

Optimasi Penyerapan Panas Memanfaatkan Energi Matahari Pada Kolektor

M. Iqbal A.P.(1), Ahmad Syuhada (2), Hamdani (3)

1) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
2,3) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Corresponding Author: Fdragon7@yahoo.com

Abstrak – Energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat kita manfaatkan untuk kebutuhan manusia untuk berbagai keperluan seperti listrik, pemanas, pengering dan lain sebagainya. Kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari dan diubah menjadi energi thermal dan meneruskan energi tersebut ke fluida. Melalui 3 (tiga) variasi sudut hambatan yang disusun diharapkan dapat ditemukan sudut hambatan yang sesuai dalam upaya mengoptimalkan penyerapan energi matahari dengan memanfaatkan laluan multi belokan. Ukuran dari kolektor adalah 250 cm × 85 cm. Pada setiap sisi dari kotak absorber dilapisi dengan aluminium dengan tebal 10mm. Sebagai penyerapan radiasi surya pada pengujian ini digunakan pasir besi dengan tebal 6 cm dan posisi kotak pemanas udara dibuat miring 15°. Pengukuran temperatur dilakukan dengan beberapa variasi, yaitu: laluan multi belokan sudut 180°, laluan multi belokan 90° dan laluan multi belokan sudut 130°. Pengujian dilakukan di alam terbuka di halaman Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh dan pengukuran dilakukan sebanyak 33 titik pada laluan aliran. Pengujian dilakukan dari jam 11.00 sampai dengan 15.00 WIB. Hasil penelitian diperoleh distribusi temperatur absorber untuk ketiga tipe solar kolektor cenderung sama, distribusi temperatur tertinggi dapat dicapai oleh kolektor dengan sudut belokan 130° yaitu 93,3°C, pada waktu 12.00-13.00 WIB. Tipe kolektor surya dengan sudut belokan 90° merupakan temperatur ke 2 tertinggi yang mampu dicapai 91,2°C. Dan tipe kolektor surya dengan sudut belokan 180° yang memperoleh temperatur terendah yaitu 90,2°C. Copyright © 2014 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

Keywords: Energi Matahari, Kolektor Surya, Hambatan, Absorber.

1. Pendahuluan

Salah satu pemanfaatan energi terbarukan adalah penggunaan energi matahari sebagai salah satu pengganti sumber energi, yaitu dengan cara menggunakan alat seperti solar cell (sel surya) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik atau solar collector (kolektor surya) sebagai pengumpulan energi matahari.

Usaha dalam meningkatkan efektifitas pemanfaatan energi surya secara langsung, dapat dikembangkan dengan cara mengumpulkan panas yang biasa disebut kolektor. Untuk itu di Indonesia perlu dikembangkan teknologi yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi yang dapat digunakan oleh manusia. Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai

sumber energi utama [1]. Ketika cahaya matahari menimpa permukaan kolektor surya, sebagian cahaya dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap oleh kaca dan diteruskan ke absorber. Panas tersebut dikonversi menjadi energi panas, panas yang dihasilkan digunakan untuk meningkatkan temperatur udara yang mengalir pada saluran udara kolektor, sehingga diperoleh temperatur yang paling optimum. Panas dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian bisa dimanfaatkan sebagai berbagai aplikasi, seperti pemanas dan pengering.

Saluran penampang persegi empat dengan belokan tajam 180° sering digunakan sebagai laluan aliran pada berbagai tipe peralatan termal [1]. Pola aliran dalam saluran tersebut mempunyai suatu struktur tiga dimensi

yang kompleks, karena pemisahan aliran disebabkan oleh perubahan arah yang mendadak/tiba-tiba dari aliran di dalam belokan tajam [1] lebih-lebih untuk aliran sekunder yang disebabkan oleh gaya sentrifugal [2], oleh karena itu laju perpindahan panas konveksi lokal untuk permukaan daerah yang kecil diharapkan tingkat perubahan secara nyata.

