

Efektivitas Pengeringan Pada Kolektor Surya Dengan Sudut Kemiringan 130° Menggunakan Bahan Absorber

Mhd Irwansyah Putra^{1*}, Ahmad Syuhada² & Arya Rudi Nasution³

^{1,2).} Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri,

Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

^{3).} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Email: mhd.irwansyahputra@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is an area with a fairly high intensity of sunlight because of its position on the equator. Its solar energy potential reaches 207.9 GW, while its use is only about 78.5 MW. Therefore, many studies have been conducted on the application of solar thermal energy which is a renewable energy source. One application of solar energy is used for the drying process of a material. In general, people in Indonesia still use traditional drying systems because solar energy is obtained free of charge and does not run out, so traditional drying is relatively cheap. The purpose of this study is to achieve the highest collector temperature by using heat absorption material on the absorber used in the solar collector with several variations of the absorber so as to optimize the heat temperature of the solar collector. This study tested the type of absorber of the most optimal heat absorption material on a solar collector with a slope angle of 1300 and 4 absorber variations, namely (1) iron sand and gram iron, (2) iron sand, (3) hot mix asphalt, and (4) asphalt and iron sand. This research was carried out by describing the tools designed with the preparation of measuring instruments, data collection and data processing carried out on the front page of the Faculty of Engineering and the Laboratory of Thermal Engineering, Faculty of Engineering, Syiah Kuala University. The tools used for the four flat plate solar collectors with the equipment and materials used in this study were wood (boards and beams) as a frame, mica plastic as a collector cover, iron sand and iron gram absorber material, iron sand, hot mix asphalt, asphalt. and iron sand, and rubber wood lat as insulation. The results showed that the distribution of air temperature along the channel tends to increase very sharply, especially in the bend area, this is due to sharp turns which result in flow turbulence. Thus, the highest temperature obtained for each absorber variation of sand and gram iron, iron sand, hot mix asphalt, and asphalt and iron sand with temperatures of 86°C, 81°C, 83°C, and 84°C. In this study, the intensity of sunlight is only 857.12 W/m².

