

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PELAT BERFIN TERHADAP PENINGKATAN KINERJA SOLAR WATER HEATER

Sukma Abadi¹ dan Abdul Salam²

^{1,2)}Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRACT

Tujuan umum penelitian adalah untuk menghasilkan solar water heater (SWH) dengan teknologi sederhana dan tepat guna yang mudah dalam pembuatan, pengoperasian dan hanya menggunakan energi matahari. Tujuan khusus penelitian adalah membandingkan kinerja SWH penggunaan pelat datar dan pelat berfin gelombang. Penelitian dilaksanakan dengan membuat dua buah kolektor SWH yang identik, yang berbeda hanya penggunaan pelat datar dan ber-fin gelombang, kedua kolektor selanjutnya diuji secara bersamaan agar nilai intensitas matahari yang diterima kedua kolektor sama. Penelitian diakhiri dengan menghitung dan membandingkan kinerja kedua kolektor tersebut. Kenaikan temperatur input kolektor, temperatur output kolektor dan temperatur rata-rata tangki serta terjadinya beda temperatur pada kolektor dan tangki, menunjukkan bahwa terjadi proses pemanasan pada kolektor dan terjadi aliran konveksi natural air panas dari kolektor ke tangki serta terjadi aliran konveksi natural air dingin dari tangki menuju ke kolektor. Penggunaan fin gelombang memberikan efisiensi kolektor maksimum 31,44 % dan efisiensi sistem maksimum 30,98 % kinerja tersebut lebih baik dibandingkan penggunaan pelat datar dengan efisiensi kolektor maksimum 24,27 % dan efisiensi system maksimum 22,774 %.

Keywords: Solar, Water, Heater, Fin, Gelombang, Datar

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan air panas untuk kebutuhan sehari-hari utamanya untuk mandi semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan ini berhubungan langsung dengan peningkatan penggunaan energi, baik listrik (pemanas listrik) maupun gas (pemanas kompor). Dengan semakin meningkatnya penggunaan energi menyebabkan beberapa masalah yaitu meningkatnya biaya yang harus ditanggung oleh masyarakat dan juga terjadinya pemanasan global. Masalah di atas telah berupaya diselesaikan dengan penggunaan energi matahari sebagai energi alternatif untuk menggantikan energi yang dihasilkan minyak bumi. Indonesia adalah negara khatulistiwa yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun sehingga energi matahari dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sebagai bentuk energi alternatif (Ismail, 2010).

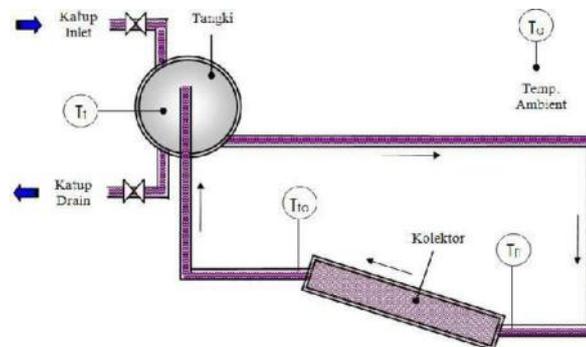
Salah satu bentuk pemanfaatan energi matahari adalah untuk memanaskan air yang dikenal dengan solar water heater (Pemanas Air Surya), tetapi terdapat kendala yaitu kinerja dari solar water heater masih belum optimal dimana pemanasan yang dihasilkan belum mampu mencukupi kebutuhan air panas untuk satu rumah tangga. Solusi belum optimalnya kinerja solar water heater adalah dengan menambah jumlah solar water heater atau meningkatkan kinerja solar water heater. Penambahan jumlah solar water heater mengakibatkan penambahan biaya, juga akan menambah beban bagi atap rumah dalam menopang peralatan solar water heater tersebut. Upaya peningkatan kinerja solar water heater terus dilakukan dengan riset berkelanjutan. Penelitian yang akan dilakukan juga merupakan upaya untuk meningkatkan kinerja dari solar water heater. Penelitian ini nantinya diharapkan akan menghasilkan solar water heater dengan kinerja optimum.

Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan plat ber-fin untuk meningkatkan kemampuan menghimpun energi matahari. Penambahan plat ber-fin adalah untuk meningkatkan luas serapan panasnya tanpa menambah besaran dimensi kolektor surya sehingga tidak akan menambah biaya. Penambahan luas serapan panas akan mengakibatkan terjadi peningkatan transfer panas ke fluida (air) yang dipanaskan yang pada akhirnya akan meningkatkan laju pemanasan air. Kebutuhan air panas yang semakin meningkat menyebabkan terjadi peningkatan penggunaan energi yang menyebabkan meningkatnya biaya dan terjadi efek rumah kaca serta pemanasan global. Penggunaan energi matahari untuk menggantikan energi yang dihasilkan minyak bumi telah banyak dilakukan diantaranya solar water heater, kinerja solar water heater belum optimal. Perlu dilakukan riset berkelanjutan untuk optimalisasi kinerja solar water heater. Penggunaan plat ber-fin untuk meningkatkan luas serapan panas tanpa menambah dimensi kolektor surya sehingga tidak akan menambah biaya. Penggunaan solar water heater hanya menggunakan energi matahari dan tidak membutuhkan energi listrik dan energi lainnya.

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk menghasilkan teknologi sederhana dan tepat guna yang mudah dalam pembuatan, pengoperasian dan hanya menggunakan energi matahari (tidak membutuhkan energi listrik). Teknologi tepat guna yang akan dikembangkan adalah solar water heater dengan menggunakan plat ber-fin yang memiliki kinerja optimum.

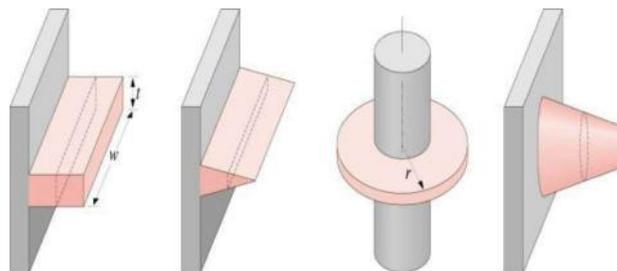
2. KAJIAN LITERATUR

Proses pemanasan air dalam sistem Solar water Heater terjadi pada kolektor surya. Penerimaan energi radiasi matahari pada kolektor surya menyebabkan air dalam tangki secara bertahap menjadi panas, karena terjadinya siklus alamiah air dimana air yang panas akan menempati tempat yang tinggi sedangkan air yang dingin akan berada pada tempat yang rendah. Dengan siklus alamiah air dingin yang berada dalam tangki bergerak menuju kolektor dan terjadi proses pemanasan, selanjutnya air panas akan bergerak menuju tangki. Siklus ini akan terjadi secara terus menerus hingga diperoleh temperatur maksimum sehingga air sudah tidak dapat dipanaskan lagi.



Gambar 1. Siklus pemanasan air pada SWH

Salah satu cara untuk meningkatkan laju perpindahan panas adalah dengan cara memperluas bidang yang mengalami konveksi. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan fin, agar dindingnya lebih luas terhadap udara lingkungan. Penggunaan fin dapat meningkatkan laju perpindahan panasnya. Fin digunakan pada alat penukar kalor (solar water heater) untuk meningkatkan luasan perpindahan panas antara permukaan utama dengan udara di sekitarnya. Perpindahan panas adalah perpindahan energi antara dua daerah (material) sebagai akibat adanya perbedaan suhu antara kedua daerah (material) tersebut (Kreith dalam Fatori Rizal, 2005). Pada umumnya, perpindahan panas dikenal atas tiga jenis, yaitu konduksi (hantaran), konveksi (rambatan) dan radiasi (pancaran). Perpindahan panas yang terjadi pada sirip merupakan gabungan dari perpindahan panas secara konduksi dan perpindahan panas secara konveksi (Holman, 1994). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh Supranto dan Fudholi (2010) yang meneliti pengering surya dengan menggunakan plat ber-fin, penggunaan plat ber-fin dalam penelitian tersebut adalah untuk proses pengeringan, diperoleh hasil penggunaan plat ber-fin meningkatkan laju penyerapan energi matahari.



Gambar 2. Berbagai jenis fin/sirip

Penelitian ini juga merupakan pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh Sri Suwasti dan Sukma Abadi (2014) yang meneliti pengering surya dengan menggunakan plat ber-fin, penggunaan plat ber-fin dalam penelitian tersebut adalah untuk proses pengeringan, diperoleh hasil bahwa penggunaan plat gelombang dan zig-zag memberikan hasil yang lebih optimal. Kedua penelitian di atas dilakukan penggunaan plat ber-fin adalah proses pengeringan menggunakan energi matahari, sehingga akan diterapkan dalam penelitian yang akan dilakukan yaitu penggunaan plat ber-fin untuk proses pemanasan air dalam sistem solar water heater. Penggunaan plat ber-fin meningkatkan luas permukaan penyerapan energi tanpa menambah luas permukaan penyinaran matahari, sehingga meningkatkan laju pemanasan dalam sistem pengering (Supranto dan Fudholi, 2010; Sri Suwasti dan Sukma Abadi, 2014). Proses peningkatan laju pemanasan dalam sistem pengering dengan penggunaan plat ber-fin akan diterapkan dalam sistem solar water heater yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

