

PENGARUH RADIASI MATAHARI DAN JENIS MATERIAL COIL PADA PV-MODULE SOLAR ELECTRIC COOKER

Asrori Asrori¹, & Harie S. Jaya²

¹Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

²Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Palangkaraya

E-mail: asrori@polinema.ac.id

Abstrak: Kebutuhan energi global semakin meningkat, sementara ini cadangan energi dunia berasal dari fosil semakin lama semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan terobosan pengembangan teknologi hijau yang berbasis energi terbarukan khususnya disektor rumah tangga. Indonesia berada didaerah khatulistiwa sehingga berpotensi besar untuk mengeksplorasi sumber energi tenaga surya. Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh jenis material koil pemanas dan tingkat radiasi matahari pada PV module solar electric cooker. Pengujian dilakukan di Lab. Surya, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang (7°56'36.4"LS ; 112°36'49.6"BT). Metode yang digunakan yaitu true eksperimental dengan menggunakan variasi jenis material berdasarkan konduktivitas termalnya yaitu tembaga, aluminium dan nikelin serta perubahan radiasi matahari terhadap panas yang dihasilkan oleh PV module solar electric cooker. Hasil dari penelitian diketahui adanya pengaruh dari parameter konduktivitas termal dan perubahan radiasi matahari terhadap panas yang dihasilkan oleh PV module solar electric cooker. Pada pengujian koil nikelin dapat mencapai temperatur 769°C pada radiasi matahari 875.9 W/m². Pengujian koil aluminium diperoleh temperatur 191°C pada radiasi matahari 931.4 W/m², dan coil tembaga dapat menghasilkan temperatur 169°C pada tingkat radiasi matahari 855.6 W/m².

Kata kunci: PV Module, Solar Electric Cooker, Radiasi Matahari, Panel Surya, Konduktivitas Termal

Abstract: Global energy needs are increasing, while world energy reserves derived from fossils are dwindling. Therefore, a breakthrough is needed to develop green technology based on renewable energy, especially in the household sector. Indonesia is located on the equator so it has great potential to explore solar energy sources. This study aims to analyze the effect of the type of coil heater material and the level of solar radiation on the PV module solar electric cooker. Testing carried out in the Solar Energy Lab., Mechanical Engineering, State Polytechnic of Malang (7°56'36.4"S ; 112°36'49.6"E). The method used is true experimental using three material types based on their thermal conductivity, namely copper, aluminum, and nickel as well as the change in solar radiation on the heat of solar electric cooker generated by the PV module. The results showed that there was an effect of the parameters of thermal conductivity and changes in solar radiation on the heat generated by the PV module solar electric cooker. In the nickel coil test, it can reach a temperature of 769°C at a solar radiation of 875.9 W/m². Testing the aluminum coil obtained a temperature of 191°C at a solar radiation level of 931.4 W/m², and a copper coil could produce a temperature of 169°C at a solar radiation level of 855.6 W/m².

Keywords: PV Module, Solar Electric Cooker, Solar Radiation, Solar Panels, Thermal Conductivity

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang terus-menerus meningkat bahkan hampir semua sektor dalam kehidupan ini membutuhkan energi untuk mencukupi kebutuhan-kebutuhan manusia. Seiring berjalannya waktu tingginya konsumsi bahan bakar fosil dapat berdampak pada menipisnya energi tersebut di masa mendatang. Selain itu, lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan bakar fosil tersebut, dikarenakan sumber energi termasuk sumber energi yang tidak dapat diperbarui (Paundra *et al.* 2022).

Panel surya merupakan media pengkonversi energi foton matahari menjadi energi listrik, dimana listrik yang dihasilkan memiliki ketergantungan terhadap radiasi matahari, iklim dan perubahan cuaca (Asrori dan Yudiyanto, 2019; Siregar *et al.*, 2021). Di sebagian besar negara maju memiliki kecenderungan memanfaatkan energi listrik yang nantinya akan digunakan untuk menghasilkan panas dengan menggunakan pemanas induksi. Salah satu bentuk pemanas induksi yang biasa ditemukan pada negara-negara maju adalah kompor listrik bertenaga surya (*Photovoltaic Module Electric Cooker*) (Tiffany *et al.*, 2013; Prabu *et al.* 2023).

PV Module Electric Cooker adalah alat masak yang dapat menghasilkan panas tinggi dengan memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya untuk memanaskan elemen/material yang digunakan untuk memasak (Hasanah & Handayani, 2016; Batchelor *et al.*, 2018). *PV-Module cooker* memiliki sistem kerja dengan memanfaatkan energi surya yang sangat melimpah dan cukup untuk keperluan panas dalam proses memasak (Asrori dkk, 2014). Elemen/material yang dipanaskan pada kompor listrik bermacam-macam bentuk dan bahannya, seperti kawat spiral, besi dan plat keramik. Pada umumnya material yang digunakan pada *electric cooker* adalah *coil* yang terbuat dari beberapa jenis material salah satunya seperti nikelin, dimana dipengaruhi oleh konduktivitas termal (Aung *et al.*, 2008).

