

Pengaruh Diameter Hidrolik Terhadap Perpindahan Panas Kolektor Surya Belokan Tajam

Ahmad Syuhada, Ratna Sary, Zakirullah

*Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, Indonesia
E-mail: rulzak.zakirullah25@gmail.com*

Abstract

Rectangular crossings with sharp turns have complex three-dimensional structures because the flow separation is caused by sudden changes in direction of flow in sharp turns. This study aims to determine the effect of variations in the width of the sharp channel solar collectors with hydraulic diameter factors to increase the heat transfer rate in solar collectors. The size of the collector examined was 2440mm x 1220mm in the form of a rectangular cross-section. Solar collectors use iron and iron gram absorber with a thickness of 30mm, the thermometer is placed on each track, channel, absorbent and output temperatur of each solar collector. The results of the study can be concluded that the solar collector with the largest hydraulic diameter value of 223 cm will produce the highest output temperatur and the temperatur distribution at the collector can reach 91° C at 13.30. This is because the greater the value of the hydraulic diameter or cross-sectional area will increase the heat transfer rate.

Keywords: Solar collector, Hydraulic diameter, Sharp turn.

1. Pendahuluan

Kolektor surya adalah suatu alat yang digunakan untuk mengumpulkan energi matahari dan diubah menjadi energi panas dan diteruskan ke fluida kerja. Teknologi Kolektor surya merupakan pengembangan dari pengeringan *Solar dryer*, sehingga menghasilkan panas yang lebih tinggi dan mempercepat pengeringan suatu bahan [1]. Makin tinggi temperatur udara pengering yang mampu dihasilkan oleh kolektor surya semakin optimal kerja pengering surya (*solar drying*) tersebut [2]

Selain dari sumber energi matahari, temperatur yang dihasilkan kolektor surya sangat bergantung terhadap laju perpindahan panas yang bekerja. Dari penelitian Ishak Muhammad S, DKK [3] bahwa semakin besar diameter hidrolik semakin besar pula faktor gesekan dan rata-rata bilangan nusselt sehingga mempengaruhi aliran fluida dan laju perpindahan panas yang bekerja.

Maka dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan studi eksperimental variasi diameter hidrolik dengan besaran 202mm, 210mm, 217mm, dan 223 mm pada saluran kolektor surya dan dari 4 variasi diameter hidrolik tersebut digunakan absorber pasir besi dan gram besi dengan ketebalan absorber 30 mm [4]. Untuk menjaga kestabilan temperatur dan untuk memaksimalkan temperatur keluaran pada objek uji.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi lebar saluran belokan tajam kolektor surya dengan faktor diameter hidrolik agar dapat meningkatkan laju perpindahan panas pada kolektor

surya. Manfaatnya untuk mengumpulkan panas sebanyak-banyaknya sehingga kapasitas pengeringan makin besar, mampu memberi kontribusi dalam pengembangan sistem penyerapan panas pada kolektor surya multi belokan tajam.

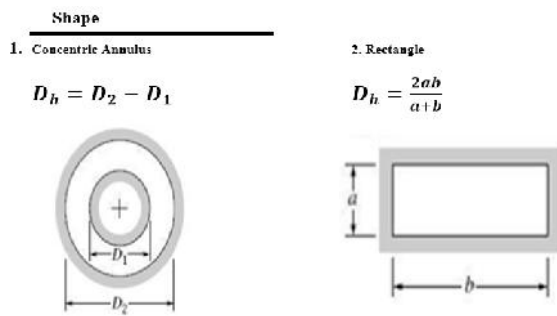
2. Metode dan Peralatan

2.1. Saluran Tak Bundar

Banyak saluran yang dibuat untuk memindahkan fluida berpenampang tidak bundar. Untuk mengetahui diameter penampang selain bundar digunakanlah pendekatan Diameter Hidrolik, seperti ditunjukkan Gambar 1. Diameter hidrolik adalah empat kali rasio dari luas penampang aliran dibagi dengan keliling terbasahi (P) dari pipa. Diameter hidrolik mewakili suatu panjang karakteristik yang mendefinisikan ukuran sebuah penampang dari bentuk yang ditentukan. Faktor 4 ditambahkan dalam definisi Dh. Sehingga diameter hidrolik pipa berpenampang persegi sama dengan diameter pipa berpenampang bundar [5].

2.2. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lapangan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, dan laboratorium Thermal Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, mulai dari perencanaan alat, pembuatan, pengambilan data dan pengolahan data.



