuk memperoleh nilai parameter – parameter volume air, panas berguna dan efisiensi *solar still*. Data hasil pengujian dan pengolahan dengan menggunakan rumus-rumus dimuat dalam bentuk grafik hubungan antara variabel – variabel yang ada dalam penelitian yaitu waktu pengamatan, intensitas radiasi matahari, air hasil distilasi, panas berguna distilasi dan efisiensi.

3.1 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu



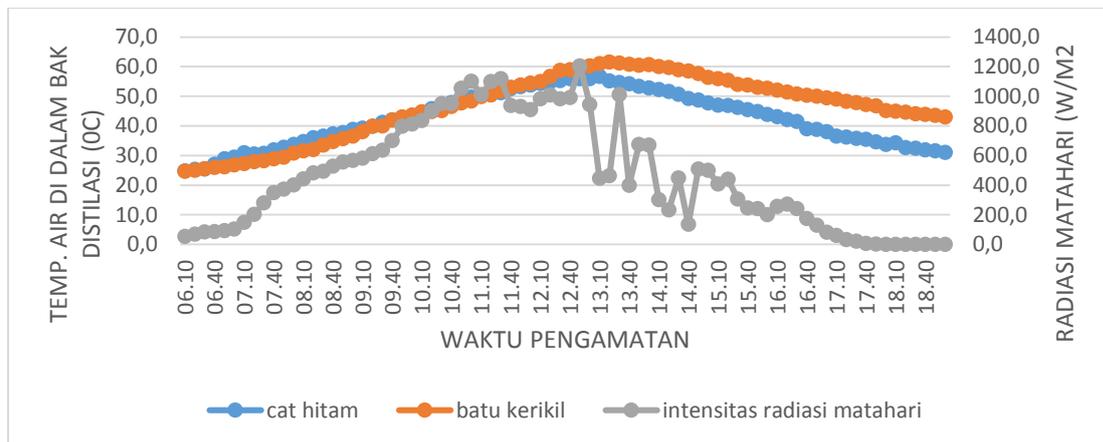
Gambar 5. Grafik Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu.

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa temperatur pada kedua variasi pelat penyerap memiliki pola yang sedikit berbeda. Pada gambar 5 terlihat bahwa pada jam 06.20 sampai jam 10.10 temperatur pelat penyerap dilapisi

cat hitam lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur yang dilapisi batu kerikil. Hal ini dipengaruhi oleh benda hitam yang memiliki nilai daya serap (absorptansi) yang tinggi. Sedangkan pada jam 10.20 sampai jam 12.10 temperatur pelat penyerap dilapisi batu kerikil mulai menyamai temperatur cat hitam. Bahkan pada jam 12.50 hingga 19.00 temperatur batu kerikil sudah melewati temperatur beton lapis cat hitam.

Seiring dengan turunnya intensitas radiasi matahari pelat penyerap kedua variasi juga mengalami penurunan. Namun pada penurunannya beton dilapisi cat hitam lebih cepat penurunannya dibandingkan dengan batu kerikil yang relatif dapat mempertahankan temperatur dan mengalami penurunan yang relatif lambat. Hal ini terlihat pada akhir pengambilan data yang memiliki perbedaan temperatur yang signifikan. Penomena ini dikarenakan dari posisi batu kerikil yang sebagian permukaannya tidak terkena air di dalam bak sehingga temperatur yang diserap dapat tersimpan lama dan dapat mentransfer panas dengan baik ke air distilasi. Berbeda dengan batu kerikil, posisi cat hitam di bawah air baku dapat menyerap panas dengan cepat namun juga dapat melepas panas dengan cepat. Hal ini dipengaruhi oleh posisi cat hitam yang terendam air baku sehingga pada saat radiasi matahari mengalami penurunan temperatur pelat penyerap lapis cat hitam juga mengalami penurunan yang relatif cepat dibandingkan dengan batu kerikil. Penomena ini sejalan dengan pernyataan Sudjito yang menyatakan bahwa pemilihan bahan pelat penyerap (α) maksimal sangat mempengaruhi efisiensi *solar still*, namun pada operasi solar still permukaan pelat penyerap tertutup oleh air di dalam bak dan terutama tertutup oleh kotoran yang tertinggal yang menyebabkan berkurangnya sifat koefisien penyerapan pada pelat penyerap, [5].

