

Pembuatan Sistem Monitoring *Shell And Tube Heat Exchanger*

^{1*}Edi Karyadi, ¹Rusadi, ¹Hadimi, ²Tri Widayanti

^{1*}Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia

²STMIK Pontianak, Indonesia

Email koresponden: *3dik4ry4di@gmail.com

Abstract

A Heat exchanger is a unit that heats a liquid fluid by absorbing heat from another energy source. Heat transfer occurs when a fluid with a higher temperature moves to a fluid with a lower temperature. A shell and tube Heat exchanger has two main components: the shell and the tube, with one fluid flowing inside the tube and the other flowing outside the tube (the shell). Temperature is a physical quantity that needs to be controlled and monitored in a shell and tube heat exchanger, particularly at the input and output sides. To obtain more accurate and real-time measurement results, a shell and tube monitoring system based on an Arduino Uno microcontroller was created. This system consists of a K-type thermocouple, a microcontroller (Arduino UNO), a 20X4 LCD, and a MAX 6675 module.

Keywords: *temperature, monitoring system, heat exchanger, shell and tube*

Pada umumnya *Heat exchanger* adalah alat penukar panas yang sangat di butuhkan dalam proses industri maupun proses belajar mengajar di kampus. *Heat exchanger* adalah alat yang memungkinkan perpindahan panas, dan sebagai pendingin, perpindahan panas yang terjadi melalui media berupa fluida cair. Shell and tube terdiri dari sejumlah tube yang terpasang di dalam shell, terdapat dua fluida yang mengalir, dimana satu fluida mengalir di dalam tube dan yang satunya mengalir di luar tube.

Sistem monitoring adalah layanan yang melakukan proses pengumpulan data dan melakukan analisis terhadap data data tersebut dengan tujuan untuk memaksimalkan seluruh sumber data yang dimiliki. Tujuan dari sistem monitoring adalah mengumpulkan data dan informasi dari suatu jaringan sehingga dapat diatur dan dikontrol. Dilakukannya analisa sistem monitoring pada *heat exchanger* adalah untuk mengetahui kecepatan aliran fluida dan suhu yang di hasilkan dalam bentuk data. Dimana pada kali ini terdapat dua jenis fluida

cair yang berbeda dengan fungsi yang berbeda pula ,yaitu dimna oil adala yang berfungsi untuk mentransfer panas, dan air sebagai media pendingin.sehingga akan terdapat perbedaan perbedaan pada kecepatan aliran panas dan aliran dingin , begitu juga pada temperatur dan debit yang di hasilkan. Dimana sebelum nya pada *Heat exchanger* menggunakan air sebagai media yang melakukan transfer panas dan air juga yang berfungsi sebagai pendingin. Sistem monitoring dilakukan untuk menampilkan hasil berupa data yang dapat kita baca secara real time, dari proses pengumpulan data yang terdapat pada jaringan tersebut sehingga data data tersebut bisa kita proses, tujuan melakukan analisa sistem monitoring pada *Heat exchanger* adalah untuk meminimalisir kesalahan kesalahan pada saat melakukan modifikasi pada alat tersebut. Apabila pada sistem monitoring *Heat exchanger shell and tube* mampu memberikan data yang benar maka alat ini dapat digunakan sebagai alat praktek pemindah energi panas yang menggunakan media oil sebagai fluida yang mentransfer panas dan air

sebagai fluida yang berfungsi sebagai pendingin, sehingga akan ada perbedaan pada *heat exchanger* yang menggunakan media air sebagai pemindah panas dan pendingin. Sistem monitoring shell and tube pada *heat exchanger* dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa data yang kita peroleh dengan cara yang lebih mudah yaitu dengan menggunakan batuan sensor yang kita gunakan untuk melakukan pembacaan data dari hasil percobaan dalam bentuk angka.

Edi Karyadi et al.(2023) melakukan penelitian dengan membuat Model Alat Praktikum *Shell and Tube Heat Exchanger*. Adapun media fluida yang digunakan pada alat ini adalah Air sebagai media pendingin dan oli sebagai media yg didinginkan. Parameter temperatur, debit, dan tekanan yang diukur masih dilakukan secara manual dengan alat ukur konvensional dan masih belum menggunakan sistem monitoring berbasis digital.