Keywords: renewable energy, drying, heat absorber

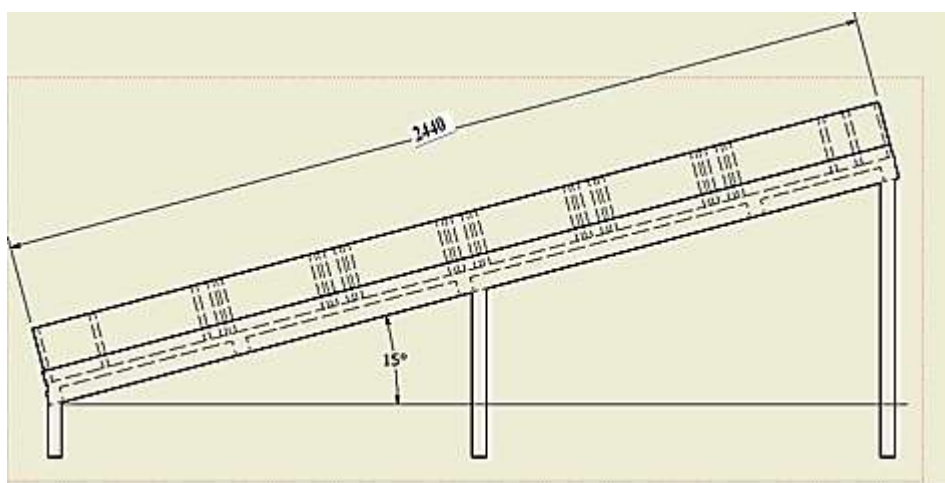
PENDAHULUAN

Indonesia adalah wilayah dengan intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi karena posisinya yang berada di garis khatulistiwa. Potensi energi matahari yang dimiliki mencapai 207.9 GW, sementara penggunaannya hanya sekitar 78,5 MW [1]. Oleh karena itu banyak penelitian yang dilakukan mengenai pengaplikasian energi panas matahari yang merupakan sumber energi terbarukan (*renewable*)[2][3]. Salah satu pengaplikasian dari energi matahari dimanfaatkan untuk untuk proses pengeringan suatu bahan. Pada umumnya masyarakat di Indonesia masih banyak menggunakan sistem pengeringan tradisional dikarenakan energi matahari yang didapat gratis dan tidak habis jadi pengeringan tradisional relatif murah. Akan tetapi pengeringan tradisional menyebabkan bahan yang akan dikeringkan berkontak langsung dengan udara lingkungan yang kurang bersih, Pengeringan tradisional juga membutuhkan area yang luas untuk proses pengeringan[4], dengan area yang luas membuat pengontrolan saat pengeringan akan jadi lebih sulit apalagi ketika musim hujan dan temperatur juga rendah sehingga proses pengeringan lama. Oleh karena itu dikembangkan teknologi pengeringan menggunakan kolektor surya. Pengeringan menggunakan kolektor surya tentunya lebih menguntungkan dari pada pengeringan tradisional, dikarenakan pengeringan menggunakan kolektor surya mampu menyediakan proses pengeringan

dengan luas area yang lebih kecil, waktu pengeringan yang singkat, pengaturan kondisi operasi yang bisa disesuaikan dan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik proses pengeringan menggunakan kolektor surya telah terbukti meningkatkan temperatur pengeringan yang lebih tinggi, tingkat kelembaban relatif lebih rendah dan dapat mempercepat penurunan kadar air dari bahan yang akan dikeringkan, dibandingkan dengan pengeringan tradisional. Pada penelitian sebelumnya proses pengeringan menggunakan kolektor surya telah terbukti meningkatkan temperatur pengeringan yang lebih tinggi, tingkat kelembaban relatif lebih rendah dan dapat mempercepat penurunan kadar air dari bahan kering, dibandingkan dengan pengeringan alami yang disinari oleh matahari langsung [5][6].

Teknologi pengering adalah pemanfaatan panas matahari, dimana karakteristik perpindahan panas dimanfaatkan untuk memanaskan kolektor pada rak pengering. Karakteristik perpindahan panas pada saluran belokan tajam dipengaruhi oleh beberapa karakteristik aliran fluida dalam saluran tersebut[7]. Aliran fluida pada penampang persegi panjang dengan belokan tajam memiliki karakteristik tersendiri karena adanya perubahan arah aliran saat melalui belokan tajam. Aliran fluida pada penampang persegi panjang dengan belokan tajam memiliki karakteristik tersendiri karena adanya perubahan arah aliran saat melalui belokan tajam. Pola aliran dalam saluran memiliki struktur tiga dimensi yang kompleks yang disebabkan oleh gaya sentrifugal [8][9].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Renggani dan Irfan telah diperoleh sudut Posisi kolektor surya menghasilkan efisiensi tertinggi adalah pada waktu alat di setting pada kemiringan 150 pada jam 12:00 – 13:00 wib. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Syuhada dan Maulana, penelitian kolektor surya yang dilakukan di laboratorium rekayasa termal Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala memperoleh sudut belokan tajam yang optimal yaitu 130° dengan temperatur maksimum 86°C pada jam 13.00 wib. Telah diperoleh bahwa absorber pasir besi ditambah geram besi menghasilkan temperatur absorber tertinggi. Maka pada penelitian kali ini akan mengkaji sejauh mana pengaruh 4 variasi absorber pada belokan tajam terhadap sistem perpindahan panas. Dari dinding belokan tajam yang dilalui udara seperti yang di tunjukkan pada gambar 1. Maka dilakukan studi eksperimental yang menggunakan sudut kemiringan belokan 130° dan sudut kemiringan kolektor surya 15° dengan empat variasi absorber yaitu (1) pasir besi dan gram besi, (2) pasir besi, (3) aspal hotmix, (4) dan aspal dan pasir besi. Variasi diatas menggunakan ketebalan absorber yang sama yaitu 3 cm untuk menemukan panjang belokan tajam yang paling optimal.