Beberapa penelitian mengenai koil yang digunakan pada kompor listrik telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Aminullah (2022) melakukan penelitian dan pengujian pengaruh panjang koil pada kompor listrik induksi DC 12 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *coil* dengan panjang 1 m memiliki nilai induktansi, dan daya terendah. Sedangkan *coil* dengan panjang 3 m memiliki nilai induktansi, dan daya tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar nilai panjang *coil* maka akan meningkatkan nilai induktansi dan daya yang dihasilkan. Astuti (2015) menyatakan bahwa besarnya konduktivitas termal berbanding terbalik dengan perbedaan suhu, jika perbedaan suhu besar maka nilai konduktivitas termal akan kecil, begitu pula sebaliknya. Mulyanto (2011) melakukan uji perbandingan nilai konduktivitas termal untuk tembaga, baja dan aluminium. Hasilnya menyatakan bahwa nilai konduktivitas termal yang paling besar adalah tembaga, aluminium dan baja.

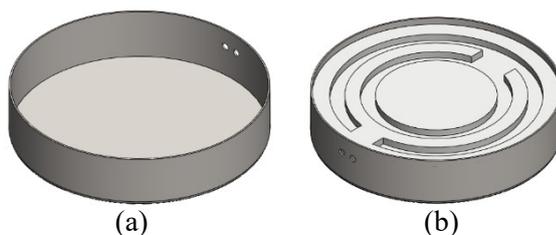
Dari sejumlah penelitian tersebut, masih perlu dianalisis, pengaruh konduktivitas termal material *heater coil* terhadap panas yang dihasilkan oleh *PV solar electric cooker*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jenis material *heater coil* yang sesuai untuk *PV solar electric cooker*. Guna mengetahui lebih lanjut pengaruh konduktivitas termal material *heater coil* terhadap panas yang dihasilkan, maka akan dilakukan perbandingan konduktivitas termal dari tiga material diantaranya, tembaga, nikelin dan aluminium, hal ini dikarenakan material-material tersebut memiliki sifat konduktor yang baik. Sehingga, penggunaan energi matahari sebagai sumber panas yang dihasilkan oleh *PV Solar Electric Cooker* meminimalisir polusi udara, menghemat biaya dan efektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *true experimental* dimana dalam pelaksanaannya dilakukan desain dan pengujian pada *PV Module electric cooker*. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas berupa konduktivitas termal dari tembaga, nikelin dan aluminium dan radiasi matahari sehingga diperoleh variabel terikat yaitu temperatur koil pada *electric cooker*. Pengujian dilakukan selama 3 hari dengan rentang waktu 08:00-15:00 WIB di Lab. Surya, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Pengambilan data meliputi: temperatur *coil*, temperatur air, tegangan, arus dari panel surya dan radiasi matahari.

Spesifikasi *PV Module electric cooker* terdiri dari Panel surya polikristal 200 Wp. Sedangkan material koil mempunyai hambatan *coil*, $R = 4,6 \Omega$, diameter lilitan *coil*, $\phi_l = 5$ mm, dan diameter kawat, $\phi_k = 0,4$ mm. Rancangan desain *electric cooker* terdiri dari :

- 1) Desain *base of coil*, *Base of coil* ini ditunjukkan dalam Gambar 1 (a), berfungsi sebagai isolator tahan panas untuk tempat *coil* pada *electric cooker*. Dimensi landasan adalah $\text{Ø}165$ mm x 35 mm menggunakan material *stainless steel 304*.

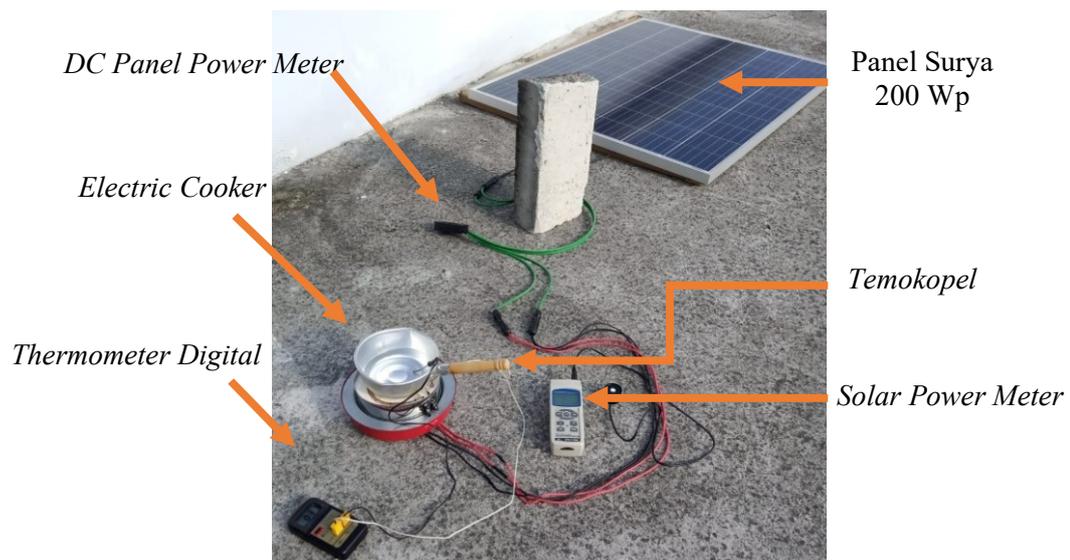


Gambar 1. Landasan *Electric Cooker*; (a) *Base of Coil*, (b) *Plaster of Paris*

- 2) Membuat tungku pembakaran, Gambar 1 (b) menunjukkan rancangan tungku pembakaran dengan bahan *plaster of paris* sebagai isolatornya. *Plaster of paris* merupakan semen/*gypsum* yang digunakan untuk membuat patung, cetakan atau tungku pembakaran besi karena mempunyai sifat tahan panas.
- 3) Desain *heater coil*, Lilitan koil terdiri dari tiga jenis material yaitu, aluminium, nikelin dan tembaga. Ketiga material tersebut diukur hambatannya sesuai dengan spesifikasi dari panel surya agar tidak terjadi *short circuit* pada saat pengujian. Kompor listrik yang didesain tampak dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kompor Listrik Menggunakan Sistem Lilitan Koil



