

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR SUHU
PERMUKAAN AIR TANGKI REAKTOR KARTINI
BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN
SENSOR DS18B20**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Diajukan oleh:

Achmad Yogi Mustajab

21106020025

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1626/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Permukaan Air Tangki Reaktor Kartini Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan Sensor DS18B20

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ACHMAD YOGI MUSTAJAB
Nomor Induk Mahasiswa : 21106020025
Telah diujikan pada : Kamis, 23 Juli 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a62898cb8790



Penguji I
Ade Kurniawan, M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 6a61aa05d52dd



Penguji II
Cecilia Yanuarief, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a61aac9c6555



Yogyakarta, 23 Juli 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a6ff825c61e0

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Yogi Mustajab

NIM : 21106020025

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Permukaan Air Tangki Reaktor Karini Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan Sensor DS18B20” adalah hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diujikan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 10 Juli 2026

Penulis


Achmad Yogi Mustajab
NIM. 21106020025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Achmad Yogi Mustajab
NIM : 21106020025
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Permukaan Air Tangki Reaktor Kartini Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan Sensor DS18B20

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 13 Juli 2026

Pembimbing II

Pembimbing I

Ikhsan Shobari, ST., M.Eng.
NIP.19730808 19980 1 005

Frida Agung Rahmadi, S.Si., M.Sc.
NIP.19780510 200601 1 003

HALAMAN MOTTO

“Seseorang akan tumbuh ketika ia mampu menerima kebenaran yang menyakitkan, bukan hanya kenyataan yang disukainya”

“Dimensi yang tak terbatas melahirkan kemungkinan yang tak terduga”

-Nolan-

“People can't truly understand one another unless they've experienced the same kind of suffering”

-Pain-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Karya ini dipersembahkan kepada Bapak dan Ibu, yang tak pernah lelah
mendoakan”

“Diri saya sendiri”



KATA PENGANTAR

Ahamdulillah, puja dan puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul. “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Permukaan Air Tangki Reaktor Kartini Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan Sensor DS18B20” dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafaatnya.

Penulisan skripsi ini merupakan bentuk tanggung jawab penulis untuk menyelesaikan studi yang merupakan salah satu syarat kelulusan. Penulis berharap tulisan ini dapat membawa manfaat dan keberkahan terhadap berbagai macam pihak. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Achmad Mujib Rosid dan Ibu Runtiyani.
Terimakasih atas kasih sayang dan doa yang diberikan
2. Bapak Prof. H. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
5. Bapak Dr. R. Mohammad Subekti, sebagai Direktur Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran yang telah memberikan ijin kegiatan Skripsi di Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran KSE Babarsari Yogyakarta.
6. Bapak Umar Sahiful Hidayat, M.Eng., selaku Koordinator Pelaksana Fungsi Reaktor Kartini, yang telah memberikan ijin pelaksanaan Skripsi di Reaktor Kartini.
7. Bapak Mahrus Salam, S.Si., M.Eng., selaku Manager Keselamatan, Bapak Argo Satrio Wicaksono, M.Eng., Sebagai PJ Operasi, Bapak Tri Nugroho H S., S.T., M.Eng., sebagai PJ Perawatan., yang telah mengijinkan pemakaian fasilitas dan peralatan yang diperlukan digunakan selama Skripsi di Reaktor Kartini.

8. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik Program Studi Fisika Angkatan 2021 sekaligus pembimbing I dalam skripsi yang senantiasa memberikan pengarahan dalam pelaksanaan sampai penyusunan skripsi ini selesai.
9. Bapak Ikhsan Shobari, ST., M.Eng. selaku pembimbing II dalam skripsi yang senantiasa memberikan arahan teknis serta menjadi motivasi bagi penulis untuk terus mengembangkan diri.
10. Bapak Ade Kurniawan, M.Si., Ph.D. serta Bapak Cecilia Yanuarief, M.Si. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan masukan terhadap penyempurnaan skripsi ini.
11. Seluruh Dosen Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan motivasi yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
12. Saudara/saudari Salma Khoirunnisa, Akmal Nur Sya'ban, Annas Mukhlisin dan M. Zaenal Arifin, Akbar Fitrianto yang senantiasa menjadi rekan diskusi, berbagi pemikiran, serta partner penelitian yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, sehingga skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun serta harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 10 Juli 2026



