

Analisa Pengaruh Belokan Tajam pada Pipa Besi Terhadap Perpindahan Panas pada Solar Water Heater

Razali, Ahmad Syuhada, Ulul Rizza Jumada

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: ululrizza12@gmail.com

Abstract

Solar energy is a renewable energy. In Indonesia the potential for renewable energy is very abundant but there is no optimal utilization. The use of solar energy, one of which is to use solar collectors to collect solar thermal energy. Solar water heater is a device that uses solar radiation and converts it into thermal energy. To get the most out of the collector, many ways can be done, one of which is the influence of the distance between the pipe passages, the length of the pipe passage and the diameter of the pipe bends. Then the closer the distance between the passage of the pipe will get the results of greater collector efficiency. In this research, the effect of sharp turns on the pipe with a total length of 4 meters is varied into 4 pipe length variations (70, 30, 20) cm and the shape of the Circle on the heat transfer of the solar water heater. From the research with the sun intensity of 691 W / m^2 occurred in collector C (20 cm). The optimal results obtained are an outlet temperature of 64°C with useful heat energy of 447.69 W / m^2 and an efficiency of 89.98%, occurring at 14.00 WIB..

Keywords: Solar Collector, Long Pipe, Sharp Turn, Solar water heater

1. Pendahuluan

Energi surya merupakan energi yang terbarukan, berasal dari sinar dan panas matahari yang tidak polutif, bersifat kontinyu. Dengan adanya penyediaan potensi energi dan surya tersebut, telah banyak dilakukannya penelitian untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi surya. Salah satu penggunaan energi surya adalah dengan menggunakan kolektor surya untuk mengumpulkan energi panas matahari. Sumber energi utama kolektor surya adalah sinar matahari, maka hasil dari kolektor surya tergantung pada keadaan cuaca, yang mempengaruhi radiasi panas matahari yang sampai ke bumi. Untuk mendapatkan hasil maksimal dari kolektor banyak cara dapat dilakukan salah satunya adalah bervariasi jarak antar laluan pipa, panjang laluan pipa dan diameter belokan antar pipa. Maka semakin dekat jarak antara laluan pipa maka akan menghasilkan efisiensi kolektor yang semakin baik [1]. Dan jika semakin banyak jumlah pipa yang akan dipanaskan juga akan mempengaruhi energi berguna, karena proses panas yang berpindah dari absorber ke air yang ada dalam pipa pemanas lebih efektif pada banyaknya pipa [2]. Dari penelitian Experimental Analysis of the Effect of Tube Pass Length on The Characteristics of Heat Transfer in U-Sharp Turned Channels, dengan panjang tabung 60 cm, 45 cm, 30 cm dan 15 cm Koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi pada HE dengan panjang 30 cm dan memiliki 30 belokan, sedangkan koefisien transfer panas terendah terjadi pada HE dengan 60 cm melewati panjang dan 14 belokan [3]. Dari hasil penelitian sebelumnya efisiensi perpindahan panas masih dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi belokan

tajam. Oleh karena itu pada penelitian tugas akhir ini akan menguji pengaruh belokan tajam dengan bervariasi panjang pipa 70 cm, 30 cm, 20 cm dan bentuk *circle* terhadap perpindahan panas pada *solar water heater*.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mendapatkan temperatur keluaran yang optimal pada kolektor dari pengaruh belokan tajam antar pipa dan untuk mengetahui efisiensi optimal dari pengaruh belokan tajam antar pipa. Manfaat dari penelitian ini dapat Mengetahui belokan tajam antar pipa yang menghasilkan efisiensi yang optimal.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sumber Energi

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang ada setiap hari di setiap negara di dunia. Matahari diperlukan oleh tumbuhan dan tanaman untuk tumbuh, matahari berfungsi mendatangkan angin dan mempengaruhi cuaca. Kehidupan di dunia tidak akan berjalan tanpa adanya matahari. Adapun dari fakta - fakta yang ada, matahari atau surya juga memberikan energi/tenaga. Energi surya senantiasa mencapai bumi 24 jam sehari. Energi matahari mengandung tenaga yang sedemikian banyak. Pada saat tengah hari, energi matahari yang mencapai bumi dengan nilai energi tertinggi sebesar satu kilowatt (1 kW/m^2).