3.2 Hubungan Temperatur Air Di Dalam Bak Distilasi Terhadap Radiasi Matahari

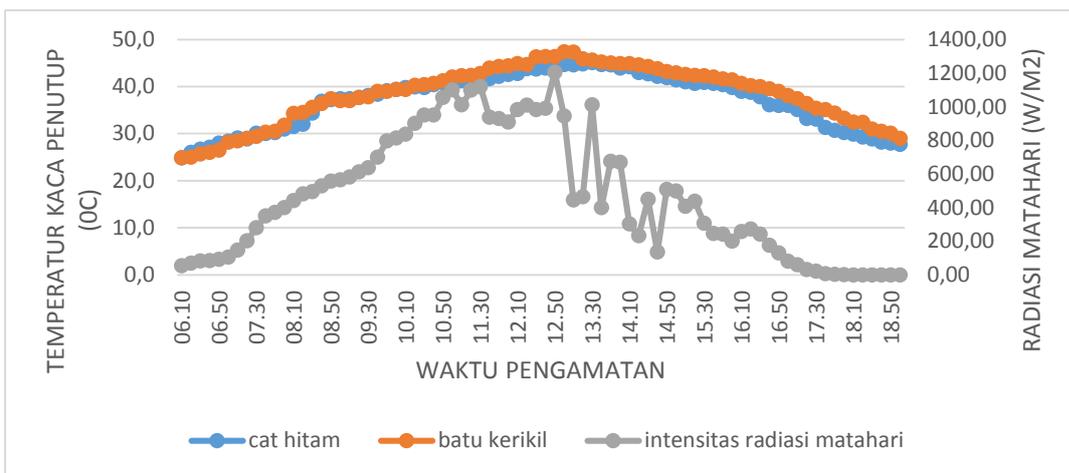


Gambar 6. Grafik Hubungan temperatur air di dalam bak distilasi terhadap radiasi matahari.

Gambar 6 menunjukkan bahwa temperatur air pada kedua bak distilasi relatif berbeda. Pada pukul 06.10 hingga jam 09.40 temperatur air pada bak distilasi dilapisi cat hitam sedikit lebih tinggi dibandingkan temperatur air distilasi yang dilapisi batu kerikil. Sedangkan pada jam 09.40 hingga jam 12.10 temperatur air pada batu kerikil sudah dapat menyamai temperatur air pada cat hitam. Sedangkan pada jam 12.20 hingga jam 19.00 temperatur air pada pelat penyerap batu kerikil sudah dapat melampaui temperatur pelat penyerap dilapisi cat hitam. Penomena ini disebabkan oleh koefisien daya serap pelat penyerap terhadap radiasi matahari seperti yang telah dibahas pada gambar 5. Pada penomena ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pelat penyerap, maka semakin cepat pula proses perpindahan panas dari pelat penyerap ke air di dalam bak distilasi. Sehingga semakin tinggi temperatur air di dalam bak distilasi, maka proses penguapan akan semakin cepat.

Proses penguapan air pada *solar still* terjadi karena kecilnya massa jenis air akibat dari temperatur air yang meningkat. Air akan menjadi uap air dan menempel pada kaca penutup *solar still* yang didesain pada kemiringan 15° . Karena adanya perbedaan temperatur di atas permukaan kaca penutup yang disebabkan oleh temperatur lingkungan dan udara yang mengalir, maka uap air yang membentuk butiran-butiran air dan menempel pada kaca penutup akan mengalami proses kondensasi. Sehingga karena kemiringan kaca penutup, air kondensat akan mengalir dari kemiringan atas ke kemiringan bawah kaca penutup. Dari proses ini air kondensat akan disalurkan ke dalam wadah penampungan air distilasi melalui saluran yang telah dibuat di dalam bak distilasi.