Gambar 1. Penampang diameter hidrolik

2.3. Bahan

Pada penelitian ini alat penyerapan panas dengan memanfaatkan energi surya dibuat dari rangka kayu dengan dengan isolasi dari bahan kayu lat dan karet, sebagai absorber digunakan campuran pasir besi dan gram besi.

2.4. Peralatan

Adapun peralatan yang di gunakan pada penelitian ini, yaitu:

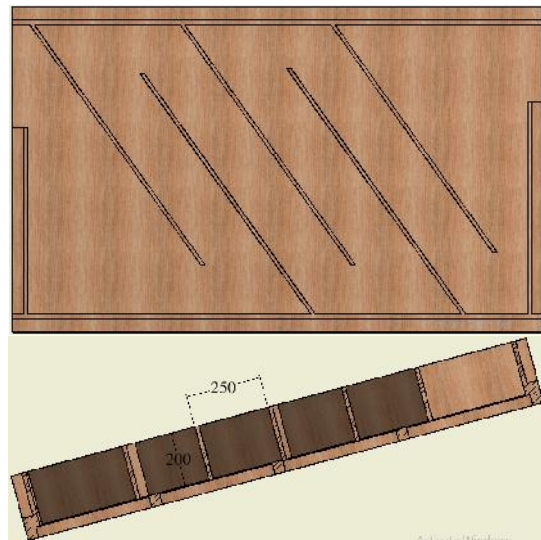
1. Alat ukur waktu (Jam)
2. Alat ukur temperatur (Termometer air raksa dan termometer digital)
3. Termokopel
4. Alat ukur Intensitas cahaya (Lux meter)

2.5. Dimensi Peralatan Uji

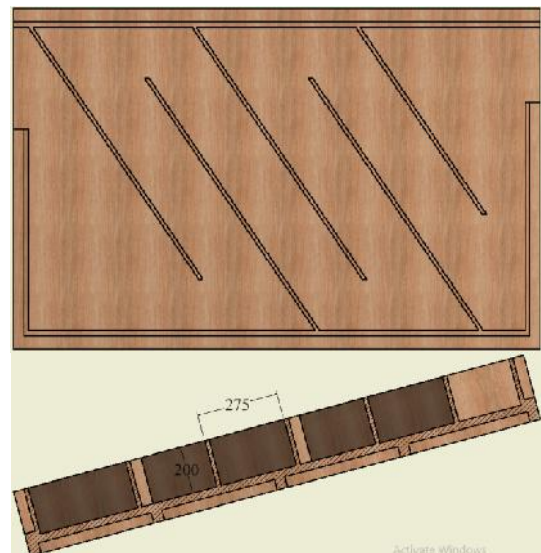
Kolektor surya yang di buat dengan dimensi sebagai berikut:

1. Panjang Kolektor Surya : 2440 mm
2. Lebar Kolektor Surya : 1200 mm
3. Kemiringan *Buffel* : 130^0
4. Jarak *Buffel* : 250 mm, 275 mm, 300 mm, 325 mm
5. Lebar *Inlet* : 400 mm
6. Lebar *Outle* : 200 mm
7. Tinggi *Buffel* : 200 mm
8. Ketebalan *Absorber* : 30 mm
9. Ketebalan *Buffel* : 50 mm

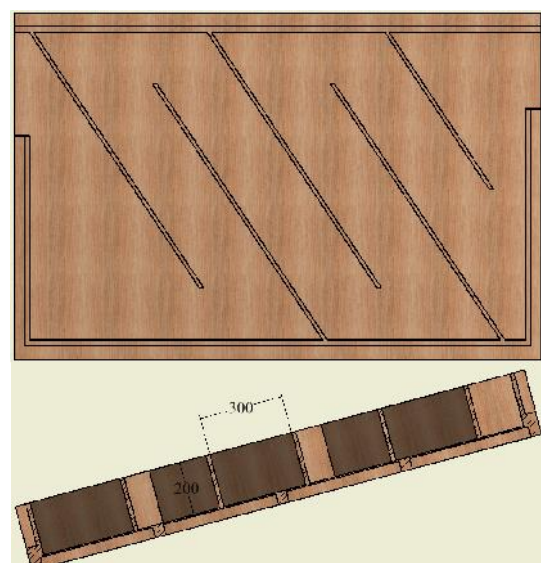
Dengan mengetahui jarak antar buffel dan tinggi dari buffel menggunakan rumus diameter hidrolik segi empat yaitu $D_h = \frac{2ab}{a+b}$, dimana a = tinggi buffel, dan b = Jarak buffel, didapat diameter hidrolik masing-masing adalah 202 mm, 210 mm, 217 mm, dan 223 mm berturut-turut dari tersempit sampai terlebar.