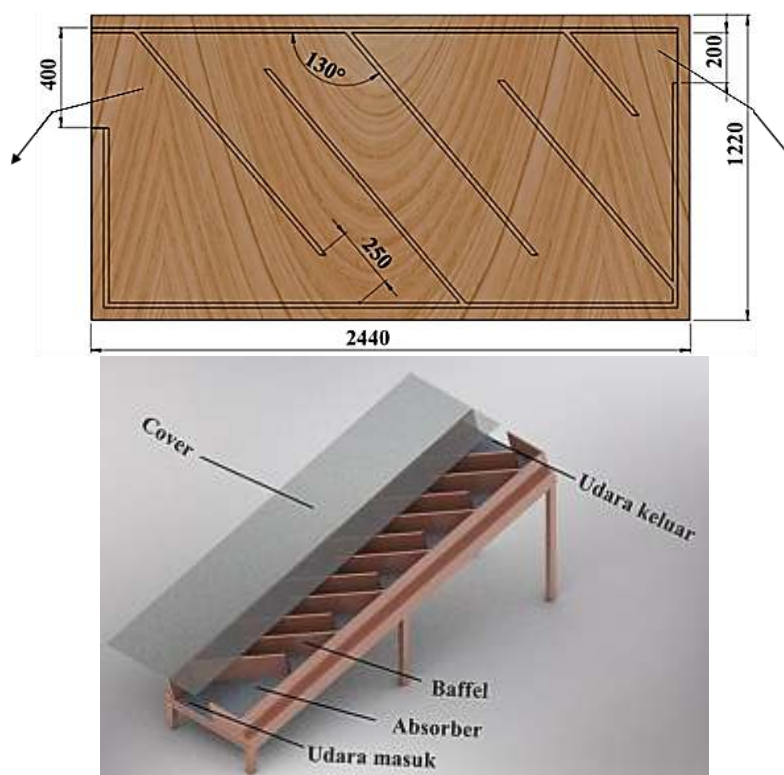


Gambar 1. Skema Kolektor Surya (Tampak Samping)

METODE PENELITIAN

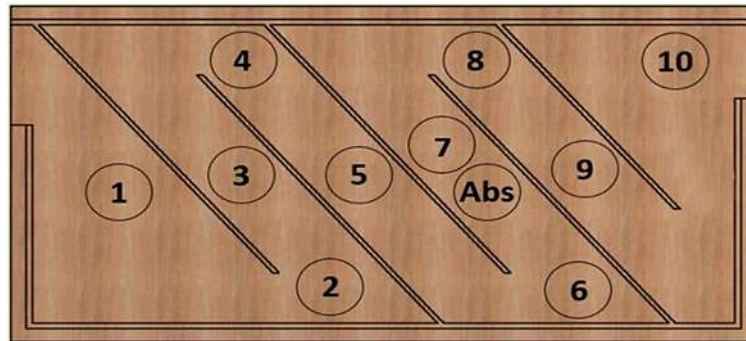
Penelitian ini dimulai dari perencanaan alat uji, pembuatan alat uji, persiapan alat ukur, pengambilan data dan pengolahan data dilaksanakan di halaman depan Fakultas Teknik dan laboratorium Rekayasa Termal Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Alat yang digunakan untuk empat buah kolektor surya plat datar dengan peralatan dan bahan yang digunakan dalam