Gambar 3. Pengujian PV Solar Electric Cooker

Perhitungan lilitan koil dapat di lakukan berdasarkan dari spesifikasi panel surya yang digunakan. Panel Surya 200 Wp ini mempunyai tegangan DC, $V_m = 30,3$ V dan arus, $I_m = 6,61$ A. Sehingga dengan Persamaan (1) diperoleh hambatan,

$$V = I \times R \tag{1}$$

Sehingga,

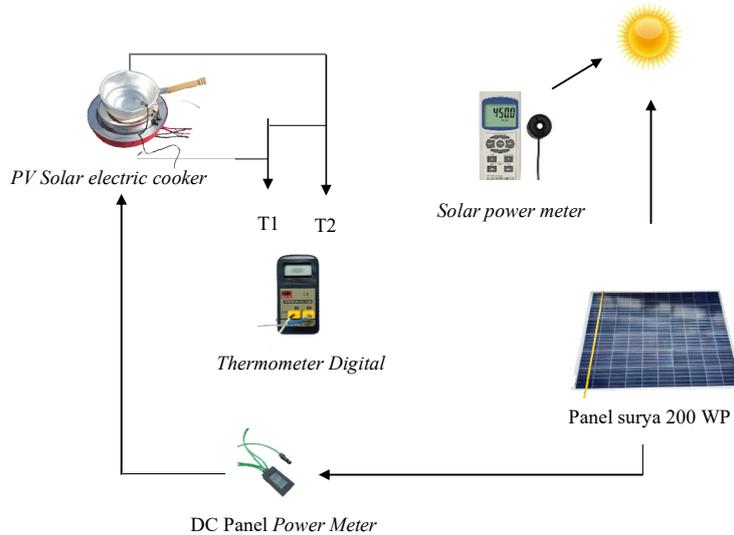
$$R = \frac{V}{I} \tag{2}$$

Dimana: V = tegangan (V), I = Arus (Ampere) dan R = hambatan (Ohm). Dari persamaan 2 diperoleh nilai hambatan sebesar,

$$R = \frac{30,3 V}{6,61 A} = 4,58 = 4,6 \Omega$$

Dengan demikian agar tidak terjadi *short* pada *coil*, maka semua hambatan setiap *coil* sebesar 4.6 Ω. Rancangan pengujian pada penelitian ini, ditunjukkan Gambar 2. Sebuah panci masak berisi air diletakan diatas tungku kompor listrik digunakan untuk pengujian temperatur air. Sedangkan, alat ukur termokopel digunakan untuk dideteksi temperatur *coil* kompor dan air.

Sumber energi *electric cooker* ini terhubung langsung dengan panel surya 200 Wp. Sebuah *solar power meter* digunakan untuk mengukur data radiasi matahari di lokasi. Data temperatur *coil*, temperatur air, radiasi matahari, tegangan dan arus dicatat dalam interval waktu setiap satu jam. *Setting* peralatan penelitian (*experimental setup*) lebih jelasnya ditampilkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. *Experimental Setup*

Panel surya akan mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik yang disebut dengan proses fotovoltaik. Energi listrik dialirkan ke *electric cooker* untuk dikonversi menjadi panas melalui komponen *heater coil*. Pengujian dilakukan dengan beberapa jenis material *coil* seperti tembaga, nikelin, dan aluminium. Perencanaan penelitian menggunakan media air sebagai fluida yang akan dipanaskan pada panci. Pada saat *PV module solar electric cooker* beroperasi, akan diambil data perubahan temeperatur T_1 dan T_2 yang tertera pada *thermometer data logger* di interval waktu satu jam. Setiap pengujian material *heater coil*, dilakukan pengukuran radiasi matahari menggunakan *solar power meter*.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pengambilan Data

Tabel 1. Hasil Pengujian untuk Lilitan Aluminium

Konduktivitas Termal Material	Rad. Matahari (W/m ²)	Waktu (Jam)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
Aluminium 205 k (W/m.°C)	111,5	08:00	28	27	28	3,15	2,13	6,71
	249,1	09:00	34	28	30	3,78	2,55	9,64
	917,7	10:00	67	35	33	7,27	6,77	49,22
	931,4	11:00	186	48	51	8,53	6,57	56,04
	903,9	12:00	191	56	58	8,1	5,67	45,93
	725,7	13:00	154	55	57	7,53	5,79	43,60
	589,5	14:00	128	48	50	5,43	4,41	23,95
	439	15:00	115	47	50	4,18	3,54	14,80

Hasil pengujian *PV module solar electric cooker* berupa data temperatur coil (T_1), temperatur dinding panci (T_2), temperatur air (T_3), tegangan (V), arus (I) dan radiasi matahari untuk setiap material, aluminium, Nikelin dan Tembaga masing-masing ditunjukkan oleh Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

