

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN KOTAK PENDINGIN PENYIMPANAN
MAKANAN MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER*
DAN *FUZZY LOGIC CONTROL* BERBASIS ARDUINO**



DISUSUN OLEH:

HARITS NURDZATI

1513618033

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

HALAMAN JUDUL

RANCANG BANGUN KOTAK PENDINGIN PENYIMPANAN
MAKANAN MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER*
DAN *FUZZY LOGIC CONTROL* BERBASIS ARDUINO



DISUSUN OLEH:
HARITS NURDZATI
1513618033

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan
Menggunakan *Thermoelectric Cooler* dan *Fuzzy Logic Control*
Berbasis Arduino

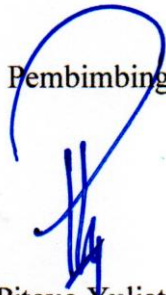
Penyusun : Harits Nurdzati

NIM : 1513618033

Tanggal Ujian : 25 Juli 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T.

NIP. 196807081994031003

Pembimbing II,



Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

NIP. 199611062024061001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,



Dr. Arum Setyowati, M.T.

NIP. 197309151999032002

Sekretaris,



Radimas Putra Muhammad

Davi Labib, S.T., M.T.

NIP. 199407102025061003

Dosen Ahli,



Drs. Jusuf Bintoro, M.T.

NIP. 196101081987031003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, M.T.

NIP. 198305022008011006

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 28 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Harits Nurdzati

No. Reg. 1513618033



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Harits Nurdzati
NIM : 1513618033
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik – Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : hnurdzati@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

Rancang Bangun Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan Menggunakan *Thermoelectric Cooler* Dan *Fuzzy Logic Control* Berbasis Arduino

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 01 Agustus 2025

Penulis,

(Harits Nurdzati)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga peneliti mampu menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan Menggunakan *Thermoelectric Cooler* dan *Fuzzy Logic Control* Berbasis Arduino”.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Baso Maruddani, M.T. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Bapak Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Muhamad Wahyu Iqbal, M.T. selaku dosen pembimbing II.
3. Orang tua beserta keluarga dan teman-teman yang telah memberikan doa dan dukungan.
4. Teman-teman yang telah membantu dalam penyusunan proposal penelitian.

Peneliti berharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dari pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan proposal skripsi ini. Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan proposal skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi penulisan maupun isi penelitian. Peneliti berharap semoga penelitian ini yang berjudul “Rancang Bangun Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan Menggunakan *Thermoelectric Cooler* dan *Fuzzy Logic Control* Berbasis Arduino” dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak lainnya.

Jakarta, 28 Juli 2025



Harits Nurdzati

NIM. 1513618033

RANCANG BANGUN KOTAK PENDINGIN PENYIMPANAN MAKANAN MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* DAN *FUZZY LOGIC CONTROL* BERBASIS ARDUINO

Harits Nurdzati

Dosen Pembimbing: Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T. dan Muhamad Wahyu

Iqbal, M.T.

ABSTRAK

Indonesia memiliki iklim tropis dengan suhu dan kelembapan tinggi sepanjang tahun yang dapat memengaruhi daya tahan makanan, sehingga perlu disimpan pada suhu yang ideal agar memperlambat proses pertumbuhan mikroorganisme penyebab pembusukan pada makanan. Kotak pendingin konvensional yang memakai es batu belum mampu menjaga suhu tetap stabil di kondisi ideal. Untuk itu, diperlukan sistem pendingin aktif seperti *thermoelectric cooler*. Agar suhu tetap terjaga di kondisi ideal, *thermoelectric cooler* perlu dikendalikan dengan sistem yang tepat. *Fuzzy logic control* dapat diimplementasikan dalam sistem pendingin untuk menjaga stabilitas temperatur kotak pendingin. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun kotak pendingin penyimpanan makanan menggunakan *thermoelectric cooler* dan *fuzzy logic control* berbasis arduino untuk menyimpan dan menjaga kualitas makanan agar tetap layak dikonsumsi dalam jangka panjang. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode *Research & Development* (R&D). Penelitian menggunakan model penelitian Borg & Gall dengan 4 tahapan awal saja. Perancangan kotak pendingin penyimpanan makanan menggunakan Arduino UNO R3, DS18B20, modul *voltage divider*, modul ACS712, LED, OLED 0,96 inci, modul AOD4184, TEC1-12706, dan kipas DC. *Fuzzy logic control* sebagai penstabil temperatur. Kotak pendingin penyimpanan makanan yang dikembangkan menggunakan baterai Li-Ion 18650 BMS 3S 12 V 20A dengan kapasitas 21.600 mAh yang dapat beroperasi selama 95 menit tanpa terhubung ke sumber daya eksternal sehingga kotak pendingin bersifat portabel dan dapat diisi ulang. Hasil penelitian menunjukkan penyimpanan makanan berupa puding menggunakan kotak pendingin berhasil memperlambat proses oksidasi dan pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan makanan di temperatur $\pm 2^{\circ}\text{C}$ s.d. $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Penggunaan *fuzzy logic control* pada kotak pendingin penyimpanan makanan berhasil menghemat daya dan energi sekitar 36% dibandingkan kotak pendingin penyimpanan makanan tanpa *fuzzy logic control*.