Karena menggunakan panas matahari sebagai sumber energi, maka energi matahari bergantung pada keadaan cuaca yang disebabkan oleh radiasi panas matahari yang sampai ke bumi. Radiasi yang dihasilkan melalui reaksi *thermonuklir* pada matahari

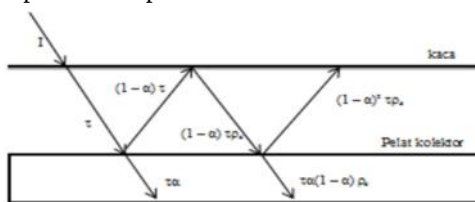
merupakan sebuah panjang gelombang alpha (α) maupun radio yang ketika melewati atmosfer bumi, sebagian radiasi diserap partikel-partikel di atmosfer yang membuat suhu meningkat dan memancarkan radiasi gelombang yang nantinya akan sampai ke permukaan bumi.

2.2. Radiasi Energi Matahari

Radiasi matahari merupakan suatu bentuk thermal yang mempunyai kontribusi panjang gelombang khususnya dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang dapat merambat dalam kondisi ruang hampa di angkasa luar, dan memberi pancaran radiasi dengan panjang gelombang yang berbeda-beda yaitu antara 0,2 - 2,6 m. Dimana diameter dari matahari adalah 1.39×10^6 km dan bumi memiliki diameter 1.27×10^4 . Orbit bumi mengelilingi matahari berbentuk elips, dengan *eccentric* 3%. Jarak bumi ke matahari adalah 1.5×10^8 dan memiliki sudut 32° [4].

2.3. Kolektor Surya

Alat yang berfungsi menyerap efek radiasi sinar matahari dan merubahnya merubahnya menjadi energi panas (kalor) yang berguna. Berkas radiasi matahari yang mengenai kolektor, pertama akan menembus penutup transparan (kaca), kemudian mengenai absorber. Radiasi ini sebagian dipantulkan kembali oleh penutup kaca sebagiannya lagi diserap oleh absorber. Sehingga akan terjadi proses pemantulan yang terulang. Kolektor surya dapat digunakan untuk memanaskan air, sama seperti sel surya, sumber energi utama kolektor surya adalah sinar matahari. Hal ini ditunjukkan pada Gambar penyerapan radiasi pada kolektor.



Gambar 1. Penyerapan radiasi oleh plat penyerap

Kemampuan kolektor surya untuk menangkap atau menyimpan radiasi tergantung dari intensitas penyinaran matahari dan karakter kolektor sendiri yaitu reflektifitas (ρ), konduktivitas (K), absorptivitas (α), dan emisivitas (ϵ). Dan untuk meningkatkan performa kerja kolektor yang tinggi maka harus mempunyai absorptivitas yang tinggi dan juga dengan memaksimalkan lebar plat [5].

2.4. Solar Water Heater

Prinsip kerja solar water heater tipe plat datar, yaitu bahwa kolektor yang dilalui air didalam pipa – pipa distribusi yang akan mendapatkan panas

konveksi maupun radiasi dari matahari langsung. Hal ini mengakibatkan terjadinya perpindahan panas pada pipa – pipa distribusi maka suhu air di dalam pipa tersebut akan meningkat, hal tersebut mengakibatkan adanya perbedaan masa jenis [6].