Penulis

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR SUHU PERMUKAAN AIR TANGKI REAKTOR KARTINI BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN SENSOR DS18B20

Achmad Yogi Mustajab
21106020025

INTISARI

Reaktor Kartini merupakan reaktor penelitian jenis TRIGA Mark II yang digunakan untuk penelitian, pelatihan dan pendidikan. Pemantauan suhu permukaan air pada tangki Reaktor Kartini merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga keselamatan operasional reaktor. Namun, sistem pemantauan yang ada saat ini masih memiliki keterbatasan, yaitu hanya aktif ketika reaktor beroperasi dan hanya dapat diakses melalui ruang kendali, sehingga kurang fleksibel untuk pemantauan suhu secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20. Tahapan perancangan dilakukan dengan membuat desain dari skema rangkaian, desain PCB, desain *casing*, dan desain perangkat lunak sebelum tahap pembuatan. Tahapan pembuatan dilakukan dengan merealisasikan desain yang telah dirancang meliputi pembuatan perangkat keras yang dilakukan dengan menyolder seluruh komponen elektronik pada PCB dan dirakit ke dalam *casing*, pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan membuat kode pemrograman menggunakan Arduino IDE. Tahapan pengujian dilakukan dengan pengambilan data suhu pada tangki Reaktor Kartini dan diolah dengan menghitung nilai dari akurasi dan presisi keterulangan. Hasil rancangan mencakup desain skema rangkaian, desain PCB, desain *casing* dan *flowcharts* pemrograman. Hasil dari pembuatan alat mencakup Subsistem perangkat keras yang terdiri dari sub subsistem sensor DS18B20, mikrokontroler ESP32, MCP4725, komunikasi RS485, dan TFTILI9488. Subsistem perangkat lunak terdiri dari sub subsistem pembacaan sensor, pemrosesan data serta pengiriman data ke LCD, komunikasi RS485 dan pengiriman data ke *IoT Google Drive*. Hasil pengujian menunjukkan nilai akurasi yang diperoleh adalah 98,41%. Adapun presisi keterulangannya sebesar 98,76 %. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini telah berhasil dirancang, dibuat dan diuji.

Kata kunci: DS18B20, suhu, Reaktor Kartini, ESP32, *IoT*

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WATER SURFACE TEMPERATURE
MEASUREMENT DEVICE FOR THE KARTINI REACTOR TANK BASED
ON ESP32 MICROCONTROLLER AND DS18B20 SENSOR**

**Achmad Yogi Mustajab
21106020025**

ABSTRACT

The Kartini Reactor is a TRIGA Mark II research reactor used for research, training, and education. Monitoring the water surface temperature of the Kartini Reactor tank is one of the important aspects in maintaining the operational safety of the reactor. However, the current monitoring system still has limitations, namely it is only active when the reactor is operating and can only be accessed through the control room, making it less flexible for real-time temperature monitoring. This study aims to design, build, and test a water surface temperature measuring instrument for the Kartini Reactor tank based on the ESP32 microcontroller and DS18B20 sensor. The design stage was carried out by creating the schematic circuit design, PCB design, casing design, and software design prior to the building stage. The building stage was carried out by realizing the completed designs, including hardware manufacturing by soldering all electronic components onto the PCB and assembling them into the casing, while software development was carried out by writing the program code using Arduino IDE. The testing stage was carried out by collecting temperature data at the Kartini Reactor tank and processing it by calculating the accuracy and repeatability precision values. The design results include the schematic circuit design, PCB design, casing design, and programming flowchart. The building results include a hardware subsystem consisting of sub-subsystems of the DS18B20 sensor, ESP32 microcontroller, MCP4725, RS485 communication, and TFT ILI9488. The software subsystem consists of sub-subsystems for sensor reading, data processing and transmission to the LCD, RS485 communication, and data transmission to IoT Google Drive. The test results show that the accuracy value obtained is 98.41% and the repeatability precision value is 98.76%. Based on these results, it is concluded that the water surface temperature measuring instrument for the Kartini Reactor tank has been successfully designed, built, and tested.