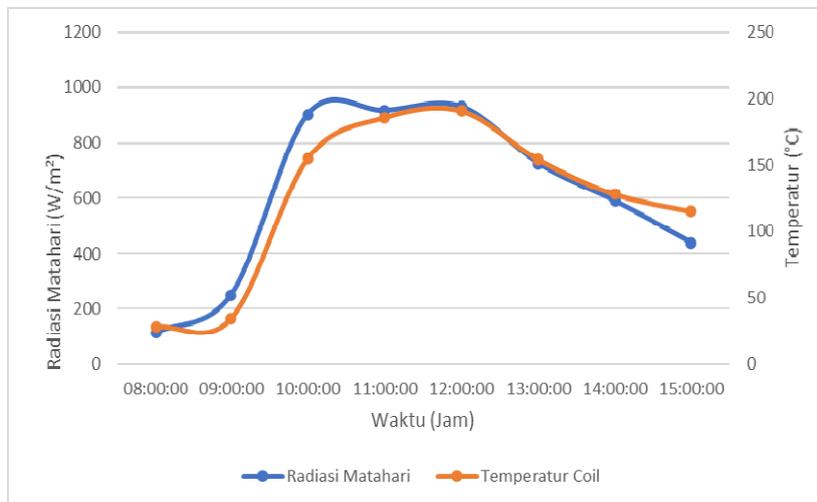
Tabel 2. Hasil Pengujian untuk Lilitan Nikelin

Konduktivitas Termal Material	Rad. Matahari (W/m ²)	Waktu (Jam)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
Nikelin 93 k (W/m.°C)	38	08:00	32	24	30	2,61	1,65	4,31
	762	09:00	328	33	35	16,74	3,83	64,11
	786,7	10:00	631	66	68	18,81	4,83	90,85
	858,8	11:00	733	70	73	21,3	5,3	112,89
	875,9	12:00	769	76	78	21,33	5,4	115,18
	791,5	13:00	694	69	72	20,42	5,11	104,35
	346,7	14:00	343	56	58	10,97	2,77	30,39
	148,4	15:00	232	45	47	7,00	1,86	13,02

Tabel 3. Hasil Pengujian untuk Lilitan Tembaga

Konduktivitas Termal Material	Rad. Matahari (W/m ²)	Waktu (Jam)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
Tembaga 385 k (W/m.°C)	56,2	08:00	26	24	26	2,82	1,79	5,05
	557,1	09:00	86	29	31	5,45	2,43	13,24
	560,1	10:00	102	43	45	9,06	2,28	20,66
	468,1	11:00	86	54	56	9,06	5,45	49,38
	248,8	12:00	75	57	58	3,78	2,45	9,26
	855,6	13:00	169	60	60	8,88	5,32	47,24
	652,2	14:00	130	56	58	6,92	4,68	32,39
	407,2	15:00	83	49	50	3,52	2,24	7,88

Grafik Pengujian Koil Aluminium



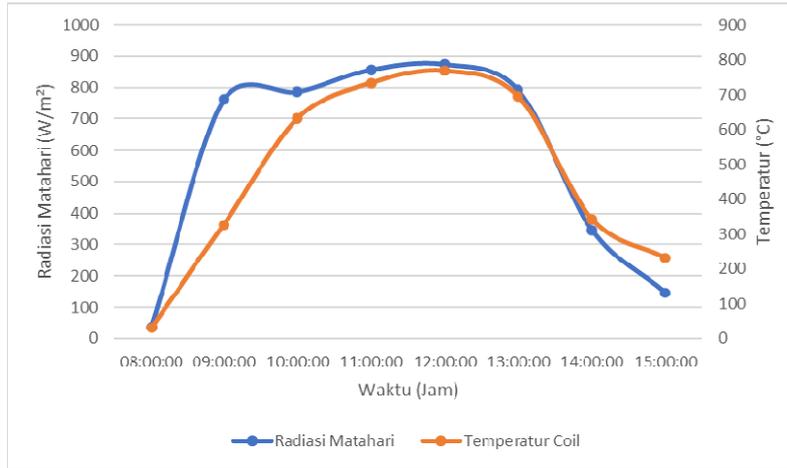
Gambar 5. Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Temperatur Coil Aluminium

Gambar 5 tampak grafik radiasi matahari terhadap temperatur *coil* pada pengujian material aluminium.

Pada pukul 08:00-09:00 temperatur yang dihasilkan *coil* masih rendah dikarenakan radiasi matahari pada waktu tersebut masih minim. Terjadi kenaikan temperatur yang signifikan pada pukul 09:00-12:00 mencapai 191°C dan radiasi mencapai 917 W/m². Pada pukul 12:00-15:00 temperatur *coil* mengalami penurunan secara perlahan mencapai 115°C, bersamaan dengan radiasi yang mulai menurun sampai 439 W/m², dikarenakan matahari mulai bergerak ke barat dan menuju tenggelam.

Grafik Pengujian Koil Nikelin

Gambar 6 menunjukkan grafik pada pengujian material nikelin, yaitu pengaruh radiasi matahari terhadap temperatur *coil* pada *electric cooker*.