Kata Kunci: Arduino, *Fuzzy Logic Control*, Kotak Pendingin, *Research & Development*, *Thermoelectric Cooler*.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF FOOD STORAGE COOLING BOX WITH THERMOELECTRIC COOLER AND FUZZY LOGIC CONTROL BASED ON ARDUINO

Harits Nurdzati

Thesis Advisor: Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T. dan Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

ABSTRACT

Indonesia has a tropical climate characterized by high temperatures and humidity throughout the year, which significantly affects food preservation. To inhibit the growth of spoilage-causing microorganisms, food products must be stored at optimal temperatures. Conventional cooler boxes that rely on ice are generally unable to maintain a stable temperature within the ideal range. Therefore, an active cooling system such as a thermoelectric cooler is necessary. To ensure the temperature remains within the ideal range, the thermoelectric cooler must be controlled by a precise and responsive control system. Fuzzy logic control can be implemented to the cooling system to ensure stable temperature conditions inside the cooler box. The objective of this research is to design and develop a food storage cooling box with thermoelectric cooler and fuzzy logic control based on Arduino to store and maintain the quality of food so that it remains suitable for consumption over an extended period. This research is conducted using the Research and Development (R&D) method. This research adopts the Borg & Gall model, limited to the first four stages only. The cooling box is designed using Arduino UNO R3, DS18B20, voltage divider module, ACS712 module, LED, OLED display 0.96 inch, AOD4184 module, TEC1-12706 Peltier module, and DC fan. Fuzzy logic control is implemented to stabilize the temperature. The developed food storage cooling box utilizes a Li-Ion 18650 BMS 3S 12V 20A battery with a capacity of 21,600 *mAh*, it capable of operating for 95 minutes without being connected to external power source making the system portable and rechargeable. This research results show that storing food in the form of pudding using a cooling box effectively delayed the oxidation process and inhibited the growth of spoilage-causing bacteria at temperatures of approximately $\pm 2^{\circ}\text{C}$ to $\pm 4^{\circ}\text{C}$. The implementation of fuzzy logic control in the food storage refrigeration system achieved an energy and power savings of approximately 36% compared to a system without fuzzy logic control.

Keyword: Arduino, Fuzzy Logic Control, Cooling Box, Research & Development (R&D), Thermoelectric Cooler.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Konsep Pengembangan Produk.....	6
2.2 Konsep Produk Yang Dikembangkan	9
2.3 Kerangka Teoritik.....	11
2.3.1 Kotak Pendingin (Cooling Box).....	11
2.3.2 Puding	12
2.3.3 Arduino	13
2.3.4 <i>Fuzzy Logic</i>	15
2.3.5 <i>Thermoelectric Cooler</i>	19
2.3.6 Modul MOSFET AOD4184.....	20
2.3.7 LED	25
2.3.8 <i>OLED Display 0,96 Inchi</i>	27
2.3.9 <i>DS18B20 Waterproof</i>	32

