

PENGARUH PELAT PENYERAP TERHADAP KINERJA SOLAR STILL DI KOTA NGABANG

The purpose of this study was to determine the effect of the use of black paint and gravel as an absorbent plate on solar still performance. This research was conducted to overcome the problem of limited clean water in the city of Ngabang, West Borneo. The research method used in this study is a direct experimental method for the object under study. Tests carried out on two solar stills with a variety of absorbent plates, namely concrete coated with black paint and concrete coated with gravel. The solar still is made to have the same covering glass geometry. The duration of observation is 13 hours. Data collection is carried out every 10 minutes, starting at 06.00 until 19.00 local time. The results showed that concrete coated with gravel has higher performance compared to concrete coated with black paint as an absorbent plate on solar still. In the solar still, with gravel absorbent plates, the volume of distilled water is 3.64 L / 13 hours, and efficiency is 43.93%. Meanwhile, solar still coated with black paint as an absorbent plate producing a water volume of 2.42 L / 13 hours and an efficiency of 29.32%. The longer the observation time the sun's performance is still with gravel variations as an absorbent plate, the better it is compared to those who use black paint.

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

Astrada
Mahasiswa S2
Universitas Brawijaya
astradadedek@rocketmail.com

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

Nurkholis Hamidi
Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Brawijaya
Jurusan Teknik Mesin
nurkholishamidi@gmail.com

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 besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning. Ciri-ciri air yang memiliki kandungan besi yang tinggi yaitu pertama keluar dari pompa air, air akan 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+} , namun setelah keluar dari kran Fe^{2+} akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} yang berwarna kuning. Ciri-ciri air yang mengandung kadar besi yang tinggi juga terdapat di daerah 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 [3, 4-7].

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 [8]. 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, [9]. 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 [10,11]. 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 [12]. 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% [13]. 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 [14].

Meningkatnya populasi penduduk akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan air bersih di daerah tersebut. Kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan wilayah dan pertambahan penduduk [15]. 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 [16]. 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 (apsorbtansi) 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 [17]. Mitra Anggara [18] mengatakan bahwa sistem kolektor surya berfungsi untuk mengumpulkan energi radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas.

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

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

Gelas ukur digunakan untuk mengukur debit air yang telah diproduksi oleh *solar still*. Untuk lebih jelasnya gelas ukur dan spesifikasinya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Gelas ukur.

Spesifikasi Gelas ukur

Bahan : plastik
Kapasitas : 1000 ml dan 500 ml

2) Termokopel

Termokopel digunakan untuk mengukur temperatur-temperatur pada *solar still* dalam rangka sebagai penunjang pengambilan data.



Gambar 2: Termokopel.

Spesifikasi Termokopel

Temperature range: $-200^{\circ}\text{C}\sim 1372^{\circ}\text{C}$
Type K temperature resolution: $<1000^{\circ}\text{C}$: $0.1^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}/\text{K}$
 $>1000^{\circ}\text{C}$: $1^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}/\text{K}$
Type K Thermocouple input
Four thermocouples input
Max value hold, Min value hold, Average value hold and data hold
User selectable $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}/\text{K}$
Size: 200 x 85 x 38mm
Weight: 230g

3) Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang berpengaruh pada proses kondensasi.



Gambar 3: Anemometer.

Spesifikasi Anemometer benetech GM816

Curent/max/average wind speed reading
Five unit of air velocity: m/s, km/h, ft/min, knot, mph.
Range: 0-30m/s, 0-90km/h, 0-5860 ft/min, 0-65mph.
Threshold: 0,1m/s, 0,3km/h, 39 ft/min, 0,2 mph, 0,1 knot
Accuracy: $\pm 5\%$

4) Digital Multi Meter

Digital Multi Meter digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan pada area *solar still*.



Gambar 4: Digital Multi Meter.