Keywords: DS18B20, temperature, Kartini Reactor, ESP32, IoT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II	10
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Studi Pustaka.....	10
2.2 Landasan Teori	17
2.2.1 Reaktor Kartini.....	17

2.2.2	Suhu	18
2.2.3	Sensor DS18B20	20
2.2.4	ESP32.....	21
2.2.5	MCP4725	23
2.2.6	TFTILI9488	24
2.2.7	Komunikasi RS485	24
2.2.8	Arduino IDE.....	25
2.2.9	<i>Internet of Things (IoT)</i>	27
2.2.10	<i>Google Drive</i>	28
2.2.11	Rata-rata Berjalan (<i>Moving average</i>).....	29
2.2.12	Akurasi	30
2.2.13	Presisi	31
BAB III		34
METODE PENELITIAN		34
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	34
3.2.1	Alat Penelitian	34
3.2.2	Bahan Penelitian.....	35
3.3	Prosedur Penelitian.....	36
3.3.1	Perancangan Alat.....	37
3.3.2	Pembuatan Alat	40
3.3.3	Kalibrasi Alat	43
3.3.4	Pengujian Alat.....	43
3.4	Sistematika Pembahasan Hasil Penelitian.....	46
3.4.1	Sistematika Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	46

3.4.2 Sistematika Pembahasan Hasil Pengujian Alat	46
BAB IV	48
HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4. 1 Hasil Penelitian	48
4.1.1 Hasil Perancangan Alat	48
4.1.2 Hasil Pembuatan Alat.....	50
4.1.3 Hasil Pengujian Alat	53
4. 2 Pembahasan.....	55
4.2.1 Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	55
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Alat	65
BAB V	68
PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	74

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tangki Reaktor Kartini (Kusumo, 2016).	17
Gambar 2.2 Sensor DS18B20 (Maxim Integrated, 2018).	20
Gambar 2.3 ESP32 (Espressif Systems, 2021).....	22
Gambar 2.4 MCP4725 (Microchip Technology, 2009)	23
Gambar 2.5 layar TFTILI9488 (ILITEK, 2021).....	24
Gambar 2.6 Komunikasi to RS485 (Maxim Integrated Products, 2014)	25
Gambar 2.7 Arduino IDE	26
Gambar 3. 1 Diagram blok	37
Gambar Lampiran 1.1 Diagram block perangkat keras	74
Gambar Lampiran 1.2 Perancangan skema rangkaian.....	75
Gambar Lampiran 1.3 Hasil skema rangkaian.....	75
Gambar Lampiran 1.4 Perancangan desain PCB menggunakan EasyEDA	76
Gambar Lampiran 1.5 Hasil perancangan PCB	76
Gambar Lampiran 1.6 Perancangan casing alat menggunakan SketchUp	77
Gambar Lampiran 1.7 Hasil perancangan casing.....	77
Gambar Lampiran 1.8 Hasil perancangan perangkat lunak.....	78
Gambar Lampiran 2.1 Persiapan alat dan bahan	79
Gambar Lampiran 2.2 Penyolderan pada papan PCB	79
Gambar Lampiran 2.3 pemasanganudukan pada casing.....	79
Gambar Lampiran 2.4 Hasil perangkat keras dari dalam	80
Gambar Lampiran 2.5 Hasil perangkat keras tampak dari sisi bawah.....	80
Gambar Lampiran 2.6 Hasil perangkat keras tampak dari atas	81
Gambar Lampiran 2.7 Pembuatan perangkat lunak.....	81