Perkembangan penelitian alat solar water heater telah banyak dilakukan dalam bentuk kolektor surya dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi, tetapi belum ditemukan penelitian sistem solar water heater menggunakan plat ber-fin. Penelitian penggunaan plat ber-fin telah dilakukan pada sistem pengering surya seperti yang dilakukan oleh Supranto dan Fudholi (2010) serta yang dilakukan oleh Sri Suwasti dan Sukma Abadi (2014). Kedua penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan laju pemanasan dengan penggunaan plat ber-fin. Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari dua buah penelitian yang dilakukan oleh Supranto dan Fudholi (2010) serta yang dilakukan oleh Sri Suwasti dan Sukma Abadi (2014), dalam penelitian ini akan menggunakan plat ber-fin yang berfungsi untuk meningkatkan luas permukaan penyerapan energi tanpa menambah luas permukaan penyinaran matahari, sehingga akan meningkatkan laju pemanasan air pada sistem solar water heater.

Penggunaan plat ber-fin akan dibandingkan dengan plat lurus sehingga akan diketahui pengaruh penggunaan plat ber-fin dalam peningkatan kinerja sistem solar water heater. Sistem teknologi tepat guna yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya memerlukan energi matahari sehingga dapat digunakan pada daerah atau tempat yang belum memiliki aliran listrik. Penelitian yang dilakukan pada tahun kedua adalah menguji beberapa jenis plat ber-fin untuk mengetahui jenis plat ber-fin yang memiliki kinerja optimum dalam proses pemanasan air pada sistem solar water heater. Pemilihan plat ber-fin didasari pada pembuatan sistem solar water heater dimana tidak menambah dimensi dan biaya produksi hanya meningkatkan kesulitan dalam pembuatan tetapi juga akan meningkatkan kinerja dari sistem solar water heater.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan secara desain dan eksperimental yang akan ditekankan pada rancang bangun dan pengujian kinerja, serta evaluasi. Penelitian akan dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan rancang bangun sistem solar water heater, dilanjutkan dengan pengujian kinerja hasil desain dan diakhiri dengan evaluasi hasil. Rancang bangun sistem solar water heater berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang pernah ada, dimulai dengan gambar desain yang dilanjutkan dengan pembuatan. Rancang bangun harus memperhatikan beberapa hal:

- Desain ruangan kolektor surya harus memiliki penyerapan panas dari energi radiasi matahari yang hanya terjadi pada sistem penukar kalor untuk proses pemanasan air dan seminimal mungkin terjadi rugi-rugi kalor.
- Perancangan sistem solar water heater harus dapat menjamin kemudahan pembuatan dan kemudahan serta kontinuitas operasional, perancangan ini harus dapat menjamin terjadinya proses pemanasan air dalam tangki.
- Desain sistim aliran air, harus dibuat secermat mungkin sehingga dapat berfungsi mengalirkan air dari tangki ke kolektor dan sebaliknya sehingga proses pemanasan air dalam tangki dapat terjadi.
- Desain sistem pengukuran, pengukuran yang dilakukan semaksimal mungkin menghasilkan data yang akurat dan hasil pengukuran itu dapat memberikan hasil berupa kinerja dari peralatan tersebut, sehingga evaluasi dapat dilakukan.

Pengujian dilakukan dengan metode analisis eksperimental untuk mendapatkan kinerja dari sistem solar water heater. Parameter uji, yaitu:

- a. Parameter utama yaitu intensitas radiasi matahari, temperatur air dalam tangki, dan temperatur air masuk dan keluar kolektor. Parameter utama berhubungan dengan tingkat transfer energi yang akan menunjukkan kinerja dari peralatan.
- b. Parameter tambahan yaitu temperatur dinding tangki, temperatur kaca dan dinding kolektor. Parameter tambahan berhubungan dengan upaya mengetahui dan rugi-rugi energi sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan atau pengurangan rugi-rugi energi yang terjadi.

Prosedur pengujian sistem solar water heater dilakukan secara bertahap yaitu, sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sistem solar water heater dan mengkalibrasi alat ukur yang akan digunakan.
- b. Memasang sensor/alat ukur pada daerah yang akan dilakukan pengukuran.
- c. Mengoperasikan sistem solar water heater dan mengaktifkan semua alat ukur.
- d. Mencatat pengukuran temperatur dan intensitas radiasi matahari.
- e. Mengulangi prosedur a sampai d selama 5 hari.