2.5. Persamaan Yang Digunakan

Besarnya harga perolehan panas berguna menurut Duffie dan Backman adalah:

$$Q_u = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad (1)$$

Dimana:

Q_u = Perolehan panas yang berguna (W)

$\dot{m}$ = laju aliran massa (kg/s)

C_p = Panas spesifik pada tekanan konstan (J/kg.°C)

T_{out} = Temperatur fluida keluar (°C)

T_{in} = Temperatur fluida masuk (°C)

Efisiensi kolektor tiap jam dan sepanjang hari dinyatakan oleh Duffie dan Beckman dengan persamaan :

$$\eta_i = \frac{Q_u}{A_c \cdot I_r}$$

Dimana:

η_i = Efisiensi kolektor(%)

Q_u = Perolehan panas yang berguna (W)

A_c = Luas kolektor (m²)

I_r = Radiasi pancaran matahari (W/m²)

2.6. Pasir Besi

Pasir besi adalah pasir dengan konsentrasi besi yang signifikan. Warna pasir biasanya abu-abu gelap ada juga kehitaman. Pasir ini mengandung sejumlah kecil silika, vanadium, titanium, kalsium dan mangan, juga terdiri dari Fe₃O₄ dan magnetit. Pasir besi memiliki kecenderungan memanaskan di bawah sinar matahari langsung. Akibatnya suhu yang ada pada pasir besi cukup tinggi [7].

Pasir besi biasanya digunakan industri sebagai bahan baku pembuatan baja, pasir besi juga dapat digunakan di industri semen sebagai bahan baku pembuatan beton. Pasir besi yang mempunyai kandungan Fe₂O₃, SiO₂, MgO dan ukuran beton 80-100 mesh berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti semen dalam produksi beton berkinerja tinggi [8].

3. Metodologi

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lapangan upacara Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala,

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

3.2. Bahan

Pada penelitian ini alat penyerapan panas dengan memanfaatkan energi surya dibuat dari rangka kayu dengan dengan isolasi dari karet ban, sebagai absorber digunakan pasir besi, pipa berbahan besi dan pvc.

3.3. Alat Ukur

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

3.4. Dimensi Peralatan Uji

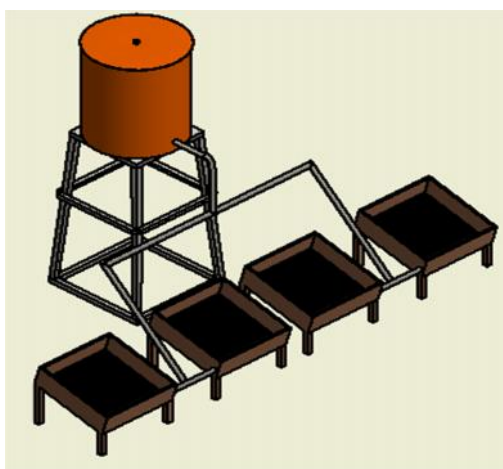
Kolektor surya :

1. Panjang Kolektor Surya : 850 mm
2. Lebar Kolektor Surya : 850 mm
3. Ketebalan Absorber : 50 mm

Pipa besi :

1. Panjang 70 cm, lebar 15 cm, 8 belokan
2. Panjang 30 cm, lebar 15 cm, 17 belokan
3. Panjang 20 cm, lebar 15 cm, 22 belokan
4. Bentuk Roll, belokan 9

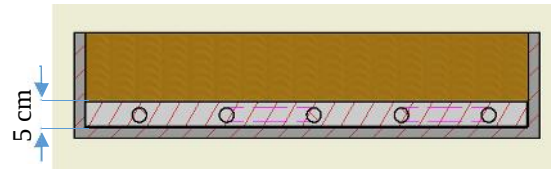
3.5. Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2. skema peralatan

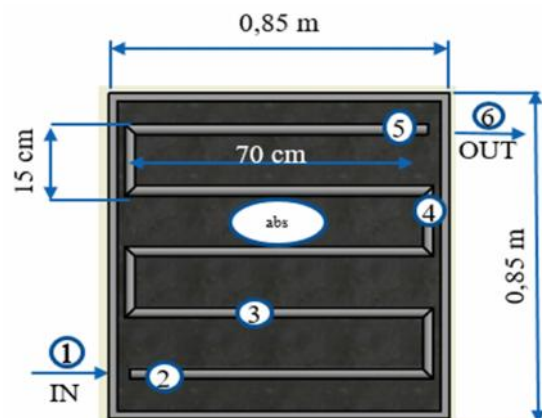
Pertama adalah menyelesaikan alat penyerapan panas (meja uji) yang berjumlah empat unit. Dengan

parameter beda adalah panjang pipa. Setelah meja uji selesai dibuat, isi pasir besi kedalam masing-masing meja uji dengan ketebalan yang telah di tentukan yaitu 5 cm. Seperti terlihat pada gambar 3 pipa berada dalam pasir.