Gambar Lampiran 2.8 Tampilan pada TFTILI9488	86
Gambar Lampiran 2.9 Tampilan pada komunikasi RS485	86
Gambar Lampiran 2.10 Tampilan dashboard pada <i>Google Drive</i>	87
Gambar Lampiran 4.1 Proses pengambilan data di Reaktor Kartini	88
Gambar Lampiran 4.2 Pengambilan Data di Reaktor Kartini.....	89
Gambar Lampiran 4.3 Hasil pengambilan data	90
Gambar Lampiran 4.4 Penghitungan akurasi	92
Gambar Lampiran 4.5 data penghitungan akurasi	93
Gambar Lampiran 4.6 Hubungan alat pembanding dengan Alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini.....	93
Gambar Lampiran 4. 7 Penghitungan presisi keterulangan	93
Gambar Lampiran 4. 8 data penghitungan presisi keterulangan.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rincian Penelitian	34
Tabel 3.2 Peralatan untuk perancangan alat	35
Tabel 3.3 Peralatan untuk pembuatan alat	35
Tabel 3.4 Peralatan untuk menguji alat	35
Tabel 3.5 Bahan untuk pembuatan alat.....	36
Tabel 3.6 Bahan untuk menguji alat	36
Tabel 3.7 Data kalibrasi sensor DS18B20	43
Tabel 3.8 Pengambilan data.....	44
Tabel 3.9 Pengujian keluaran analog	45
Tabel 4. 1 Format data RS485	52
Tabel 4. 2 Hasil penghitungan akurasi.....	53
Tabel 4. 3 Hasil penghitungan presisi keterulangan.	54
Tabel Lampiran 3.1 Data kalibrasi sensor DS18B20 terhadap termometer	88
Tabel Lampiran 4. 1 Data olah (data mentah)	90
Tabel Lampiran 4. 2 Data pengujian keluaran Analog	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Reaktor nuklir merupakan suatu fasilitas yang menghasilkan energi panas dan radiasi melalui reaksi fisi inti atom bahan bakar nuklir yang berlangsung secara berantai dan terkendali di dalam teras reaktor. Teras reaktor tersusun atas beberapa komponen utama, yaitu sumber neutron, bahan bakar nuklir, *moderator*, reflektor, batang kendali, dan bahan pendingin (Kuntoro dkk, 2023). Hasil pengoperasian reaktor nuklir dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai dengan tujuan operasinya.

Pengoperasian reaktor nuklir menghasilkan dua produk yang sangat penting, yaitu neutron dan energi panas. Reaktor nuklir yang memanfaatkan energi panasnya, baik untuk listrik maupun untuk industri, disebut reaktor daya. Penggunaan reaktor daya biasanya digunakan dalam instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Reaktor yang memanfaatkan fluks neutron dan membuang energi panasnya disebut dengan reaktor penelitian. Reaktor penelitian memanfaatkan neutron untuk berbagai bidang penelitian, produksi radioisotop, dan keperluan industri. Pada umumnya reaktor penelitian memiliki fluks neutron yang tinggi, tetapi daya yang relatif rendah, berkisar dari orde watt hingga beberapa megawatt (Kuntoro dkk, 2023). Saat ini, reaktor penelitian sudah banyak digunakan diberbagai negara khususnya indonesia.

Reaktor-reaktor di Indonesia dikelola oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) melalui Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran (DPFK). Saat

ini, DPFK mengoperasikan tiga fasilitas reaktor riset utama, yaitu Reaktor Kartini di Yogyakarta, Reaktor Triga 2000, dan Reaktor Serbaguna GA. Siwabessy (RSG-GAS) di Serpong (Antariksawan, 2016). Ketiga reaktor ini digunakan untuk mendukung berbagai kegiatan penelitian, pengembangan, dan aplikasi teknologi nuklir di Indonesia.

Salah satu dari ketiga reaktor riset adalah Reaktor Kartini, yang memiliki peran strategis dalam mendukung kegiatan penelitian ini. Reaktor Kartini merupakan salah satu fasilitas di bawah Direktorat Pengelolaan fasilitas Ketenaganukliran (DPFK). Reaktor Kartini digunakan untuk penelitian, pelatihan dan pendidikan. Reaktor Kartini beroperasi pada daya 100 kW, dengan daya maksimal 250 kW, dan telah berkontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi nuklir di Indonesia selama lebih dari empat dekade (Rosyid dkk, 2013). Reaktor Kartini memiliki bagian-bagian utama dan pendukung, yaitu Sistem Teras Reaktor, Sistem Instrumentasi dan Kendali (SIK), Sistem Pendingin dan Sistem Bantu, yang masing-masing berperan penting dalam mendukung pengoperasian reaktor. Mengingat peran dan fungsi strategis Reaktor Kartini dalam mendukung berbagai kegiatan penelitian, pendidikan, dan pelatihan, aspek keselamatan operasional menjadi prioritas utama yang harus selalu dijaga.

