

Uji Kinerja Bentuk Plat Aluminium Pada Alat Pengering Pakaian Menggunakan Energi Panas Matahari Dengan Sistem Sirkulasi Alam Kapasitas Ruangan 150 M³

Syurkarni Ali¹, Mahyunis², Jufrizal³, Jos Susilo⁴

¹ Teknik Mesin Universitas Teuku Umar
^{2,3,4} Teknik Mesin Institut Teknologi Medan

ABSTRACT

Increasing population growth affects the consume energy, it is necessary to conduct a study for product renewable energy. The biggest energy source is Sun, that can not be discharged. One of the utilization of solar energy is for heater. clothes dryer test with the use of aluminum plate as an absorbent and heat release is done by varying the shape of the surface of the different aluminum plate. The variance in the surface shape aluminum plate is used aims to determine heat numbers to be generated by the process of absorption and release of heat. The variation of the surface shape of the aluminum plate is a semi-circular shape surface, the flat shape and trapezoidal wave form. The results of the testing plate variations for clothes dryer, heat transfer rate obtained by the average value of the highest temperature of the aluminum plate is the aluminum surface a semicircle forms of 65.8°C with an average intensity of solar radiation 762,9W / m². The result of the material jean obtained wet water content of 65.4%, the flow rate of water mass drying of 0.97 grams / minute and an average drying rate of 0.98 grams / minute with a surface area of 3391.2 cm² semicircle.

Keywords : *Energy solar radiation, the surface of the aluminum plate shape*

I. PENDAHULUAN

Kehadiran energi di sekitar manusia dapat bermacam-macam bentuknya, seperti energi cahaya, energi panas, energi listrik dan sebagainya. Umumnya energi yang di dapat cuma-cuma dengan jumlah yang besar dan melimpah adalah energi cahaya yang berasal dari sinar matahari. Skala yang lebih kecil manusia membutuhkan energi matahari untuk proses penjemuran pakaian.

Pakaian merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia disamping makanan dan tempat tinggal. Kebutuhan proses pengeringan pakaian saat ini merupakan rutinitas yang banyak di lakukan masyarakat sehingga banyak bermunculan jasa yang menawarkan pencucian dan pengeringan pakaian[1]. Melihat kondisi iklim di Indonesia yang tidak menentu, khususnya di daerah Medan, Aceh dan daerah lainnya di Indonesia, perubahan cuacanya sudah tidak dapat diprediksikan lagi. Dengan demikian sistem pengeringan pakaian sangat dibutuhkan. Kebutuhan tersebut bertujuan untuk dapat menghemat waktu, menghemat energi dan tidak tergantung pada cuaca.

Beberapa alat pengeringan pakaian sudah dijual secara komersial, namun masih mengandalkan energi yang berasal dari gas, minyak bumi, batu bara dan lain-lain. Untuk

menyelesaikan permasalahan tersebut penulis tertarik untuk melakukan kajian dan uji kinerja plat aluminium sebagai penyerap panas dan pelepas panas pada wadah alat pengering pakaian.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistim periodik unsur dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Struktur kristal aluminium adalah struktur kristal FCC, sehingga aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Keuletan yang tinggi dari aluminium menyebabkan logam tersebut mudah dibentuk atau mempunyai sifat mampu bentuk yang baik[2].

1. Tujuan Penelitian

a. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengetahui uji kinerja bentuk pelat aluminium pada alat pengering pakaian menggunakan energi panas matahari dengan sistem sirkulasi alam kapasitas ruangan 150 liter.

b. Tujuan Khusus

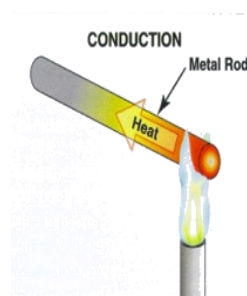
Adapun tujuan khusus dari penelitian ini, yaitu 1). Mengetahui bentuk permukaan plat aluminium terhadap laju perpindahan panas dari radiasi matahari. 2). Mengetahui temperatur pada masing-masing bentuk permukaan plat aluminium yang digunakan pada alat pengering pakaian. 3). Mengetahui karakteristik pengeringan berat bahan (pakaian) % kain.