Untuk pemahaman yang lebih baik dari karakteristik aliran dan perpindahan panas konveksi alamiah pada laluan persegi empat dengan belokan tajam 180° , ini diperlukan suatu pengkajian secara eksperimental dari karakteristik perpindahan panas lokal pada laluan dengan pola gerakan aliran konveksi alamiah. Hasil ini juga dapat digunakan pada perencanaan dari komponen-komponen penukar panas yang bertemperatur medium ke bawah, seperti peralatan pemanas dan pendingin.

Pada penulisan ini penulis mengkaji tiga unit kolektor surya yaitu kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 90° , kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 180° dan kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 130° yang bervariasi tata letak laluan aliran. Dengan demikian akan diperoleh penyerapan panas oleh kolektor surya yang lebih optimal di antara ketiga kolektor surya tersebut.

Penulisan ini bertujuan untuk mendapatkan temperatur kolektor keluar yang tinggi sehingga penggunaan udara temperatur tinggi untuk pengering dapat dilakukan.

2. Metode Penelitian

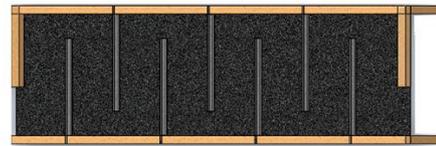
Pada penelitian ini alat penyerapan panas dengan memanfaatkan energi surya dibuat dari rangka kayu dengan isolasi dari bahan seng, dan sebagai absorber digunakan pasir besi.

Peralatan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran segi empat dengan memodifikasi penambahan susunan buffel yang berbentuk laluan multi berbelokan sudut 90° dan laluan multi berbelokan memanjang sudut 180° dan laluan multi berbelokan sudut 130° . Adapun ukuran dari kolektor adalah $250 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$. Pada setiap sisi dari kotak absorber dilapisi dengan isolator termal berupa seng alumunim dengan tebal 4 mm. Sebagai penyerap radiasi surya pada pengujian ini digunakan pasir besi dengan tebal 6 cm. Kotak pasir besi terbuat dari kayu dengan tebal 15 mm dan sebagai penutup transparan digunakan kaca 5 mm dengan ukuran $250 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$. Posisi kotak pemanas udara dibuat miring 15° dengan tujuan agar proses aliran udaranya bisa berlangsung dengan adanya perbedaan elevasi masukan dan keluaran.

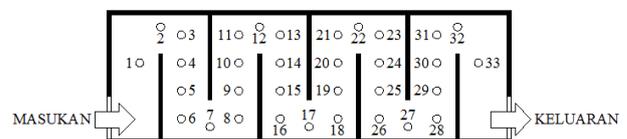
Pengujian dilakukan di alam terbuka dengan

menggunakan energi surya sebagai energi pemanas dan pengukuran temperatur dilakukan di banyak titik pada laluan aliran

Pengukuran temperatur dengan laluan multi berbelokan sudut 180° , sudut hambatan (bafel) 90° menggunakan hambatan sebanyak tujuh buah dan 33 buah thermometer. Peletakan bafel dan titik-titik pengukuran secara skematis diperlihatkan Gambar 1 dan Gambar 2 :

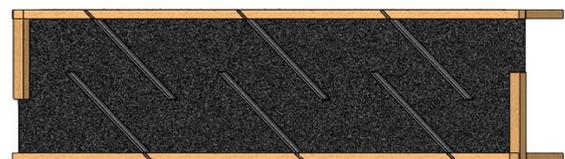


Gambar 1. Tata letak hambatan kolektor dengan laluan berbelokan sudut 90°

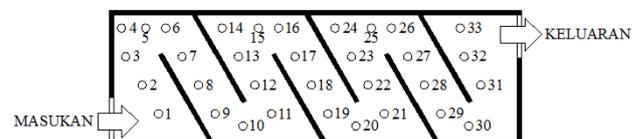


Gambar 2. Posisi pengukur temperatur pada kolektor dengan laluan multi berbelokan sudut 90°