Keamanan tangki Reaktor Kartini menjadi hal yang utama untuk dijaga. Gangguan pada tangki, seperti kebocoran atau peningkatan suhu berlebih (overheat) dapat menimbulkan risiko serius terhadap keselamatan operator maupun lingkungan sekitar. Sistem keamanan Reaktor Kartini telah dirancang dengan baik untuk menjaga keselamatan dan mencegah bahaya di sekitarnya. Upaya menjaga

keselamatan ini sejalan dengan pesan moral yang terdapat dalam Surah Al-Mā'idah ayat 32, yang menegaskan pentingnya melindungi kehidupan manusia:

جَمِيعًا ٱلنَّاسَ قَتَلَ فَكَأَنَّمَا ٱلْأَرْضُ فِى فُسَادٍ أَوْ نَفْسٍ بِغَيْرِ نَفْسٍ قَتَلَ مَنْ

"Barang siapa membunuh seorang manusia bukan karena orang itu (membunuh) orang lain, atau bukan karena membuat kerusakan di muka bumi, maka seakan-akan dia telah membunuh seluruh manusia." (Kementrian Agama, 2019)

Kutipan ayat di atas mengandung pesan moral bahwa nyawa manusia memiliki nilai yang sangat tinggi dalam Islam, sehingga segala bentuk ancaman terhadap keselamatan jiwa harus dihindari. Dalam konteks pengelolaan sistem berisiko tinggi seperti reaktor nuklir, prinsip kehati-hatian menjadi bentuk nyata untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang dapat membahayakan jiwa maupun sekitarnya (Katsir, 2000). Prinsip ini sangat relevan diterapkan dalam berbagai bidang terutama yang memiliki risiko tinggi seperti pengoperasian sistem nuklir.

Sejalan dengan pesan ayat tersebut, keamanan tangki reaktor dan kestabilan suhu air merupakan faktor utama dalam menjamin keselamatan operasional reaktor. Pemantauan suhu secara akurat sangat penting untuk mencegah fluktuasi yang dapat mengganggu kinerja sistem pendingin dan membahayakan tangki reaktor. Oleh karena itu, sistem pemantauan suhu yang andal dapat menjamin keselamatan reaktor secara menyeluruh.

Saat ini, sistem pendingin di Reaktor Kartini menggunakan *heat exchanger* atau penukar panas. Sistem ini efektif dalam menjaga suhu tetap dalam batas aman, namun pemantauan suhu yang terbarukan diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan responsivitas terhadap perubahan kondisi. Meskipun suhu dalam reaktor stabil, adanya fluktuasi kecil akibat perubahan beban kerja atau kondisi lingkungan dapat

mempengaruhi performa reaksi. Oleh karena itu, implementasi teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan suhu *realtime* menjadi sangat penting.

Pada kesempatan kali ini, dilakukan pengembangan alat untuk memantau suhu pada tangki reaktor, yaitu pengembangan alat pengukur suhu permukaan air tangki reaktor berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20. Alat ini dirancang menggunakan metode rata-rata berjalan untuk mengurangi fluktuasi akibat perubahan suhu, konversi tegangan menggunakan MCP4725 yang memungkinkan diintegrasikan pada peralatan instrumentasi lain yang ada di Reaktor Kartini dengan didukung komunikasi RS485, dan sistem pemantuan berbasis *IoT Google Drive*. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem pemantauan, memperkuat aspek keamanan, serta mendukung analisis data yang lebih efektif dalam pengelolaan suhu tangki reaktor.

