

ANALISA ENERGI PADA KONSUMSI PEMANAS TANGKI HEAT EXCHANGER BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Bibid Mulsia Hendri¹, Abdul Hadi²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

bibidtl15@gmail.com¹, abdulhadi@polbeng.ac.id²

Abstract

The design and manufacture of a heat exchanger tank heater based on Arduino Mega 2560, has been carried out in the Department of Electrical Engineering, State Polytechnic of Bengkalis for 5 months. The aim is to design and build a heat exchanger tank based on the Arduino Mega 2560, analyze the electrical energy used by heaters in the heat exchanger tank, and analyze the power at the water pump used in the heat exchanger tank. The results show that the average value of the measurement results from the temperature measuring instrument and thermocouple sensor read with the temperature measuring 54.2 celcius degree and the thermocouple sensor 55.2 celcius degree. From the two data reads, it has a difference of 1.4% by having an accuracy of detecting water temperature quite well.

Keywords : Water Heater, Thermocouple, Arduino, Tank.

1. PENDAHULUAN

Unit penukar kalor adalah suatu alat untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida yang lain. Sebagian besar dari industri-industri yang berkaitan dengan pemrosesan selalu menggunakan alat ini, sehingga alat penukar kalor ini mempunyai peran yang penting dalam suatu proses produksi atau operasi. Salah satu tipe dari alat penukar kalor yang banyak dipakai adalah *Shelland Tube Heat Exchanger*. Alat ini terdiri dari sebuah *shell* silindris di bagian luar dan sejumlah *tube* (*tubebundle*) dibagian dalam, dimana temperatur fluida didalam *tube bundle* berbeda dengan diluar *tube* (didalam *shell*) sehingga terjadi perpindahan panas antara aliran fluida didalam *tube* dan diluar *tube*. Adapun daerah yang berhubungan dengan bagian dalam *tube* disebut dengan *tube side* dan yang di luar dari *tube* disebut *shell side*. Pemilihan yang tepat suatu alat penukar kalor akan menghemat biaya operasional harian dan perawatan. Bila alat penukar kalor dalam keadaan baru, maka permukaan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian pertama yang dilakukan oleh Suswanto dkk (2015), yang telah melakukan kajian studi tentang perpindahan panas pada *heat exhcanger dobel* pipa dengan sirip berbentuk segi empat. penurunan suhu yang terjadi menggunakan perpindahan panas pada *heat exchanger* pipa ganda dengan sirip siku empat ini dilakukan penelitian dengan metode terbuat dari *stainless steel*, sebagai *tube* yang dipasangi sirip (*segi empat*) dengan jarak dan jumlah tertentu. Jarak sirip bervariasi 15 cm, 20 cm dan jumlah sirip bervariasi 4 dan 6 pada masing-masing *tube*. Spesimen tersebut dimasukkan dalam *Shell* kemudian diisolasi secara rapat untuk

dilakukan pengujian. Air dingin dialirkan ke dalam *shell* dengan kecepatan tetap dan air panas dialirkan ke dalam *tube* dengan kecepatan tetap, ini dilakukan dalam jangka waktu 10 menit. Perolehan nilai penurunan suhu bahan tersebut mengalami peningkatan seiring dengan penambahan jumlah sirip dan kerapatan sirip yang terpasang. Jadi untuk penurunan suhu yang paling cepat turun dalam penelitian ini adalah tipe sirip 8 yaitu sebesar 45° C .

Pada penelitian kedua yang dilakukan Salam (2013), telah melakukan kajian studi tentang desain dan perakitan alat kontrol temperatur untuk peralatan nitridasi plasma yang dirancang untuk mengatur temperatur operasi dari ruang dalam tabung nitridasi plasma. Metode ini dirancang dengan ruang nitridasi dipanaskan menggunakan *Electric Heater* sebesar 4KW. Temperatur ruang nitridasi plasma dikontrol dengan *temperature controller type Autonic TZ4M* berjenis PID dengan kemampuan *self-tune*. *Controller* dilengkapi dengan *Solid-State-Relay* (SSR) dengan kapasitas 30 Ampere. Termokopel tipe K dengan kemampuan ukur dan ketahanan diatas 1000° C dipakai untuk mengukur temperatur dalam ruang nitridasi untuk diumpangkan ke *temperature controller*. Hasil pengujian menunjukkan peralatan kontrol temperatur bekerja dengan baik dengan rentang kestabilan temperatur antara 1° C sampai dengan 2° C.

a. *Heat exchanger*

Heat exchanger adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem kesistem lain tanpa perpindahan masa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkan maupun keduanya bercampur langsung. *Heat exhcanger* merupakan alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas.



