

KARAKTERISTIK PENYIMPAN KALOR LATEN PADA PARABOLIC MIRROR DISH

Agus Dwi Korawan

Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

Email : ad_korawan@yahoo.co.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 30 November 2022

Disetujui : 20 Januari 2023

Kata Kunci : Parafin, Parabolic Mirror Dish, Penyimpan Kalor, Temperatur.

ABSTRAK

Menyimpan kalor dalam bentuk kalor laten merupakan salah satu metode yang baik, karena mampu menyimpan sejumlah energi panas yang besar dengan volume media penyimpanan yang kecil. Penggunaan paraffin sebagai media penyimpanan kalor memiliki banyak keuntungan, diantaranya sifat termalnya stabil, tidak beracun, tidak mengalami degradasi, dan memiliki kapasitas penyimpanan panas laten yang tinggi. Penelitian ini menggunakan parabolic mirror dish sebagai pengumpul energi panas matahari, dilengkapi dengan dudukan berengsel yang mampu diatur supaya mengarah pada posisi matahari dari pagi sampai sore hari, energi yang terkumpul disimpan ke dalam thermal storage yang menggunakan paraffin sebagai media penyimpanan. Penelitian dilakukan mulai jam 09.00 WIB sampai jam 24.00 WIB, lokasi penelitian di kampus Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu tertinggi yang diperoleh pada parafin sebagai penyimpan kalor sebesar 112 °C, sedangkan lama waktu penyimpanan sampai jam 24.00 WIB masih mampu mempertahankan temperaturnya pada 36 °C.

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel :

Received : 30 November 2022

Accepted : 20 Januari 2023

Key words: Paraffin, Parabolic Mirror Dish, Heat Storage, Temperature.

ABSTRACT

Storing heat in the form of latent heat is a good method, because it is able to store a large amount of heat energy with a small volume of storage media. The use of paraffin as a heat storage medium has many advantages, including thermal stability, non-toxicity, no degradation, and high latent heat storage capacity. This study uses a parabolic mirror dish as a collector of solar thermal energy, equipped with a hinged holder that can be adjusted so that it points to the sun's position from morning to evening, the collected energy is stored in thermal storage using paraffin as a storage medium. The research was conducted from 09.00 WIB to 24.00 WIB, the research location was on the Ronggolawe College of Technology campus. The results showed that the highest temperature obtained in paraffin as a heat storage was 112 °C, while the duration of storing until 24.00 WIB was still able to maintain the temperature at 36 °C.

1. PENDAHULUAN

Karena penggunaan energi yang berasal dari fosil semakin lama semakin mahal, maka dari itu perlu adanya penggunaan energi baru yang tersedia secara melimpah, murah serta ramah lingkungan, yaitu energi panas matahari. Intensitas energi ini cukup mampu memenuhi kebutuhan karena Indonesia berada di daerah khatulistiwa, dengan rata-rata radiasi harian sekitar 4 kWh/m² (Handayani and Ariyanti 2012).

Energi panas matahari selain mempunyai kelebihan juga mempunyai kekurangan, di antaranya yaitu energi ini hanya ada pada siang hari, itu pun tergantung pada musim, dimana energi panas matahari lebih banyak diterima pada musim kemarau, hal lain yang mengganggu penerimaan intensitas adalah cuaca. Maka dengan kondisi diatas, untuk menutupi kelemahan tersebut, penyimpanan energi panas dianggap sebagai pilihan yang sempurna (Hayder, Sapit, and Abed 2017).

Parabolic mirror dish sebagai pengumpul energi panas matahari sangat berguna untuk pemanasan, memasak, dan pembangkit listrik (Bhende et al. 2019). Hal ini dikarenakan alat ini mempunyai banyak keuntungan, diantaranya efisiensi yang tinggi dalam hal konversi daya dan penyerapan energi panas (Aljabair, Habeeb, and Ali 2020). Selain itu alat ini juga mampu menghasilkan temperatur yang sangat tinggi (Mahmood, Munef, and Bazzaz 2015).