Spesifikasi Digital Multimeter

Voltage DC, Voltage AC, Current DC, current AC,
Resistance, Capacitance, Frequency, Temperature.
Temperature measurement
Fluke 87 V, 87 V/E:
-200°C-1090°C
-300.0°F-1994.0°F
excluding probe

5) Solar Power Meter

Solar Power Meter digunakan untuk mengukur besarnya intensitas radiasi matahari pada saat penelitian.



Gambar 5: Solar Power Meter.

Spesifikasi solar Power Meter

Measuring range: 0.1-399.9, 1-3999W/m²
: 0.1-399.9, 1-3999 Btu/(ft.h)
Resolution : 0.1w/m, 0.1 Btu/(ft.h)
Accuracy : +/- 10w/m2, +/- 3 Btu/ (f2t.h)
Response time : 0.25 sec
Dimension : 60x132x38mm

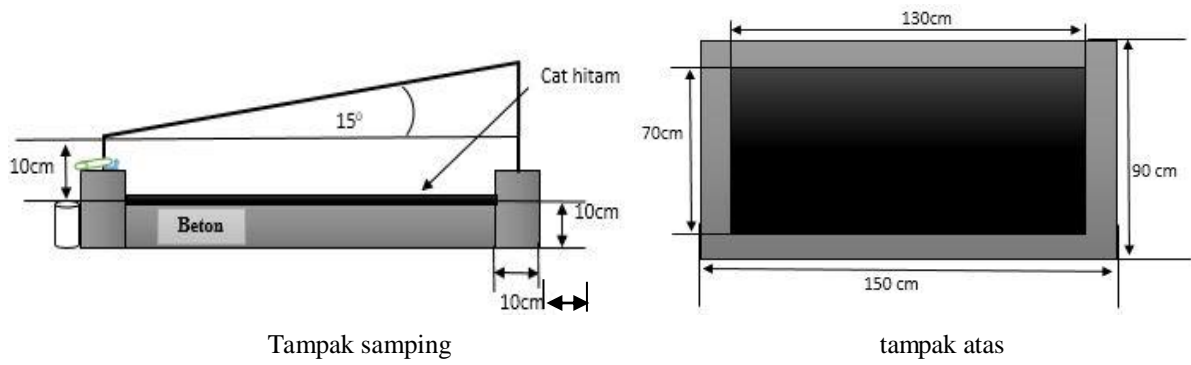
2.1.2 Bahan

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

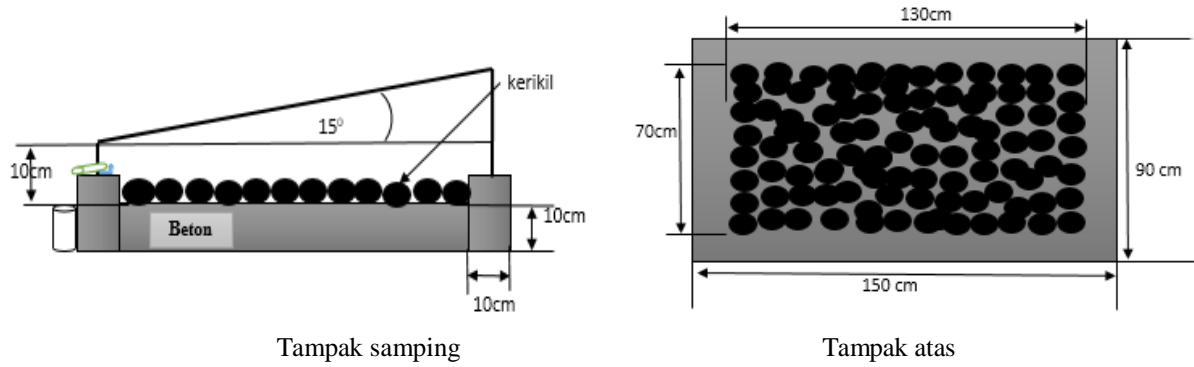
- 1) Wadah air baku
Untuk menampung sementara air yang dipompa dari sumur bor dalam penelitian ini adalah menggunakan ember.
- 2) Kaca
Kaca yang digunakan sebagai kaca penutup adalah kaca bening dan memiliki ketebatan 3 inci.
- 3) Cat Hitam
Cat hitam yang digunakan untuk melapisi permukaan pelat penyerap adalah cat tembok NoDrop.
- 4) Batu Kerikil
Batu kerikil yang digunakan sebagai pelat penyerap adalah batu kerikil yang mendekati hitam dan memiliki diameter +/-5cm.