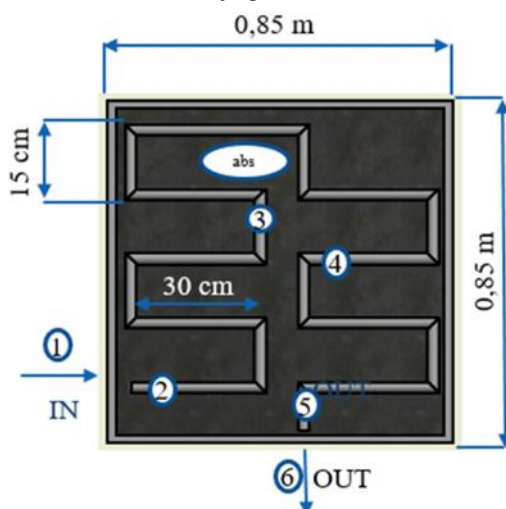


Gambar 3. Potongan Kolektor A

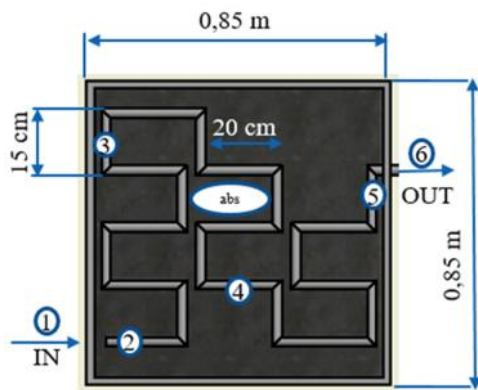
Lalu letakkan alat ukur pada pipa setiap satu meter satu alat ukur(termometer digital). Setelah selesai meletakkan alat ukur, tutup kolektor dengan plastik mika dan isolasi menggunakan karet ban. Kemudian untuk pengambilan data pertama-tama dengan mengambil data intensitas cahaya matahari, temperatur lingkungan, temperatur dalam kolektor dan temperature fluida masuk setelah itu mencatat temperatur distiap laluan pipa, absorber dan temperatur fluida keluar dari masing masing kolektor surya lalu mencatat hasil ke dalam tabel data yang telah di sediakan.



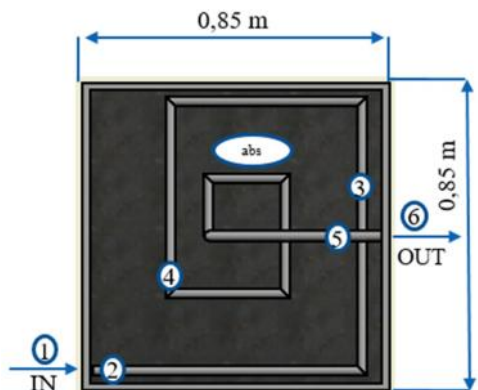
Gambar 4. Kolektor A Panjang 70 cm 8 belokan



