

Capaian Temperatur dan Kelembapan Udara Kolektor Panas Pemanfaatan Atap Bangunan

Samsul Bahri^{1*}, Turmizi², Jenne Syarif³, Syamsuar⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

e-mail: ^{1*}samsul@pnl.ac.id

Abstrak

Energi surya merupakan sumberdaya alternatif yang prospektif mengingat energi surya merupakan sumber energi yang dapat diperbarui dan tidak menimbulkan polusi. Potensi energi surya di Indonesia yang berada dijalur khatulistiwa memungkinkan penggunaan secara langsung dalam bangunan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Namun pemanfaatan energi matahari belum dimanfaatkan secara optimal, karena diperlukan suatu alat yang bisa memanfaatkan energi matahari secara optimal. Perangkat yang digunakan untuk memanfaatkan energi surya disebut kolektor surya. Kolektor surya adalah sebuah alat yang mampu menyerap dan memindahkan panas dari energi matahari ke fluida kerja. Pengadaan dan penggunaan kolektor surya masih sangat jarang di kalangan masyarakat. Hal ini disebabkan oleh butuh investasi untuk pengadaannya, juga butuh area khusus untuk penempatannya. Atap bangunan atau rumah masyarakat, terutama di Aceh terbuat dari seng yang merupakan konduktor panas. Penggunaan plafon pada langit-langit bangunan menjadikan atap bangunan seperti kolektor panas dan mempunyai potensi pemanfaatannya. Namun seberapa besar temperatur dan kelembapan yang dapat dicapai belum diketahui secara pasti. Tujuan penelitian ini mendapatkan nilai temperatur dan kelembapan yang dapat dihasilkan oleh kolektor atap bangunan. Temperatur maksimum dan kelembapan relatif minimum udara panas yang dapat dimanfaatkan mencapai 42.7 °C dan 40.7% pada kecepatan aliran 5 m/detik dengan kondisi temperatur lingkungan rata-rata 31.7 °C dan intensitas cahaya rata-rata 694.5 Lux. Selisih (penurunan) temperatur rata-rata pada pipa rata-rata adalah 3.31 °C, sedangkan selisih temperatur udara panas yang diperoleh dengan temperatur udara lingkungan (pertambahan temperatur) udara panas rata-rata 9.05 °C. Atap bangunan rumah dapat berfungsi sebagai kolektor untuk menghasilkan udara panas yang lebih tinggi dari temperatur lingkungannya.

Kata kunci— energi surya, kolektor panas, atap bangunan, temperatur, kelembapan.

Abstract

Solar energy is a prospective alternative resource considering that solar energy is a renewable energy source and does not cause pollution. The potential of solar energy in Indonesia, which is located along the equator, allows it to be used directly in buildings to meet human needs. However, the use of solar energy has not been utilized optimally, because a tool is needed that can utilize solar energy optimally. The device used to harness solar energy is called a solar collector. A solar collector is a device that is able to absorb and transfer heat from solar energy to the working fluid. Procurement and use of solar collectors is still very rare among the public. This is because it requires investment to procure it, as well as creating a special area for its placement. The roofs of people's buildings or houses, especially in Aceh, are made of zinc which is a heat conductor. The use of ceilings on building ceilings makes the building roof like a heat

collector and has potential uses. However, how much temperature and humidity can be achieved is not known for certain. The aim of this research is to obtain the temperature and humidity values that can be produced by the building's roof collector. The maximum temperature and minimum relative humidity of hot air that can be utilized reaches 42.7 °C and 40.7% at a flow speed of 5 m/sec with an average ambient temperature of 31.7 °C and an average light intensity of 694.5 Lux. The average temperature difference (decrease) in the pipe is 3.31 °C, while the difference between the hot air temperature obtained and the ambient air temperature (temperature increase) of the hot air is an average of 9.05 °C. The roof of a house can function as a collector to produce hot air that is higher than the ambient temperature.