Alat ini menggunakan sensor DS18B20 yang berfungsi sebagai pengukur suhu secara digital. Kelebihan sensor ini memiliki sistem protokol komunikasi *1-wire* dan ID unik pada setiap sensor, memungkinkan banyak sensor digunakan pada satu jalur data untuk memantau suhu di berbagai titik sekaligus. Sensor ini mampu mengukur suhu dalam rentang -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat resolusi yang dapat disesuaikan antara 9 hingga 12 bit. Kemampuan ini memungkinkan deteksi suhu dengan ketelitian tinggi (Maxim Integrated, 2018). Data suhu yang diperoleh akan langsung dikirim dan dibaca oleh mikrokontroler ESP32.

Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 yang mampu menjalankan berbagai fungsi pemrosesan data secara efisien. Ukurannya yang relatif kecil memudahkan untuk diintegrasikan ke berbagai perangkat. ESP32 mendukung

output berupa analog dan digital dengan pin ADC (*Analog to digital converter*) dan DAC (*digital to analog converter*). ESP32 memiliki fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, menjadikannya sangat ideal untuk aplikasi sistem pemantauan suhu berbasis *Internet of Things (IoT)*. Dalam sistem, ESP32 berperan sebagai unit kendali utama yang menerima data suhu dari sensor DS18B20 melalui komunikasi digital (Espressif Systems, 2021). Untuk mendukung pengolahan data, digunakanlah metode rata-rata berjalan.

Metode rata-rata berjalan merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk mereduksi fluktuasi data dalam jangka pendek, dengan cara menghitung nilai rata-rata dari sejumlah data terbaru dalam suatu rentang waktu tertentu. Tujuannya adalah untuk memperhalus data agar pola atau tren jangka panjang lebih mudah dikenali. Penggunaan metode *moving average* berperan penting dalam meningkatkan kualitas data suhu yang diperoleh dari sensor, terutama saat sinyal yang diterima cenderung fluktuatif akibat gangguan lingkungan atau ketidakstabilan perangkat. Dengan demikian, metode ini mendukung sistem pengukuran yang lebih andal dan presisi dalam memantau kondisi suhu air secara *realtime* (Hyndman dan Athanasopoulos, 2022)

Selain itu, penelitian ini juga dilengkapi dengan modul konverter digital-ke-analog MCP4725 yang berfungsi mengonversi nilai suhu hasil pengolahan data menjadi tegangan analog pada rentang 0–5 V, sehingga keluaran alat dapat diintegrasikan langsung dengan peralatan instrumentasi lain yang ada di Reaktor Kartini seperti PLC (*Programmable Logic Controller*) atau modul akuisisi data yang hanya menerima masukan dalam bentuk sinyal analog. Untuk mendukung

transmisi data jarak jauh, alat juga dilengkapi dengan modul komunikasi UART to RS485 yang memungkinkan data suhu dikirimkan melalui kabel menuju monitor di ruang kendali reaktor. Protokol komunikasi RS485 dipilih karena memiliki ketahanan tinggi terhadap gangguan elektromagnetik (*noise*) yang umum ditemui pada lingkungan fasilitas nuklir, serta mampu mengirimkan data pada jarak jauh tanpa mengalami degradasi sinyal yang signifikan (Maxim Integrated Products, 2014). Tak hanya itu, data yang diperoleh juga dapat dipantau secara daring melalui *dashboard Google Drive*.

Untuk mendukung pengiriman data secara daring, diperlukan platform penyimpanan yang andal dan mudah diakses, yaitu *IoT Google Drive* yang berfungsi sebagai penyimpanan data secara *online* berbasis *cloud*. Keunggulan utama *Google Drive* adalah kemudahan dalam mengakses, menyimpan dan membagikan data secara *realtime* tanpa memerlukan infrastruktur server sendiri. Nilai suhu dikirim secara periodik ke *Google Drive* melalui koneksi *Wi-Fi* melalui *spreadsheets* sebagai penerima data sehingga proses monitoring suhu tangki reaktor tidak hanya dilakukan secara lokal (Seal, 2025).

Sebelum dirangkai secara fisik, tahap perancangan perlu dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun berfungsi secara optimal dan aman. Tanpa perancangan yang matang, pembuatan alat berisiko mengalami kendala. Alat yang sudah dirancang selanjutnya dilakukan pengecekan pada setiap komponen untuk memastikan tidak ada kendala atau masalah.