Gambar 2 .1. Pemanas Air/Electric Water Heater

b. Arduino Mega 2560

Merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source* serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah digunakan arduino dapat mempelajari lingkungan sekitarnya menggunakan sensor arduino memiliki berbagai jenis diantaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio dan masih banyak lagi. Dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan papan rangkaian elektronik yang di dalamnya terdapat utama yaitu sebuah *chip* IC yang biasanya diprogram menggunakan komputer. Tujuannya adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut kemudian menghasilkan *output* yang diinginkan atau sebagai otak pengendali rangkaian elektronik. Bentuk arduino dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Arduino Mega 2560

c. Sensor Termokopel

Termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradien akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”.



Gambar 2.6. Sensor Termokopel

Berdasarkan tegangan keluaran pada termokopel ditentukan dengan rumus:

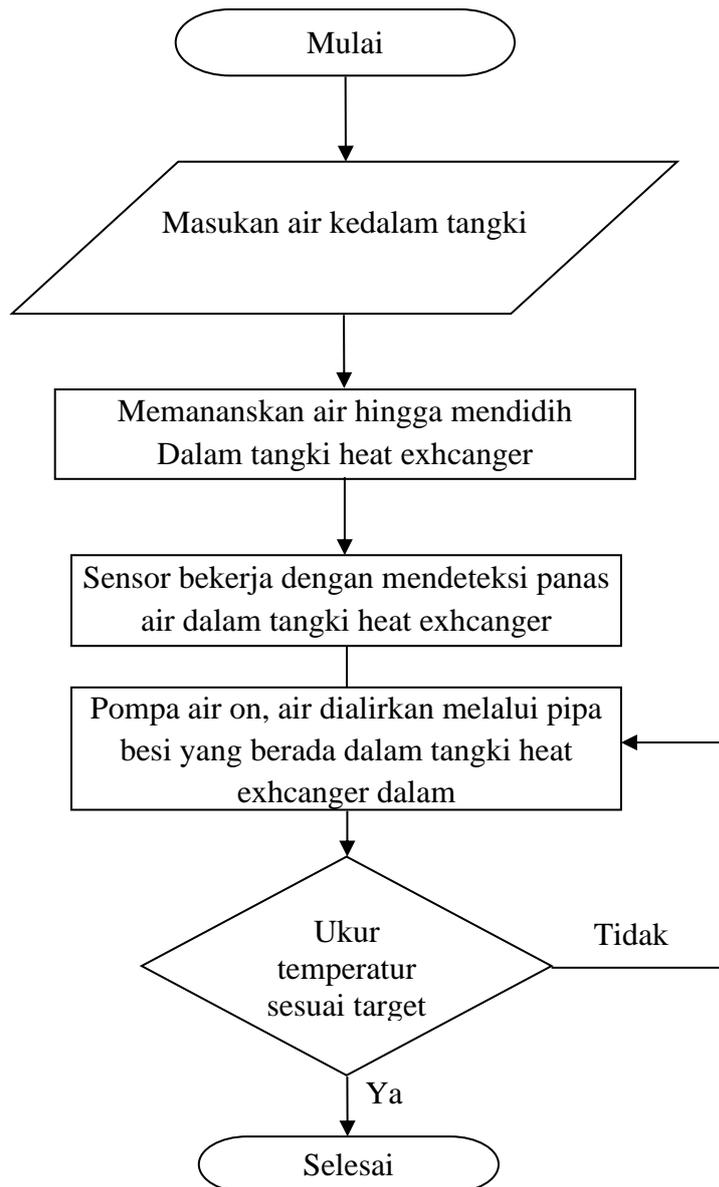
$$V_{out} = V_h - V_c \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- V_{out} : Tegangan keluaran termokopel
- V_h : Tegangan yang diukur pada suhu tinggi
- V_c : Tegangan referensi

3. METODE PENELITIAN

Pembuatan tangki *heat exhcanger* yang digunakan untuk memanaskan air yang berada di dalam tangki banyak memerlukan rancangan dan beberapa komponen. Pada tahap awal yaitu pembuatan tangki *heat exhcanger* dari bahan plat/seng. Plat/seng dengan ukuran panjang 23 cm, lebar 23 cm dan tinggi 10 cm dengan volume ± 5 liter air. Dengan volume air 5 liter tersebut, maka pemanas yang digunakan adalah *electric water heater* dengan daya 1000 watt. Sistem kerja alat dapat dilihat pada flowchart berikut.