Keywords— solar energy, heat collectors, building roofs, temperature, humidity

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis yang sinar matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Banyak pemanfaatan sumber energi matahari yang sudah dilakukan di beberapa tempat di Indonesia, seperti menjemur padi, cengkeh, pakaian, dan lain sebagainya. Energi matahari adalah salah satu sumber alternatif yang sangat mudah diperoleh di Indonesia. Namun pemanfaatan energi matahari belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang bisa memanfaatkan energi matahari secara optimal. Perangkat yang digunakan untuk memanfaatkan energi surya disebut kolektor surya. Kolektor surya adalah sebuah alat yang mampu menyerap dan memindahkan panas dari energi matahari ke fluida kerja [1] [2].

Pengadaan dan penggunaan kolektor surya masih sangat jarang di kalangan masyarakat. Hal ini disebabkan oleh butuh investasi untuk pengadaannya, juga butuh area yang cukup luas dan khusus untuk penempatannya [3]. Atap bangunan atau rumah masyarakat, terutama di Aceh yang terbuat dari seng merupakan konduktor panas [4]. Penggunaan plafon pada langit-langit bangunan menjadikan atap bangunan seperti kolektor panas dan mempunyai potensi pemanfaatannya. Hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat akan udara panas untuk pengeringan produk pertanian dan perikanan, namun tidak membutuhkan investasi khusus dan gratis energi, terlebih bagi masyarakat tani dan nelayan, seperti di daerah dataran Gayo untuk pengeringan biji kopinya. Namun sejauh mana kelayakan pemanfaatan atap bangunan sebagai kolektor panas untuk sumber energi panas bagi alat pengering belum diketahui secara pasti. Oleh karenanya dilakukan penelitian ini dengan tujuan mendapatkan nilai temperatur dan kelembapan udara panas yang dapat diperoleh dari kolektor panas atap bangunan.

Pengumpulan sinar surya dalam sistim surya aktif memerlukan peralatan yang disebut kolektor surya. Kolektor mengubah radiasi matahari (langsung maupun difusi) menjadi panas yang terpakai ataupun energi listrik melalui absorpsi pada suatu permukaan tertentu [5]. Pada sistim non elektrik, energi termal yang terserap ditransmisikan melalui suatu media penghantar panas, biasanya gas atau cairan didalam kolektor dan dimanfaatkan. Pada umumnya kolektor menggunakan penutup transparan (kaca/plastik) dengan transmitansi tinggi untuk gelombang pendek dan absorptansi tinggi untuk gelombang Panjang sinar matahari [6] [7].

Pada dasar kolektor ditempatkan material penyerap efektif untuk radiasi matahari tetapi bersifat emitansi rendah serta konduktivitas termal yang tinggi untuk menghasilkan panas ke cairan atau gas dan diberi coating berwarna gelap. Penggunaan energi surya umumnya dibedakan antara pemanfaatan secara tidak langsung, yaitu dengan mengolah pergerakan angin sebagai efek tidak langsung energi surya, maupun pemanfaatan secara langsung. Dalam sistim ini dibedakan antara sistim thermosyphoning, yang memanfaatkan panas radiasi matahari melalui benda padat, cair, udara, dan sistim foto-voltaik (PV system) yang mengkonversikan panas matahari langsung menjadi arus listrik dengan bantuan sel surya (PV cell) [8] [9].

Hal ini disebabkan karena petani masih mengandalkan matahari dalam proses pengeringan. Jika cuaca mendung atau hujan, pengeringan tidak dapat dilakukan sehingga akan mempengaruhi produksi kopi, kualitas dan pendapat petani. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap cuaca [10] [3].

Pengeringan adalah sebuah proses dalam upaya mengurangi atau menghilangkan sebagian kadar air dari suatu bahan atau sampel yang dikeringkan. Pengeringan sangat berguna di banyak hal khususnya untuk penanganan pasca panen pertanian. Energy panas dapat kita peroleh dengan secara alami (konvensional) ataupun secara metode buatan. Energy panas konvensional bersumber dari energy panas matahari yang kita dapatkan secara gratis dan cuma cuma. Hal inilah yang menjadi daya tarik tersendiri karena tidak mengeluarkan biaya. Akan tetapi pengeringan secara konvensional ini memiliki kerugian tersendiri karena sangat tergantung oleh cuaca lingkungan[11].