2.1 Instalasi Penelitian

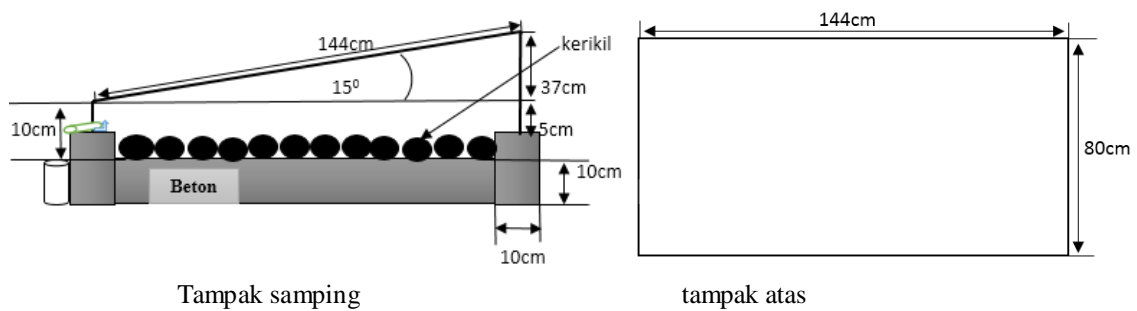
Untuk melihat kinerja bahan penyerap dalam penelitian ini menggunakan dua variasi yaitu bahan penyerap dilapisi cat hitam dan bahan penyerap dilapisi batu kerikil. Instalasi, geometri dan dimensi keseluruhan *solar still* yang di buat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 9. Luasan permukaan pelat penyerap sebesar 0,91 m². Air yang dimasukkan ke dalam masing-masing bak *solar still* sebanyak 6 liter. Air dimasukkan ke dalam bak *solar still* sebelum pengambilan data, tepatnya sekitar jam 05.30.



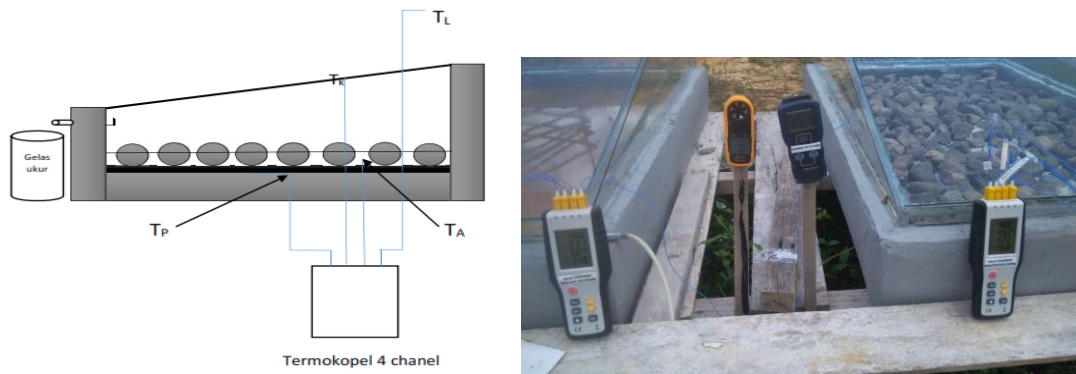
Gambar 6: Bahan penyerap dilapisi cat hitam.



Gambar 7: Bahan penyerap dilapisi batu kerikil.



Gambar 8: Dimensi dan geometri kaca penutup Satu Sisi.



Gambar 9: Skema instalasi penelitian pada *solar still*.

Keterangan:

T_L = Temperatur Lingkungan.

T_K = Temperatur kaca penutup.