Eka Permana, et al. (2018) juga melakukan rancang bangun sistem monitoring suhu ruangan bagian pembukuan berbasis web menggunakan mikrokontroler arduino uno R3. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisir bahaya kebakaran yang terjadi pada ruangan tersebut. Hasil rancangan dapat diimplementasikan yang memiliki fungsi sebagai sistem monitoring suhu dan memudahkan pimpinan dan karyawan untuk mengetahui update suhu pada ruangan bagian pembukuan

Penelitian Sistem Pendeteksi Debit Penampungan Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU yang dilakukan oleh Muhammad Habib, et al. (2023). Sistem ini dapat membantu mengurangi kerugian secara ekonomi yang disebabkan oleh tidak dapat mendeteksi secara akurat oleh pelampung yang dapat menyebabkan melimpah air di tandon. Hasil penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sistem penampungan air tandon berbasis IoT

menggunakan NodeMCU, relay, sensor ultrasonic, dan aplikasi Blynk yang dapat memantau dan mengirimkan informasi tentang level air secara real-time melalui internet.

Demikian juga Arif Agung Ridowi, et al (2023) melakukan penelitian mengenai *prototype* kontrol tekanan air menggunakan sensor pressure transducer untuk kerja pompa air berbasis arduino. Penelitian ini untuk mengetahui berapa kebutuhan dari tekanan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung tekanan air pada tendon unit ketika valve pada tandon unit tertutup satu per satu serta sistem yang dibangun dapat menampilkan hasil pembacaan sensor tekanan (bar) kinerja grafik fungsi berupa linier.

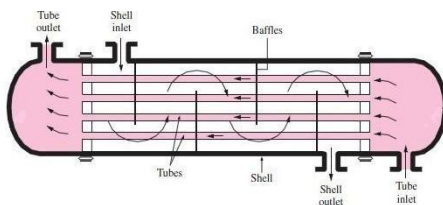
Perpindahan Kalor. Kalor atau panas merupakan salah satu bentuk energi yang banyak digunakan untuk dimanfaatkan menjadi bentuk energi yang lain. Kalor dapat berpindah dari suatu benda atau media yang memiliki suhu yang tinggi menuju benda atau media dengan suhu lebih rendah.

Heat exchanger (Alat Penukar Kalor). *Heat exchanger* atau biasa disebut alat penukar panas adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan energi panas melalui media fluida yang memiliki temperatur yang berbeda, dan menjaga agar fluida tersebut tidak tercampur secara langsung.

Proses pertemuan dua fluida secara langsung merupakan salah satu proses perpindahan panas sederhana, karena perpindahan energi panas terjadi secara langsung dan cepat, sehingga temperatur kedua fluida tersebut akan menjadi seimbang atau sama.

Heat exchanger Tipe Tabung dan Pipa (Shell and Tube). Penukar kalor jenis shell and tube (shell and tube heat exchanger) sejauh ini merupakan jenis yang paling umum digunakan untuk peralatan perpindahan kalor di dalam industri kimia dan industri lainnya. Pada

dasarnya, penukar jenis shell and tube terdiri dari sejumlah pipa (tube) yang ditutupi oleh silinder cangkang (shell). Ujung-ujung pipa dipasang tube sheet, yang memisahkan sisi shell dan sisi cairan pipa (tube). Didalam shell juga terdapat baffle yang berfungsi untuk mengarahkan fluida dingin dan menyokong pipa.



Gambar 1 Shell and Tube Heat Exchanger
(Sumber: I. Bizzy & R. Setiadi 2013)

Sistem Monitoring. Sistem monitoring adalah layanan yang melakukan proses pengumpulan data dan melakukan analisis terhadap data-data tersebut dengan tujuan untuk memaksimalkan seluruh sumber daya yang dimiliki. Pengertian sistem kontrol itu sendiri adalah proses pengaturan / pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (range) tertentu.

Komponen Sistem monitoring Arduino UNO. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.

LCD 20X4. Penampil data Liquid crystal display (LCD) 20x4 merupakan komponen elektronika, mempunyai fungsi sebagai penampil karakter, angka, huruf bahkan grafik. CMOS logic adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam membuat LCD, di mana teknologi ini memantulkan cahaya yang ada pada sekelilingnya dan tidak menghasilkan cahaya (back-lit).

Sensor Thermocouple type-K.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang berfungsi untuk mendeteksi adanya perubahan suhu pada suatu objek yang nantinya akan diubah menjadi energi elektrik dan dapat dibaca voltasenya dengan menggunakan multimeter. Data dari voltase inilah yang nantinya akan menjadi output untuk mengetahui berapa perubahan suhu yang terjadi pada suatu objek.