Gambar 5. Kolektor B Panjang 30 cm 17 belokan

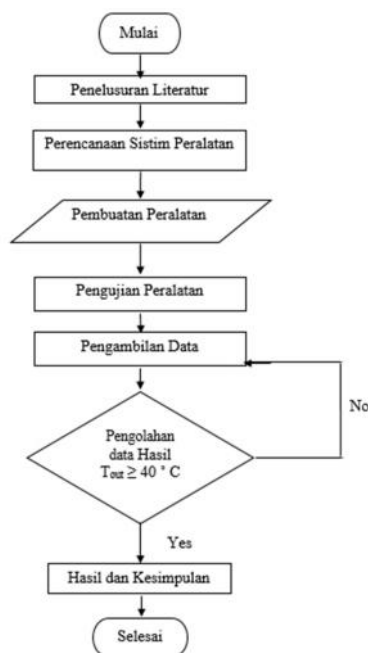


Gambar 6. Kolektor C Panjang 20 cm 22 belokan



Gambar 7 Kolektor D Bentuk Circle

Titik ukur diletakkan setiap satu meter. Dengan luas kolektor $0,85 \times 0,85$ m panjang pipa keseluruhan 4 m jarak antar pipa 15 cm. Pengukuran temperatur pada alat penyerap panas dengan memanfaatkan energi surya dilakukan setiap selang waktu 60 menit sekali, mulai dari jam 08.00 sampai dengan 17.00 WIB.



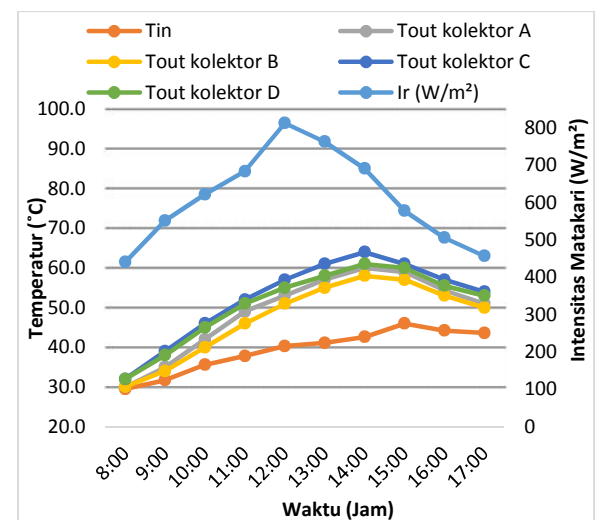
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Dari data penelitian yang telah didapatkan maka akan dilakukan analisa terhadap distribusi temperatur pada kolektor surya dilihat pada 7 titik, 1 titik temperatur fluida masuk, 1 titik temperatur absorber, 1 titik temperatur fluida keluar dan 4 titik sensor di pipa. Waktu pengujian dari pukul 08:00 s/d 17:00 WIB.

4.1. Perbandingan Temperatur Keluar di setiap Kolektor Surya

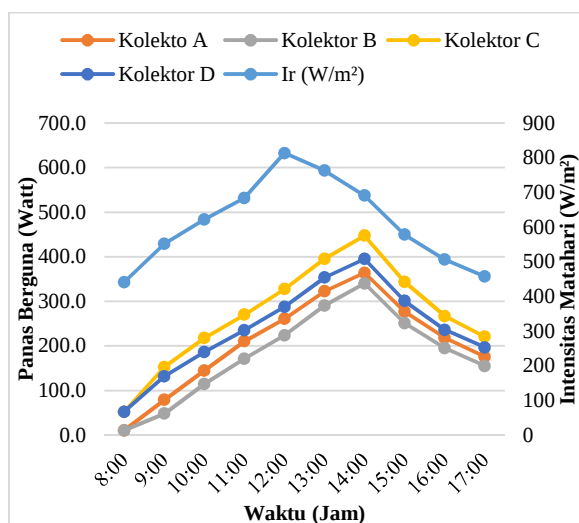
Gambar 9 Memperlihatkan perbandingan temperature keluaran yang dihasilkan kolektor dengan temperatur masuk dan intensitas cahaya matahari.



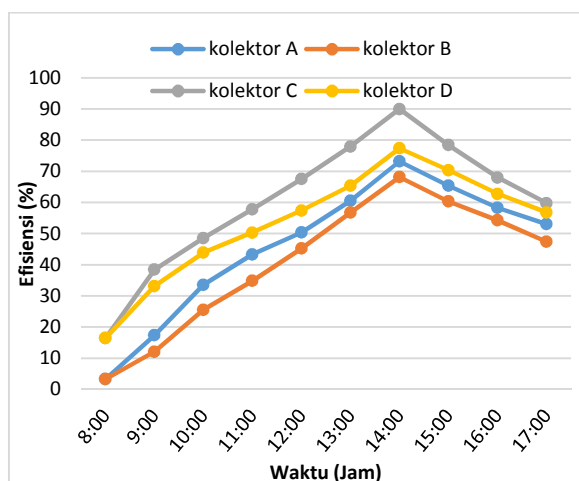
Gambar 9. Perbandingan temperatur keluaran disetiap kolektor.