Sistem penyimpanan energi termal memiliki potensi untuk penggunaan peralatan termal lebih efektif, dan merupakan sarana penting untuk mengimbangi ketidak sesuaian antara ketersediaan dan permintaan energi panas (Gabriela 2015), berdasarkan wujud material yang digunakan, maka ada dua macam, yaitu penyimpan kalor sensibel dan penyimpan kalor laten, yang mana pada penyimpan kalor sensibel, kalor disimpan menggunakan media yang wujudnya tetap, sedang pada penyimpan kalor laten, kalor disimpan menggunakan material yang berubah fase, misalnya berubah fase dari padat menjadi cair, pada sistem berubah fase ini memberikan keuntungan yang besar (Murali, Mayilsamy, and Ali 2015) karena mampu menyimpan energi panas yang besar dengan volume material penyimpan yang relatif kecil. Senada dengan itu, sistem ini

merupakan cara yang efektif untuk menyimpan energi panas matahari atau energi panas limbah industri yang bisa digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu pemanasan/pendinginan ruang, pemasakan, pemanasan rumah kaca, pemanas air dan sebagainya (Medved, Kvakovsky, and Sklenarova 2018).

Penggunaan parafin sebagai material penyimpan kalor latent mempunyai banyak keuntungan, diantaranya mampu mempertahankan sifat termalnya bahkan setelah mengalami sepuluh siklus dan menampilkan stabilitas yang baik (Trujillano, González, and Rives 2021), Parafin dikenal sebagai penyimpan kalor yang menarik, tidak beracun, tidak mengalami degradasi dan memiliki kapasitas penyimpanan panas laten yang tinggi (Yazıcı et al. 2014), disamping itu, parafin telah dianggap sebagai penyimpan kalor paling prospektif, karena karakteristiknya yang sesuai dengan keinginan, termasuk panas laten peleburan yang signifikan, supercooling yang dapat diabaikan, tekanan penguapan rendah selama proses lelehan, dan stabilitas kimia (Ho and Gao 2013).

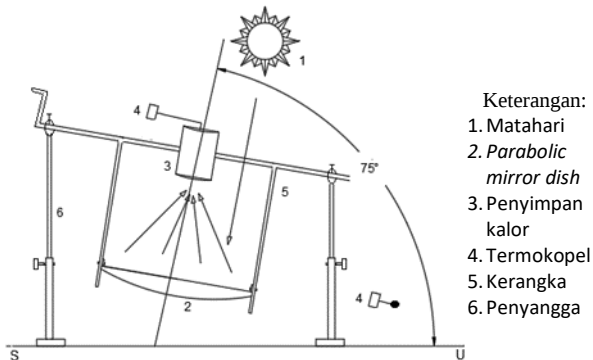
Berdasarkan hasil pengujian untuk mengetahui sifat thermal paraffin, maka diperoleh temperatur peleburan sebesar 327.6 K dan temperatur pembekuan sebesar 322.7 K (Korawan et al. 2017).

Pada penelitian ini, dilakukan dengan cara mengumpulkan energi panas matahari menggunakan *Parabolic mirror dish*, panas yang terkumpul disimpan pada penyimpan kalor yang menggunakan parafin sebagai material penyimpan kalor laten. Parameter yang diukur adalah temperatur paraffin dan temperatur sekitar.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan satu unit *Parabolic mirror dish* dan satu unit penyimpan kalor yang ditunjukkan pada gambar 1. *Parabolic mirror dish* mempunyai ukuran diameter 1200 mm, kerangka terbuat dari aluminium, reflector dari cermin fleksibel berbentuk heksagonal yang disusun menutupi semua permukaan dish, kerangka terbuat dari pipa baja yang merupakan satu kesatuan dengan *parabolic mirror dish*, penyangga terbuat dari pipa baja sebanyak 2 buah, masing-masing

tersusun atas dua pipa yang berbeda diameternya, dengan pengikat baut supaya bisa diatur panjangnya sesuai kebutuhan. Disamping itu juga difasilitasi dengan sambungan engsel dengan kerangka sehingga kerangka bisa diatur mengikuti posisi matahari sejak pagi hingga sore.