Hasil pengujian digunakan untuk mendapatkan kinerja sistem solar water heater dengan plat ber-fin.

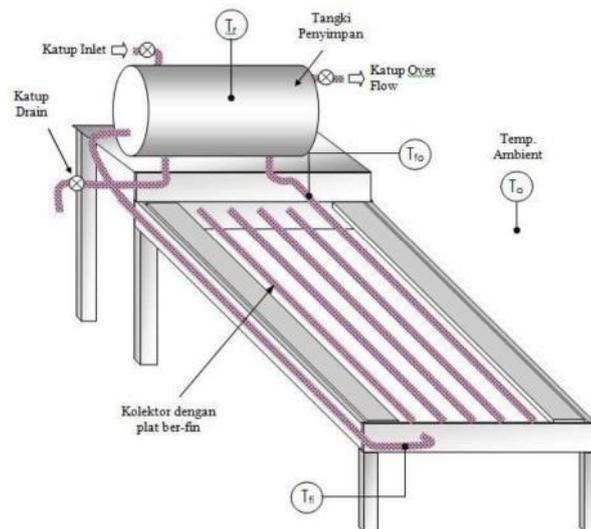
Dari hasil pengujian dilakukan evaluasi untuk mendapat luaran yaitu prototipe sistem solar water heater yang merupakan teknologi tepat guna. Evaluasi yang akan dilakukan, yaitu:

- a. Analisa kinerja dari sistem solar water heater.
- b. Analisa kelayakan dari sistem solar water heater.

Hasil pengujian setelah dievaluasi kelayakannya, dapat diimplementasikan untuk hal-hal sebagai berikut:

- a. Mengembangkan teknologi tepat guna sistem solar water heater dengan plat ber-fin.
- b. Menerapkan teknologi tepat guna untuk proses pemanasan air.
- c. Penjajakan kemungkinan untuk diproduksi dan dipasarkan.

Penelitian akan dilaksanakan di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada laboratorium Energi Alternatif, laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, laboratorium Pengukuran Thermal dan laboratorium Pengukuran Fluida.



Gambar 3. Desain Sistem Solar Water Heater

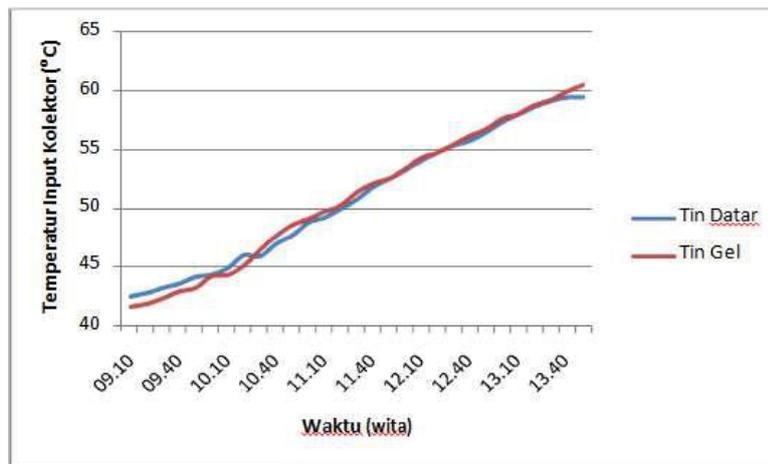
Desain sistem solar water heater dengan plat ber-fin dapat dilihat pada gambar 3, penelitian pada tahun pertama akan menggunakan dua buah alat uji yaitu pengujian plat ber-fin dengan plat lurus. Penelitian pada tahun kedua akan menggunakan dua buah sistem solar water heater dengan variasi plat ber-fin.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