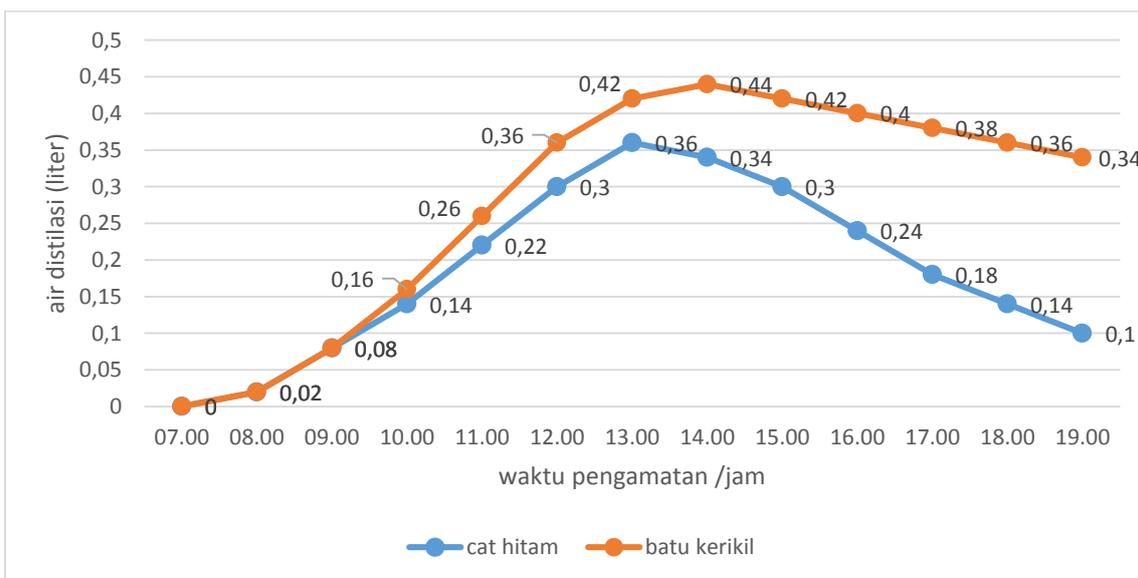
3.3 Hubungan Temperatur Kaca Penutup Terhadap Radiasi Matahari



Gambar 7. Grafik hubungan temperatur kaca penutup terhadap radiasi matahari.

Gambar 7 menunjukkan bahwa temperatur kaca penutup *solar still* dengan variasi pelat penyerap lapis cat hitam dan pelat penyerap lapis batu kerikil mengalami perbedaan temperatur yang tidak terlalu signifikan dan memiliki pola yang relatif sama. Pada gambar 7 terlihat bahwa temperatur mengalami peningkatan dari jam 06.10 hingga jam 13.10 seiring dengan meningkatnya radiasi matahari. Temperatur pada kedua kaca penutup mengalami penurunan temperatur dimulai pada jam 13.20 hingga jam 19.00. Temperatur kaca penutup pada pelat penyerap batu kerikil sedikit lebih tinggi dibandingkan temperatur kaca penutup pada pelat penyerap dilapisi cat hitam. Fenomena ini dipengaruhi oleh penyerapan radiasi matahari pada batu kerikil lebih tinggi dan dapat menyimpan panas dibandingkan pelat penyerap radiasi cat hitam yang relatif cepat melepas panas. Temperatur pelat penyerap yang tinggi mengakibatkan kenaikan temperatur pada air baku, sehingga terjadi penguapan. Akibat terjadinya penguapan menyebabkan terjadinya perpindahan panas dari uap air yang menempel di kaca penutup sehingga temperatur kaca mengalami peningkatan.