2.3.10	Modul ACS712	34
2.3.11	Modul <i>Voltage Divider</i> 0 TO 25 V DC.....	36
2.3.12	Baterai Lithium-Ion.....	39
2.3.13	Modul LM2596 Step Down DC-DC.....	40
2.4	Rancangan Produk.....	41
2.4.1	Diagram Blok Sistem	41
2.4.2	Diagram Alir Sistem	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		45
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.2	Metode Pengembangan Produk.....	45
3.2.1	Tujuan Pengembangan	45
3.2.2	Metode Pengembangan	45
3.2.3	Sasaran Produk.....	46
3.2.4	Instrumen	46
3.3	Prosedur Pengembangan	47
3.3.1	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi	47
3.3.2	Tahap Perencanaan.....	47
3.3.3	Tahap Desain Produk	57
3.4	Teknik Pengumpulan Data	58
3.5	Teknik Analisis Data	58
3.5.1	Kriteria Pengujian Sumber Tegangan	58
3.5.2	Kriteria Pengujian Temperatur Tanpa Beban	59
3.5.3	Kriteria Pengujian Temperatur Dengan Beban	59
3.5.4	Kriteria Pengujian Pada TEC1-12706 dan Kipas DC.....	59
3.5.5	Kriteria Pengujian Pada Modul <i>Voltage Divider</i>	60
3.5.6	Kriteria Pengujian Pada Modul ACS712	60
3.5.7	Kriteria Pengujian Pada OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	61
3.5.8	Kriteria Pengujian Pada LED.....	61
3.5.9	Kriteria Pengujian Pada Puding Di Suhu Ruang.....	61
3.5.10	Kriteria Pengujian Pada Puding Di Dalam Kotak Pendingin.....	62
3.5.11	Kriteria Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin.....	62
3.5.12	Kriteria Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin Tanpa <i>Fuzzy Logic</i>	62
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		64

4.1	Hasil Pengembangan Produk.....	64
4.1.1	Langkah Penggunaan Produk.....	64
4.1.2	Hasil Rancangan Produk.....	64
4.2	Kelayakan Produk	65
4.3	Efektivitas Produk	66
4.3.1	Hasil Pengujian Sumber Tegangan	66
4.3.2	Hasil Pengujian Temperatur Tanpa Beban	66
4.3.3	Hasil Pengujian Temperatur Dengan Beban.....	67
4.3.4	Hasil Pengujian Pada TEC1-12706 Dan Kipas DC	68
4.3.5	Hasil Pengujian Pada Modul <i>Voltage Divider</i>	69
4.3.6	Hasil Pengujian Pada Modul ACS712	70
4.3.7	Hasil Pengujian Pada OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	71
4.3.8	Hasil Pengujian Pada LED.....	71
4.3.9	Hasil Pengujian Pada Puding Di Suhu Ruang.....	72
4.3.10	Hasil Pengujian Pada Puding Di Dalam Kotak Pendingin.....	73
4.3.11	Hasil Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin.....	74
4.3.12	Hasil Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin Tanpa <i>Fuzzy Logic</i>	75
4.4	Pembahasan.....	75
4.5	Aplikasi Hasil Penelitian	79
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Implikasi.....	80
5.3	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		85

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Spesifikasi Arduino UNO R3	14
2.2	Spesifikasi TEC1-12706	20
2.3	Spesifikasi Modul MOSFET AOD4184	21
2.4	Spesifikasi LED	25
2.5	Spesifikasi OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	28
2.6	Spesifikasi DS18B20 <i>Waterproof</i>	33
2.7	Spesifikasi Modul ACS712	35
2.8	Spesifikasi Modul <i>Voltage Divider</i> 0-25 V DC	37
2.9	Spesifikasi Baterai Li-Ion 18650	39
2.10	Spesifikasi Modul LM2596	40
3.1	Instrumen Penelitian	46
3.2	Daftar Subsistem (Input dan Output)	49
3.3	Konfigurasi Pin dan <i>Wiring</i> Sistem	50
3.4	Variabel <i>Fuzzy Logic</i> Pada Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	52
3.5	Himpunan Input <i>Fuzzy</i> Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	53
3.6	Himpunan Output <i>Fuzzy</i> Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	53
3.7	Rule <i>Fuzzy</i> Pada Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	53
3.8	Kriteria Pengujian Sumber Tegangan	59
3.9	Kriteria Pengujian Temperatur Tanpa Beban	59
3.10	Kriteria Pengujian Temperatur Dengan Beban	59
3.11	Kriteria Pengujian TEC1-12706 dan Kipas DC	60
3.12	Kriteria Pengujian Modul <i>Voltage Divider</i>	60
3.13	Kriteria Pengujian Modul ACS712	60
3.14	Kriteria Pengujian OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	61