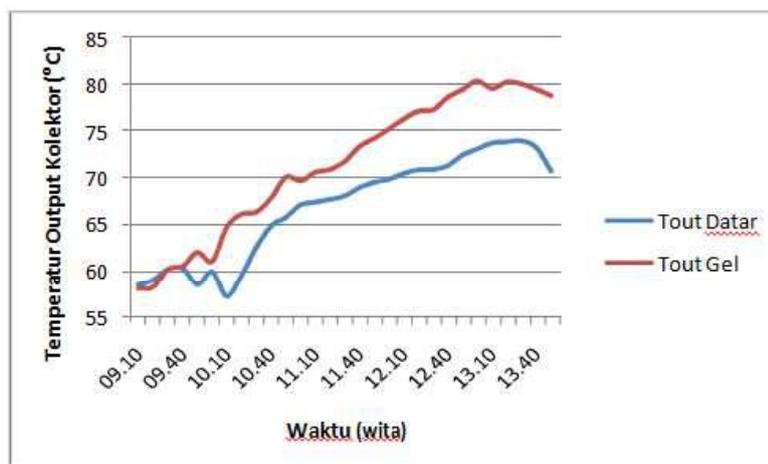
Gambar 4 menunjukkan hubungan waktu terhadap temperatur input kolektor, diperoleh hubungan berbanding lurus dimana semakin lama maka temperatur input kolektor akan semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama temperatur air minimum dalam tangki penampungan semakin meningkat yang berarti proses pemanasan air dalam tangki terus berlangsung. Penggunaan fin gelombang dan fin datar dalam SWH tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan temperatur input kolektor walaupun terlihat bahwa penggunaan fin gelombang terjadi kenaikan temperatur input yang sedikit lebih baik dari penggunaan fin datar. Selama pengujian dari pukul 09.10 sampai 13.50 wita, terjadi peningkatan temperatur input kolektor yaitu dengan menggunakan fin gelombang maka kenaikannya adalah dari 41,56 °C menjadi 60,63 °C, naik sebesar 19,07 °C, sedangkan penggunaan fin datar maka kenaikannya adalah dari 42,44 °C menjadi 59,58°C, naik sebesar 17,14 °C.

Gambar 5 menunjukkan hubungan waktu terhadap temperatur output kolektor, diperoleh hubungan cenderung berbanding lurus dimana semakin lama maka temperatur output kolektor cenderung semakin besar, walaupun terjadi fluktuasi temperatur yang disebabkan karena terjadinya fluktuasi intensitas radiasi matahari. Terlihat pula bahwa pada akhir pengujian terjadi penurunan temperatur output kolektor yang disebabkan karena intensitas radiasi matahari yang mulai menurun. Kenaikan temperatur output kolektor menunjukkan bahwa energi matahari mampu diserap oleh kolektor yang berarti proses pemanasan air dalam kolektor terus berlangsung. Penggunaan fin gelombang dan fin datar dalam SWH sangat berpengaruh terhadap perubahan temperatur output kolektor, terlihat bahwa penggunaan fin gelombang memberikan kenaikan yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Penggunaan fin gelombang, pada pukul 09.10 sampai 13.00 wita cenderung terjadi peningkatan temperatur output kolektor yaitu dari 57,88 °C menjadi 80,40 °C, naik sebesar 22,52 °C, selanjutnya dari pukul 13.00 sampai 13.50 wita cenderung terjadi penurunan temperatur output kolektor. Penggunaan fin datar, pada pukul 09.10 sampai 13.30 wita cenderung terjadi peningkatan temperatur output

kolektor yaitu dari 58,25 °C menjadi 73,93 °C, naik sebesar 15,68 °C, selanjutnya dari pukul 13.30 sampai 13.50 wita cenderung terjadi penurunan temperatur output kolektor.



Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Input Kolektor



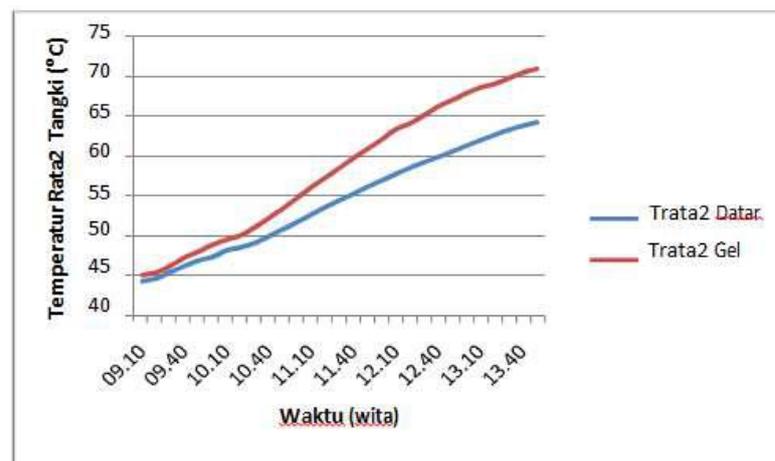
Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Output Kolektor