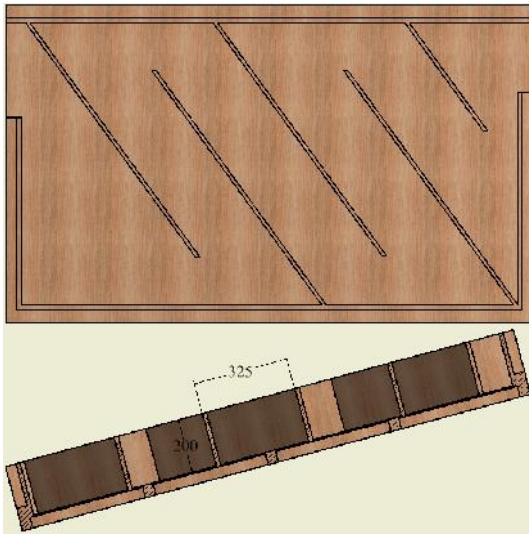
Gambar 2. Kolektor surya dengan diameter hidrolik 202 mm



Gambar 3. Kolektor surya dengan diameter hidrolik 210 mm



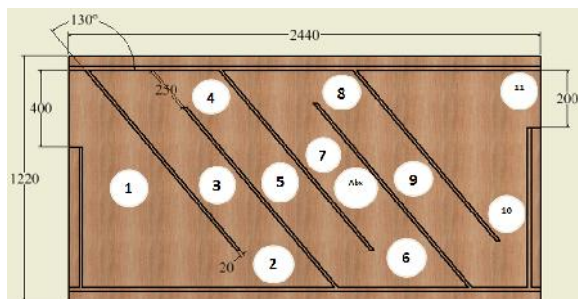
Gambar 4. Kolektor surya dengan diameter hidrolik 217 mm



Gambar 5. Kolektor surya dengan diameter hidrolisk 223 mm

2.6. Pelaksanaan Penelitian

Pertama adalah menyelesaikan alat penyerapan panas (meja uji) yang berjumlah empat unit. Dengan parameter beda adalah diameter hidrolisk, atau luasan saluran kolektor surya. Setelah meja uji selesai dibuat, isi pasir besi dan campuran logam(geram besi) kedalam masing-masing meja uji dengan ketebalan yang telah di tentukan yaitu 3 cm. lalu letakkan 11 alat ukur pada permukaan absorber (termometer air raksa), dan 1 alat ukur kedalam absorber. Setelah selesai meletakkan alat ukur, tutup kolektor dengan plastik mika dan isolasi menggunakan lat kayu dan karet. Kemudian untuk pengambilan data pertama-tama dengan mengambil data intensitas cahaya matahari dan temperatur lingkungan, setelah itu mencatat temperatur di laluan, saluran, absorber dan temperatur keluaran dari masing masing kolektor surya lalu mencatat hasil ke dalam tabel data yang telah di sediakan. Pengambilan data di lakukan setengah jam sekali dimulai dari pukul 08.00-17.00 WIB.



Gambar 6. Dimensi dan titik-titik pengukuran pada kolektor surya

3. Hasil dan Pembahasan

Dari data penelitian yang telah didapatkan maka akan dilakukan analisa terhadap distribusi temperatur

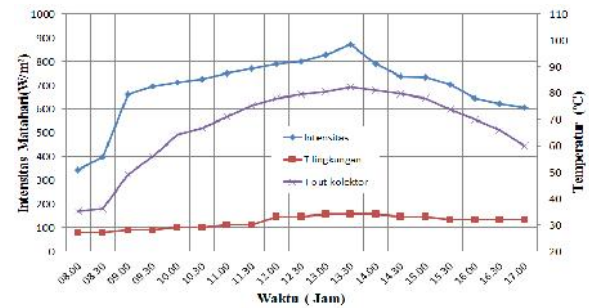
pada kolektor surya dilihat pada 12 titik, 11 titik temperatur udara dan 1 titik temperatur absorber. Waktu pengujian dari pukul 08:00 s/d 17:00 WIB, tetapi data yang di gunakan pada grafik yaitu pukul 12:00 s/d 14:00 WIB dikarenakan pada pukul tersebut energi yang dipancarkan matahari yang paling optimal.