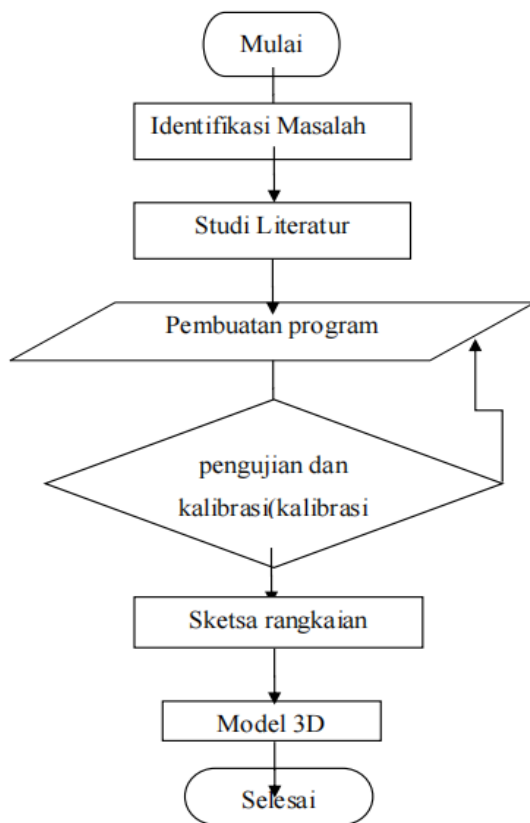
METODE

Metode Pengumpulan Data. Berikut metode pengumpulan data dalam penelitian ini. **Identifikasi masalah.** Pada laboratorium praktikum mesin-mesin thermal politeknik negeri pontianak terdapat alat penukar kalor tipe shell and tube yang menggunakan air sebagai media pendingin dan oli sebagai media yg didinginkan. Sementara pengukuran parameter suhu, debit, dan tekanan masih dilakukan secara konvensional/manual.

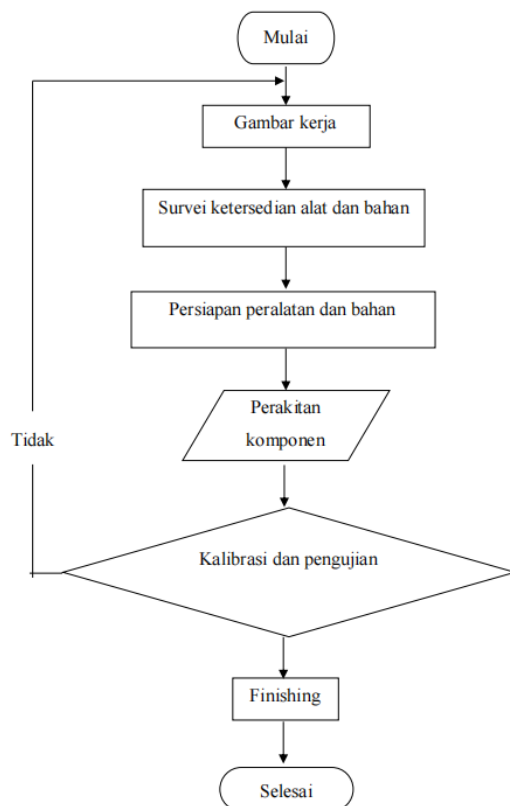
Studi Literatur. Studi literatur adalah proses mengumpulkan dan mempelajari informasi seperti buku dan jurnal yang berhubungan dengan sistem monitoring dan shell and tube Heat exchanger untuk membantu menyelesaikan.

Metode Analisis Data. Metode analisis data yang digunakan dalam pembuatan sistem monitoring pada shell and tube Heat exchanger ini adalah dengan kajian eksperimental dengan melakukan perencanaan spesifikasi sistem yang kemudian diterapkan dalam pembuatan sistem monitoring pada shell and tube Heat exchanger ini, kemudian dilakukan pengujian alat dan membandingkan data hasil pengujian dengan melakukan kalibrasi.

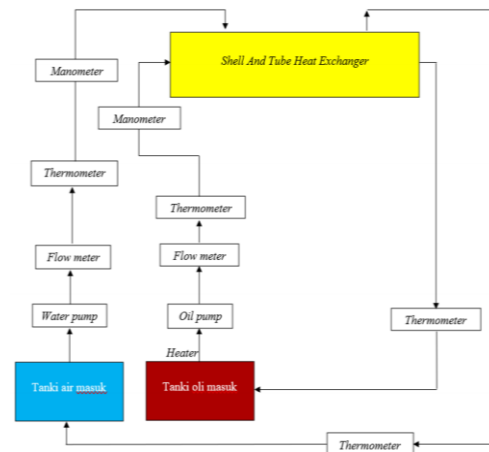
Tahapan Penelitian. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah dapat dilihat dari diagram alur berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Perancangan