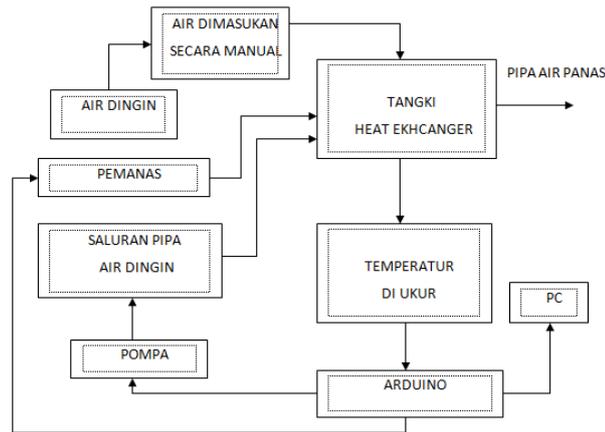


Gambar 3.3. Flowchart diagram alir

Berdasarkan *flowchart* diatas dapat dijelaskan pengertiannya sebagai berikut:

- Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat, dalam tahap ini semua peralatan sudah siap dibuat untuk tahap berikutnya yaitu pengujian alat.
- Memasukan air kedalam tangki *heat exhcanger* untuk dipanaskan.
- Proses pemanasan air didalam tangki *heat exhcanger*.
- Setelah air panas, air dingin dalam tangki akan dipanaskan dengan cara mengalirkan/dilewatkan air dalam pipa yang berada dalam tangki *heat exhcanger*.
- Tahap akhir melakukan pengukuran temperatur sesuai target yang diinginkan.

Blok diagram merupakan gambaran urutan keseluruhan kerja secara umum dari suatu sistem. Tujuannya yaitu untuk memudahkan dalam melihat proses yang berlangsung dalam sistem yang di buat. Blok diagram dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 diagram blok sistem alat

Fungsi komponen-komponen pada blok diagram diatas adalah sebagai berikut:

1. Arduino berfungsi sebagai pengontrol pompa air dan menampilkan temperatur di PC.
2. Pemanas air berfungsi sebagai alat untuk memanaskan air dalam tangki *heat exhcanger*
3. Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air dingin dengan disalurkan ke pipa yang dimasukan ke dalam tangki *heat exhcanger*.
4. PC sebagai memberi tampilan visual temperatur dan memberi perintah pengontrolan temperatur.
5. Sensor suhu/termokopel berfungsi untuk mendeteksi suhu dari pemanas *electric water heater*.

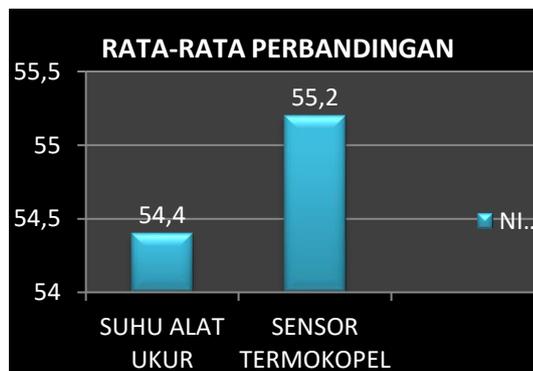
1. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian dan penganbilan data maka di dapati hasil pengujian yang akan dianalisa sebagai berikut,

Tabel 1.1 Data Perbandingan

RATA - RATA PERBANDINGAN SUHU	
SUHU ALAT UKUR (°C)	SENSOR TERMOKOPEL (°C)
54,4	55,2

Penjelasan pada tabel diatas adalah suhu yang dihasilkan adalah 54,4 C° dan pada suhu yang dihasilkan oleh Sensor Termokopel adalah 55,2 C° . nilai perbandingan juga dapat kita lihat pada grafik dibawah ini,



4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian skripsi, perancangan alat ditujukan untuk menjadi acuan merealisasikan alat yang akan dibuat dalam penelitian skripsi ini, perancangan alat mencakup beberapa hal yang sangat penting, diantaranya perancangan konstruksi alat dan tata letak komponen.



