SKRIPSI

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM PENGENDALI SUHU DAN TINGGI PERMUKAAN AIR PADA BEJANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
10 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
AHMAD KERISMAJAYA
132018022

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

SKRIPSI

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM PENGENDALI SUHU DAN TINGGI PERMUKAAN AIR PADA BEJANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
10 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :
AHMAD KERISMAJAYA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji 1
Yosi Apriani, S.T.,MT	Erliza Yuniarti, S.T.,M.Eng
NIDN : 0213048201	NIDN : 0230066901
Pembimbing 2	Penguji 2
Ir. Zulkiffli Saleh., M.Eng	Sofiah, S.T.,M.T
NIDN : 0212056402	NIDN : 0209047302
Menyetujui Dekan Fakultas Teknik	Mengetahui Ketua Program Studi Teknik Elektro
Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.,IPM	Taufik Barlian, S.T.,M.Eng
NIDN : 0227077004	NIDN : 0218017202

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi atau universitas manapun, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau usulan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Palembang, 30 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan

Ahmad Kerismajaya

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Segala puji bagi Allah SWT.
- Bukan tentang siapa yang memulai, tapi percaya pada prosesnya.
- Bersyukur adalah pangkal dari kebahagiaan.
- Percaya akan potensi yang ada dalam diri sendiri, yang akan menentukan masa depan.

Kupersembahkan skripsi kepada:

- ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, diberi pengetahuan, kemudahan, rezeki, dan pertolongan dalam penyelisaian skripsi ini.
- Kepada Kedua Orang Tuaku Ayah Alimin Surya dan Ibu Darmawati yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik dan lebih maju.
- Kepada kakak/adikku Melni Sayona S.Pd dan Arli Triyana atas doa dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Kepada keluarga Ayah Bunyamin Surya yang telah memberikan support dan nasehat untuk diri saya, kak Rio Fernansyah selaku mentor dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Kepada seluruh teman-teman kelas A dan teman-teman satu angkatan (2018) yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
- Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Yosi Apriyani, S.T.M.T. yang telah membimbing penulisan skripsi dan Pembimbing II saya Bapak Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng.
- Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT yang telah menganugrahkan kepada penulis hati dan akal untuk digunakan sebaik- baiknya. Semoga Allah SWT senantiasa membimbing setiap langkah, perbuatan dan sikap penulis agar dapat bertindak lebih bijaksana dan dapat memberikan manfaat bagi orang lain. Tak lupa rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang karena berkat rahmat dan izin- Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang yang berjudul "**RANCANG BANGUN MODEL SISTEM PENGENDALI SUHU DAN TINGGI PERMUKAAN AIR PADA BEJANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560"**.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Ibu selaku Yosi Apriani, ST., MT. Pembimbing I atas bimbingan, arahan, saran dan motivasi yang telah diberikan dan ibu telah membantu saya dalam penyusunan seminar hasil ini.
3. Bapak selaku Ir. Zulkiffli Saleh, M., Eng Pembimbing II. Atas bimbingan, arahan saran dan motivasi yang telah membantu saya dalam penyusunan seminar hasil ini.

Skripsi ini juga tidak lepas dari bantuan dari bebagai pihak. Karena pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E.,M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Barlian, S.T, M.ENG selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Muhammadiyah Palembang

4. Terimakasih kepada seluruh teman-teman kelas A dan teman-teman satu angkatan yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh Staff Pengajar dan Staff Administransi Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Terimakasih kepada sahabat seperjuangan saya, yang selalu memberikan semangat, motivasi dan membantu saya dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Dengan selesainya skripsi ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, untuk itu penulis menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata dengan kerendahan hati, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan-kesalahan karena keterbatasan kemampuan dari penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya.