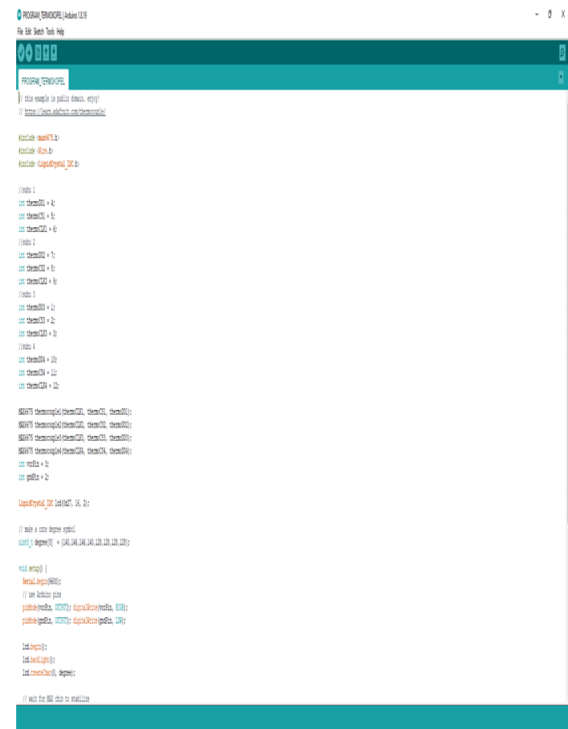
Gambar 3. Diagram Alur Pembuatan



Gambar 4. Instalasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan. Adapun hasil dari penelitian ini dalam bentuk sebuah Sistem Monitoring *Shell and Tube Heat Exchanger*, seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Program Arduino Uno untuk pengukuran temperatur



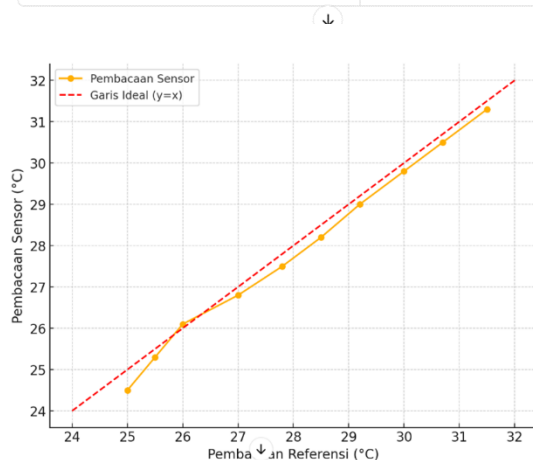
Gambar 6 Hasil rancangan Sistem Monitoring Shell and Tube Heat Exchanger

Kalibrasi Suhu. Kalibrasi suhu menggunakan Arduino Uno melibatkan pengukuran suhu dari sensor yang dibandingkan dengan alat pengukur suhu referensi yang lebih akurat, seperti termometer digital. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara pembacaan sensor dan suhu aktual, sehingga kita bisa mengatur atau mengkalibrasi sensor agar lebih akurat.

Adapun data kalibrasi suhu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data kalibrasi suhu

Pembacaan Referensi (°C)	Pembacaan Sensor (°C)
25.0	24.5
25.5	25.3
26.0	26.1
27.0	26.8
27.8	27.5
28.5	28.2
29.2	29.0
30.0	29.8
30.7	30.5
31.5	31.3



Gambar 7. Grafik Kalibrasi Suhu

Persamaan matematika dari grafik kalibrasi suhu pada gambar 7 adalah:

$$y = 0.989x + 0.516$$

di mana:

y adalah suhu referensi (°C),

x adalah suhu yang terbaca dari sensor (°C).

Persamaan ini menunjukkan bahwa setiap pembacaan sensor dapat dikalibrasi dengan mengalikan nilai sensor dengan 0.989 dan menambahkan 0.516 untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat.