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian yaitu panas yang diberikan pada bahan dan air yang harus dikeluarkan dari bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa ke luar. Yang dimaksud dengan pindah panas adalah peristiwa perpindahan energi dari udara ke dalam bahan yang dapat menyebabkan berpindahnya sejumlah massa (kandungan air) karena gaya dorong untuk keluar dari bahan (pindah massa). Metode pengeringan yang biasa dilakukan adalah metode konvensional dan pengering buatan. Beberapa faktor faktor yang mempengaruhi Pengeringan yaitu: luas permukaan, suhu, kecepatan udara, kelembapan udara, tekanan udara, waktu [12] [13] [14].

Pengeringan adalah sebuah proses dalam upaya mengurangi atau menghilangkan sebagian kadar air dari suatu bahan atau sampel yang dikeringkan. Pengeringan sangat berguna di banyak hal khususnya untuk penanganan pasca panen pertanian. Energy panas dapat kita peroleh dengan secara alami (konvensional) ataupun secara metode buatan. Energy panas konvensional bersumber dari energy panas matahari yang kita dapatkan secara gratis dan cuma cuma. Hal inilah yang menjadi daya tarik tersendiri karena tidak mengeluarkan biaya. Namun pengeringan secara konvensional ini memiliki kerugian tersendiri karena sangat tergantung oleh cuaca lingkungan. Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian yaitu panas yang diberikan pada bahan dan air yang harus dikeluarkan dari bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa ke luar [15] [16].

Pindah panas adalah peristiwa perpindahan energi dari udara ke dalam bahan yang dapat menyebabkan berpindahnya sejumlah massa (kandungan air) karena gaya dorong untuk keluar dari bahan (pindah massa). Metode pengeringan yang biasa dilakukan adalah metode konvensional dan pengering buatan. Menurut survei lapangan pengeringan kopi mengungkapkan bahwa proses pengeringan adalah sangat tradisional. Beberapa faktor yang mempengaruhi pengeringan yaitu: luas permukaan, suhu, kecepatan udara, kelembapan udara, tekanan udara, waktu [17] [18].

Panas akan berpindah dari medium yang bertemperatur lebih tinggi ke medium yang temperaturnya lebih rendah. Perpindahan panas ini berlangsung terus sampai ada kesetimbangan temperatur diantara kedua medium tersebut. Perpindahan panas dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

Perpindahan panas konduksi merupakan perpindahan panas yang terjadi pada suatu media atau pada media fluida yang diam akibat adanya perbedaan temperatur antara permukaan yang satu dengan permukaan yang lain pada media tersebut [19][20]. Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dari suatu permukaan media padat atau fluida yang diam menuju fluida yang mengalir atau bergerak atau sebaliknya akibat adanya perbedaan temperatur. Energi dari medan radiasi ditransportasikan oleh pancaran atau gelombang elektromagnetik (photon), dan asalnya dari energi dalam material yang memancar. Transportasi energi pada peristiwa radiasi tidak harus membutuhkan media, justru radiasi akan lebih efektif dalam ruang hampa. Bila energi radiasi menimpa permukaan suatu media, maka sebagian energi radiasi

tersebut akan di pantulkan (*refleksi*), sebagian akan diserap (*absorpsi*), dan sebagian lagi akan diteruskan (*transmisi*).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah aksian fan, anemometer, sensor suhu DT22, sensor intensitas cahaya LDR, mikrokontroler arduino ESP, sedangkan bahannya adalah bangunan rumah tipe 36, pipa pvc dan sambungannya.