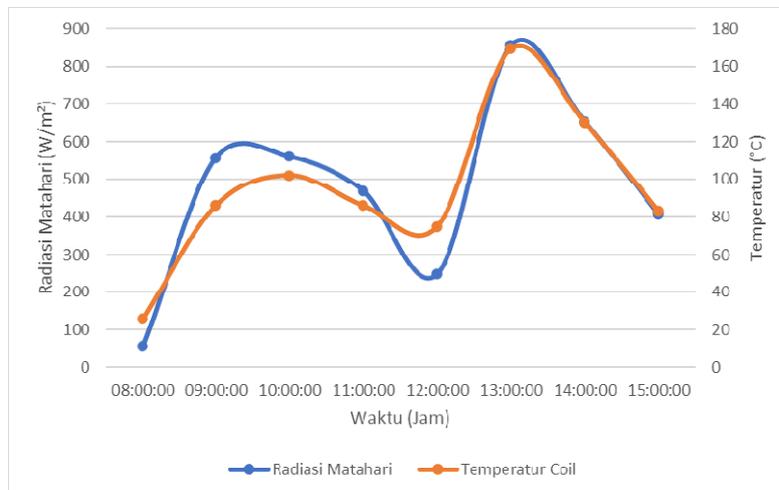


Gambar 6. Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Temperatur *Coil* Aluminium

Pada pukul 08:00-12:00 temperatur *coil* yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya radiasi matahari, dimana panel surya mendapatkan paparan sinar matahari yang optimal. Temperatur tertinggi mencapai 769°C pada pukul 12:00 serta mendapatkan radiasi sebesar 875,9 W/m². Sedangkan, pada pukul 12:00-15:00 temperatur *coil* mengalami penurunan secara perlahan, bersamaan dengan radiasi matahari yang mulai menurun.

Grafik Pengujian Koil Tembaga

Gambar 7 tampak hasil grafik pada pengujian material tembaga, yaitu pengaruh radiasi matahari terhadap temperatur *coil* tembaga pada *electric cooker*.

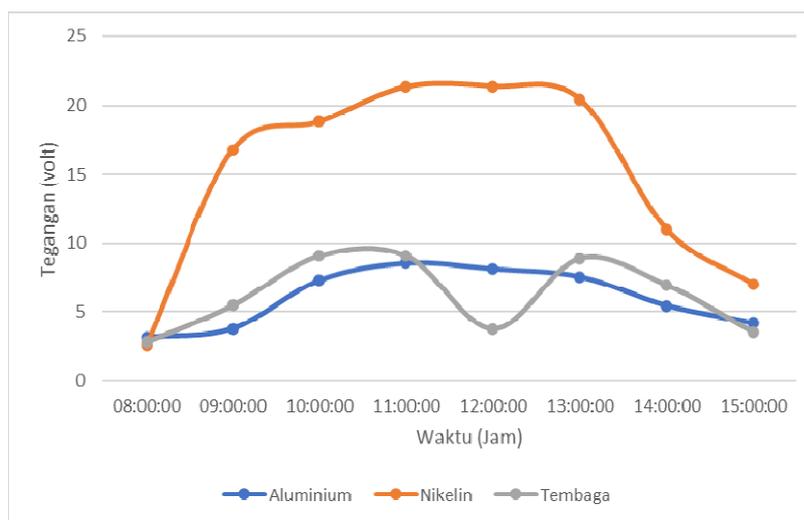


Gambar 7. Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Temperatur *Coil* Tembaga

Pada pukul 08:00-11:00 temperatur *coil* meningkat secara drastis, seiring dengan meningkatnya radiasi matahari yang dimana panel surya mendapatkan paparan sinar matahari secara optimal. Kemudian, pada pukul 10:00-12:00 temperatur *coil* menurun secara perlahan dikarenakan radiasi matahari menurun pada waktu tersebut akibat pengaruh mendung dilokasi penelitian. Selanjutnya, pukul 12:00-13:00 temperatur *coil* meningkat cukup signifikan mencapai 169°C pada radiasi matahari sebesar 855,6 W/m². Sedangkan, penurunan temperatur *coil* terjadi pada pukul 13:00-15:00, akibat adanya penurunan intensitas radiasi matahari.

Grafik Waktu terhadap Tegangan

Gambar 8 tampak grafik waktu terhadap tegangan pada masing-masing pengujian material *heater coil*.