Palembang, 3 Agustus 2022

Penulis

Ahmad Kerismajaya
132018022

ABSTRAK

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM PENGENDALI SUHU DAN TINGGI PERMUKAAN AIR PADA BEJANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Ahmad Kerismajaya*

*Email : kerismahmad@gmail.com

Pengendali level dan temperature diperlukan untuk menjaga ketinggian fluida pada bejana yang akan masuk ke dalam proses *heat exchanger*, sehingga dapat dipertahankan sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. Sistem pengendalian ini menggunakan sensor *water level switch*, sensor suhu DS18B20 dan Mikrokontroler ATmega 2560 sebagai *controller*. Aktuator yang digunakan berupa pompa dan *heater*. Nilai dari pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD. Metodelogi penelitian dengan cara mendesain dan merancang model sistem *heat exchanger*. Pengujian ini dilakukan dengan 3 cara yaitu: kenaikan suhu fluida tanpa menyalakan *cooling system*, penurunan suhu fluida tanpa menyalakan elemen pemanas dan model sistem *heat exchanger*. *Set point* yang digunakan untuk *temperature* adalah 30℃, *set point* untuk tinggi permkaan air bejana 1 (15,5 cm) dan bejana 2 (16 cm). Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, perubahan suhu dari 27,5℃ hingga 30℃ tanpa menggunakan *cooling system* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *overheat* adalah 345 detik atau 5,75 menit, penurunan suhu tanpa menyalakan *heater* membutuhkan waktu 3045,61 detik atau 50,76 menit. Sedangkan jika memanfaatkan *system heat exchanger* ini waktu yang diperoleh lebih lama yaitu 13,59 menit.

Kata kunci: *Heat exchanger,* Sistem pengendalian, Model *system heat exchanger*

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF TEMPERATURE AND WATER HEIGHT CONTROL SYSTEM MODEL ON VEHICLE BASED ON ARDUINO MEGA 2560

Ahmad Kerismajaya*

*Email : kerismahmad@gmail.com

Level and temperature controllers are needed to maintain the fluid level in the vessel that will enter the heat exchanger process, so that it can be maintained in accordance with the predetermined set point. This control system uses a water level switch sensor, a DS18B20 temperature sensor and an ATmega 2560 microcontroller as a controller. The actuators used are pumps and heaters. The value of the sensor reading will be displayed on the LCD. The research methodology is by designing and designing a heat exchanger system model. This test is carried out in 3 ways, namely: increasing the temperature of the fluid without turning on the cooling system, decreasing the temperature of the fluid without turning on the heating element and modeling the heat exchanger system. The set point used for temperature is 30℃, the set point is for the water level in vessel 1 (15.5 cm) and vessel 2 (16 cm). Based on the results of the tests that have been carried out, temperature changes from 27.5℃ to 30℃ without using a cooling system, the time needed to reach overheating is 345 seconds or 5.75 minutes, decreasing the temperature without turning on the heater takes 3045.61 seconds or 50 .76 minutes. Meanwhile, if you use this heat exchanger system, the time obtained is longer, namely 13.59 minutes.

Keywords : Heat exchanger, Control system, Model system heat exchanger

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
SURAT PERNYATAAN ..... **ii**
MOTO DAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Tujuan Penelitian 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Sistematika Penulisan 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 5
2.2. Boiler 6
2.3. Sistem Pelumasan 7
2.4. *Lube Oil Cooler* 8
2.5. Sistem Pendingin *Turbine Oil Cooler* PLTU 9
2.6. Mekanisme Perpindahan Panas 10
2.7. Jenis dan Fungsi Alat Perpindahan Panas 12
2.8. Penukar Panas (*Heat Exchanger*) 16
2.9. Jenis Penukar Panas 17
2.10. Sistem Pengendalian 18
2.11. Kendali *ON-OFF* 19
2.12. Arduino MEGA 2560 20
2.13. *Water level Sensor* 21
2.14. Sensor Suhu *Waterproof* 21
2.15. Radiator 23
2.16. Pompa Air 23
2.17. *Liquid Crystal Display* (LCD 16 x 2) 24