II. TINJUAN PUSTAKA

1. Pengertian Konduktor

Konduktor adalah zat atau bahan yang bersifat dapat menghantarkan energi, seperti energi listrik maupun energi kalor dengan zat padat, cair atau gas. Bahan-bahan yang bersifat konduktor biasanya digunakan untuk membuat alat-alat yang membutuhkan kecepatan perpindahan panas, misalnya panci, setrika, kabel dan solder.

Konduktor yang baik adalah yang memiliki tahanan jenis yang kecil. Umumnya logam bersifat konduktif seperti Emas, Perak, Tembaga, Aluminium, Zink, dan Besi. Bahan Emas merupakan salah satu bahan penghantar panas yang sangat baik, tetapi berhubung karena harga jual Emas sangat mahal harganya, maka secara ekonomis Tembaga dan Aluminium paling banyak digunakan sebagai *Konduktor*. Proses penghantaran panas seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Penghantar Panas

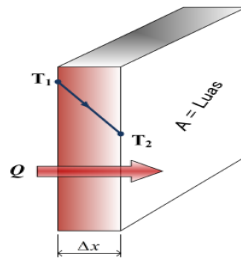
2. Proses Perpindahan Kalor

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material.

Proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (panas/kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut.

Panas telah diketahui dapat berpindah dari tempat dengan temperatur lebih tinggi ke tempat dengan tempeatur lebih rendah. Hukum percampuran panas juga terjadi karena panas itu berpindah, sedangkan pada kalorimeter perpindahan panas dapat terjadi dalam bentuk pertukaran panas dengan luar sistem.

Pemberian atau pengurangan panas tidak saja mengubah temperatur atau fasa zat suatu benda secara lokal, melainkan panas itu merambat ke atau dari bagian lain benda atau tempat lain. Peristiwa ini disebut *perpindahan panas*. Menurut penyelidikan, perpindahan tenaga panas dapat dibagi dalam beberapa golongan cara perpindahan. panas yaitu : dapat merambat dari suatu bagian ke bagian lain melalui zat atau benda yang diam, panas juga dapat dibawa oleh partike-partikel zat yang mengalir (konduksi). Pada radiasi panas, tenaga panas berpindah melalui pancaran yang merupakan juga satu cara perpindahan panas (konveksi). Umumnya perpindahan panas berlangsung sekaligus (radiasi). Proses perpindahan panas seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perpindahan panas konduksi

Laju perpindahan panas yang terjadi pada perpindahan panas konduksi adalah berbanding dengan gradien suhu normal sesuai dengan persamaan

$$q_k = -kA \frac{dT}{dX} \text{ Pers.} \quad (1).$$

Keterangan :

- Q = Laju Perpindahan Panas (kj / det,W)
- K = Konduktifitas Termal (W/m.°C)
- A = Luas Penampang (m²)
- dT = Perbedaan Temperatur (°C, °F)
- dX = Perbedaan Jarak (m / det)
- ΔT = Perubahan Suhu (°C, °F)

III. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode penelitian

Penelitian dilakukan mulai dengan membuat alat eksperimen kemudian dilanjutkan dengan pengujian dan perhitungan selanjutnya diubah kedalam bentuk analisa grafik dengan program Microsoft Excel, kegiatan yang dilakukan untuk menganalisa kemampuan plat alumunium bersirip dengan variasi bentuk plat alumunium.

2. Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian terhadap uji kinerja bentuk plat alumunium pada alat pengering pakaian adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan pakaian kedalam ruangan alat pengering pakaian yang sudah dipasang plat alumunium dan menempatkan posisi yang sudah ditentukan.
2. Memasang alat ukur pengujian pada tiap tempat sesuai dengan fungsi kerja alat yang akan digunakan.
3. Waktu pengujian dilakukan mulai pukul 09.00 s.d 17.00 wib.
4. Mensetting alat solari power meter dan memasang alat ukur didekat alat pengering pakaian.
5. Mengukur dan mencatat hasil pengukuran alat solari power meter.
6. Melakukan pengukuran temperatur plat alumunium serta pengukuran temperatur ruangan dan suhu pakaian dalam interval waktu 20 menit.
7. Mencatat hasil pengukuran.
8. Mengujian alat terus diulangi dalam selang waktu yang telah ditentukan.
9. Menganalisa data pengujian dan grafik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data Pengujian

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu menentukan arah matahari, Kota madya medan secara geografis terletak antara $3^{\circ} 30' - 3^{\circ} 43'$ LU (lintang utara) dan $98^{\circ} 35' - 98^{\circ} 44'$ BT (bujur timur). Terus letakkan alat pengujian yang strategis agar mendapatkan panas yang maksimal.

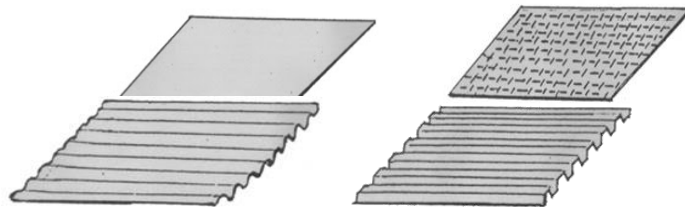
Hasil pengujian yang telah dilakukan, ada perbedaan temperatur dan intesitas radiasi matahari dalam interval waktu yang singkat, perubahan temperatur dan intesitas yang selalu berubah-ubah dengan cepat bisa diamati dari grafik. Pengujian permukaan plat aluminium dilakukan terhadap beberapa variasi bentuk permukaan plat aluminium dan pakaian sebagai bahan perbandingan untuk mengetahui tinggi panas permukaan plat aluminium yang lebih baik.

B. Bentuk Plat Aluminium

Pada proses pengujian alat pengering pakaian memanfaatkan bentuk permukaan plat aluminium sebagai penyerap panas dan pelepas panas dengan variasi bentuk permukaan plat aluminium.

1. Luas Permukaan Plat Aluminium

Jadi dapat diambil kesimpulan luas permukaan pada plat aluminium dapat mempengaruhi laju perpindahan panas pada setiap bentuk permukaan plat aluminium. Bentuk plat seperti gambar 3.



Gambar 3. Bentuk plat seperti gambar

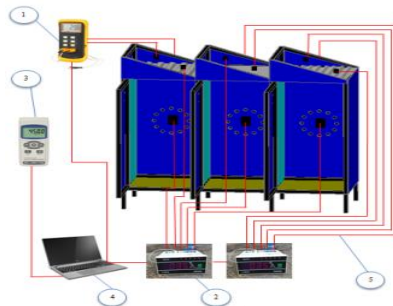
2. *Properties* plat aluminium

Adapun *Properties* aluminium pada bentuk plat aluminium adalah aluminium zinc dimana baja lapis seng 43.5 %, silikon 1.5 % dan aluminium 55 % dengan ketebalan lapisan rata-rata 150 gr/m^2 s.d 200 gr/m^2 .