3.4 Pengaruh Variasi Pelat Penyerap (Beton Lapis Cat Hitam Dan Beton Lapis Batu Kerikil) Terhadap Produktifitas Air Distilasi

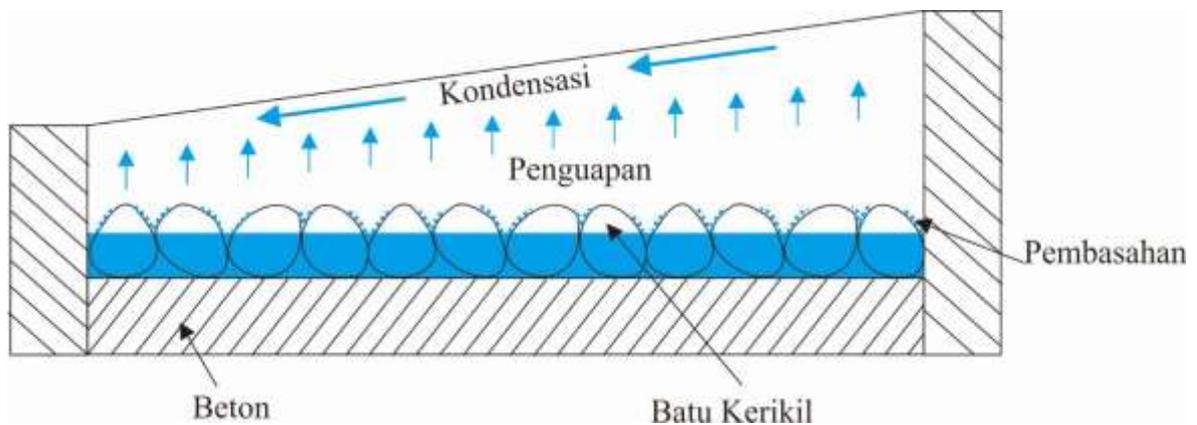


Gambar 8. Grafik Pengaruh variasi Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi.

Pelat penyerap memiliki pengaruh yang besar terhadap produktifitas air distilasi. Gambar 8 menunjukkan bahwa produktifitas air distilasi paling banyak dihasilkan oleh pelat penyerap yang dilapisi dengan batu kerikil. Pada

jam 07.00 kedua variasi pelat penyerap belum menghasilkan air distilasi. Hal ini disebabkan oleh temperatur air pada kedua pelat penyerap masih rendah karena radiasi matahari pada pagi hari belum tinggi. dari jam 07.00 sampai jam 09.00 *solar still* baru dapat menghasilkan air distilasi dengan hasil yang sama. Perbedaan hasil distilasi mulai terlihat pada jam 10.00 hingga terakhir pengambilan data jam 19.00. Hasil air distilasi tertinggi pada pelat penyerap dilapisi dengan cat hitam terdapat pada jam 13.00 yaitu sebanyak 0,36 liter dan pada jam 19.00 sebanyak 0,1 liter. Sedangkan pada pelat penyerap dilapisi dengan batu kerikil hasil air distilasi paling tinggi didapatkan pada jam 14.00 yaitu sebanyak 0,44 dan jam 19.00 sebanyak 0,34. Dari gambar dan pemaparan di atas terlihat bahwa pelat penyerap yang menghasilkan air distilasi tertinggi adalah pelat penyerap beton dilapisi dengan batu kerikil dengan total air distilasi selama pengambilan data 13 jam dari jam 06.00 sampai jam 19.00 sebanyak 3,64 liter. Sedangkan pelat penyerap dilapisi dengan cat hitam menghasilkan air distilasi selama proses pengambilan data yaitu sebesar 2,42 liter.