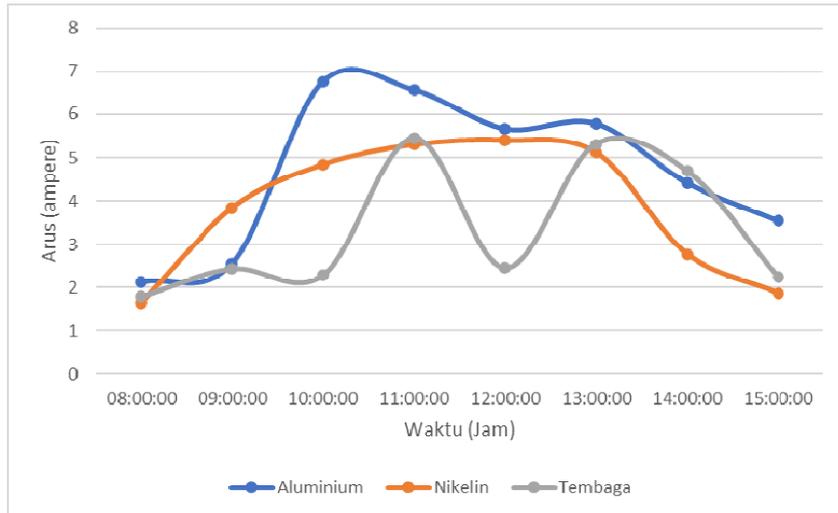


Gambar 8. Grafik Waktu Terhadap Tegangan

Pada pukul 08:00-11:00 tegangan yang dihasilkan pada panel surya meningkat pada semua jenis material *coil*, kecuali *coil* tembaga yang mengalami sedikit penurunan tegangan pada pukul 10:00-11:00 dikarenakan pada waktu tersebut tingkat radiasi matahari mulai menurun. Kemudian, pada pukul 11:00-13:00 terjadi penurunan tegangan pada semua jenis material *coil* dan pada *coil* tembaga mengalami penurunan yang signifikan mencapai 3,78 Volt, hal ini dikarenakan tingkat radiasi matahari mulai menurun. Selanjutnya, pada pukul 13:00-15:00 semua jenis material *coil* mengalami penurunan tegangan, dikarenakan radiasi menurun seiring dengan pergerakan matahari tenggelam. Tegangan tertinggi yang didapat pada material *coil* aluminium, nikelin dan tembaga masing-masing adalah 8,53 V, 21,33 V dan 9,06 V.

Grafik Waktu terhadap Arus

Gambar 9 menunjukkan grafik waktu terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya pada pengujian masing-masing material *coil*. Pada pukul 08:00-10:00 arus yang dihasilkan cenderung naik untuk semua jenis *coil* dikarenakan tingkat radiasi matahari pada waktu tersebut bertambah terik, namun pada pengujian *coil* tembaga mengalami penurunan arus pukul 09:00-10:00 akibat radiasi matahari yang menurun. Kemudian, pada pukul 10:00-12:00 ada kenaikan arus pada pengujian *coil* nikelin dan tembaga namun setelah mengalami penurunan arus akibat rendahnya radiasi matahari, *coil* tembaga menurun secara drastis dikarenakan rendahnya tingkat radiasi matahari radiasi matahari pada waktu tersebut, untuk *coil* aluminium arusnya menurun bersamaan dengan rendahnya radiasi matahari. Pada pukul 12:00-15:00 terjadi kenaikan arus yang signifikan untuk *coil* tembaga dan arus juga naik secara perlahan pada *coil* aluminium namun untuk *coil* nikelin terjadi penurunan selama 1 jam setelah pukul 12:00.

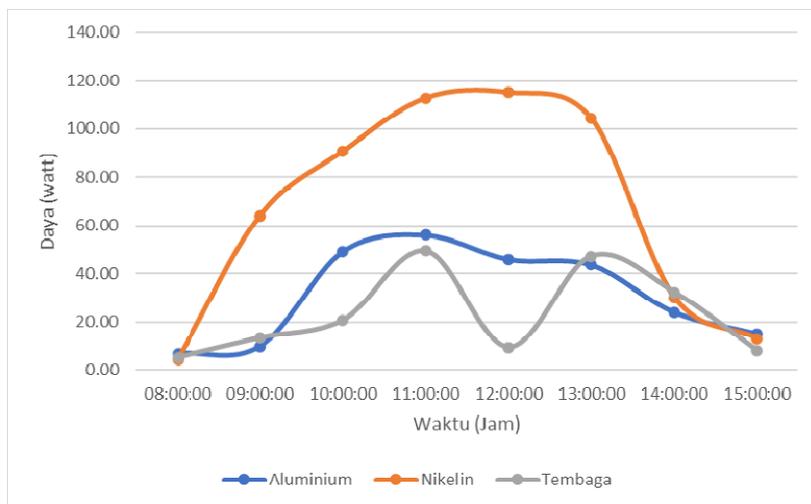


Gambar 9. Grafik Waktu terhadap Arus

Selanjutnya, semua jenis material *coil* mengalami penurunan arus bersamaan dengan tingkat radiasi matahari yang perlahan menurun. Hal ini dikarenakan matahari mulai bergerak ke barat dan persiapan untuk tenggelam. Arus tertinggi yang didapat oleh masing-masing jenis material *coil* mencapai 6,77 Ampere untuk pengujian *coil* aluminium, 5,4 Ampere untuk pengujian *coil* nikelin dan 5,45 Ampere untuk pengujian *coil* tembaga.

Grafik Waktu terhadap Daya

Gambar 10 menunjukkan grafik waktu terhadap daya dihasilkan oleh panel surya pada masing-masing material *coil*.