Sedangkan kemampuan thermal atau panas aluminium dapat diterapkan persamaan hukum Fourier pada suatu dinding datar, jika persamaan tersebut diintegrasikan maka akan didapatkan

$$q_k = - \frac{kA}{\Delta x} (T_2 - T_1) \text{ Pers..} \quad (2).$$

Konduktivitas termal (thermal conductivity) dianggap tetap. Tebal dinding adalah Δx , sedangkan T_1 dan T_2 adalah temperatur muka dinding. Jika konduktivitas berubah menurut hubungan linear dengan temperatur seperti $k = k_0(1 + \beta T)$, maka persamaan aliran kalor menjadi $q_k = - \frac{k_0 A}{\Delta x} [T_2 - T_1 + \frac{\beta}{2} (T_2^2 - T_1^2)]$. Set Up Instrumen Pada Alat Pengering Pakaian seperti ditunjukkan pada gambar 3.



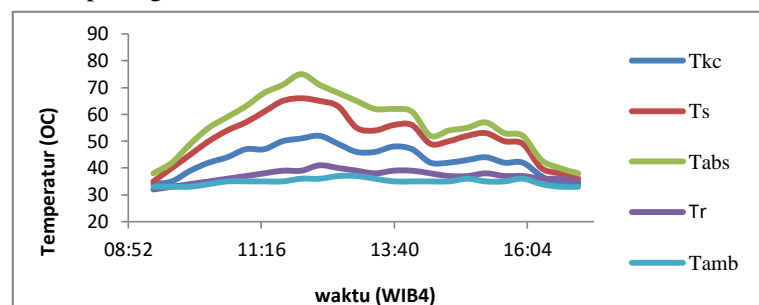
Gambar 3. Set Up Instrumen Pada Alat Pengering Pakaian

C. Profil Temperatur Pengujian Bentuk Plat Aluminium

a. Pengujian bentuk plat aluminium setengah lingkaran

1. Pengujian pertama

Pengujian pertama bentuk plat aluminium setengah lingkaran, yaitu pada tanggal 17 bulan Oktober 2015. Pengujian dilakukan mulai pukul 09:00 WIB sampai dengan 17:00 WIB. Nilai rata-rata temperatur pengujian yang didapat temperatur kaca (T_{kc}) = 43.2 °C, temperatur sistem (T_s) = 51.6°C, temperature plat absorber (T_{abs}) = 56.4 °C, temperatur ruangan (T_r) = 37.1 °C. temperatur lingkungan (T_l) = 34,9 °C, rata-rata Intesitas radiasi matahari adalah 306,0 W/m². Hasil dari data pengujian seperti pada lampiran secara grafik, maka dapat dilihat pada gambar 4.

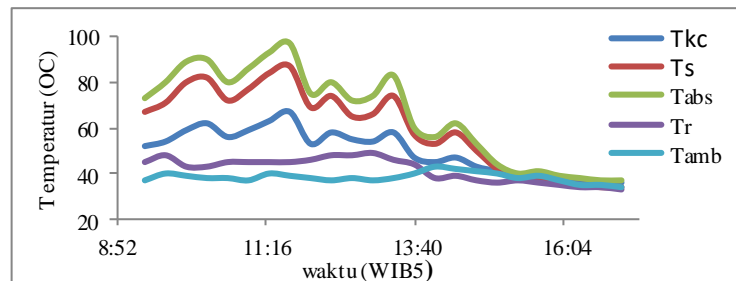


Gambar 4. Grafik Temperatur Kaca, Temperatur Sistem, Temperatur Absorber, Temperatur Ruangan, Dan Temperatur Lingkungan Terhadap Waktu Pada Pengujian 1.

Dari grafik diatas memperlihatkan temperatur plat absorber yang paling tinggi yaitu 75 °C pada jam 12:00 WIB.

2. Pengujian kedua

Pengujian kedua bentuk plat aluminium setengah lingkaran , yaitu pada tanggal 18 bulan Oktober 2015. Pengujian dilakukan mulai pukul 09:00 WIB sampai dengan 17:00 WIB. Nilai rata-rata temperatur pengujian yang didapat temperatur kaca (T_{kc}) = 50.0 °C, temperatur sistem (T_s) = 60.1°C, temperature plat absorber (T_{abs}) = 65.8 °C, temperatur ruangan (T_r) = 41.6°C. temperatur lingkungan (T_l) = 38.3°C, rata-rata Intesitas radiasi matahari adalah 762.9 W/m². Hasil dari data pengujian seperti pada lampiran secara grafik, maka dapat dilihat pada gambar 5.