Gambar 6 menunjukkan hubungan waktu terhadap beda temperatur kolektor, diperoleh hubungan cenderung berbentuk parabolik dimana pada awalnya terjadi peningkatan beda temperatur kolektor setelah mencapai puncak maka terjadi penurunan beda temperatur kolektor, kenaikan dan penurunan tersebut cenderung berbentuk parabolik, fluktuasi terjadi disebabkan karena terjadinya fluktuasi intensitas radiasi matahari. Adanya beda temperatur kolektor menunjukkan bahwa terjadi proses pemanasan air dalam kolektor terus berlangsung. Penggunaan fin gelombang dan fin datar dalam SWH sangat berpengaruh terhadap perubahan beda temperatur kolektor, terlihat bahwa penggunaan fin gelombang memberikan kenaikan yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Beda temperatur kolektor maksimum pada penggunaan fin gelombang terjadi pada pukul 13.00 wita yaitu sebesar 22,67 °C, sedangkan pada penggunaan fin datar terjadi pada pukul 11.00 wita yaitu sebesar 18,22 °C.

Gambar 7 menunjukkan hubungan waktu terhadap temperatur rata-rata tangki, diperoleh hubungan berbanding lurus dimana semakin lama maka temperatur rata-rata tangki akan semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama temperatur air dalam tangki penampungan semakin meningkat yang berarti proses pemanasan air terus berlangsung karena suplai air panas dari kolektor terus berlangsung. Penggunaan fin gelombang dalam SWH memberikan kenaikan temperatur rata-rata tangki yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Selama pengujian dari pukul 09.10 sampai 13.50 wita, terjadi peningkatan temperatur rata-rata tangki yaitu dengan menggunakan fin gelombang maka kenaikannya adalah dari 44,81 °C menjadi 71,06 °C, sedangkan penggunaan fin datar maka kenaikannya adalah dari 44,02 °C menjadi 64,21 °C.

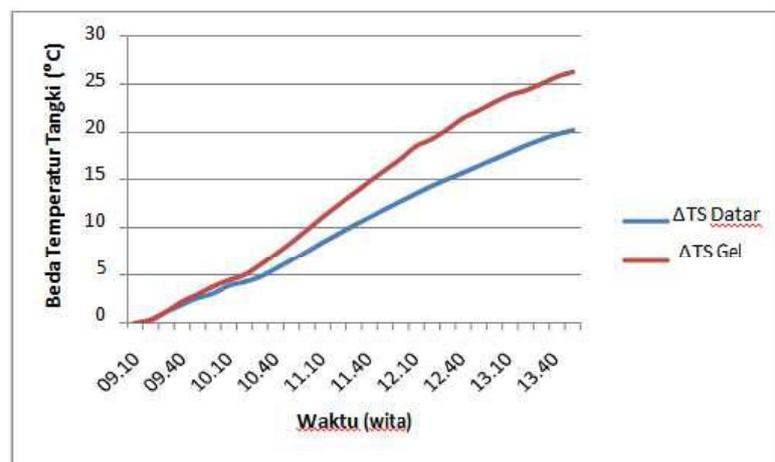


Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Beda Temperatur Kolektor

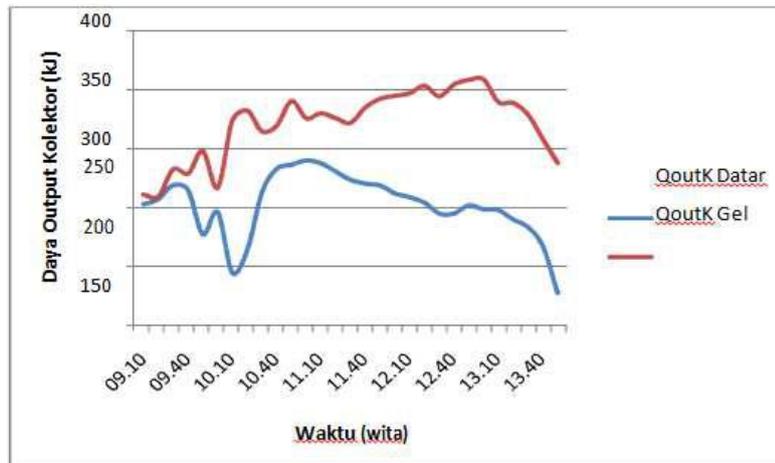


Gambar 7. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Temperatur Rata-Rata Tangki

Gambar 8 menunjukkan hubungan waktu terhadap beda temperatur tangki, diperoleh hubungan berbanding lurus dimana semakin lama maka beda temperatur tangki akan semakin besar. Adanya beda temperatur tangki menunjukkan bahwa terjadi proses pemanasan air dalam tangki penampungan. Penggunaan fin gelombang dalam SWH memberikan kenaikan beda temperatur tangki yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Selama pengujian dari pukul 09.10 sampai 13.50 wita, terjadi peningkatan beda temperatur tangki yaitu dengan menggunakan fin gelombang terjadi kenaikan sebesar 26,24 °C, sedangkan penggunaan fin datar maka kenaikannya sebesar 20,18 °C.