penelitian ini adalah kayu (papan dan balok) sebagai rangka, plastik mika sebagai penutup kolektor, material absorber pasir besi dan gram besi, pasir besi, aspal *hotmix*, aspal dan pasir besi, dan lat kayu karet sebagai isolasi. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat ukur intensitas matahari lux meter, alat ukur temperatur pada kolektor thermocouple, thermometer digital, thermometer air raksa, dan alat untuk mengukur waktu. Skema penelitian ditunjukkan pada gambar 2. Alat penyerap panas dengan memanfaatkan energi matahari pada penelitian ini dibuat dengan kayu (papan dan balok) sebagai bahan utama. Untuk menghindari kehilangan panas maka dilakukan pengisolasian menggunakan isolasi hitam pada celah-celah kolektor dan menggunakan karet dan lat kayu untuk mengisolasi penutup atau cover yaitu plastik mika pada kolektor surya. Konveksi adalah perpindahan panas oleh gerakan massa pada fluida dari suatu daerah ruang ke daerah lainnya[10]. Perpindahan panas konveksi merupakan mekanisme perpindahan panas antara permukaan benda padat dengan fluida, perpindahan panas konveksi sendiri terbagi oleh dua jenis yaitu: konveksi paksa dan konveksi alamiah. Adapun konveksi paksa yaitu, fluida yang sudah dipanasi langsung diarahkan menggunakan blower, dan apabila disebabkan oleh gradient massa jenis disebut konveksi alamiah[11].



Gambar 2. Bagian-bagian peralatan penelitian

Pengujian dilakukan di alam terbuka dengan menggunakan energi surya sebagai energi pemanas dan pengukuran perpindahan massa dilakukan di beberapa titik pada laluan dan saluran aliran kolektor surya. Pengukuran temperatur kolektor surya dilakukan dengan menempatkan 10 titik alat ukur temperatur, dari temperatur masuk, pada laluan, saluran hingga temperatur keluar dan 1 titik untuk absorber. Pengukuran temperatur pada alat penyerap panas dengan memanfaatkan energi surya dilakukan setiap selang waktu setengah jam sekali, mulai dari jam 08.00 - 17.30 WIB. Pada alat terdapat beberapa sensor alat ukur temperatur yang dipasang di beberapa titik yaitu 10 titik untuk mendapatkan hasil pengukuran yang maksimal. Titik – titik sensor yang dipasang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Titik sensor pengukuran temperatur.

Pengambilan data penelitian kolektor surya saluran belokan tajam dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan kolektor surya dibawah sinar matahari dalam hal ini pada lapangan Fakultas Teknik Unsyiah Banda Aceh,
2. Pengambilan data dilakukan pada pagi hari mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan sore pukul 17.30 WIB dengan selang waktu 30 menit untuk setiap pengamatan.
3. Pengambilan data diawali dengan mengukur intensitas matahari menggunakan alat ukur Lux meter
4. Meninjau temperatur lingkungan pada saat pengambilan data dengan thermometer air raksa sebelum udara masuk dalam kolektor surya,
5. Melihat temperatur udara pada alat penyerap panas kolektor surya yang masing-masing kolektor memiliki 10 alat ukur temperatur udara yang ditinjau mulai dari masuknya udara ke kolektor, laluan, saluran, dan udara keluaran juga 1 alat ukur temperatur absorber dari kolektor surya.
6. Hasil yang didapat dicatat pada tabel yang telah disediakan.



Gambar 4. Kolektor surya dengan menggunakan material absorber (1) pasir besi dan gram besi, (2) pasir besi, (3) aspal hotmix, (4) aspal dan pasir besi