T_P = Temperatur pelat penyerap.

T_A = Temperatur air.

2.2 Pengolahan Data Penelitian

Setelah data didapatkan dari hasil pengujian, maka data diolah untuk menghitung efisiensi *solar still* dan produktifitas air distilasi. Adapun data yang diolah untuk menentukan nilai enthalpi penguapan (h_{fg}), intensitas radiasi matahari total, dan produksi air distilasi. 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:

$$X = X_1 \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} \times (X_2 - X_1) \quad (1)$$

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:

$$G_s = \frac{t \times G_T}{1000000} \quad (2)$$

keterangan:

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 dilakukan, kemudian untuk mencari efisiensi *solar still* dapat menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{m_p \cdot h_{fg}}{A \cdot G_s} \times 100\% \quad (3)$$

keterangan:

M_p = massa produksi destilasi per luasan *still* (kg).

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

A = luas area (m^2).

G_s = intensitas radiasi matahari harian (kj/m^2).

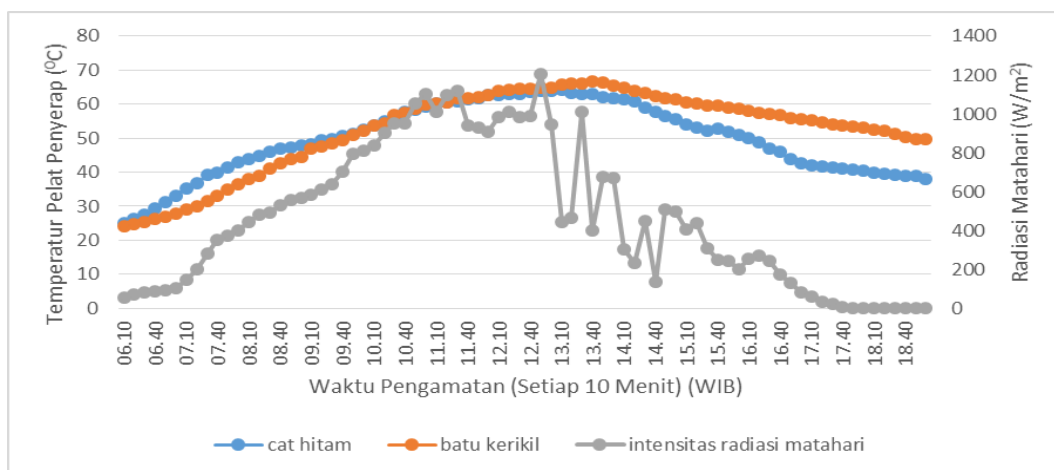
Setelah semua data yang diperlukan untuk mencari efisiensi *solar still* didapatkan, maka langkah selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik yang meliputi:

4. Grafik hubungan temperatur pelat penyerap dan intensitas radiasi matahari terhadap waktu.
5. Grafik Hubungan temperatur air di dalam bak distilasi terhadap radiasi matahari.
6. Grafik hubungan temperatur kaca penutup terhadap radiasi matahari.
7. Grafik Pengaruh variasi Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi
8. 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, dan efisiensi.