3.15	Kriteria Pengujian LED	61
3.16	Kriteria Pengujian Pada Puding Di Suhu Ruang	62
3.17	Kriteria Pengujian Pada Puding Di Dalam Kotak Pendingin	62
3.18	Kriteria Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin	62
3.19	Kriteria Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin Tanpa <i>Fuzzy Logic</i>	63
4.1	Pengujian Sumber Tegangan	66
4.2	Pengujian Temperatur Tanpa Beban	67
4.3	Pengujian Temperatur Dengan Beban	67
4.4	Pengujian Pada TEC1-12706 Dan Kipas DC	68
4.5	Pengujian Pada Modul <i>Voltage Divider</i>	69
4.6	Pengujian Pada Modul ACS712	70
4.7	Pengujian Pada OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	71
4.8	Pengujian Pada LED	71
4.9	Pengujian Pada Puding Di Suhu Ruang	72
4.10	Pengujian Pada Puding Di Dalam Kotak Pendingin	73
4.11	Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin	74
4.12	Pengujian Energi Pada Kotak Pendingin Tanpa <i>Fuzzy Logic</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Langkah-Langkah Penggunaan Metode Pengemban <i>Research & Development (R&D)</i> menurut Sugiyono (2020)	6
2.2	Langkah-Langkah Penelitian dan Pengembangan Menurut Borg & Gall (2003)	8
2.3	Kotak Pendingin (<i>Cooler Box</i>)	11
2.4	Puding	12
2.5	Arduino UNO R3	13
2.6	<i>Pinout</i> Arduino UNO R3	14
2.7	Tampilan Antarmuka Arduino IDE Versi 2.3.6	15
2.8	Tahapan <i>Fuzzy Logic</i>	16
2.9	Jenis Fungsi Keanggotaan Dalam <i>Fuzzy Logic</i>	17
2.10	Desain <i>Thermoelectric Cooler</i>	19
2.11	TEC1-12706	20
2.12	Modul MOSFET AOD4184	21
2.13	<i>Pinout</i> Modul AOD4184	21
2.14	Rangkaian Integrasi Modul AOD4184 + TEC1-12706 Dengan Arduino UNO R3	22
2.15	Rangkaian Integrasi Modul AOD4184 + Kipas DC 12 V Dengan Arduino Uno R3	22
2.16	<i>Light Emitting Diode</i> (LED)	25
2.17	Simbol LED	25
2.18	Rangkaian Integrasi LED Dengan Arduino UNO R3	26
2.19	OLED <i>Display</i> 0,95 Inchi	28
2.20	<i>Pinout</i> OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi	28
2.21	Rangkaian Integrasi OLED <i>Display</i> 0,96 Inchi Dengan Arduino UNO R3	29
2.22	DS18B20 <i>Waterproof</i>	32
2.23	<i>Pinout</i> DS18B20	32

2.24	Rangkaian Integrasi DS18B20 Dengan Arduino UNO R3	33
2.25	Modul ACS712	35
2.26	<i>Pinout</i> Modul ACS712	35
2.27	Rangkaian Integrasi Modul ACS712 Dengan Arduino UNO R3	35
2.28	Modul <i>Voltage Divider</i> 0-25 V DC	37
2.29	<i>Pinout</i> Modul Voltage Divider 0-25 V DC	37
2.30	Rangkaian Integrasi Modul <i>Voltage Divider</i> 0-25 V DC Dengan Arduino UNO R3	38
2.31	Baterai Li-Ion 18650	39
2.32	Modul LM2596	40
2.33	<i>Pinout</i> Modul LM2596	40
2.34	Diagram Blok Sistem	41
2.35	Diagram Alir Sistem	43
3.1	Langkah-Langkah Penelitian yang Digunakan Dalam Penelitian	45
3.2	Arduino UNO R3 dan Skematiknya	48
3.3	Battery Pack + BMS 3S 21600 mAh	49
3.4	Desain Wiring Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	50
3.5	Skematik Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	51
3.6	Tampilan Antarmuka Arduino IDE	52
3.7	Tampilan Perancangan Diagram <i>Fuzzy Inference System</i>	54
3.8	Tampilan Perancangan Input DS18B20	54
3.9	Tampilan Perancangan Input Baterai	55
3.10	Tampilan Perancangan Output AOD4184	55
3.11	Tampilan Perancangan <i>Rule Fuzzy Logic</i>	55
3.12	Pengujian Simulasi Pertama	56
3.13	Pengujian Simulasi Kedua	57
3.14	Desain Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	57
	Produk Kotak Pendingin Penyimpanan Makanan	
4.1	Menggunakan Thermoelectric Cooler dan Fuzzy Logic Control Berbasis Arduino	65

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Lembar Kelayakan Judul Skripsi	86
Lampiran 2	Dokumentasi Penelitian	87
Lampiran 3	Sketch Program Arduino IDE	88
Lampiran 4	Daftar Riwayat Hidup	95