Untuk pengukuran temperatur dengan laluan multi berbelokan sudut 130° , sudut hambatan 50° juga digunakan sebanyak enam buah hambatan dan 33 buah thermometer. Peletakan hambatan dan titik-titik pengukuran diperlihatkan Gambar 3 dan Gambar 4 :



Gambar 3. Tata letak hambatan kolektor dengan multi berbelokan sudut 130°



Gambar 4. Posisi pengukur temperatur pada kolektor dengan laluan multi berbelokan sudut 130°

Sebagai pembandingan dilakukan pengukuran temperatur pada dua belokan memanjang 180° yang pola aliran naik turun. Secara skematik pengukuran temperatur tanpa belokan dapat dilihat pada Gambar 5 Pada pengujian tanpa belokan, pengukuran temperatur dilakukan di 33 titik sepanjang kolektor.



Gambar 5. Posisi pengukur temperatur kolektor dua belokan memanjng 180°

Karakteristik aliran dapat diprediksi jika distribusi temperatur di sepanjang laluan saluran terutama dibelokan dapat di data. Dengan demikian, pemanasan dan pengukuran temperatur fluida pada titik-titik tertentu yang melalui saluran uji adalah hal yang utama dilakukan untuk pendataan agar analisis hasil penelitian dapat dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian diperoleh data-data dengan variasi temperatur yang berbeda-beda antara masing-masing kolektor surya. Data telah diambil pada hari sabtu tanggal 24 Maret 2012 dengan kondisi matahari cerah. Pengujian dilakukan di alam terbuka dengan menggunakan energi surya sebagai pemanasan dan pengukuran temperatur dilakukan di banyak titik pada laluan aliran.

3.1 Distribusi Temperatur Pada Kolektor Surya

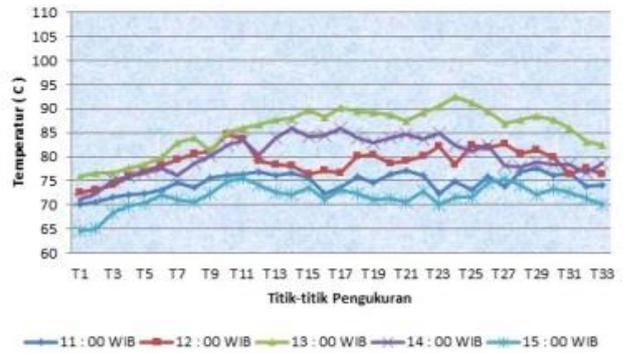
Distribusi temperatur pada absorber di sepanjang saluran pemanas kolektor mempengaruhi distribusi udara panas yang melalui saluran tersebut.



Gambar 6. Distribusi temperatur absorber pada laluan kolektor surya dengan dua belokan memanjng 180°

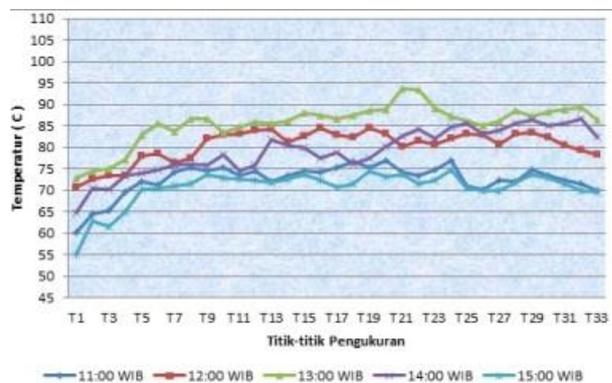
Gambar 6 menunjukkan distribusi temperatur di sepanjang laluan pada jam 11:00 - 13:00 WIB. Dari gambar 6 terlihat perbedaan dirtribusi temperatur disepanjang laluan. Temperatur titik 1 sampai titik 33 naik secara signifikan, ini disebabkan pengaruh temperatur luar dan penyerapan panas yang besar dari absorber pada daerah saluran masuk. Temperatur tertinggi terjadi pada jam 12:00-14:00. Pada titik 2 ke titik 33 kenaikan temperatur relatif sama, hal ini di sebabkan oleh penyerapan panas oleh absorber sudah stabil dan pengaruh penyerapan panas absorber oleh

udara di saluran pemanas tidak terlalu tinggi pada daerah keluaran.