2. 2 Prosedur Penelitian

2. 2.1 Pemilihahn Atap Bangunan Sebagai Kolektor

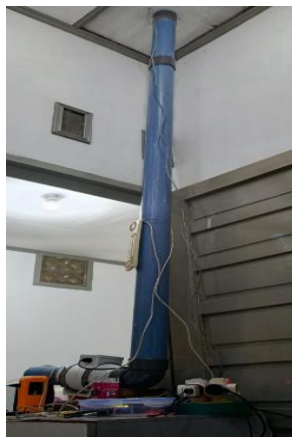
Kolektor merupakan plafon atap bangunan rumah setara tipe 36 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Plafon atap rumah sebagai kolektor panas.

2. 2.2 Instalasi Sistem dan Alat Ukur

Paflon atap bangunan dipasang pipa PVC berukuran 5 inci secara vertikal dengan saluran masuk berada dibawah atap bangunan (seng). Pada sisi luar (diatas seng) dilakukan pengukuran intensistas cahara yang diterima. Udara panas disedot oleh fan aksial yang dipasang pada bagian ujung saluran. Alat ukur temperatur dan kelembapan ditempatkan pada saluran masuk, saluran keluar dan pada lingkungan saluran keluar. Pengukuran hembusan udara panas dilakukan pada saluran keluar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Instalasi dan sistem pengukuran kolektor atap bangunan

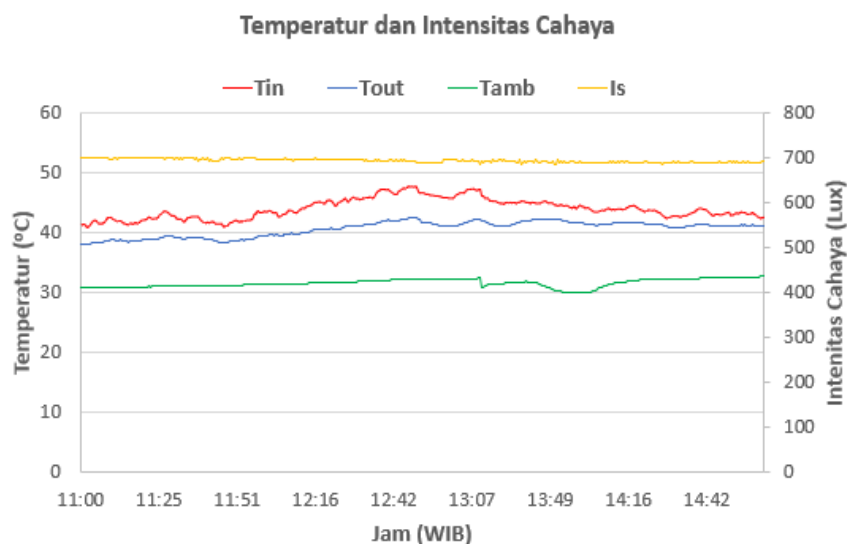
2. 2.3 Pengukuran dan Analisis Data

Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan pada saluran masuk yaitu T_1 dan Rh_1 , pada saluran keluar T_2 dan Rh_2 . Demikian juga untuk temperatur lingkungan di sekitar sistem $T_{\sim}$. Pengukuran kecepatan udara panas V_2 diukur pada sisi keluar pipa. Pengambilan data dilakukan mulai pukul 11.00 WIB sampai 15.00 WIB dengan selang waktu setiap 15 detik. Pengukuran dilakukan pada kecepatan udara panas keluar saluran sekitar 5 m/detik. Data yang diperoleh dilakukan analisis hubungannya antara parameter-parameter kondisi masuk dan keluar kolektor panas dan dibandingkan dengan kondisi lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perolehan Temperatur Udara Panas

Hasil pengukuran temperatur udara panas plafon (temperatur udara masuk, temperatur udara panas yang hisap (temperatur udara keluar) dan temperatur lingkungan yang dilakukan pada pukul 11am (11.00 WIB) hingga 3pm (15.00 WIB) disajikan pada Gambar 3.