3.1 Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu

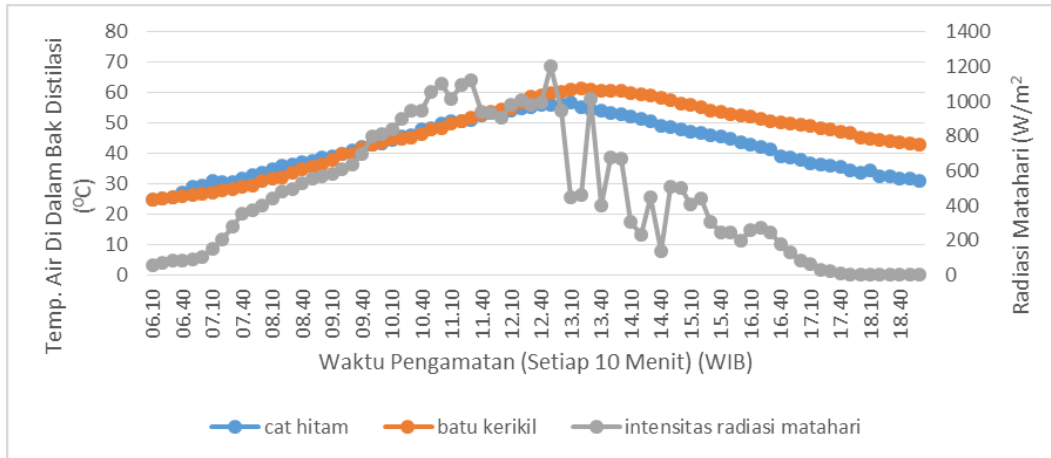


Gambar 10: Hubungan Temperatur Pelat Penyerap Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu.

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa temperatur pada kedua variasi pelat penyerap memiliki pola yang sedikit berbeda. Pada gambar 10 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 (absorbansi) 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. Fenomena 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 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. Fenomena ini sejalan dengan pernyataan Sudjito [10] yang mengatakan 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.

3.2 Hubungan Temperatur Air Di Dalam Bak Distilasi Terhadap Radiasi Matahari

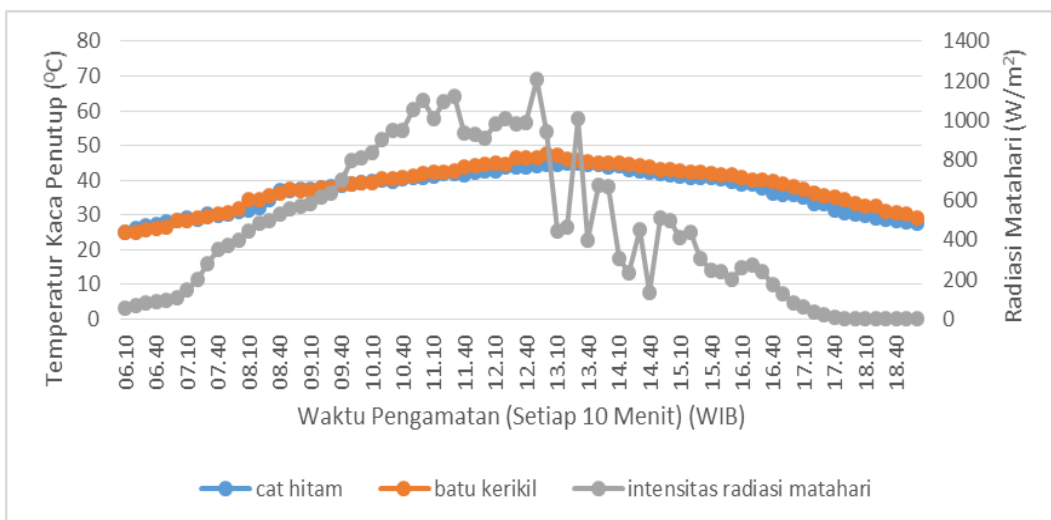


Gambar 11: Hubungan temperatur air di dalam bak distilasi terhadap radiasi matahari.

Gambar 11 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. Fenomena 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.