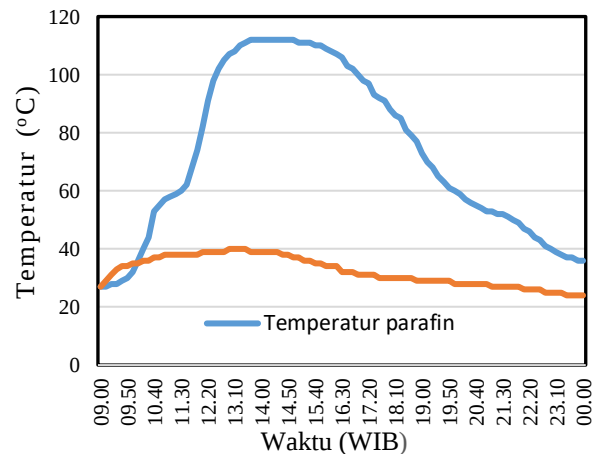
Gambar 1. Susunan peralatan penelitian

Penyimpan kalor berbentuk tabung tertutup dengan diameter 110 mm dan tinggi 120 mm, terbuat dari aluminium. Di dalam penyimpanan kalor terdapat parafin dengan volume $\frac{3}{4}$ dari volume tabung. Menggunakan dua buah termokopel yang digunakan untuk mengukur perubahan temperatur parafin dan temperatur sekitar.

Penelitian dilakukan mulai jam 09.00 dengan mengarahkan *parabolic mirror dish* searah datangnya cahaya matahari, seiring perubahan posisi matahari, maka arah *parabolic mirror dish* diatur kembali setiap 10 menit, temperatur parafin dan temperatur sekitar dicatat setiap 10 menit. Penelitian dilakukan sampai jam 24.00.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan di Cepu Jawa Tengah pada tanggal 1 September 2022, diperoleh hasil seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik temperatur terhadap waktu

Dari gambar 2 terlihat bahwa temperatur sekitar mengalami kenaikan yang dimulai pada jam 09.00 sebesar 27°C sampai mencapai maksimal pada jam 13.20 sebesar 40°C. Selanjutnya berangsur-angsur turun sampai akhir pengamatan yaitu pada jam 24.00 sebesar 24°C.

Temperatur parafin juga mengalami kenaikan sejak jam 09.00, tetapi pada awalnya kenaikannya lebih rendah dari temperatur sekitar, hal ini bisa dijelaskan bahwa temperatur parafin diukur pada bagian tengah dari penyimpanan kalor, sehingga panas yang diserap oleh parafin digunakan untuk menaikkan temperatur parafin yang berada pada bagian bawah penyimpanan kalor. Panas yang diterima pada awalnya digunakan untuk menaikkan temperatur parafin padat sampai mencapai titik lebur. Pada temperatur antara 57°C sampai 60°C terlihat grafik cenderung mendatar, hal ini disebabkan karena panas yang diterima oleh parafin disimpan dalam bentuk kalor laten, dimana kalor digunakan untuk merubah wujud dari padat menjadi cair (peleburan) tanpa mengalami perubahan temperatur yang signifikan, hal ini karena panas laten parafin jauh lebih besar dari panas spesifiknya, dimana panas laten yang dimiliki sebesar 184.48 kJ/kg dan panas spesifiknya sebesar 2.44 kJ/kg K (Almousa et al. 2021). Selanjutnya, panas yang diterima digunakan untuk menaikkan temperatur paraffin cair sehingga dalam grafik terlihat kembali naik. Sampai mencapai puncaknya pada jam 13.40 sebesar 112°C. Setelah jam 15.00 terjadi penurunan temperatur secara perlahan, seiring dengan penurunan

intensitas cahaya matahari, penurunan ini berlangsung sampai dengan temperatur mencapai 60°C pada jam 20.00. Penurunan temperatur terjadi karena energi panas yang tersimpan di dalam paraffin dibuang menuju lingkungan.

Antara jam 20.20 sampai 22.00 terlihat penurunan temperatur yang relatif lebih lambat, hal ini disebabkan karena pada daerah itu terjadi perubahan bentuk parafin dari cair menjadi padat (pembekuan), dimana pada proses pembekuan ini terjadi pada temperatur yang relatif konstan. Sampai akhir pengamatan jam 24.00 WIB temperatur parafin terbaca sebesar 36 °C.