Pengujian Sistem Monitoring Shell and Tube Heat Exchanger. Selanjutnya alat yang sudah dibuat dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan menggunakan temperatur fluida oli panas masuk 60°C dan temperatur fluida air dingin masuk 30°C. Pengambilan data perubahan temperatur dilakukan setiap 10 detik sekali dalam 3 menit. Berikut adalah data hasil pengujian menggunakan arah aliran fluida searah:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian dengan aliran fluida searah

No	Thi (°C)	Tho (°C)	Tci (°C)	Tco (°C)	Debit Aliran Air (L/Min)	Debit Aliran Oli (L/Min)
1	58,8	51	32	32,8	6	3
2	58,5	50,8	32,5	33	6	3
3	59,3	50,8	32,5	33	6	3
4	58,8	50,8	33	33,8	6	3
5	59	50,5	32	32,5	6	3
6	58,5	51,3	31,8	32,5	6	3
7	58,8	51	31,8	32,5	6	3
8	59	50,5	32,3	33	6	3
9	59	50,5	32,8	33	6	3
10	59,3	51,8	31,8	32,3	6	3
11	59,3	52	31	33	6	3
12	59,3	51,3	31,8	32,3	6	3
13	59,8	51,5	32	33	6	3
14	59,5	51,5	32,5	32,8	6	3
15	59,3	51,8	32	32,3	6	3
16	59,5	51,3	33	33,3	6	3
17	59,3	51,3	32	33	6	3
18	59	51,3	32,8	33,3	6	3

Dari hasil pengujian, data pengukuran dapat dibaca dengan baik dimana terlihat temperatur *Output oli* (Tho) mengalami penurunan dan *temperature Output air* (Tco) mengalami peningkatan.

SIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa dihasilkan sebuah system monitoring shell and tube *Heat exchanger* dengan menggunakan Arduino Uno sehingga Monitoring terhadap perubahan temperatur, debit aliran, dan tekanan dapat dilakukan dengan baik secara real time.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan rasa terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Polnep yang telah membantu kegiatan penelitian ini, khususnya bantuan dana penelitian melalui dana PNPB..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. F. T. K. Agus Eko Setyono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan : Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *JEBT J. Energi Baru Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2025, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [2] S. A. O. Amir Ridhuan, Shahrul Azmir Osman, Mas Fawzi, Ahmad Jais Alimin, "A Review of Comparative Study on The Effect of Hydroxyl Gas in Internal Combustion Engine (ICE) On Engine Performance and Exhaust Emission," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, no. 2, pp. 1–16, 2021, doi: 10.37934/arfmts.87.2.116.
- [3] E. I. W. F. Abdillah Muttaqin, Reza Fauzi Iskandar, "Analisa Pengaruh Geometri Plat Elektroda Pada Generator Hho Terhadap Laju Aliran Gas Hho Yang Dihasilkan," Vol. 5, No. 1, Pp. 854–861, 2018.
- [4] A. Roihatin, "Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen Dan Oksigen Tipe *Wett Cell* Dengan Variasi Luas Penampang," Vol. 12, No. 1, 2016.
- [5] D. T. M. P. Bhavesh V. Chauhan, Gaurav P. Rathod, "An Experimental Investigation of HHO Gas and Varying Compression Ratio on Performance Characteristics of Constant Speed Diesel Engine," vol. 13, no. 2, pp. 41–47, 2016, doi: 10.9790/1684-1302034147.
- [6] D. S. Bambang Sudarmanta, Sudjud Darsopuspito, "Application Of Dry Cell Hho Gas Generator With Pulse Width Modulation On Sinjai Spark Ignition Engine," 2016.
- [7] I. K. N. Anggun Angkasa B.P., "Analisa Performa Generator Hho Type Basah Dengan Variasi Larutan Elektrolit Dan Tegangan Listrik Dalam Memproduksi Gas Hho Sebagai Bahan Bakar Alternatif," Vol. 5662, Pp. 9–10, 2016.
- [8] R. Eliza *et al.*, "Produksi Gas Hidrogen Berdasarkan Pengaruh Luas Penampang Terhadap Konsentrasi Larutan Elektrolit dan Suplai Arus dengan Metode Elektrolisis," vol. 1, no. 11, pp. 447–451, 2021.
- [9] D. R. P. F Kurnia Dwi Artika, Imron Musthofaa, Hajar Isworo, Anggun Angkasa Bela Persada, M. Yusuf Andhika, "Pengaruh Penggunaan Katalis Pada Elektrolisis Air Gambut Dalam Menghasilkan Gas Hidrogen," *Jinggo J. Inov. Teknol. Manufaktur, Energi, Dan Otomotif*, Vol. 2, No. 2, Pp. 130–137, 2024.
- [10] R. H. R. Prasetyo, Jenny Primanita Diningrum, "Analisis Penggunaan Variasi Katalis Naoh, Nacl, Dan Koh Terhadap Laju Aliran Gas Hho," Vol. 7, No. 2, Pp. 64–71, 2019.