HASIL DAN PEMBAHASAN

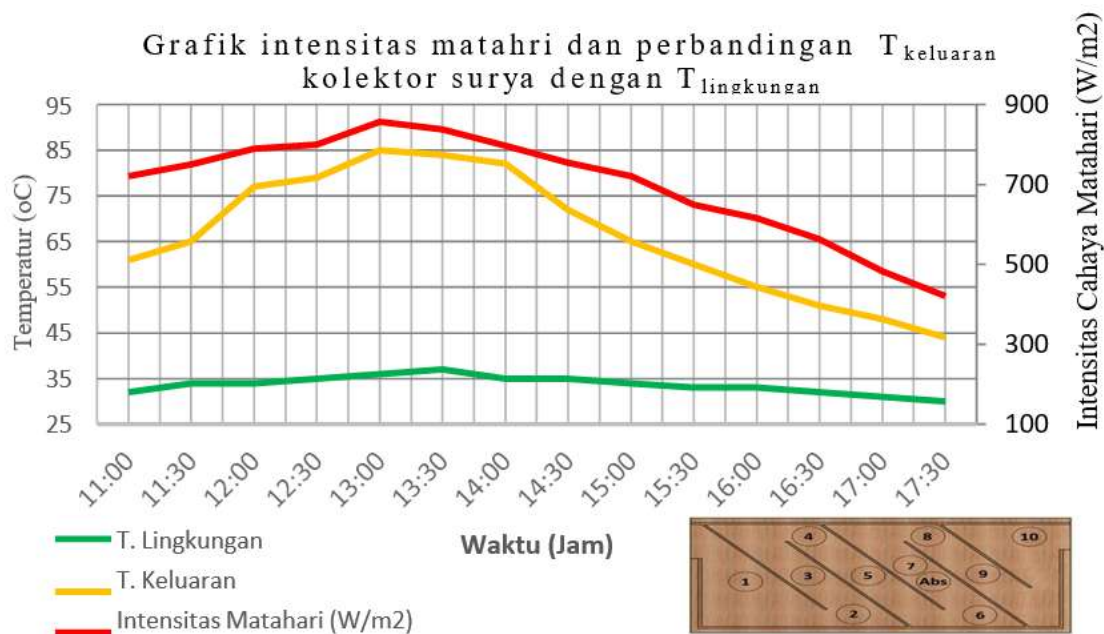
Setelah dilakukan pengambilan data pada masing-masing variasi kolektor surya yang menggunakan material absorber (1) pasir besi dan gram besi, (2) pasir besi, (3) aspal hotmix, (4) aspal dan pasir besi.

Data hasil pengujian alat kolektor surya tipe plat datar saluran belokan tajam maka diperoleh data-data pengukuran intensitas cahaya, temperatur lingkungan dan data di setiap titik pengukuran kolektor surya.

Tabel 1. Pengukuran Intensitas cahaya dan Temperatur lingkungan

Jam (WIB)	Intensitas Matahari(W/m ²)	T.lingkungan(°C)	T.out kolektor
8:00	207.77	27	32
8:30	285.98	28	39
9:00	395.79	29	44
9:30	472.42	30	49
10:00	657.28	31	52
10:30	700.13	32	58
11:00	721.31	32	61
11:30	750.03	34	65
12:00	790.76	34	77
12:30	800.93	35	79
13:00	857.12	36	85
13:30	838.03	37	84
14:00	796.65	35	82
14:30	755.27	35	72
15:00	721.13	34	65
15:30	650.03	33	60
16:00	615.7	33	55
16:30	562.8	32	51
17:00	483.2	31	48
17:30	421.1	30	44

Pada Gambar 4.1. Di bawah ini dapat dilihat intensitas matahari yang diterima oleh kolektor dari pukul 12.00 s/d 15.00 WIB, merupakan waktu radiasi terbesar yang mampu dipancarkan oleh matahari ke bumi. Pada pukul 14.30 s/d 17.30 WIB, radiasi yang terjadi sudah lemah karena cuaca yang semakin sore sehingga intensitas cahaya matahari juga ikut menurun, namun absorber masih menyimpan energi termal yang mampu memanaskan udara yang berada di dalam saluran kolektor surya.