Dengan adanya proses peleburan dan pembekuan paraffin pada temperatur konstan dan pada kedua proses ini mengalami penyimpanan dan pelepasan kalor yang sangat besar, maka paraffin ini cocok digunakan pada penyimpan kalor yang diaplikasikan pada peralatan dengan temperatur kerja medium, seperti pemanas air atau pemanas ruangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa suhu tertinggi yang di peroleh pada paraffin sebagai penyimpan kalor sebesar 112°C, sedangkan lama waktu penyimpanan sampai jam 24.00 masih mampu mempertahankan temperaturnya menjadi 36°C.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aljabair, Sattar, Laith J. Habeeb, and Ameer M. Ali. 2020. "Experimental Analysis of Parabolic Solar Dish with Radiator Heat Exchanger Receiver." *Journal of Engineering Science and Technology* 15(1): 437–54.
- Almousa, Norah Hamad, Maha R. Alotaibi, Mohammad Alsohybani, Dominik Radziszewski, Saeed M. Alnoman, Bandar M. Alotaibi, and Maha M. Khayyat. 2021. "Paraffin Wax [as a Phase Changing Material (Pcm)] Based Composites Containing Multi-Walled Carbon Nanotubes for Thermal Energy Storage (Tes) Development." *Crystals* 11(8): 1–14.
- Bhende, S. S., J. S. Bagi, L. S. Nikam, and M. M. Wagh. 2019. "Performance Evaluation of Parabolic Dish Collector with Different Reflecting Polymeric Materials." *International Journal of Applied Engineering Research* 14(15): 3372–80. <http://www.ripublication.com>.
- Gabriela, Lavinia. 2012. "Thermal Energy Storage: An Overview." *Acta Technica Napocensis* 55 Issue I(I): 785–94.
- Handayani, N. A., and D. Ariyanti. 2012. "Potency of Solar Energy Applications in Indonesia." *International Journal of Renewable Energy Development* 1(2): 33–38.
- Hayder, Ali Mohammed, Azwan Bin Sapit, and Qahtan Adnan Abed. 2017. "Review of Solar Thermal Storage Techniques." *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 12(21): 6103–19.
- Ho, C J, and J Y Gao. 2013. "An Experimental Study on Melting Heat Transfer of Paraffin Dispersed with Al₂O₃ Nanoparticles in a Vertical Enclosure." 62: 2–8.
- Korawan, Agus Dwi, Sudjito Soeparman, Widya Wijayanti, and Denny Widhiyanuriyawan. 2017. "Increased Melting Heat Transfer in the Latent Heat Energy Storage from the Tube-and-Shell Model to the Combine-and-Shell Model." *Modelling and Simulation in Engineering* 2017.
- Mahmood, Yaseen Hamid, Rafea Abdullah Munef, and Ayoub Abdulwahid Bazzaz. 2015. "Modulating a Solar Parabolic Dish to Produce Boiled Water." *Journal of Environmental Science and Engineering A* 4(5): 225–32.
- Medved, Dusan, Milan Kvakovsky, and Viero-slava Sklenarova. 2018. "Latent Heat Storage Systems." *Comprehensive Energy Systems* 2-5: 396–434.
- Murali, G., K. Mayilsamy, and B.Mubarak Ali. 2015. "A Review of Latent Heat

Thermal Energy Storage Systems.”
Applied Mechanics and Materials
787(May): 37–42.

Trujillano, Raquel, Beatriz González, and
Vicente Rives. 2021. “Phase Change
Materials (PCMs) Based in
Paraffin/synthetic Saponite Used as
Heat Storage Composites.” *Energies*
14(21).

Yazıcı, M Yusuf, Mete Avcı, Orhan Aydın,
and Mithat Akgun. 2014. “Effect of
Eccentricity on Melting Behavior of
Paraffin in a Horizontal Tube-in-Shell
Storage Unit : An Experimental
Study.” 101: 291–98.