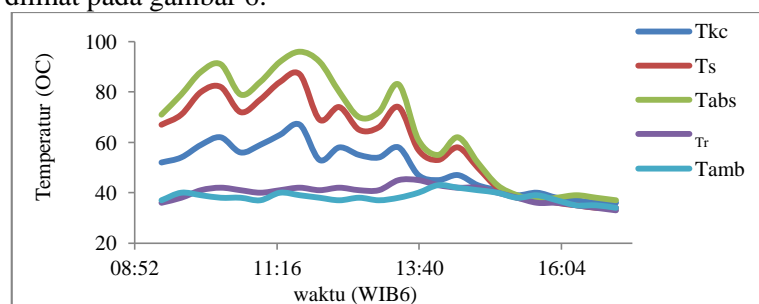


Gambar 5. Grafik Temperatur Kaca, Temperatur Sistem, Temperatur Absorber, Temperatur Ruangan, Dan Temperatur Lingkungan Terhadap Waktu Pada Pengujian 2.

Dari grafik diatas memperlihatkan temperatur plat absorber yang paling tinggi yaitu 97 °C pada jam 11:40 WIB.

3. Pengujian ketiga

Pengujian ketiga bentuk plat aluminium setengah lingkaran , yaitu pada tanggal 19 bulan Oktober 2015. Pengujian dilakukan mulai pukul 09:00 WIB sampai dengan 17:00 WIB. Nilai rata-rata temperatur pengujian yang didapat temperatur kaca (T_{kc}) = 48.0 °C, temperatur sistem (T_s) = 57.2°C, temperature plat absorber (T_{abs}) = 65.5 °C, temperatur ruangan (T_r) = 37.8°C. temperatur lingkungan (T_l) = 33.8°C, rata-rata Intesitas radiasi matahari adalah 497.6 W/m². Hasil dari data pengujian seperti pada lampiran secara grafik, maka dapat dilihat pada gambar 6.

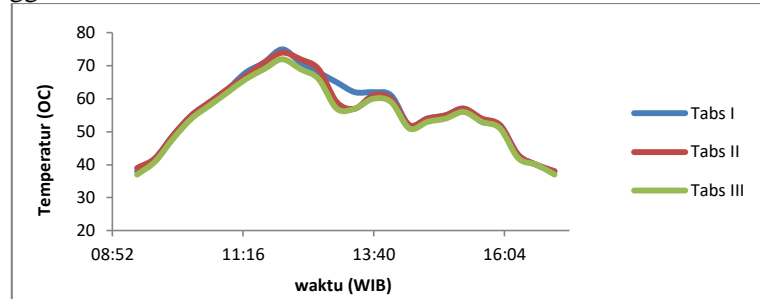


Gambar 6. Grafik Temperatur Kaca, Temperatur Sistem, Temperatur Absorber, Temperatur Ruangan, Dan Temperatur Lingkungan Terhadap Waktu Pada Pengujian 3.

Dari grafik diatas memperlihatkan temperatur plat absorber yang paling tinggi yaitu 98°C pada jam 11:40 WIB, pada jam 12:00 WIB terjadi penurunan temperatur karena mendung.