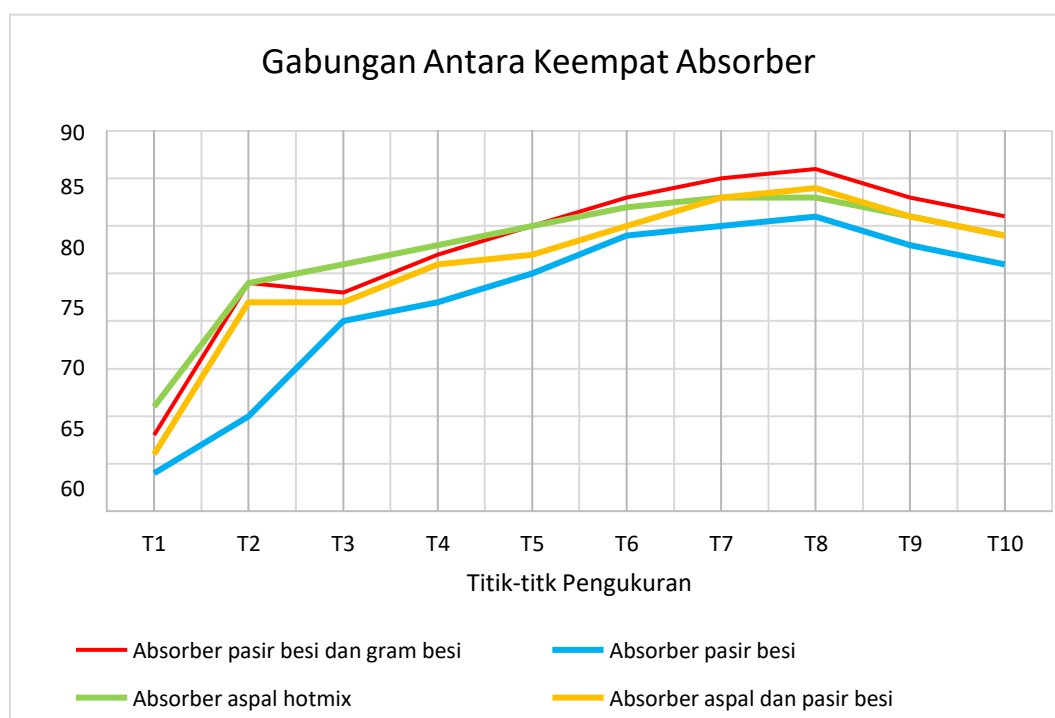
Gambar 5. Grafik intensitas matahari dan perbandingan T_{keluaran} kolektor surya dengan $T_{\text{lingkungan}}$

Pembahasan Hasil Pengukuran

Temperatur lingkungan lebih rendah dari temperatur pada titik 1 karena temperatur lingkungan dipengaruhi oleh angin dan temperatur lingkungan tidak memiliki isolator untuk menahan radiasi sehingga terjadi kehilangan panas, sedangkan temperatur di titik 1 pada kolektor lebih tinggi karena kolektor didesain untuk menahan panas supaya panas tidak terlepas ke lingkungan dan angin tidak masuk ke dalam kolektor sehingga angin tidak mempengaruhi udara di dalam kolektor karena ada dinding dan tutup kolektor yang mencegahnya. Tabel 2. Pengukuran Distribusi Temperatur pada ke-empat variasi absorber.

Tabel 2. Pengukuran Distribusi Temperatur pada ke-empat variasi absorber

4 Jenis Absorber	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Absorber pasir besi dan gram besi	58	74	73	77	80	83	85	86	83	81
Absorber pasir besi	54	60	70	72	75	79	80	81	78	76
Absorber aspal hotmix	61	74	76	78	80	82	83	83	81	79
Absorber aspal dan pasir besi	56	72	72	76	77	80	83	84	81	79



Gambar 6. Grafik temperatur antara ke-empat absorber

Pada Gambar 6 dapat dilihat distribusi temperatur pada absorber ke-empat kolektor surya dengan menggunakan material absorber (1) pasir besi dan gram besi, (2) pasir besi, (3) aspal hotmix, (4) aspal dan pasir besi pada pukul 13:00 WIB yang merupakan waktu tertinggi menyerap panas. Dari ke-empat kolektor tersebut pada kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 130° terjadi temperatur yang tertinggi sebesar 86°C.