Untuk memanaskan air dalam tangki dari suhu 34,5 °C sampai 72,3 °C selama 30 menit total volume 5,29 liter, dan untuk mengetahui berapa daya pemanas yang dibutuhkan maka dapat dianalisa dengan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$Q = m \times c \times \text{delta}T$$

$$Q = \text{total kalori(joule)}$$

$$m = \text{total masa benda(kg)}$$

$$\text{delta}T = \text{selisih temperatur (C)}$$

$$c = \text{kalor jenis benda(joule/kg.C)}$$

Jadi diketahui:

$$m = 5,29 \text{ kg}(1 \text{ liter air} = 1 \text{ kg})$$

$$c = 4200 \text{ joule/kg.C}$$

$$\text{delta}T = 72,3 - 34,5 = 37,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 5,29 \times 4200 \times 37,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 839,840,4 \text{ joule}$$

Konversi joule ke kcal (kilo calorie)

$$1 \text{ joule} = 0,00024 \text{ kcal}$$

$$\text{Maka} = 839,840,4 \times 0,00024$$

$$= 201,56 \text{ kcl}$$

Konversi kcl ke KW.

$$\text{Jika } 1 \text{ kcl} = 0,001163 \text{ KW}$$

Maka :

$$= 201,56 \times 0,001163$$

$$= 0.2344 \text{ KW}$$

Jadi, untuk memanaskan air 5,29 liter dari suhu 34,5 °C sampai 72,3 °C dengan waktu 30 menit, maka memerlukan *heater* dengan daya 0,2344 KW.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam pengujian dari penelitian rancang bangun dan analisa kontrol *heat exchanger* berbasis android, setelah dianalisa didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dengan melakukan rancangan pembuatan dan analisa konsumsi pada tangki *heat exchanger* berbasis arduino mega 2560 dengan menggunakan sensor suhu termokopel maka didapatkan nilai rata-rata hasil pengukuran dari alat ukur temperatur suhu dan sensor termokopel terbaca dengan nilai alat ukur temperatur 54,2 dan sensor termokopel 55,2. Dari kedua data terbaca tersebut memiliki perbandingan selisih 1.4 % dengan memiliki akurasi mendeteksi suhu air cukup baik.
- b. Tarif daya listrik pada pemanas air pada waktu pemanasan akhir didapatkan perhitungan dengan tarif 80,91 rupiah, dan dengan total keseluruhan pemanasan awal dan akhir 568,34 rupiah.
- c. Tarif listrik yang digunakan/dikonsumsi pompa air selama 25 menit(10 menit saat kondisi suhu air 60 °C sampai 70 °C + 10 menit saat pemanas off + 5 menit saat kondisi tangki penuh) didapatkan hasil perhitungan dengan jumlah 0,0132 KW/8,06 rupiah.

6. DAFTAR PUSTAKA

7.

- Joko Prasetyo, J., Purwanto., dan Rahmadwati (2015) “*Uji Performansi Sistem Kontrol Level Air Dengan Variasi Beban Menggunakan Kontrol PID*” Sulawesi Utara.
- Rokhadi, W. A. (2010) Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Dari Sirip-Sirip Pin Ellips Susunan Selang-Seling Dalam Saluran Segiempat. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jawa Tengah.
- Salam, R. (2013) Desain Dan Perakitan Alat Kontrol Temperatur Untuk Peralatan Nitridasi Plasma, *sigma epsilon*, 7(3), 114-121.
- Sawidin, S., Melo, O. E., dan Marsela, T. (2015) Monitoring Kontrol Greenhouse Untuk Tanaman Bunga Krisan Dengan Lab View, *jurnal jnteti*, 4(4), 2301-4156.

Suherman., dan Trisnaningtyas, R. (2016) Analisis Energidan Eksergi Pada Pengeringan Tepung Topika Menggunakan Pengering Kontinu Unggun Fluidisasi Getar, *jurnal Reaktor*, 16(1), 24-31.

Suswanto., Mustaqim., dan Wibowo, A. (2015) Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dobel Pipa Dengan Sirip Berbentuk Siku Empat, *jurnal bidang teknik*, 10(1), 47-53.