2.18. Kipas DC 25
2.19. Buzzer 26
2.20. Relay 27
2.21. *Power Supply* 27
2.22. Elemen pemanas 29
2.23. Arduino IDE (*Integrated Development Environtment*) 29
2.24. Lampu Indikator Warna 30
BAB 3 METODE PENELITIAN 31
3.1. Blok Diagram Perancangan Alat 31
3.2. Studi Literatur 32
3.3. Tujuan Perancangan 32
3.4. Perancangan Sistem 32
3.5. Jadwal Kegiatan Peneitian 32
3.6. Persiapan Alat dan Bahan 33
3.7. Diagram Blok Flowchart Penelitian 34
3.8. Cara Kerja Alat 37
3.9. Skema Perancangan Alat 39
3.10. Perancangan Perangkat Lunak Arduino IDE 40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 42
4.1. Model Sistem Kendali *Heat Exchanger* 42
4.2. *Control System* 44
4.3. Langkah Pengujian 44
4.4. Menguji Kenaikan Suhu Fluida Tanpa Menyalakan *Cooling System* 45
4.5. Menguji Penurunan Suhu Fluida Tanpa Menyalakan Elemen Pemanas 46
4.6. Menguji Model Sistem *Heat Exchanger* 48
4.7. Analisis Pembahasan 50
BAB 5 PENUTUP 52
5.1. Kesimpulan 52
5.2. Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema kerja PLTU 5
Gambar 2. 2 *Boiler* 6
Gambar 2. 3 Monitoring sistem pelumasan 7
Gambar 2. 4 Alur proses kerja fluida masuk dan keluar pada *lube oil cooler* 9
Gambar 2. 5 Diagram alir siklus *turbine oil cooler* di PLTU 9
Gambar 2. 6 Ilustrasi perpindahan panas konduksi 10
Gambar 2. 7 Proses perpindahan panas secara konveksi 11
Gambar 2. 8 Fenomena radiasi yang mengena permukaan benda 12
Gambar 2. 9 Furnace 12
Gambar 2. 10 *Cooling tower* 13
Gambar 2. 11 Prinsip kerja kondensor 14
Gambar 2. 12 Pengendalian temperatur pada Reboiler E-4510 15
Gambar 2. 13 Skema *heat exchanger* 16
Gambar 2. 14 (a) Penukar panas aliran searah (*paralel flow*) (b) Penukar panas aliran berlawanan (*counter flow*) 17
Gambar 2. 15 Sistem kontrol otomatis 18
Gambar 2. 16 Pengendali beroperasi otomatis 19
Gambar 2. 17 Arduino Mega 2560 20
Gambar 2. 18 Water level Sensor 21
Gambar 2. 19 Sensor Suhu DS18S20 22
Gambar 2. 20 Radiator Mini 23
Gambar 2. 21 Pompa air celup submersible 24
Gambar 2. 22 Tampilan LCD 16 x 2 24
Gambar 2. 23 Kipas DC 26
Gambar 2. 24 Buzzer 26
Gambar 2. 25 Module Relay 27
Gambar 2. 26 *Power Supply* 28
Gambar 2. 27 Elemen Pemanas 29
Gambar 2. 28 Tampilan Arduino IDE 30
Gambar 2. 29 Lampu indikator 30
Gambar 3. 1 Flowchart 31
Gambar 3. 2 Blok Diagram 35
Gambar 3. 3 Flowchart cara kerja alat 36
Gambar 3. 4 Gambar Desain Alat 37
Gambar 3. 5 Diagram *Wiring* Keseluruhan Komponen 39
Gambar 3. 6 Perancangan Pemrograman Arduino 40
Gambar 4. 1 Model sistem kendali *heat exchanger* 42
Gambar 4. 2 Sensor yang berada di bejana 1 43
Gambar 4. 3 Sensor yang berada di bejana 2 43
Gambar 4. 4 Diagram *control system heat exchanger* 44

Gambar 4. 5 Program kenaikan suhu 45
Gambar 4. 6 Grafik kenaikan suhu terhadap waktu 46
Gambar 4. 7 Program penurunan suhu 47
Gambar 4. 8 Grafik penurunan suhu terhadap waktu 48
Gambar 4. 9 Program Heat Exchanger 49
Gambar 4. 10 Grafik *heat exchanger* 50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar alat 33
Tabel 3. 2 Bahan pembuatan 34
Tabel 4. 1 Data kenaikan suhu 45
Tabel 4. 2 Data penurunan suhu 47
Tabel 4. 3 Data *heat exchanger* 48