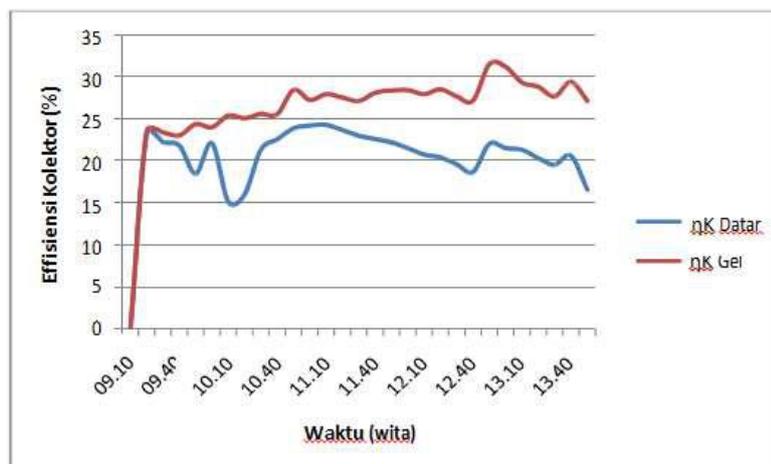


Gambar 8. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Beda Temperatur Tangki



Gambar 9. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Daya Output Kolektor

Gambar 9 menunjukkan hubungan waktu terhadap daya output kolektor, diperoleh hubungan cenderung berbentuk parabolik, fluktuasi terjadi disebabkan karena terjadinya fluktuasi intensitas radiasi matahari. Penggunaan fin gelombang dalam SWH memberikan kenaikan daya output kolektor yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Daya output kolektor maksimum pada penggunaan fin gelombang terjadi pada pukul 13.00 wita yaitu sebesar 360,22 kJ, sedangkan pada penggunaan fin datar terjadi pada pukul 11.00 wita yaitu sebesar 290,73 kJ.



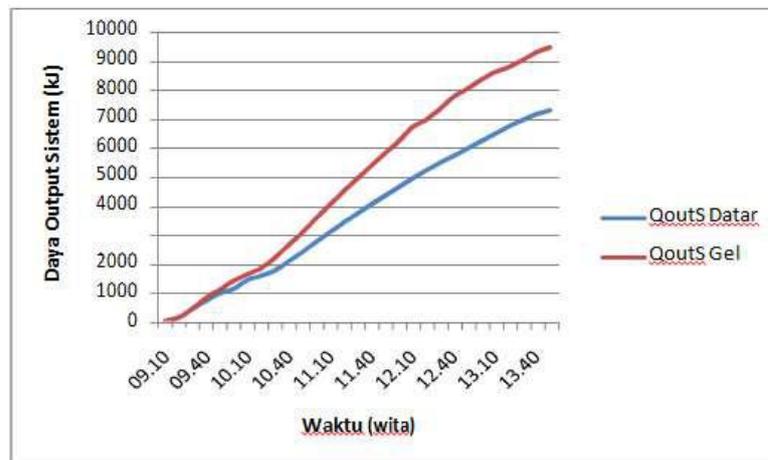
Gambar 10. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Efisiensi Kolektor

Gambar 10 menunjukkan hubungan waktu terhadap efisiensi kolektor, diperoleh hubungan cenderung berbentuk parabolik, fluktuasi terjadi disebabkan karena terjadinya fluktuasi intensitas radiasi matahari. Penggunaan fin gelombang memberikan kenaikan efisiensi kolektor yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Efisiensi kolektor maksimum pada penggunaan fin gelombang terjadi pada pukul 12.50 wita yaitu sebesar 31,44 %, sedangkan pada penggunaan fin datar terjadi pada pukul 11.10 wita yaitu sebesar 24,27 %.