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya matahari dari pukul 08:00 s/d 12:00 WIB terus meningkat dan mengalami penurunan dari jam 12:00 s/d 17:00 akan tetapi temperatur keluaran kolektor surya meningkat dari jam 08:00 s/d 14:00 dan mengalami penurunan dari jam 14:00 s/d 17:00, dari gambar di atas juga menunjukkan terjadinya penyimpanan panas oleh kolektor surya yaitu pada jam 12:00 s/d 14:00, walaupun intensitas matahari turun tetapi temperatur keluaran kolektor tetap naik dan mampu menghasilkan temperatur sebesar $64^{\circ}C$ di jam 14:00 ini disebabkan oleh absorber yang mampu mempertahankan suhu didalam kolektor.

Dari Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa kolektor C memiliki panas berguna yang lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor (A, B dan D) dan panas yang paling tinggi terjadi di kolektor C yaitu pada pukul 14:00 WIB sebesar 447,69 Watt. Ini disebabkan karena jumlah pipa-pipa yang akan dipanaskan semakin banyak mengakibatkan energi berguna pada kolektor [2].



Gambar 10. Grafik perbandingan panas berguna



Gambar 11. Grafik Efisiensi Kolektor

Dari Gambar 11 dapat dilihat efisiensi tertinggi terjadi pada kolektor C yaitu pada pukul 14.00 WIB sebesar 89.98%. Panjang laluan pipa dan jumlah belokan pipa mempengaruhi hasil efisiensi yang optimal. Dikarenakan dengan Semakin rapat jarak antar laluan pipa dan semakin banyaknya belokan maka hasil efisiensi yang akan didapatkan kolektor akan yang semakin baik [1].

5. Kesimpulan

Setelah menganalisa dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan untuk ke-4 variasi perbedaan panjang pipa dapat disimpulkan bahwa :

1. Temperatur fluida keluar tertinggi dihasilkan pada kolektor C (20 cm) pada pukul 14.00 WIB yaitu sebesar 64 °C.
2. Energi panas berguna yang tertinggi yaitu dikolektor C (20 cm) pada pukul 14.00 yaitu sebesar 447,69 W/m².

3. Efisiensi tertinggi pada kolektor C (20 cm) yaitu pada pukul 14.00 WIB yaitu sebesar 89,98 %.

Daftar Pustaka

- [1] Kristanto, P., & San, Y. K., 2004, Pengaruh Tebal Plat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Plat Datar. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), pp-47.
- [2] Sumarsono, M., 2012, Optimasi Jumlah Pipa Pemanas Terhadap Kinerja Kolektor Surya Pemanas Air. *Jurnal Teknologi Energi*.
- [3] Syuhada Ahmad, Maulana M. Ilham, 2019, Experimental Analysis of the Effect of Tube Pass Length on The Characteristics of Heat Transfer in U-Sharp Turned Channels. Penerbit akademika baru.
- [4] Anita Eka Febtiwiyanti* dan Satwiko Sidopekso, 2010, Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan menggunakan Reflektor. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Jakarta (UNJ).
- [5] Ismail N.R *., 2015, .Pengaruh Pelat Penyerap Ganda Model Gelombang Dengan Penambahan Reflector Terhadap Kinerja Solar Water Heater Sederhana. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- [6] Marbun, M. Nesten., 2009, Rancang Bangun Sebuah Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Menggunakan Kolektor Surya Plat Datar. *Karya Akhir*, Jurusan Program Studi Teknologi Mekanika Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [7] Templeton, Fleur., 2011, Chemical composition of ironsands - Iron and steel, New Zealand: Te Ara Encyclopedia of New Zealand.
- [8] Sukandarrumidi, 2009, *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.