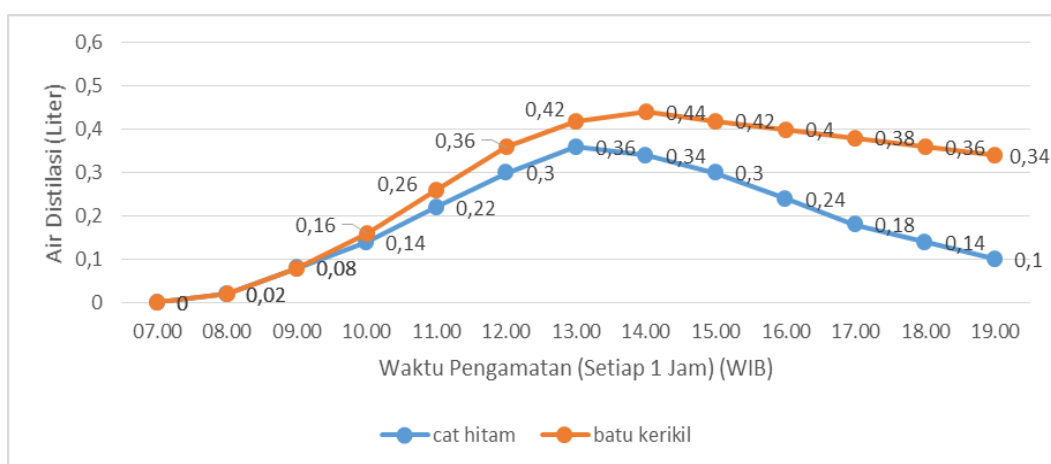
3.3 Hubungan Temperatur Kaca Penutup Terhadap Radiasi Matahari



Gambar 12: Hubungan temperatur kaca penutup terhadap radiasi matahari.

Gambar 12 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 12 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, 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

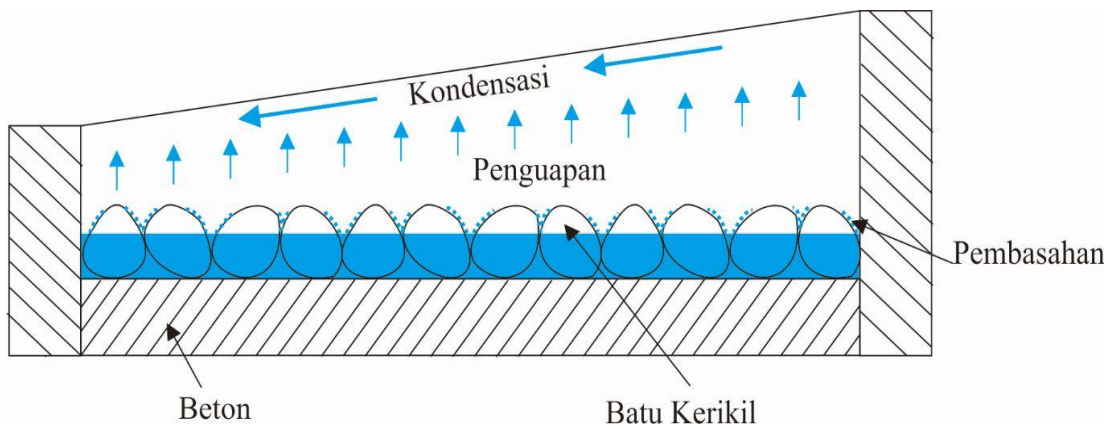


Gambar 13: Pengaruh variasi Pelat Penyerap (beton lapis cat hitam dan beton lapis batu kerikil) terhadap produktifitas air distilasi.

Pelat penyerap memiliki pengaruh yang besar terhadap produktifitas air distilasi. Gambar 13 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.

Fenomena pada gambar 8 dikarenakan pada sistem pengoperasian *solar still*, permukaan pelat penyerap dilapisi cat hitam tertutup oleh air 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 (2015:212)[10] 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