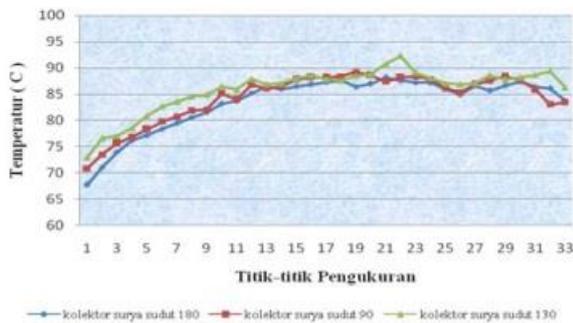
Gambar 7. Distribusi temperatur absorber pada laluan kolektor surya dengan sudut hambatan 90°

Distribusi temperatur pada absorber dengan laluan belokan tajam 90° untuk 33 titik pengukuran diperlihatkan pada Gambar 7 Pada pukul 11: 00 - 14.00 wib kenaikan temperatur dari saluran masuk titik 1 ke titik 2 cenderung meningkat tajam, hal ini di sebabkan waktu penyerapan panas radiasi oleh absorber masih singkat sehingga panas yang di punyai oleh absorber diserap langsung oleh udara yang masuk ke saluran kolektor. Terlihat perbedaan distribusi temperatur disepanjang laluan (titik 3 sampai titik 33) naik tidak secara signifikan, hal ini di sebabkan oleh penyerapan panas oleh udara dari absorber di saluran pemanas banyak pada daerah masukan. Hal ini disebabkan terdapat hambatan sehingga udara berada lebih lama di setiap daerah saluran, sehingga penyerapan panas pada daerah saluran selanjutnya sudah stabil, maka distribusi temperatur di absorber naik merata. Untuk distribusi pada pukul 14.00-15.00 wib distribusinya lebih tinggi dari pukul sebelumnya. Ini terjadi walaupun panas radiasi dari matahari sudah berkurang, ini dikarenakan panas yang masih disimpan oleh absorber masih cukup banyak.



Gambar 8. Distribusi temperatur absorber pada laluan kolektor surya dengan sudut hambatan 130°

Gambar 8 memperlihatkan distribusi temperatur absorber laluan berbelokan tajam 130° yang terjadi pada pukul 11:00-15:00 WIB. Pada Gambar 8 terlihat perbedaan dirtribusi temperatur disepanjang laluan. Kenaikan temperatur pada titik 1 sampai titik 33 terjadi tidak secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh penyerapan panas oleh udara dari absorber sudah terlalu tinggi pada daerah masukan yang disebabkan hambatan sehingga udara berada lebih lama di setiap daerah saluran. Sehingga penyerapan panas pada daerah saluran selanjutnya sudah stabil, maka distribusi temperatur di absorber naik merata. Hal ini hampir sama dengan dengan saluran berbelokan tajam 90°

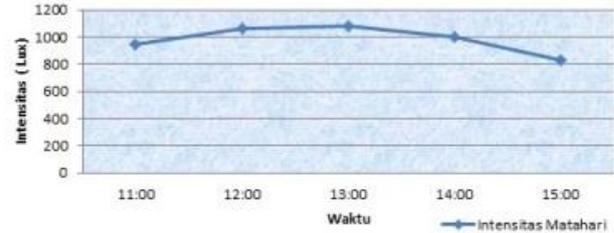


Gambar 9. Grafik Gabungan Antara Ketiga Kolektor

Pada Gambar 9 di atas dapat di lihat distribusi gabungan antara ketiga kolektor pada jam 13:00 WIB yang merupakan waktu tertinggi menyerap panas. Dari ketiga kolektor tersebut pada kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 130° terjadi temperatur yang tertinggi sebesar 93°C , temperatur kedua terbesar terjadi pada kolektor surya dengan laluan multi berbelokan 90° dengan temperatur 91°C , dan temperatur ketiga terbesar terjadi pada kolektor surya dengan laluan multi berbelokan memanjang 180° dengan temperatur 90°C .