Dari hasil pengujian pada 10 titik pengukuran di kolektor surya dengan perbedaan distribusi temperatur disepanjang laluan. Dari titik 1 hingga titik 8 terjadi kenaikan temperatur karena udara terus menerus menyerap energi panas dari absorber dan pada kolektor surya ditambah hambatan agar udara berada lebih lama di setiap daerah saluran sehingga penyerapan panas pada daerah saluran lebih lama. Kenaikan temperatur di titik awal tiap-tiap kolektor lebih tinggi dibandingkan dari titik-titik pengukuran lainnya, hal ini disebabkan karena pada titik awal masuk kolektor

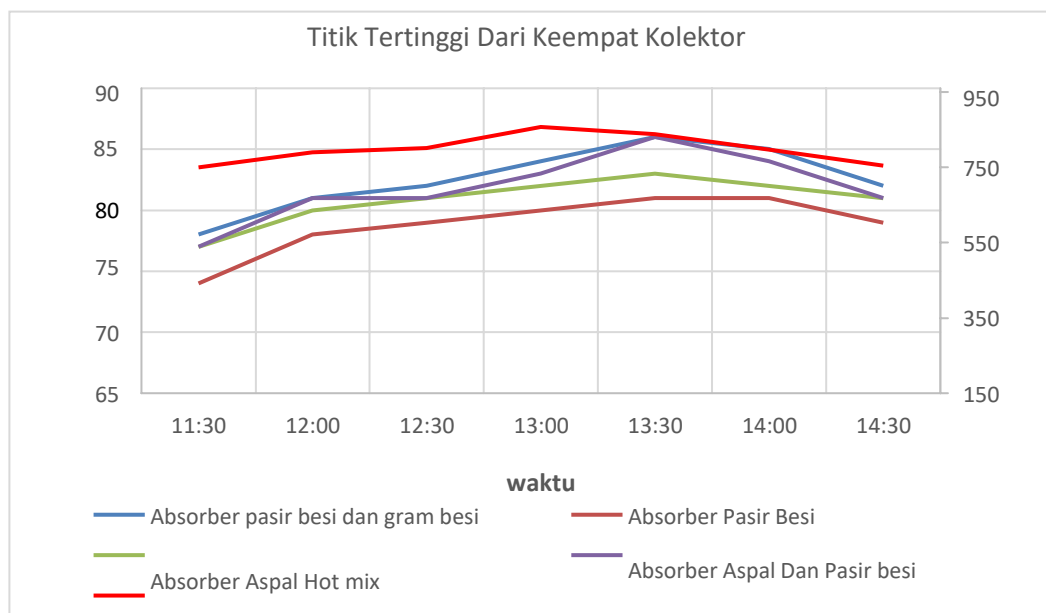
temperatur udara masuk lebih rendah dari pada temperatur udara dalam kolektor dan temperatur absorber sehingga perpindahan panas terjadi lebih besar.

Tapi dititik-titik selanjutnya kenaikan temperatur tidak terlalu besar dikarenakan temperatur udara semakin tinggi sehingga penyerapan panas udara mulai terbatas. Distribusi temperatur di setiap titik pada kolektor surya naik merata tetapi pada titik 9 dan 10 terjadi penurunan temperatur yang diakibatkan oleh perubahan kecepatan yang diakibatkan oleh besar antara temperatur keluaran kolektor surya dengan temperatur lingkungan.

Distribusi temperatur titik tertinggi pada ketiga kolektor dari pukul 11:30 sampai 14:30 WIB dibandingkan dengan intensitas matahari, ini dapat dilihat dari data penelitian pada tabel 3. Gambar 7 memperlihatkan bahwa distribusi temperatur titik tertinggi kolektor surya terjadi pada sudut belokan 130° yaitu sebesar 86°C absorber pasir besi dan gram besi, disini terlihat distribusi temperatur udara disepanjang saluran cenderung mengalami kenaikan yang sangat tajam terutama di daerah belokan.

Tabel 3. Pengukuran Distribusi Temperatur pada ke-empat variasi absorber Titik Tertinggi dari Ke-empat Absorber.