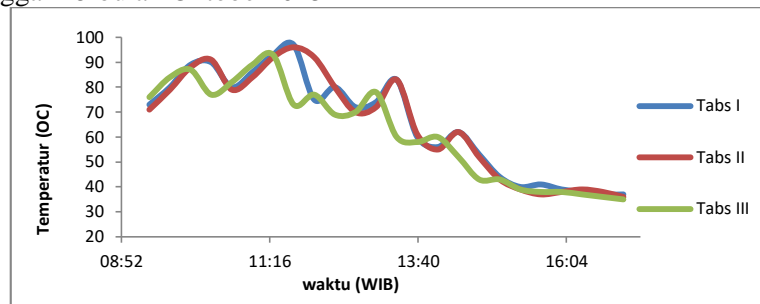
D. Perbandingan Temperatur Absorber

1. perbandingan temperatur absorber padabentuk permukaan plat aluminium setengah lingkaran, rata dan gelombang trapesium.
 - a. Pada tanggal 17bulan Oktober 2015



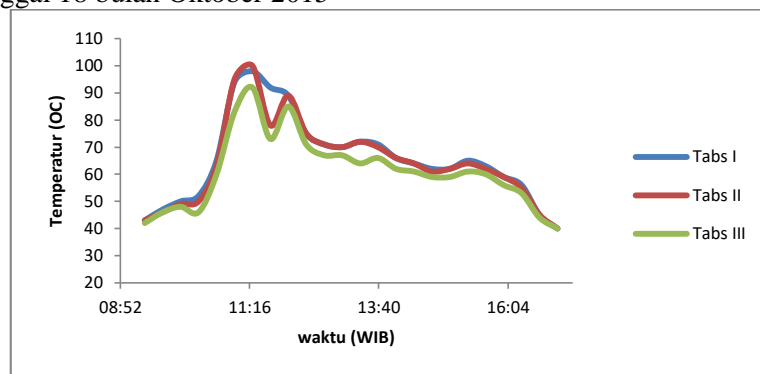
Gambar 7. Grafik Temperatur Absorber pada ruangan 1,2 dan 3.

- b. Pada tanggal 18-bulan Oktober2015



Gambar 8. Grafik Temperatur Absorber pada ruangan1,2 dan 3.

- c. Pada tanggal 18 bulan Oktober 2015



Gambar 9. Grafik Temperatur Absorber pada ruangan 1,2 dan 3.

E. Perhitungan Data Percobaan Proses Pengeringan

1. Proses Pengeringan Pada Ruangan No.1 Bentuk Permukaan Plat Aluminium Setengah Lingkaran.
 - a. Pengujian 1 pada Bahan Kain Katun

- menghitung kadar air basis basah digunakan rumus persamaan (8). Diketahui $B_a = 478$ gram, $B_k = 290$ gram, ditanya $K_a = \dots\%$ Penyelesaian : $K_a = \frac{B_a}{(B_a+B_k)} \times 100\%$
 $= \frac{478}{(478+290)} \times 100\% = 62,24 \%$.
- Laju massa air yang dikeringkan diketahui : $M_0 = 478$ gram $M_1 = 285$ gram Waktu pengeringan = 8 jam x 60 = 480 menit. Ditanya $W_a =$ gram/menit.? Maka $W_a = \frac{M_0-M_1}{\text{Waktu Pengeringan}} = \frac{478-285}{480} = 0,402$ gram/menit.
- Laju pengeringan rata-rata dapat dituliskan dengan persamaan $\overline{W} = \frac{\text{pengurangan massa air (gram)}}{\text{waktu pengeringan (menit)}} = \frac{478-290}{480} = 0,391$ gram/menit.