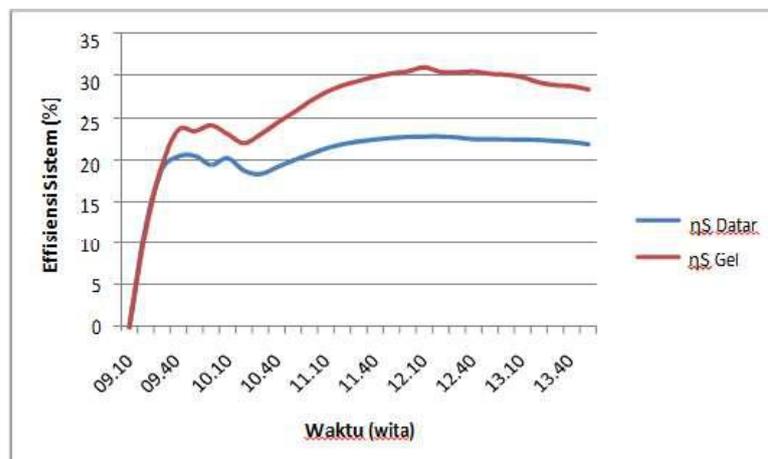
Gambar 11 menunjukkan hubungan waktu terhadap daya output sistem, diperoleh hubungan berbanding lurus dimana semakin lama maka daya output sistem akan semakin besar. Penggunaan fin gelombang memberikan kenaikan daya output sistem yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Selama pengujian dari pukul 09.10 sampai 13.50 wita, terjadi peningkatan daya output sistem dengan kenaikan sebesar 9504,95 kJ, sedangkan penggunaan fin datar maka kenaikan daya output sistem adalah sebesar 7324,09 kJ.

Gambar 12 menunjukkan hubungan waktu terhadap efisiensi sistem, diperoleh hubungan cenderung berbentuk parabolik. Fluktuasi terjadi disebabkan karena terjadinya fluktuasi intensitas radiasi matahari, adapun fluktuasi yang terjadi pada awal pengujian disebabkan oleh gesekan permukaan pipa-pipa kolektor yang menghambat laju aliran konveksi natural air panas sehingga terjadi penumpukan air panas pada pipa kolektor, maka ketika aliran sudah terjadi maka terjadi lonjakan tiba-tiba pada efisiensi sistem kemudian

menurun dan selanjutnya kenaikan stabil. Penggunaan fin gelombang memberikan kenaikan efisiensi sistem yang lebih besar dari penggunaan fin datar. Efisiensi sistem maksimum pada penggunaan fin gelombang terjadi pada pukul 12.10 wita yaitu sebesar 30,98 %, sedangkan pada penggunaan fin datar terjadi pada pukul 12.20 wita yaitu sebesar 22,774 %.



Gambar 11. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Daya Output Sistem



Gambar 12. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Efisiensi Sistem

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dicapai maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Kenaikan temperatur input kolektor, temperatur output kolektor dan temperatur rata-rata tangki serta terjadinya beda temperatur pada kolektor dan tangki, menunjukkan bahwa terjadi proses pemanasan pada kolektor dan terjadi aliran konveksi natural air panas dari kolektor ke tangki serta terjadi aliran konveksi natural air dingin dari tangki menuju ke kolektor.
- Penggunaan fin gelombang pada solar water heater diperoleh peningkatan temperatur input kolektor 19,07 °C, temperatur output kolektor maksimum 80,40 °C, beda temperatur kolektor maksimum 22,67 °C, dan temperatur rata-rata tangki naik sebesar 26,24 °C. Sedangkan penggunaan fin datar diperoleh peningkatan temperatur input kolektor 17,14 °C, temperatur output kolektor maksimum 73,93 °C, beda temperatur kolektor maksimum 18,22 °C, dan temperatur rata-rata tangki naik sebesar 20,18 °C.
- Penggunaan fin gelombang pada solar water heater diperoleh daya output kolektor maksimum 360,22 kJ, efisiensi kolektor maksimum 31,44 %, daya output sistem naik 9504,95 kJ, efisiensi sistem maksimum 30,98 %. Sedangkan penggunaan fin datar diperoleh daya output kolektor maksimum 290,73 kJ, efisiensi kolektor maksimum 24,27 %, daya output sistem naik 7324,09 kJ, efisiensi sistem maksimum 22,774 %.
- Penggunaan fin gelombang pada solar water heater memberikana kinerja yang lebih baik dibandingkan penggunaan fin datar.

6. REFERENSI

- Fatori Rizal, dkk. 2005. *Rancang Bangun Alat Pengering Biji–Bijian Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi Dan Media Pasir*. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.
- Holman, J.P. 1994. *Perpindahan Kalor*. Diterjemahkan oleh E. Jasjfi Edisi Ke Enam. Jakarta: Erlangga.
- Supranto dan Fudholi A. 2010. *Pengujian Laboratorium Pengumpul Surya Plat Bersirip*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. ISSN 1693-4393, Yogyakarta.
- Sri Suwasti dan Sukma Abadi. 2014. *Peningkatan Laju Pengeringan Pada Pengering Surya Aliran Konveksi Natural Tipe Rak Dengan Menggunakan Plat ber-fin*. Laporan penelitian hibah bersaing. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.