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya teknologi dibidang elektronika, pengendalian manual sudah banyak digantikan dengan pengendalian otomatis. Sistem kendali otomatis telah memegang peranan penting dalam perkembangan *sains* dan teknologi saat ini, karena sistem kendali otomatis dapat memberikan kemudahan dalam berbagai macam hal, seperti kecepatan produksi, ketepatan dan meningkatkan efisiensi suatu alat. Pengendalian merupakan salah satu bagian penting dalam proses kerja dibidang industri, yang melibatkan berbagai macam hal dalam suatu proses pengendalian, seperti pengendalian suhu, pengendalian kelembaman, pengendalian level air dan lain-lain. Tujuan dari pengendalian ini bermaksud agar sistem dari keseluruhan proses dapat berlangsung dengan aman, efisien dan kontinyu.

Alat pengendali suhu air dan level air adalah alat yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun dibidang industri. Saat ini masih banyak alat yang hanya mengandalkan tombol *on/off* sebagai pengendalinya. Alat tersebut biasanya hanya mengatur suhu dan level air berdasarkan waktu, setelah beberapa waktu tertentu, maka tombol akan memutuskan secara otomatis (Sitompul, 2018). Kemudian timbul beberapa permasalahan seperti suhu yang terlalu panas dan volume air yang terlalu sedikit atau melebihi kapasitas tertentu sehingga tidak sesuai dengan keinginan.

Fenomena perpindahan panas terjadi pada suatu fluida yang mempunyai temperature yang rendah ke fluida yang mempunyai temperature yang lebih tinggi. Fenomena perpindahan panas di industri dapat digunakan untuk berbagai keperluan, proses perpindahan panas dengan menggunakan suatu alat yang biasa disebut sebagai penukar panas atau *heat exchanger*. Pada industri *heat exchanger* digunakan dengan cara memanfaatkan suatu fluida yang dalam keadaan panas agar panas tersebut berpindah ke fluida yang lain dan kemudian akan diproses ketahap

selanjutnya. *Heat exchanger* sendiri merupakan alat digunakan sebagai media penyaluran panas dari fluida yang kemudian disalurkan ke fluida yang memiliki temperature lebih rendah. Alat ini digunakan untuk menurunkan atau menaikkan suhu, dan juga mengubah fase fluida (Ismy, 2019).

Rancang bangun fin tipe helical pada penukar panas *double pipe*. Fin adalah salah satu komponen penting penukar panas *double pipe*, fin digunakan sebagai hambatan thermal untuk proses transfer temperature panas yang berfungsi untuk meningkatkan waktu kontak atau tinggal fluida kerja secara tidak langsung. Penelitiannya berhasil mengembangkan sebuah fin bertipe helical pada penukar panas *double pipe* yang dapat bekerja dengan lebih baik mempertukarkan dua fluida (air) secara *counterflow* dengan kapasitas aliran fluida dingin sebesar 6 lpm dan aliran fluida panas sebesar 4 lpm dengan efektifitas 14,8%, dan tidak adanya kebocoran pada sistem ketika dilakukan pengujian secara fisik (Anggoro & Arsana, 2022).

Menurut (Walikrom et al., 2018) memaksimalkan kerja suatu pembangkit (PLTGU) yaitu dengan cara menjaga efektivitas peralatan bantu yang digunakan pada PLTU. Alat bantu pendinginan adalah jenis penukar panas tipe pelat *Plate Heat Exchanger* (PHE) yang menggunakan air sebagai media pendinginan, penggunaan air yang tidak bersih dapat menurunkan efektivitas alat bantu akibat adanya faktor pengotoran. Pengambilan data dilakukan dengan 2 cara: data operasional langsung dan juga *manual book*. Dari hasil perhitungan efektivitas yang diperoleh sebelum dilakukan pembersihkan sebesar 83% sedangkan setelah pembersihan sebesar 85%, disini dengan adanya pembersihan memberikan kenaikan efektivitas PHE sebesar 2 %.