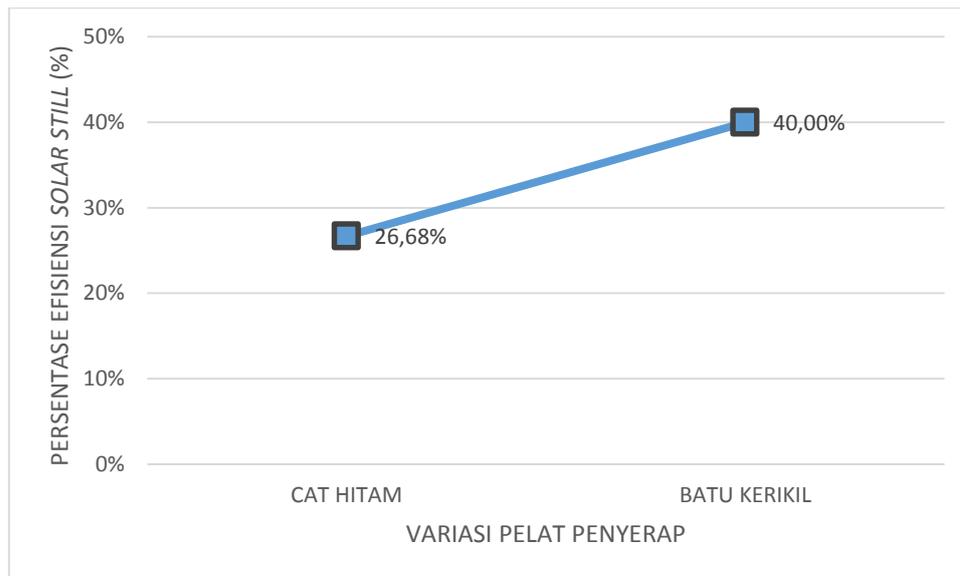
Penomena pada gambar 8 dikarenakan pada sistem pengoperasian *solar still*, permukaan pelat penyerap dilapisi cat hitam tertutup oleh air baku yang mengandung zat-zat atau kotoran dan ketika terjadi penguapan maka zat-zat yang tertinggal akan menutupi lapisan pelat penyerap sehingga akan mempengaruhi kemampuan daya serap pelat penyerap yang berdampak pada air distilasi yang dihasilkan. Sudjito dalam buku *Teknologi Tenaga Surya* (2015:212) mengatakan bahwa pada pengoperasian *solar still* permukaan pelat penyerap tertutup oleh air laut dan terutama tertutup oleh lapisan garam sesudah terjadi penguapan air laut. Karena itu sifat koefisien penyerapan dari permukaan pelat penyerap akan berkurang, karena terlapisi oleh kotoran dan garam dari air laut. Sedangkan dalam pengoperasian *solar still* yang menggunakan batu kerikil dapat menghasilkan air distilasi lebih banyak dibandingkan dengan cat hitam. Hal ini disebabkan karena batu kerikil dapat memperluas luas permukaan pemanasan air. Dalam pengoperasian *solar still*, batu kerikil juga dapat mempercepat proses penguapan. Hal ini disebabkan oleh posisi batu kerikil yang sebagian permukaannya tidak terendam oleh air di dalam bak distilasi. Karena temperatur batu lebih tinggi dari temperatur air, maka terjadi perpindahan panas dari batu ke air. Air baku akan merambat ke batu kerikil yang permukaannya kering sehingga terjadi proses pembasahan dan penguapan yang terjadi terus menerus. Proses pembasahan dan penguapan air ke batu kerikil pada operasional *solar still* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Proses Pembasahan Dan Penguapan Pada Batu Kerikil.

3.5 Efisiensi Solar Still

Efisiensi *solar still* adalah kemampuan *solar still* dalam menghasilkan air tawar. Efisiensi *solar still* merupakan perbandingan antara energi panas yang diserap oleh pelat penyerap dengan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh *solar still* melalui luasan permukaan pelat penyerap.



Gambar 10. Efisiensi *solar still*.