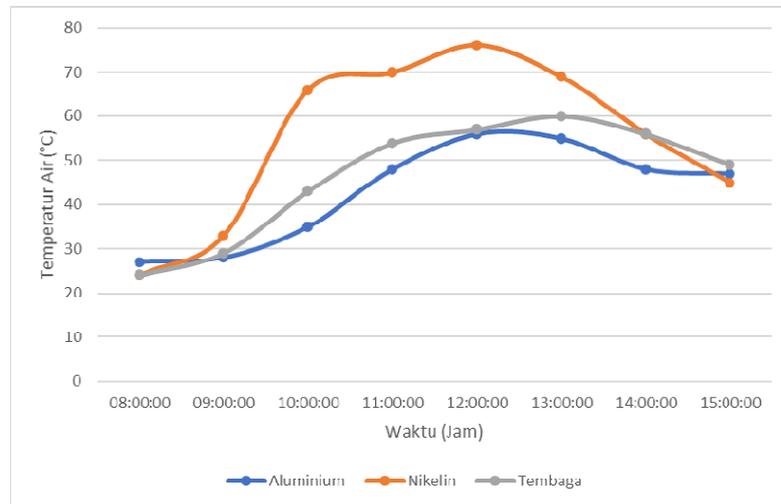
Gambar 10. Grafik Waktu terhadap Daya

Nilai daya adalah perkalian antara tegangan dan arus keluaran panel surya. Pada pukul 08:00-11:00 tingkat daya dari panel terus naik secara konstan pada masing-masing material *coil*, ini disebabkan radiasi matahari meningkat bersamaan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya meningkat. Kemudian, pada pukul 11:00-13:00 daya yang dihasilkan mulai menurun secara perlahan untuk pengujian *coil* aluminium dan nikelin, untuk pengujian *coil* tembaga pada pukul 12:00 menurun secara drastis namun daya kembali meningkat pada pukul 13:00, ini dikarenakan cuaca berawan sehingga tingkat radiasi yang tidak menentu. Selanjutnya, pada pukul 13:00-15:00 daya yang dihasilkan mulai menurun untuk semua material *coil*, hal ini dikarenakan tingkat radiasi mulai menurun bersamaan dengan matahari yang bergerak ke arah barat dan persiapan untuk tenggelam.

Daya maksimum yang didapat dicapai material *coil* aluminium, nikelin, tembaga masing-masing adalah 56,04 W, 115,18 W dan 49,38 W.

Gambar Grafik Waktu terhadap Temperatur Air

Gambar 11 dapat dilihat grafik waktu terhadap temperatur air pada pengujian masing-masing material *coil*.



Gambar 11. Grafik Waktu terhadap Temperatur Air

Pada pukul 08:00-09:00 temperatur air didalam panci masih dalam suhu ruangan dikarenakan tingkat radiasi matahari rendah sehingga temperatur pada masing-masing material *coil* juga rendah. Pada pukul 09:00-12:00 temperatur air didalam panci meningkat bersamaan dengan temperatur semua jenis *coil* yang meningkat, dikarenakan tingkat radiasi matahari pada jam tersebut mulai meningkat secara konstan. Selanjutnya, pada pukul 12:00-15:00 terjadi penurunan temperatur air secara perlahan untuk semua jenis *coil* kecuali pada *coil* tembaga yang meningkat pada pukul 13:00 dan menurun setelah waktu tersebut, dikarenakan matahari mulai bergerak keposisi tenggelam. Temperatur air tertinggi yang didapat oleh masing-masing pengujian material *coil* mencapai 56°C untuk aluminium, 76°C untuk nikelin dan 60°C untuk tembaga.

Diskusi

Berdasarkan data dan analisis grafik pada masing-masing pengujian material *coil*, tingkat radiasi matahari tertinggi mencapai $931,4 \text{ W/m}^2$ untuk pengujian *coil* aluminium pada pukul 11:00 WIB, $875,9 \text{ W/m}^2$ untuk pengujian *coil* nikelin pada pukul 12:00 WIB dan $855,6 \text{ W/m}^2$ untuk pengujian *coil* tembaga pada pukul 13:00 WIB. Perubahan radiasi matahari disebabkan cuaca berawan atau mendung yang dapat memengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya.

Berdasarkan hasil pengujian, tingkat radiasi matahari berpengaruh pada nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Daya merupakan perkalian antara tegangan dan arus keluaran panel surya, artinya semakin tinggi tegangan dan arus maka daya yang dihasilkan oleh panel surya semakin tinggi. Dapat kita lihat dari grafik-grafik diatas, apabila tingkat radiasi rendah maka tegangan, arus dan daya juga rendah. Hal ini dikarenakan faktor cuaca berawan sehingga menurunnya radiasi matahari. Sebaliknya jika cuaca tidak berawan dan matahari sangat terik maka radiasi matahari meningkat sehingga tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya semakin tinggi juga.

Dari data dan grafik yang telah diperoleh, untuk pengujian *coil* aluminium menghasilkan temperatur tertinggi mencapai 191°C pada pukul 12:00 WIB, untuk pengujian *coil* nikelin mendapatkan temperatur tertinggi mencapai 769°C pada pukul 12:00 WIB dan pada pengujian *coil* tembaga memiliki temperatur tertinggi dengan nilai 169°C pada pukul 13:00 WIB. Tinggi rendahnya temperatur yang dihasilkan oleh masing-masing material *coil* dipengaruhi oleh konduktivitas termal material yang berbeda-beda. Besarnya konduktivitas termal berbanding terbalik dengan perbedaan

suhu, jika perbedaan suhu besar maka nilai konduktivitas termal akan kecil, begitu pula sebaliknya (Astuti, 2015).

Melihat dari pengujian masing-masing material *coil*, meliputi perbedaan konduktivitas termal dan perubahan radiasi matahari yang dapat memengaruhi panas yang dihasilkan oleh *PV solar electric cooker*. Semakin tinggi konduktivitas termal suatu material maka semakin rendah temperatur material yang dihasilkan, begitu juga sebaliknya. Semakin tinggi radiasi matahari yang dihasilkan maka daya yang dihasilkan juga ikut tinggi, jika daya semakin tinggi maka temperatur *coil* akan tinggi pula, karena dari ke dua variabel ini saling berkorelasi satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan dari grafik pada masing-masing pengujian material *coil*, dapat dilihat bahwa pada pengujian *coil* nikelin cenderung menghasilkan temperatur *coil* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian *coil* aluminium maupun tembaga. Hal ini disebabkan nikelin memiliki konduktivitas termal paling rendah diantara aluminium dan tembaga yaitu $93 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ dan mencapai temperatur tertinggi sebesar 769°C . Untuk pengujian *coil* aluminium dan tembaga temperatur tertinggi yang diperoleh tidak lebih dari 200°C , ini dikarenakan kedua material tersebut memiliki konduktivitas termal yang cukup tinggi sehingga temperatur yang dihasilkan rendah. Tidak terlepas dari hal tersebut, temperatur *coil* dipengaruhi oleh daya yang dihasilkan panel surya, dimana daya bergantung pada tingkat radiasi matahari yang mampu diserap oleh panel surya.