2. Proses Pengeringan Pada Ruangan No 2 Bentuk Permukaan Plat Aluminium Rata.

a. Pengujian 1 pada Bahan Jean

- menghitung kadar air basis. Diketahui : $B_a = 1075$ gram $B_k = 800$ gram
Ditanya : $K_a = \dots\%$.Maka $K_a = \frac{B_a}{(B_a+B_k)} \times 100\% = \frac{1075}{(1075+800)} \times 100\% = 57,3 \%$.
- Laju massa air yang dikeringkan
Diketahui : $M_0 = 1075$ gram
 $M_1 = 542$ gram Waktu pengeringan = 8 jam x 60 = 480 menit Ditanya $W_a =$ gram/menit. Maka $W_a = \frac{M_0-M_1}{\text{Waktu Pengeringan}} = \frac{1075-542}{480} = 1,11$ gram/menit.
- Laju pengeringan rata-rata dapat dituliskan dengan persamaan $\overline{W} = \frac{\text{pengurangan massa air (gram)}}{\text{waktu pengeringan (menit)}} = \frac{1075-800}{480} = 0,57$ gram/menit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian secara experimental pada alat pengering pakaian dengan variasi bentuk permukaan plat aluminium yang telah dirancang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata temperatur plat aluminium paling tinggi dimiliki oleh bentuk permukaan aluminium setengah lingkaran pada pengujian pertama yaitu **56,4 °C**, Rata-rata intensitas radiasi matahari **306,0 W/m²**, pada pengujian kedua **65,8 °C**, Rata-rata intensitas radiasi matahari **762,9W/m²** dan pada pengujian ketiga **65,5 °C**, Rata-rata intensitas radiasi matahari **497,6W/m²**.
2. Hasil penelitian diperoleh karakteristik pengeringan berat bahan (pakaian) % kain pada permukaan plat aluminium setengah lingkaran yang mengalami panas tinggi yaitu:
 - a. Pengujian 1 pada bahan kain katun pada tanggal 17 bulan Oktober 2015 diperoleh kadar air basis basah 62,24 %, laju massa air yang dikeringkan 0,402 gram/menit dan laju pengeringan rata-rata 0,391 gram/menit.
 - b. Pengujian 2 pada bahan kain jean pada tanggal 18 bulan Oktober 2015 diperoleh kadar air basis basah 65,4 %, laju massa air yang dikeringkan 0,97 gram/menit dan laju pengeringan rata-rata 0,98 gram/menit.
 - c. Pengujian 3 pada bahan kain spandek pada tanggal 19 bulan Oktober 2015 diperoleh kadar air basis basah 63,83 %, laju massa air yang dikeringkan 0,67 gram/menit dan laju pengeringan rata-rata 0,5 gram/menit.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan oleh penulis dari pengujian yang telah dilakukan adalah:

1. Bagi peneliti yang melanjutkan pengujian diharapkan agar setiap bentuk permukaan plat aluminium diuji sekaligus, agar lebih akurat data yang akan didapat.
2. Pada setiap titik-titik pengukuran alat pengering pakaian saat pengujian harus lebih banyak lagi kabel thermocouple dan alat uji ditambah agar lebih akurat hasil analisa panas.
3. Pada saat proses pengujian alat pengering pakaian diusahakan kondisi pada alam disekitar pengujian mengalami panas yang tinggi agar memperoleh hasil maksimal pada alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Google,(online),“*PengertianAluminium*”,
http://eprints.undip.ac.id/41571/12/BAB_II_pdf. Tanggal akses 05 Juni 2015 jam 17:00wib.
- [2] W Archie and Jr Culp.1985. Terjemahan Ir Darwin Sitompul M.Eng. *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Penerbit erlangga.
- [3] Duffie, John A, dan Beckam, William A. 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley and Sons. New York.
- [4] Holman, J.P.2010. *Heat Transfer*.TenthEdition.
- [5] Mustafa, 2013 *Analisis Pengaruh Jarak Sirip Vertikal Dan Kecepatan Angin Terhadap Perpindahan Panas Pada Motor 4 Tak*,Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun.
- [6] Google, (oline), “*Pengertian Proses Pengeringan*”, <http://repository.usu.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/41924/Chapter%20II.pdf?sequence=3>Tanggal akses 11 Juni 2015 jam 14:32 wib.
- [8] Google, (oline), “*Pengertian Cat*”, <http://id.m.wikipedia.org/wiki/cat>.Tanggal akses06 Agustus 2015 jam 12:00 wib.