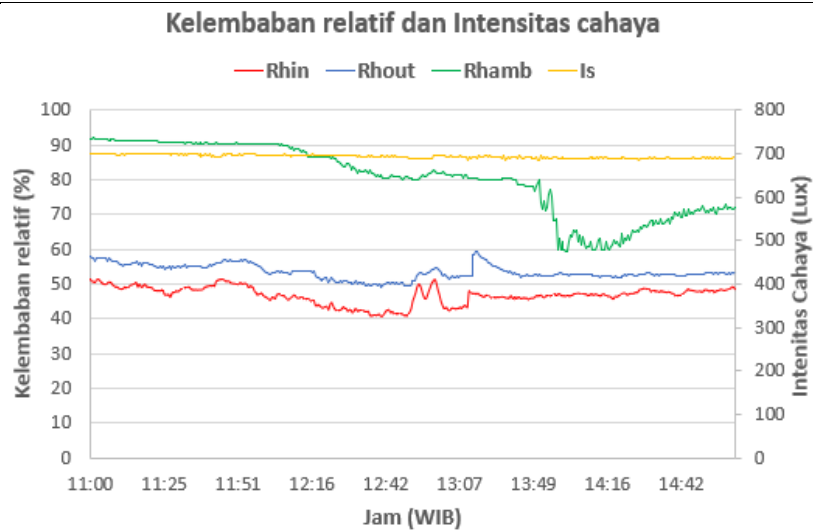


Gambar 3 Perolehan tempatur udara panas

Temperatur maksimum udara panas plafon yang dicapai 47.8 °C dengan temperatur minimumnya 40.9 °C. Temperatur maksimum udara panas yang disalurkan yang dicapai 42.7 °C dengan temperatur minimumnya 38.2 °C. Sedangkan temperatur lingkungan maksimum pada saat pengkuran adalah 32.8 °C dan minimumnya 30 °C. Temperatur tersebut diperoleh pada intensitas cahaya matahari maksimum yang terjadi 701,5 Lux dan minimumnya 684.86 Lux.

3.2 Kelembapan Relatif

Hasil pengukuran kelembapan relatif udara panas plafon (temperatur udara masuk, kelembapan relatif udara panas yang hisap (temperatur udara keluar) dan kelembapan relatif lingkungan disajikan pada Gambar 4.

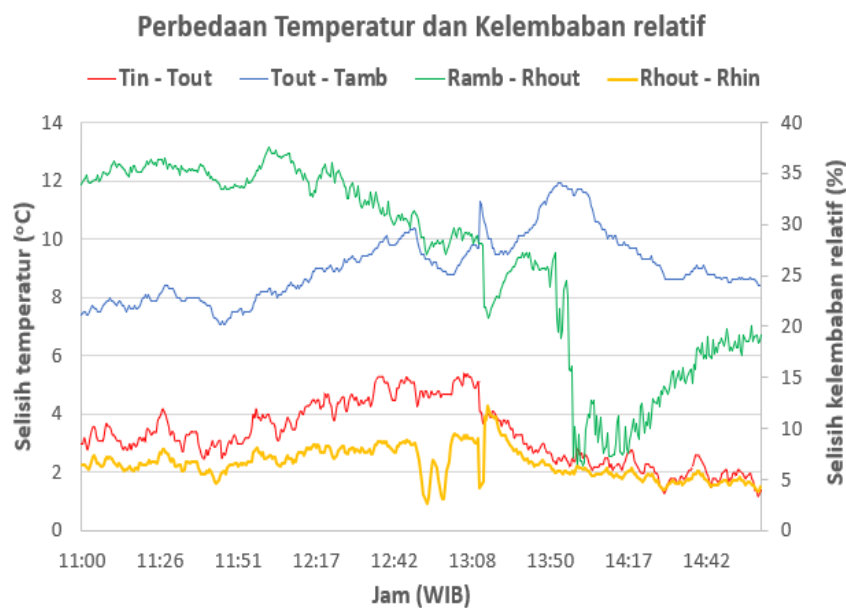


Gambar 4 Kelembaban relatif yang terjadi.