Penelitian yang dilakukan oleh hasil penelitian tersebut menampilkan sebuah sistem pengendalian pada tangki pemanas yang dapat dijaga ketinggian tangki tersebut, dan menampilkan hasil pembacaan sensor HC-SR-04 yang memiliki akurasi 0,99 cm dan span 5 cm, nilai ketidakpastian sensor sebesar $\pm$ 1,01188 cm. Terdapat kekurangan dalam penelitian ini yaitu alat yang dibuat hanya mengatur ketinggian air tanpa mengetahui temperatur dari fluida tersebut.

Dalam tugas akhir ini, akan dirancang sebuah model sistem *plant heat exchanger* dengan tujuan untuk mengetahui proses dari sistem *heat exchanger*. Pada model *plant heat exchanger* memerlukan sistem pengendalian otomatis yang berfungsi untuk mengendalikan level pada tangki pemanas. Level dikendalikan agar fluida yang masuk ke dalam bejana dapat terjaga ketinggiannya. Sistem pada model *plant heat exchanger* menggunakan pengendalian dengan mode *on-off*. Dengan uraian penjelasan diatas penulis mempunyai ide kreatif sebagai pengajuan untuk tugas akhir mendapatkan gelar sarjana teknik elektro dengan mengusung judul yaitu Rancang Bangun Model Sistem Pengendali Suhu dan Tinggi Permukaan Air pada Bejana Berbasis Arduino Mega 2560.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sebuah sistem pengendalian level dan suhu pada proses pendinginan *heat exchanger*.
2. Menganalisis sistem penukar panas dalam pengontrolan temperatur dan level permukaan air.
3. Mengontrol *range* (batasan) agar suhu dan level air dapat dipertahankan sesuai dengan batasan yang telah ditentukan.

1.3. Batasan Masalah

1. Efek perpindahan panas secara radiasi diabaikan.
2. Tipe sensor level air yang digunakan adalah sensor *Water Tank Level Switch.*
3. Tipe sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 *Waterproof* Temperature.
4. Analisis dilakukan tanpa menyertakan *fouling factor* (hambatan yang ada dalam fluida).

1.4. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi antara lain latar belakang permasalahan, tujuan pembahasan, batasan permasalahan, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dibahas umum mengenai teori-teori yang mendukung pebuatan skripsi, antar lain teori sistem kendali suhu pada air dan sistem kendali temperatur air.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi ini dilakukan dengan diagram flowchart, bahan dan peralatan yang akan diteliti.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas proses cara kerja alat, penjelasan mengenai rangakaian yang digunakan, penjelasan mengenai program yang ditulis di *software* Arduino IDE.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran yang didapat dari pembuatan skripsi ini, yang diharapkan bisa bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrakhman, A., & Tiyas, A. W. (2016). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Biogas Bertekanan pada Biogas Storage Tank System Hasil Purifikasi dengan Metode Water Scrubber System. *Jurnal Teknologi Terapan*, 1-7.

Adriansya, A., & Hidyatama, O. (2013). Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p. *Jurnal Teknologi Elektro*, 100-107.

Arifin, J., Zulita, L. N., & Hermawansyah. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infortama*, 89-98.

Aris syam, D. A. (2016). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Level Pada Tangki Pemanas Mini Plant Heat Exchanger Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal teknologi industri*, 10-25.

Aritonang, W., Bangsa, I. A., & Rahmadewi, R. (2021). Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan Mikrokontroller Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 153-160.

Azwinur, Syukran, Ismy, A. S., & Zulkifli. (2019). Kaji Kinerja Alat Penukar Panas Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Pengering Produk Pertanian. *Proceeding Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2598-3954.

Bahrin. (2017). Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. *Jurnal Ilmiah*, 282-289.

Berliant, R., & Fibriyanti. (2020). Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Phasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 17-26.

Eriyadi, M., & Nugroho, S. (2018). Prototipe Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Suhu Udara dan Kelembaban Tanah. *Jurnal Teknik Elektro*, 87-98.