Selanjutnya adalah proses pengujian yang akan dilakukan setelah alat pengukur suhu permukaan air tangki reaktor berhasil dibuat, tujuan dilakukan

pengujian adalah alat mampu berfungsi dengan baik. Data yang dikirim menggunakan *IoT* harus diuji untuk memastikan konektivitas internet, stabilitas pengiriman, dan kemampuan sistem dalam menangani gangguan koneksi. Pengujian data juga dilakukan untuk mengevaluasi akurasi pembacaan suhu dan ketahanan terhadap radiasi lingkungan. Dengan demikian, pengujian alat bertujuan untuk menghasilkan perangkat yang akurat, dan presisi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang penelitian, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang akan diteliti, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil rancangan alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.
2. Bagaimana hasil pembuatan alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.
3. Bagaimana hasil pengujian alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini yang telah dibuat berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini disusun guna memberikan arah dan fokus yang jelas untuk menjawab permasalahan dengan baik. Berikut merupakan tujuan dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Merancang alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.

2. Membuat alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.
3. Menguji alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian, maka diperlukan batasan-batasan penelitian. Berikut merupakan batasan-batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang dan membuat program alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20 yaitu Arduino IDE versi 2.3.4.
2. Objek pengukuran pada penelitian ini adalah tangki Reaktor Kartini dengan variabel suhu
3. Penelitian ini menggunakan tiga sensor DS18B20 yang dipasang bersebelahan pada titik pengukuran yang sama, tidak membahas penggunaan sensor pada beberapa titik berbeda.
4. Data suhu dikirimkan melalui *Google Drive* untuk pemantauan berbasis *IoT* secara langsung.
5. Variabel terikat meliputi akurasi dan presisi keterulangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan ini memiliki beberapa manfaat di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Membantu memantau kondisi suhu pada tangki Reaktor Kartini secara *realtime*.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem instrumentasi berbasis *IoT* untuk fasilitas nuklir.
3. Menyediakan data historis suhu air yang tersimpan otomatis, sehingga dapat digunakan untuk keperluan analisis tren evaluasi jangka panjang.
4. Menambah tingkat keamanan tangki Reaktor Kartini

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian tentang rancang bangun alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20 telah berhasil dilakukan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan Sensor DS18B20 telah berhasil dirancang. Rancangan mencakup desain skema rangkaian, desain PCB, desain *casing* dan *flowcharts* pemograman.
- 2) Alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor DS18B20 telah berhasil dibuat. Subsistem perangkat keras alat terdiri dari sub subsistem sensor DS18B20, mikrokontroler ESP32, MCP4725, komunikasi RS485, dan TFTILI9488. Subsistem perangkat lunak terdiri dari sub subsistem pembacaan sensor, pemrosesan data serta pengiriman data ke LCD, komunikasi RS485 dan pengiriman data ke *IoT Google Drive*.
- 3) Alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini telah berhasil diuji. Nilai akurasi yang diperoleh adalah 98,41%. Adapun presisi keterulangannya sebesar 98,76 %

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut.

- 1) Pada saat pengujian perlu dibuatkanudukan yang kuat pada area tangki reaktor agar media penempatan alat pengukur suhu permukaan air tangki Reaktor Kartini yang digunakan aman.
- 2) Pengujian dilakukan pada titik pengukuran yang sama
- 3) Perlu dipertimbangkan untuk penggantian *powerbank* karena keterbatasan *powerbank* yang tidak dapat digunakan saat sedang mengisi daya (*pass-through charging*) perlu menjadi perhatian dalam operasi jangka panjang, sehingga perlu dipertimbangkan pergantian *powerbank* dengan kapasitas yang baterai yang lebih besar.
- 4) Perlu dikembangkan sumber daya permanen dengan keterbaruan panel surya sebagai catu daya mandiri.
- 5) Perlu dilakukan keterbaruan untuk dikembangkan aplikasi progam HMI di komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mamun, M. R., Ashik-E-Rabbani, M., Haque, M. M., & Upoma, S. M. (2024). IoT-based real-time biofloc monitoring and controlling system. *Smart Agricultural Technology*, 9(July), 100598. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100598>
- Antariksawan. (2016). Nuclear security culture and Batan's assessment: Batan's experience. *International Journal of Nuclear Security*, 2(2).
- Arkundato. (2018). *Pengukuran dan Ketidakpastian* (M. Fisika (ed.); Vol. 3, Nomor 1).
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). Akurasi (ketepatan dan presisi) dari metode dan hasil pengukuran. *Bsn.Go.Id*, 2023. <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/12366>
- Fraden, J. (2016). *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications*. 68 In *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. Springer.
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897/39982>
- Hyndman, R & Athanasopoulos, G. (2022). Forecasting: Principles and Practice. *Forecasting: Principles and Practice*, 237. https://rpubs.com/Sergio_Garcia/forecasting_r_part_4