Kelembaban relatif minimum udara panas plafon yang terjadi 40.7% dengan kelembaban relatif maksimumnya 51.6%. Kelembaban relatif minimum udara panas yang disalurkan adalah 49% dengan kelembaban relatif maksimumnya 59.5%. Sedangkan kelembaban relatif lingkungan minimum pada saat pengukuran adalah 59.2% dengan kelembaban relatif maksimumnya 92%.

3.3 Selisih Temperatur dan Kelembaban Relatif Masukan dan Luaran

Selisih temperatur udara panas masuk dengan keluar saluran dan selisih temperatur udara keluar saluran dengan temperatur udara lingkungan, serta selisih kelembaban relatifnya disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Perbedaan temperatur dan kelembaban relatif yang terjadi

Selisih temperatur udara panas masuk dengan keluar saluran minimum (penurunan temperatur pada saluran) adalah 1.2 °C dan maksimumnya 5.4 °C (rata-rata 3.31 °C). Selisih temperatur udara keluar saluran dengan temperatur udara lingkungan (kenaikan atau pemanfaatan temperatur) udara panas maksimum adalah 11.9 °C dan minimumnya 7.1 °C (rata-rata 9.05 °C).

Selisih kelembapan relatif udara panas masuk dengan keluar saluran minimum (kenaikan kelembapan relatif pada saluran) adalah -2.7% dan maksimumnya -12.3% (rata-rata -6.58%). Selisih kelembapan relatif udara keluar saluran dengan kelembapan relatif udara lingkungan (penurunan atau pemanfaatan kelembapan relatif) udara panas maksimum adalah -37.5% dan minimumnya -6.4% (rata-rata -26.72%).

4. KESIMPULAN

Pengukuran dilakukan mulai pukul 11.00 WIB sampai 15.00 WIB pada hembusan udara keluar saluran 5 m/detik. Temperatur maksimum udara panas plafon yang dicapai 47.8 °C, temperatur maksimum udara panas keluar saluran atau yang dapat dimanfaatkan mencapai 42.7 °C pada kondisi lingkungan dengan temperatur maksimumnya 32.8 °C, temperatur permukaan bawah atap (seng) maksimum 61 °C dengan intensitas cahaya matahari maksimum 701,5 Lux. Kelembapan relatif minimum udara panas plafon yang terjadi 40.7%, kelembapan relatif minimum udara panas yang disalurkan adalah 49% dengan kelembapan relatif lingkungan rata-rata 80.19%. Selisih temperatur udara panas masuk dengan keluar saluran (penurunan temperatur pada saluran) rata-rata adalah 3.31 °C, sedangkan selisih temperatur udara keluar saluran dengan temperatur udara lingkungan (kenaikan atau pemanfaatan temperatur) udara panas rata-rata 9.05 °C.

5. SARAN

Mengingat banyaknya tipe dan model atap bangunan, perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut capaian temperatur yang dapat diperoleh dari berbagai tipe dan model atap bangunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Lhokseumawe yang telah memberi dukungan pendanaan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kadek, D. Wiranugraha, H. Wijaksana, and K. Astawa., 2016, Analisa performansi kolektor surya pelat bergelombang dengan variasi kecepatan udara, *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 2016, pp. 1–6.
- [2] Y. Yusuf, I. Rosyadi, and M. P. Pinem., 2022, Analisis potensi energi panas matahari untuk digunakan pada sistem refrigerasi absorpsi di bangunan perkantoran, *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 17, no. 2, pp. 128–132.
- [3] S. Budi and V. A. Koehuan., 2020, Studi Eksperimental Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (Uv Solar Dryer) Dengan Mekanisme Konveksi Alamiah, *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 7, no. 02, pp. 38–44.
- [4] N. Nazaruddin, T. Zulfadli, and A. Mulkan., 2020, Studi Kemampuan Penyerapan Panas pada Atap Rumah Seng Berwarna Terhadap Intensitas Matahari dalam Mengatasi Global Warming, *Int. J. Nat. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 114–121.