Faktor cuaca, mendung, kecepatan angin akan berpengaruh terhadap performansi luaran dari panel surya. Sehingga dari kapasitas panel surya yang ada untuk efisiensi kompor surya ini hanya berkisar 30 -50%. Oleh karena itu peningkatan performansi *electric cooker* yang bersumber panel surya ini, salah satunya dengan desaian panci masak yang mempunyai konduktivitas tinggi serta dengan penambahan isolator pada panci masak sehingga kehilangan energinya dapat diminimalisir.

SIMPULAN

Perbedaan konduktivitas termal material *heater coil* memengaruhi panas yang dihasilkan oleh *PV solar electric cooker*, yaitu pada pegujian *coil* dari tembaga, aluminium dan nikelin. Dalam pengujian setiap material *coil* menghasilkan perbedaan temperatur yang dihasilkan, ketika pengujian *coil* tembaga mencapai temperatur 169°C , ketika pengujian *coil* aluminium mencapai temperatur 191°C , dan pada pengujian *coil* nikelin mencapai temperatur 769°C pada *PV solar electric cooker*.

Perubahan radiasi matahari memengaruhi panas yang dihasilkan oleh *PV solar electric cooker*, dimana ketika tingkat radiasi matahari naik panas yang dihasilkan meningkat. Salah satu contohnya, pada pukul 12:00 WIB saat pengujian *coil* nikelin dan aluminium, tingkat radiasi pada waktu tersebut mencapai diatas 850 W/m^2 , untuk temperatur yang dihasilkan *coil* cenderung meningkat, namun pada pengujian *coil* tembaga pada pukul 12:00 WIB tingkat radiasi matahari $248,8 \text{ W/m}^2$ dan temperatur yang dihasilkan menurun yaitu 75°C .

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Lab. Surya Gedung Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang dan yang telah memfasilitasi penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Aminullah, M. W., Haryadi, H., dan Fitria, D. (2022). Perancangan Kompor Listrik Berbasis Panel Surya terhadap Pengaruh Panjang Coil. *JTE UNIBA*, 6(2), 200-205
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 68-73
- Asrori, S. S., Wahyudi, S., & Widhiyanuriyawan, D (2014). *Konsentrator Lensa Fresnel: Kajian Pemanfaatan Energi Panas Matahari Untuk Aplikasi Kompor Surya*. Prosiding SENTIA 2014, Vol: 2085-2347, 17-23
- Asrori, A., Suparman, S., Wahyudi, S., & Widhiyanuriyawan, D. (2020). An experimental Study of Solar cooker Performance With thermal Concentrator System by spot Fresnel lens. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (8-107), 31–41

- Astuti, I. A. D. (2015, September). Penentuan Konduktivitas Termal Logam Tembaga, Kuningan, Dan Besi Dengan Metode Gandengan. In *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika* (Vol. 6, No. 1).
- Aung, S.S., Wai, H.P., & Soe, N.N. (2008). Design Calculation and Performance Testing of Heating Coil in Induction Surface Hardening Machine, *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Energy and Power Engineering*, 2(6), 1134- 1138.
- Batchelor, S., Talukder, M.A.R., Uddin, M.R., Mondal, S.K., Islam, S., Redoy, R.K., Hanlin, R., & Khan, M.R. (2018). Solar e-Cooking: A Proposition for Solar Home System Integrated Clean Cooking. *Energies*, 11 (11), 2933.
- Hasanah, A. W., & Handayani, O. (2016). Perbandingan Efisiensi Energi dan Biaya pada Kompor Induksi terhadap Kompor Listrik Dan Kompor Gas. *Jurnal Ilmiah Sutet*, 6(2), 22-29.
- Tiffany, J.H., & Morawicki, R. (2013). Energy consumption during cooking in the residential sector of developed nations: a review, *Food Policy* 40 (C), 54-63.
- Mulyanto, A. (2011). Perbandingan Konduktivitas tembaga, Baja dan Aluminium. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1).
- Prabu, A.S., Chithambaram, V., Shanmugan, S., Cavaliere, P., Gorjian, S., Aissa, A., Mourad, A., Pardhasaradhi, P., Muthucumaraswamy, R., Essa, F.A.E., & Elsheikh, A.H. (2023). The performance enhancement of solar cooker integrated with photovoltaic module and evacuated tubes using ZnO/Acalypha Indica leaf extract: response surface study analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*. 30(6), 15082-15101.
- Paundra, F., & Nurdin, A. (2022). Study Of The Potential And Development Of Renewable Energy Power In Indonesia: A Review. *STEAM Engineering (Journal of Science, Technology, Education And Mechanical Engineering)*, 3 (2), 62– 72.
- Siregar, W.P. H., Fawaid, M., Abizar, H., Nurtanto, M., Suhendar, S., & Suyitno, S. (2021). *Reflector and passive cooler for optimization of solar panel output*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 739 (012085).
- Sucipto, S., Priangkoso, T., & Darmanto, D. (2013). Analisa Konduktivitas Termal Baja St-37 dan Kuningan. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 9(1).
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(02).