2.7. Perbandingan Temperatur Keluar Kolektor Surya dan Temperatur Lingkungan

Gambar 7 memperlihatkan perbandingan temperatur yang dihasilkan kolektor dengan temperatur lingkungan sekitar dan intensitas cahaya matahari.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari dari pukul 08:00 s/d 14.00 WIB terus meningkat dan temperatur keluaran kolektor surya juga ikut meningkat seiring kenaikan intensitas cahaya matahari, akan tetapi pada pukul 14.00 s/d 17.00 WIB, karena cuaca yang semakin sore sehingga intensitas cahaya matahari juga ikut menurun, oleh sebab itu penurunan intensitas berdampak pula pada penurunan temperatur kolektor surya dan temperatur llingkungan.

Dari Gambar 7, dapat pula dilihat walaupun intensitas matahari menurun drastis, tetapi kolektor surya masih mampu menghasilkan temperatur sebesar 66°C ini disebabkan oleh material absorber yang mampu mempertahankan suhu didalam kolektor.



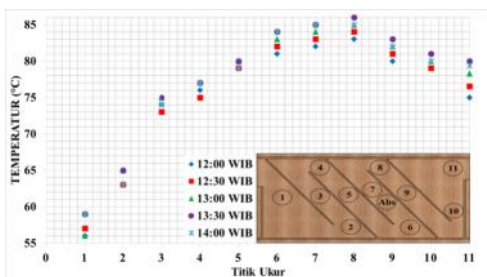
Gambar 7. Grafik perbandingan T_{out} kolektor surya dengan T_{Lingkungan}

2.8. Distribusi Temperatur di Sepanjang Saluran Belokan Tajam Kolektor Surya

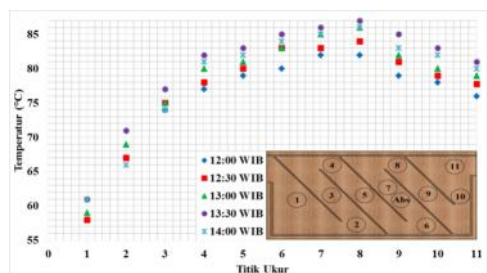
Gambar 8, 9, 10 dan 11 menunjukkan distribusi temperatur yang dihasilkan kolektor surya. Pada grafik memperlihatkan distribusi temperatur pada kenaikan paling optimal yaitu di pukul 12.00 s/d 14.00 WIB.

Dari 4 grafik di atas menunjukkan distribusi temperatur keempat kolektor surya masing-masing diameter hidrolisk 202mm, 201 mm, 217mm, 223mm. Pengambilan data dimulai dari pukul 08:00 sampai 17:00 WIB, namun pada grafik hanya menampilkan distribusi temperatur pada kolektor dari jam 12:00 –

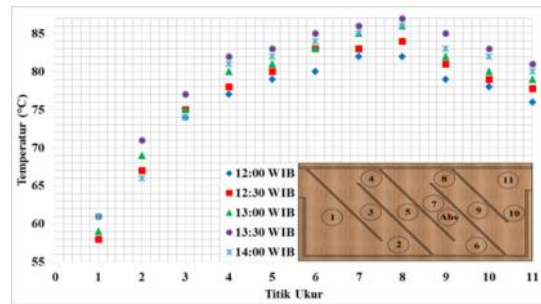
14:00 WIB. Dari hasil pengujian pada 11 titik pengukuran di kolektor surya dengan ketebalan absorber 3 cm terlihat perbedaan distribusi temperatur disepanjang saluran maupun laluan. Dari titik 1 hingga titik 11 terjadi kenaikan temperatur karena udara terus menerus menyerap energi panas dari absorber dan pada kolektor surya di tambah hambatan agar udara berada lebih lama di setiap daerah saluran sehingga penyerapan panas pada daerah saluran lebih lama. Kenaikan temperatur dititik 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 10 dan 11 terjadi penurunan temperatur yang diakibatkan oleh perubahan kecepatan yang diakibatkan oleh t yg besar antara temperatur keluaran kolektor surya dengan temperatur lingkungan. Hal ini terjadi pada semua variasi clearance kolektor surya. Perbedaan yang terjadi hanya pada kemampuan penyerapan panas kolektor surya yang membuat temperatur keluaran kolektor surya berbeda. Kolektor surya dengan DH 202 mm menghasilkan temperatur keluaran nya sebesar 80° C. Kolektor surya dengan DH 210 mm menghasilkan temperatur keluaran sebesar 81° C, pada kolektor surya dengan DH 217 mm temperatur yang mampu dihasilkan 83° C, dan kolektor surya dengan DH 223 mm menghasilkan temperatur keluaran tertinggi sebesar 85° C.