3.2 Distribusi Intensitas Matahari

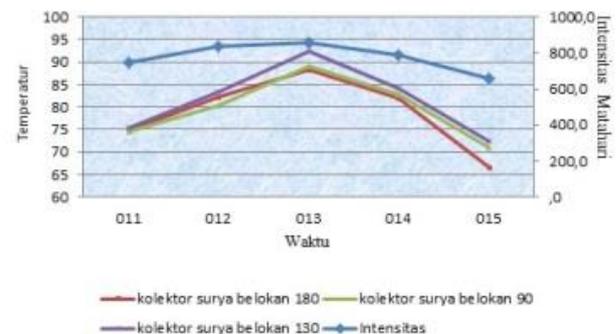
Pada Gambar 10 di bawah ini dapat dilihat intensitas matahari yang diterima oleh kolektor dari jam 11:00-15:00 WIB. Jam 12:00-13:00 merupakan waktu radiasi terbesar yang mampu di pancarkan ke bumi. Urutan selanjutnya adalah 14:00-15:00, tetapi walaupun waktu ini radiasi yang terjadi sudah lemah, absorber masih menyimpan energi termal yang masih mampu memanaskan udara yang berada di dalam saluran penyerap panas. Sedangkan waktu 11:00-12:00 merupakan waktu dengan distribusi temperatur terendah



Gambar 10. Distribusi Intensitas Matahari

3.3 Distribusi Temperatur Gabungan Ketiga kolektor Surya Dengan Hubungan Intensitas Matahari

Distribusi temperatur titik tertinggi pada ketiga kolektor dari jam 11:00 sampai 15:00 WIB dibandingkan dengan intensitas matahari. Gambar 11 memperlihatkan bahwa distribusi temperatur titik tertinggi kolektor surya terjadi pada sudut belokan 130° yaitu sebesar $93,3^{\circ}\text{C}$, disini terlihat distribusi temperatur udara disepanjang saluran dari jam 11:00 hingga jam 13:00 cenderung mengalami kenaikan yang sangat tajam terutama di daerah belokan. Kecenderungan ini karena di sepanjang laluan ini terjadi pemanasan udara cukup baik yang disebabkan oleh adanya belokan tajam yang berakibatkan terjadinya turbulensinya aliran. Dari Jam 13:00 menuju jam 15:00 temperatur mulai turun, hal ini terjadi karena intensitas matahari juga sudah turun. Temperatur tertinggi di capai pada sudut belokan 130° dengan temperatur mencapai $93,3^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 11. Titik Tertinggi dari tiga kolektor

4. Kesimpulan

Setelah di analisa dari hasil-hasil pengukuran distribusi temperatur untuk ke tiga tipe kolektor solar heat radiasi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Distribusi temperatur tertinggi dapat dicapai adalah tipe penyerap panas berbelokan tajam dengan sudut hambatan 130° dengan temperatur maksimum $93,3^{\circ}\text{C}$ pada waktu pukul 13:00. Tipe penyerap panas berbelokan tajam dengan sudut hambatan 90° merupakan distribusi temperatur ke 2 tertinggi yang mampu dicapai yaitu $91,2^{\circ}\text{C}$. Tipe penyerap panas dua hambatan merupakan distribusi terendah yang bisa dicapai yaitu sekitar $90,2^{\circ}\text{C}$.
2. Waktu untuk distribusi temperatur optimal adalah

pukul 12.00-13.00 ini terjadi ketiga tipe penyerap panas yang diuji, hal ini terjadi karena waktu itu merupakan radiasi terbesar yang mampu di pancarkan ke bumi. Urutan selanjutnya adalah 14.00–15.00, walaupun waktu ini radiasi yang terjadi sudah lemah, namun absorber masih menyimpan energi termal yang masih mampu memanaskan udara yang berada di dalam saluran penyerap panas. Sedangkan waktu 11.00–12.00 merupakan waktu yang distribusi temperatur terendah. Ini terjadi karena sebelumnya temperatur udara, absorber dan temperatur masih rendah.