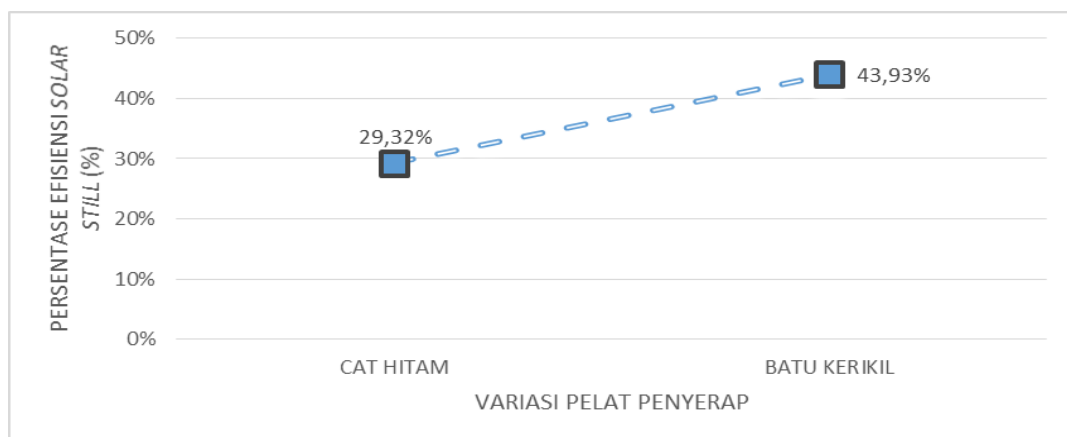
terjadi perpindahan panas dari batu ke air. Air akan merambat ke batu kerikil yang permukaannya kering sehingga terjadi proses pembasahan dan penguapan yang terjadi terus menerus. Proses pembasahan dan penguapan air ke batu kerikil pada operasional *solar still* dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini.



Gambar 14: 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 15: Efisiensi *solar still*.

Perbedaan efisiensi *solar still* antara pelat penyerap dilapisi cat hitam dan pelat penyerap dilapisi batu kerikil terlihat pada Gambar 15. Pada pengujian ini *solar still* dari kedua variasi bahan pelat penyerap menghasilkan efisiensi yang berbeda. Gambar 15 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. 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 *solar still* yang lebih tinggi diperoleh pada variasi batu kerikil sebagai pelat penyerap dimana volume air yang dihasilkan sebesar 3,64 L dan memiliki efisiensi sebesar 43,93%. Sedangkan pada *solar still* dengan variasi cat hitam sebagai lapisan pelat penyerap menghasilkan volume air 2,42 L dengan efisiensi sebesar 29,32%. Dari hasil pengambilan data yang telah diolah, pelat penyerap yang dilapisi batu kerikil dapat meningkatkan kinerja hingga 14,61% dibandingkan dengan pelat penyerap yang dilapisi dengan cat hitam.

5. 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] KULDEEP H. NAYI, KALPESH V. MODI., *Pyramida solar still: A comprehensif review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 81, 2018, pp 136-148.
- [4] AMITAVA BHATTACHARYYA., *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, 2015.
- [5] ABDULLAH BILAL, BASHARAT JAMIL, NADEEM UL HAQUE, MD AZEEM ANSARI, *Investigating the Effect of Pumice Stones Sensible Heat Storage on the Performance of A Solar Still*. Groundwater for Sustainable development 9, 2019, 100228.
- [6] SAURABH YADAV, K. SUDHAKAR, *Different Domestic Designs of Solar Still:Review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews at Science Direct 47, 2015, 718-731.
- [7] 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.
- [8] DNYANESHWAR SONAWANE, MANASI PATIL, ONKAR JADHAV, VISHVAJIT JAMBUTL, *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.
- [9] TITIS ROSARI, WAHYONO HADI, ALI MASDUQI, *Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar Dengan Parabolic Trough*, Jurnal Purifikasi, Vol. 14, No. 1, Juli 2014: 55-64..
- [10] SUDJITO, *Teknologi Tenaga Surya (pemanfaatan dalam bentuk energi panas)*, 2015.
- [11] SUDJITO, *Alat Penyerap Panas Radiasi Matahari Dengan Lapisan Batu Kerikil*, Nomor Hak Paten. P00200200648 ID P 0026349. 2013.
- [12] 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>.
- [13] 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.
- [14] RETA TRI WICAKSONO, *Destilasi air energi surya vertikal dengan solar tracker*, Skripsi, 2016.
- [15] Insight SMI, *Sumber daya air Indonesia*. 2017, Diakses pada tanggal 26 juli 2018.
- [16] 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.
- [17] DUFFIEN JOHN A., AND BEKMAN, WILIAM A., *Solar Energy of thermal Procces*; John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, 3rd Edition, 2006.
- [18] 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.