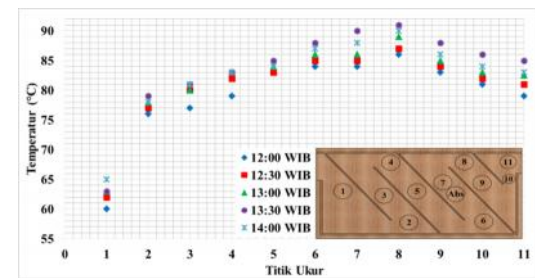
Gambar 8. Distribusi temperature kolektor surya DH 202 mm



Gambar 9. Distribusi temperature kolektor surya DH 210 mm



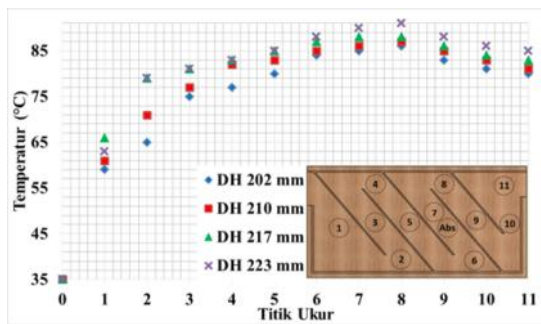
Gambar 10. Distribusi temperature kolektor surya DH 217 mm



Gambar 11. Distribusi temperature kolektor surya DH 223 mm

2.9. Perbandingan Distribusi Temperatur Tertinggi Kolektor

Pada gambar 13. memperlihatkan perbandingan temperatur keluaran tiap kolektor dan penurunan temperatur keluaran tiap kolektor pada jam 13:30 WIB dengan intensitas sebesar 941 W/m².



Gambar 13. Perbandingan waktu distribusi temperature tertinggi kolektor

Dari Gambar 13. Perbandingan distribusi temperatur kolektor pada jam 13:30 WIB, dapat dilihat bagaimana perbedaan distribusi temperatur yang terjadi di setiap kolektor surya. kolektor surya DH 223 mm temperatur keluaran yang mampu dihasilkan sebesar 85°C. Kolektor surya DH 217 mm temperatur keluaran yang dihasilkan adalah 83° C. Kolektor surya DH 210 mm menghasilkan temperatur keluaran sebesar 82° C. Kolektor surya DH 202 mm temperatur keluaran yang dihasilkan adalah 81° C. Kolektor surya dengan diameter hidrolis 223 mm, yaitu diameter hidrolis dengan nilai tertinggi merupakan kolektor surya yang mampu menghasilkan temperatur keluaran tertinggi yaitu

sebesar 85°C sejalan dengan konsep yang ada bahwa turbulensi terjadi pada saluran segi empat dengan besaran 10-12 diameter hidrolis, dan juga semakin besarnya diameter hidrolis mempengaruhi faktor gesek yang terjadi aliran pada saluran, sehingga diusahakan aliran yang terjadi dalam kolektor menjadi turbulen, agar pergerakan temperatur aliran

4. Kesimpulan

Setelah menganalisa dari hasil-hasil pengukuran distribusi temperatur untuk ke-4 variasi diameter hidrolis kolektor surya dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada kolektor diameter hidrolis yang paling besar yaitu dengan DH 223 mm dapat menghasilkan temperatur keluaran tertinggi dan distribusi temperatur pada kolektor mencapai temperatur maksimum sebesar 91°C pada pukul 13.30.
2. Pengaruh diameter hidrolis pada kolektor surya dikarenakan semakin besar nilai diameter hidrolis atau luas penampang maka akan meningkatkan laju perpindahan panas.

Daftar Pustaka

- [1] Imre, Laszlo, 2006, *Solar Drying in Industrial Drying*, Taylor & Francais Group LLC, Perancis.
- [2] A. Syuhada, 1993, Performance of a Direct Type Solar Copra Dryer, *Prosiding Seminar Hasil Penelitian SDPF*, HEDS-DIKTI-JICA. 29 juni-1 Juli 1993.
- [3] S. Ishak Mohamad, Ashrul, M. Amirah, A.M. Sahar, J. Wissink, M. Mohamed, Mahmoud, G. Tassos, Karayiannis, 2017, Effect of hydraulic diameter and aspect ratio on single phase flow and heat transfer in a rectangular microchannel, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 115, 793–814.
- [4] S. Abraar, A. Syuhada, M. Ilham, 2019, Pengaruh Material absorber terhadap temperatur keluaran kolektor surya, Banda Aceh, Universitas Syiah Kuala
- [5] Fox, Mc. Donald, 2011, *Fluid-Mechanics* Eighth Edition.
- [6] A. Syuhada, 2000, Heat (Mass) Transfer Characteristics In Rectangular Serpentine Channels With A Sharp Turn.