- ILITEK. (2021). *ILI9488 Specification*. 320(38).
<https://www.displayfuture.com/Display/datasheet/controller/ILI9488.pdf>
- J. Ridwan, P. Maulida, W. R. (2023). *PROTOTYPE OF AN IOT-BASED MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR*. 1–6.
- Kalamaras, S. D., Tsitsimpikou, M. A., Tzenos, C. A., Lithourgidis, A. A., Pitsikoglou, D. S., & Kotsopoulos, T. A. (2025). A Low-Cost IoT System Based on the ESP32 Microcontroller for Efficient Monitoring of a Pilot Anaerobic Biogas Reactor. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(1).
<https://doi.org/10.3390/app15010034>
- Katsir, I. (2000). *Tafsir al-Qur'an al-'Azhim*.
- Kom, M. M. (2022). *BUKU AJAR TEKNOLOGI KOMUNIKASI INTERNET (Internet of Things)* (Nomor April).
- Kuntoro, I., Pinem, S., & M. Sembiring, T. (2023). Pengenalan Ilmu Fisika dalam Operasi Reaktor Nuklir. In *BRIN*.
- Kusumo, H. (2016). Reaktor Nuklir Non-Daya Jenis Triga. *Badan Tenaga Nuklir Nasional*.
- M. Yusuf, G. Priyandoko, S. S. (2022). Prototipe Sistem Monitoring dan Controlling HSD Tank PLTGU Grati Berbasis IoT. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 159–168.
- Maxim Integrated, I. (2018). DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. *Datasheet DS18B20*, 92, 1–27.
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20.html>

- Maxim Integrated Products, I. (2014). RS-485 / RS-422 Transceivers. *Current*, 1–17. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1487-MAX491.pdf>
- Microchip Technology. (2009). *MCP-4725 Datasheet*. 1–50.
- Morris, A. S., & Langari, R. (2012). *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*. Elsevier.
- P.I. WAHYONO, U. S. H. (2006). TRIGA KARTINI REACTOR FOR EDUCATION AND TRAINING. *Center for Accelerator Science and Techonology National Nuclear Energy Agency of Indonesia*, 1–2.
- Rosyid, M., Hdayat, N., dan J. (2013). Simulator Reaktor Kartini Sebagai Alat Peraga Operasi Reaktor Penelitian Tipe Triga Mark II. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 7(2), 164–170.
- Salahudin, Yusman, Rusli, Bakhtiar, Munazzar, S., Jufriadi, & Saputra, R. (2026). *Implementation of DS18B20 Temperature Sensor In Esp32 And I2C LCD Based Iot Monitoring System For Mechatronics*. 5(1), 5–13.
- Santoso, H. (2020). *Dasar-dasar arduino*. December.
- Seal, A. (2025). *Cloud Computing : Concepts, Technologies, and Applications*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15301101>
- Setiawan, Y. S. & W. (2003). PENGUKURAN REAKTIVITAS BATANG KENDALI REAKTOR KARTINI DENGAN DSP 56001 MOTOROLA. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN Yogyakarta*, 55–51.
- Systems, E. (2021). E-BOOK ESP32 Series Datasheet. *Espressif Systems*, 1–60. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet

_en.pdf

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2019). University Physics with Modern Physics
in SI Units. In *Pearson*.