- [5] Nurdin, I. S. Cebro, Azhar, and Hendrawati, 2022, Design of Natural Convection Solar Dryer for Coffee Beans with Monitoring System Based on Internet of Things, *J. Polimesin*, vol. 20, no. 1, pp. 49–54.
 - [6] P. N. Sriwijaya, P. Seminar, and M. Teknik., 2020, Prototype Tray Dryer With Photovoltaic Solar Cell As An Energy Source (The Influence Of Dryer Air Velocity Variation On Crackers, vol. 01, no. 01, pp. 62–66.
 - [7] K. Ridwan, S. Pujiastuti Lestari, A. Prayogatama, D. Safitri, and M. Aditya., 2018, Prototipe Pengereng Tenaga Surya Ditinjau Dari Penggunaan Kolektor Termal Ganda Dan Sistem Fotovoltaik Prototype Dryer Solar in Terms of Usage Dual Collector Thermal and System Photovoltaic, *J. Kinet.*, vol. 9, no. 01, pp. 7–14.
 - [8] B. R. Bumi and A. Fitri Satwikasari., 2021, Kajian Konsep Arsitektur Surya Pasif Pada Bangunan Mall. Studi Kasus : Bintaro Jaya Xchange Mall, *JAS J. Archit. Students*, vol. 2, no. 2, pp. 119–126.
 - [9] Jimmy Priatman, “Perspektif Arsitektur Surya Di Indonesia., 2000, *Dimens. (Jurnal Tek. Arsitektur)*, vol. 28, no. 1, pp. 1–7.
 - [10] D. I. O. A. Valentino, and E. Dan., 2023, Rancang Bangun Sistem Pengereng Kunyit (Curcuma Longa), *P. Studi, T. Elektro, J. Teknik.*
 - [11] Y. Rosa, Hanif, and Zulhendri., 2004, Optimasi udara panas keluaran kolektor energi surya, *J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1.
 - [12] E. Y. Setyawan, S. Djiwo, and T. Sugiarto., 2017, Simulation Model of Fluid Flow and Temperatur Distribution in Porous Media Using Cylindrical, Convergent and Divergent Nozzles, *Int. J. Technol. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10.
 - [13] P. Siagian, E. Y. Setyawan, T. Gultom, F. H. Napitupulu, and H. Ambarita., 2017, A field survey on coffee beans drying methods of Indonesian small holder farmers, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 237, no. 1.
 - [14] P. Siagian, R. A. M. Napitupulu, M. Tampubolon, and L. Siagian., 2023, Analisa Kebutuhan Energi Termal Pada Kotak Pengereng Biji Kopi Arabica yang di Isolasi dengan Aluminium Foil, *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 181–189.
 - [15] IESR., 2017, Energi Terbarukan, *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699.
 - [16] Y. Rosa, E. Sunitra, and D. Wahyu., 2017, Kajian Model Sistem Solar Chimney Untuk Sistem Jalur Khatulistiwa, vol. 16, no. September, p. 7.
 - [17] A. D. Sultan, R. Rizky, H. Hidayat, S. Mulyani, and W. A. Yusuf., 2020, Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes, *J. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 1, pp. 94–99.
 - [18] R. Hidayat., 2021, Analisa Kinerja Alat Pengereng Buah Pinang Menggunakan Energi Surya Dengan Membandingkan Pengerengan Di Bawah Sinar Matahari Secara Langsung (Tradisional), Oleh Rizky Hidayat Npm 143310511 *Progr. Stud. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Islam Riau Pekanbaru*.
 - [19] Subarjo, T. Widodo, and M. K. Yusfiar., 2015, Modifikasi pengereng tenaga surya dengan ventilator otomatis, *TekTan*, vol. 7, no. 3, pp. 145–212.
 - [20] I. D. Suprapman., 2017, Pembuatan dan Pengujian Kolektor Surya Type Plat Datar Bersirip Untuk Pengereng Ikan Teri, *Tugas Scripsi*, vol. 1, pp. 1–54..
-