Waktu	Ke-empat absorber				Intensitas cahaya (W/m ²)
	1	2	3	4	
11:30	78	74	77	77	750.03
12:00	81	78	80	75	790.76
12:30	82	79	81	81	800.93
13:00	84	80	82	82	857.12
13:30	86	81	83	83	838.03
14:00	85	81	82	82	796.65
14:30	82	79	81	81	755.27



Gambar 7. Titik Tertinggi dari Ke-empat Absorber

Kecenderungan ini karena di sepanjang laluan ini terjadi pemanasan udara cukup baik yang disebabkan oleh adanya belokan tajam yang berakibatkan terjadinya turbulensinya aliran. Dari pukul 14:30 menuju pukul 17:30 temperatur mulai turun, hal ini juga terjadi karena intensitas matahari.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan pada penelitian bahwa distribusi temperatur titik tertinggi kolektor surya terjadi pada sudut belokan 130° yaitu sebesar 86°C absorber pasir besi dan gram besi. Distribusi temperatur udara di sepanjang saluran cenderung mengalami kenaikan yang sangat tajam terutama di daerah belokan, hal ini disebabkan oleh adanya belokan tajam yang mengakibatkan terjadinya turbulensi aliran. Dengan demikian diperoleh temperatur paling tertinggi pada masing-masing variasi absorber Pasir dan gram besi, pasir besi, aspal hotmix, dan aspal dan pasir besi dengan temperatur 86°C, 81°C, 83°C, dan 84°C. Pada penelitian ini intensitas cahaya matahari hanya sebesar 857.12 W/m².

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahmat Junaidi, Teuku Zulfadli, Muhammad Yusuf, "Kajian Perpindahan Panas Pada Solar Water Heater Dengan Sudut Kemiringan Kolektor 40°," *J. Ilm. Tek. Unida*, vol. 2, no. 2, pp. 28–33, 2021, doi: 10.55616/jitu.v2i2.186.
- [2] S. L. Wawan.S Damanik, M.A siregar, "KAJIAN PENGARUH KETEBALAN KACA EVAPORATOR TERHADAP ENERGI YANG DISERAP KOLEKTOR PADA PROSES DESALINASI AIR LAUT," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>, vol. 2, no. 2, pp. 131–139, 2019.
- [3] C. A. Siregar and A. M. Siregar, "Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 165–170, 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i2.3671.
- [4] S. S. H. Syahid, "Implementasi Pengerian Sale Pisang Di Kecamatan Adimulyo Kabupaten Kebumen," *8th Univ. Res. Colloq.* 2018, pp. 239–244, 2018.
- [5] M. A. P. Iqbal and A. Syuhada, "Optimasi Penyerapan Panas Memanfaatkan Energi Matahari pada Kolektor," *J. Tek. Mesin Unsyiah*, vol. 1, no. 2, pp. 76–80, 2012.
- [6] M. Hatta, A. Syuhada, and Z. Fuadi, "Sistim pengeringan ikan dengan metode hybrid," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 9–18, 2019.
- [7] Q. Jiang, M. Zhuang, Z. Zhu, and J. Shen, "Thermal hydraulic characteristics of cryogenic offset-strip fin heat exchangers," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 150, pp. 88–98, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.12.122>.
- [8] A. Syuhada and M. I. Maulana, "Study of heat transfer characteristics on sharp turn channels for solar collectors," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 45, no. 1, pp. 82–91, 2018.
- [9] Z. Zulfan, A. Syuhada, Z. Fuadi, and ..., "Kaji Karakteristik Perpindahan Panas Pengaruh Belokan Tajam Pada Penukar Kalor Tipe Tube," ... *Mek. Inov. dan ...*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [10] K. Umurani, A. Rudi Nasution, and & D. Irwansyah, "Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, 2021.
- [11] D. Afandi, A. Syuhada, and S. E. Sofyan, "Airside Heat Transfer and Pressure Drop on the Spiral Finned-Tube Compact Heat Exchanger with Sharp Turns BT - Proceedings of the 2nd International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering: ICECME 2020, Banda Aceh, October 13," Akhyar, Ed. Singapore: Springer Singapore, 2021, pp. 53–62.