Perbedaan efisiensi *solar still* antara pelat penyerap dilapisi cat hitam dan pelat penyerap dilapisi batu kerikil terlihat pada gambar 10. Pada pengujian ini *solar still* dari kedua variasi bahan pelat penyerap menghasilkan efisiensi yang berbeda. Gambar 10 menunjukkan bahwa pelat penyerap dilapisi batu kerikil memiliki efisiensi yang lebih tinggi 13,29% dibandingkan dengan pelat penyerap dilapisi cat hitam. Pelat penyerap dilapisi batu kerikil memiliki efisiensi sebesar 40,00% sedangkan pelat penyerap dilapisi cat hitam memiliki efisiensi sebesar 26,68%. Artinya, pelat penyerap dilapisi batu kerikil mampu meningkatkan produktifitas air distilasi dengan baik dibandingkan dengan pelat penyerap yang dilapisi dengan cat hitam. Dengan intensitas radiasi matahari yang besar, maka uap air yang dihasilkan juga meningkat. Dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari tersebut maka temperatur air juga meningkat, sehingga terjadi proses penguapan yang cepat. Karena uap yang menempel di kaca penutup sudah banyak dan temperatur dari kaca penutup rendah dibandingkan dengan temperatur uap maka terjadi pengembunan dan membentuk butiran-butiran air. Butiran-butiran air tersebut akan menyatu dan mengalir ke bagian bawah kaca penutup yang disebabkan oleh kemiringan kaca penutup.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bahan pelat penyerap sangat mempengaruhi kinerja dari *solar still*. Kinerja yang lebih tinggi diperoleh pada *solar still* dengan variasi batu kerikil sebagai pelat penyerap dimana volume air yang dihasilkan sebesar 3,64 L dan memiliki efisiensi sebesar 40,00%. Sedangkan pada *solar still* dengan variasi cat hitam sebagai lapisan pelat penyerap menghasilkan volume air 2,42 L dengan efisiensi sebesar 26,68%. Dari hasil pengambilan data yang telah diolah, pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil dapat meningkatkan kinerja hingga 13,29% dibandingkan dengan pelat penyerap yang dilapisi dengan cat hitam.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Profesor. Ir. Sudjito, Ph.D dan Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M. Eng yang selalu membimbing proses penelitian ini dari awal hingga selesai. peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada instansi tempat bekerja, keluarga, dan teman-teman yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Kesehatan Kabupaten Landak. (2015). Profil Kesehatan Kabupaten Landak. Diakses pada tanggal 21 juli 2018.
- [2] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Diakses pada tanggal 21 juli 2018.

- [3] Sonawane, (2015). *Research paper on enchancing solar still productivity by optimizing angle of PCM embedded absorber surface*. (jurnal). Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [4] Rosari, Titis dkk (2014). Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar Dengan *Parabolic Trough*. (jurnal). Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [5] Sudjito, (2015). Teknologi Tenaga Surya (pemanfaatan dalam bentuk energi panas).
- [6] Sudjito, (2013). Alat Penyerap Panas Radiasi Matahari Dengan Lapisan Batu Kerikil. Nomor Hak Paten. P00200200648 (ID P 0026349).
- [7] Anas, (2014). Desain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari. Jurnal. Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [8] Risky Ramadhani, Dkk, (2015). Studi Alat Destilasi Sederhana Bentuk Piramid Untuk Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih. (Jurnal). Diakses pada tanggal 25 juli 2018.
- [9] Reta. T. W, (2016). Destilasi air energi surya vertikal dengan solar tracker. Skripsi.
- [10] kuldeep et all, (2018). *Pyramida solar still: A comprehenshif review*. Jurnal. Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [11] Bhattacharyya, (2015). *Solar still for desalination of water in rural households*. (jurnal). Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [12] Purwoto, S. (2016). Pengolahan air tanah berbasis treatment. (jurnal). Diakses pada tanggal 26 agustus 2018.
- [13] Arunkumar, T. Dkk, (2012). *Experimental study on varios solar still designs*. (jurnal). Diakses pada tanggal 4 agustus 2018.
- [14] Hikmet. S.A, (2015). A review of desalination by solar still. Diakses pada tanggal 28 juli 2018.
- [15] Duffien John A., and Bekman, Wiliam A, (2006). *Solar Energy of thermal Procces*; John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, 3rd Edition.
- [16] insight SMI, (2017). Sumber daya air Indonesia. Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [17] Muthu Manokar, et all, (2016). *Comparative Study Of Finned Acrylic Solar Still And Galvanised Iron Solar Still*. Jurnal. Diakses pada tanggal 15 juli 2018.

DOKUMENTASI PENELITIAN