3. Hasil dari kajian ini menyatakan bahwa tipe penyerap panas saluran berbelokan tajam dengan sudut hambatan 130° memperoleh kemampuan memanaskan udara paling optimal.

with rectangular cross-section, *Int. J. of Energy Conversion and Magement*, pp. 159-166.

- [13] Hirota, M., Fujita, H., Syuhada, A., Araki, S., Yanagida, M., and Tanaka, T., 1999, Heat /Mass Transfer Characteristics in Serpentine Flow-Passage with a Sharp Turn, (Influence of Entrance Configuration), *Proc. Compact Heat Exchangers and Enhancement Technology for Proces Industries, Banff*, pp. 159-166.
- [14] Metzger, D. E. and Sahm, M. K., 1986, Heat transfer around sharp 180-deg turns in Smooth rectangular channels. *J. Heat Transfer*, 500-506.
- [15] Jonhson, J.P., 1976, Internal Flow In Turbulence (Edited by P. Bradshaw). Chap. 3, Springer-Verlag, Berlin.
- [16] Muratta, A, S. Mochizuki, S. And M. Fukunaga., (1994), Detailed Measurement of Local Heat Trasfer in Square-Cross-Section Duct With a Sharp 180-degree Turn, in : *Proceeding of The Tenth International Heat Transfer Conference Brighton, U.K, 8-IC-19 291-296.*

References

- [1] Holman, J.P., (1991), *Perpindahan Kalor*, terjemahan E. Jasjfi, Edisi keenam, Erlangga, Jakarta
- [2] Bejan, A., (1993), *Heat Transfer*, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Chang, S. M., Humphrey, J. A. and Modavi, A., 1983, Turbulent flow in a strongly curved U-bend and downstream tangent of square cross-sections, *Phycico Chemical Hydrodynamics*, 4, 243-269.
- [4] Jonhson, R. W., 1988, Numerical simulation of lokal Nusselt number for turbulent flow in a square duct with a 180-degree bend, *Numerical Heat transfer*, 13, 205-228.
- [5] Fan, C.S. and Metzger, 1969, Effects of channel Aspect Ratio on Heat Tranfer in rectangular Passage Sharp 180-deg turns, *ASME paper*.
- [6] Breuer, M. and Rodi, W., 1994, Larger-eddy simulation of turbulent flow through a straigh square channel and a 180-degree bend. *Kluwer Academic Publisher, Dordrecht*, 273-285.
- [7] Chyu, M. K., Regional heat transfer in two-pass and three-pass passages with 180-deg sharp turn, 1991, *J. Heat Transfer*, 113, 63-70
- [8] Besserman, D. L., and Tanrikut, S., 1992, Comperison of heat transfer measurements with computations for turbulent flow around a 180 deg bend, *Journal of Turbomachinery*, 114, 865-871.
- [9] Astarita, T., Cardone, G. and Carlomagno, G. M., 1995, Heat transfer and surface flow visualization around a 180 deg turn in a rectangular channel, *Heat Transfer in Turbulent Flows, ASME HTD-318*, pp. 161-168.
- [10] Hirota, M., Fujita, H., Syuhada, A., Araki, S., Yosida, T. and Tanaka, T., 1998, Heat /Mass Transfer Characteristics in Two-Pass Smooth Channels with a Sharp 180-Degree Turn, *Int. J. of Heat and Mass Transfeer*, vol. 42.pp.3757-3770
- [11] Syuhada. A., Hirota, M., Fujita, H., Araki, S., Yanagida, Y., and Tanaka, T., 1998, Heat /Mass Transfer in Serpentine Flow Passage with Rectangular Cross-Section, . *Proc.Int. Syim. On Advanced Energi Conversion Systems and Related Tech., Nagoya*, pp. 304-305
- [12] Syuhada. A., Hirota, M., Fujita, H., Araki, S., Yanagida, Y., and Tanaka, T., 2001, Heat (mass) transfer in serpentine flow passage