H.Munnik, D.Yohannes, & Y.Bekt. (2019). Pemanfaatan Peltier Untuk Cooler Box Mini. *jurnal teknik mesin*, 1-5.

Incroper, & P, F. (1990). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* New York: John Wiley&Sons.

Komarujaman, Ismail, N., & Atam. (2016). Sistem Pneumatic Control Valve pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump(MCWP). *Jurnal Teknik Elektro*, 46-56.

Kurniawan, I., Priyatman, H., & Elbani, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Bahan Bakar Minyak (Bbm) dan Temperatur Pada Generator Menggunakan Sms Berbasis Pengendali Mikro. *Jurnal Teknik Elektro*, 1-10.

Kusuma, T., & Mulia, M. T. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2. *jurnal teknik*, 1422-1423.

Kusumadiarti, R. S., & Qodawi, H. (2021). Implementasi Sensor Water Level Dalam Sistem Pengatur Debit Air Di Pesawahan. *Jurnal PETIK*, 2614-6606.

Maghfiroh, R. E., & Zaman, M. B. (2020). Proses Penyebaran Konduksi Panas 1-Dimensi Pada Pipa Besi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 251-258.

Putra, C. S., & Jamaaluddin. (2019). Rancang Bangun Sistem Balancing Level Air Cooling Tower menggunakan Sensor Ultrasonik dan Motorized Valve Berbasis Arduino Uno. *jurnal elektrik*, 77-86.

Rantung, J. (2015). Karakteristik Pengendali On-Off Untuk Aplikasi Pada Sistem Pengendalian Temperatur. *Jurnal Tekno Mesin*, 26-33.

Ratna, S. (2019). Air Mancur Otomatis Dengan Musik Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Informasi*, 179-185.

Rozaq, A., Afroni, M. J., & Sugiono. (2019). Prototipe Sistem Portable Room Cooler Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Arduino Uno R3. *Jurnal Elektro*, 1-4.

Rubianto, B., Winarso, R., & Wibowo, R. (2018). Rancang Bangun Kondensor Pada Destilator Bioetanol Kapasitas 5 liter/jam Dengan Skala UMKM. *Jurnal CRANKSHAFT*, 2623-0720.

Samsugi, S., Ardiansyah, & Suwantoro, A. (2016). Pemanfaatan Peltier dan Heater Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Jurnal Teknik Informatika*, 295-299.

Shara, N., & Sitompul. (2018). Perancangan Pengendalian Suhu Air Dengan Sensor DS18S20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Fisika*, 2-19.

Sitompul. (2018). Evaluasi Kinerja Heat Exchanger pada Preheating dalam Crude Distilling . *Jurnal elektro*, 6-11.

SITOMPUL, S. N. (2018). Perancangan Pengendalian Suhu Air Dengan Sensor Ds18s20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 4-5.

Sukarjadi, Supriyono, Y., & Mahendra, F. R. (2017). Perancangan Box Pendingin Minuman Menggunakan Peltier Berbasis Mikrokontroler (Arduino). *Jurnal Bisnis & Teknologi Politeknik*, 21-25.

Suprastiyo, H., & Tjahjant, P. H. (2016). Pembuatan Electric Furnace Berbasis Mikrokontroler. *R.E.M. (Rekayasa, Energi, Manufaktur)*, 2527-5674.

Susanti, E., & Candra, N. (2018). Perancangan Wirless Starter Kendaraan Bermotor Memanfaatkan Bluetooth Berbasis Arduino. *Sigma Teknik*, 207-255.

Syahputra, R. (2015). Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro-Fuzzy Adaptif. *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik*, 161-168.

Trisylatama, M. D. (2017). Pengendali Suhu Air Dengan Kendali Proporsional. *Jurnal Elektro*, 2-9.

Tugino, Purwanto, Y., & Handayani, T. (2017). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Inggi Permukaan Air dan Suhu Cairan Berbasis PLC Scada. *Jurnal Teknik Elektro*, 14-19.