

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI SETRIKA LISTRIK KONVENSIONAL MENJADI SETRIKA LISTRIK DIGITAL DENGAN KONTROL SUHU MENGGUNAKAN PID

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Elektro*



Disusun Oleh:

FADHLURLAH ALLAM SANI

NIM 3103230006

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

“Modifikasi setrika listrik konvensional menjadi setrika listrik digital dengan kontrol suhu menggunakan PID”

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Elektro*

Oleh:

FADHLURLAH ALLAM SANI

NIM: 3103230006

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

Tanggal Ujian: 03 Februari 2026

Periode Wisuda: XXIII

1. 
(**Marzuarman, SSi., ST.**)
NIP. 199003122019031017 (Pembimbing)
2. 
(**Agustiawan, S.ST., M.T.**)
NIP. 198508012015041005 (Penguji 1)
3. 
(**Mus Ali Alshabah, S.Tr.T., M.T.**)
NIP. 199606162025061006 (Penguji 2)
4. 
(**Eva Navasari, S. ST., M.T.**)
NIP 198710022025212048 (Penguji 3)

Bengkalis, 03 Februari 2026

Ketua Prodi D-III Teknik Elektronika


(**Abdul Hadi, S.T., M.T.**)
NIP. 199001182019031017

HALAMAN PENGESAHAN

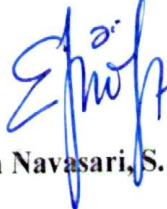
Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan Tugas Akhir ini, dan kami berpendapat bahwa Tugas Akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 1 : **Agustiawan, S.ST., M.T.**

Tanggal Pengujian : 03 Februari 2026

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : **Mus Ali Alsabah, S.Tr.T., M.T.**

Tanggal Pengujian : 03 Februari 2026

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 3 : **Eva Navasari, S. ST., M.T**

Tanggal Pengujian : 03 Februari 2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sungguh bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Bengkalis, 03 Februari 2026



Fadhlurrah Allam Sani

HALAMAN PERSEMBAHAN

لَرْحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Sembah sujud serta syukur kepada Allah ﷻ. Taburan cinta dan kasih sayang dariMu yang telah memberikan ku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasul Allah, Nabi Besar Muhammad SAW. Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Kakek dan Nenek Tercinta

Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tak terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Kakek (Sahat) Nenek (Sukasih) yang telah memberikan kasih sayang yang tiada henti, dukungan, do'a, ridho, dan cinta yang tak terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Kakek dan Nenek bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk Kakek dan Nenek yang selalu membersamaiku, memotivasi diriku, yang selalu mendo'akan ku, selalu menasihati, selalu meridhoi setiap langkahku, Terima kasih ya Kakek.... Terima kasih Nenek....

Bibi Tersayangku

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya kecil ini untuk (Delima Wulan Sahfitri). Terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga doa dan semua hal yang terbaik yang engkau berikan menjadikan ku orang yang baik pula. Terima kasih...

Teman-Teman Seperjuangan

Teruntuk teman dan sahabatku diwaktu SD, SMP, dan SMA serta teruntuk kawan-kawan di perkuliahan khususnya Angkatan '23 Teknik Elektro yang selalu memberikan semangat, dukungan moral serta material yang selalu membuatku semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih semuanya...

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Bapak Marzuarman, SSi., ST .selaku dosen pembimbing Tugas Akhir saya, terima kasih banyak Bapak sudah membantu saya sejauh dan selama ini, sudah dinasihati, sudah diajari, dan mengarahkan saya hingga Tugas Akhir ini selesai.

Tanpa mereka, karya kecil ini tak akan pernah tercipta.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Allhamdulillah, Segala Puji syukur hanya milik Allah SWT, atas limpahan karunia-nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan sebaik mungkin. Dengan penuh rasa syukur dan hormat, saya mempersembahkan proposal ini yang menguraikan Tugas Akhir yang telah dirancang dengan cermat. Tugas Akhir ini disusun berdasarkan data-data dan bimbingan yang diberikan oleh dosen pembimbing

Penyusunan proposal tugas akhir ini tak lepas dari bantuan, bimbingan, arahan, dan semangat dari berbagai pihak. Seiring dengan selesainya proposal ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut.

1. Marzuarman, SSi., ST., selaku dosen pembimbing penulis.
2. M. Afridon M.T., selaku dosen pengampu mata kuliah Tugas Pendahuluan Proyek Akhir.
3. Seluruh dosen pengajar mata kuliah Jurusan Teknik Elektro Negeri Bengkalis.
4. Nenek dan Kakek tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan penulis dalam proses penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini.
5. Seluruh keluarga tersayang yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan bagi penulis.
6. Teman-temanku, yang telah berjuang bersama-sama dan membantu penulis dalam menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
7. Kepada seseorang yang sangat spesial atas bantuan dan semangat yang tidak pernah putus di setiap proses yang penulis lalui,

Sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal TA ini.

Tujuan dari proposal ini salah satunya yakni setiap mahasiswa diharapkan dapat mengetahui tentang proses pembuatan proposal tugas akhir. Dimana hal tersebut sangat penting, karena menyangkut syarat kelulusan.

Dalam proses penyusunan Proposal ini, saya berupaya untuk merangkum segala informasi dan analisis yang relevan, dengan harapan dapat menyajikan perspektif yang mendalam dan komprehensif. Setiap bagian yang disampaikan diharapkan dapat memberikan pencerahan dan panduan bagi semua pihak yang berkepentingan.

Tak lupa kritik dan saran yang diberikan kepada dosen pembimbing dan dosen koordinator beserta seluruh teman-teman yang ikut berperan membantu menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.

Sekian dari saya maaf atas segala kekurangan.

Wasalamualaikum Wr.Wb

Bengkalis, 12 September 2025

FADHLURLAH ALLAM SANI

3103230006

MODIFIKASI SETRIKA LISTRIK KONVENSIONAL MENJADI SETRIKA LISTRIK DIGITAL BERBASIS KENDALI PID (*PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE*)

Nama Mahasiswa : Fadhlurlah Allam Sani

NIM : 3103230006

Dosen Pembimbing : MARZUARMAN, SSi., ST.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan setrika listrik konvensional yang masih menggunakan termostat bimetal, di mana fluktuasi suhu sering kali tidak stabil dan sulit dipantau secara presisi. Modifikasi dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler sebagai unit pemroses pusat dan sensor suhu digital untuk menggantikan mekanisme mekanis lama. Sistem ini dirancang menggunakan algoritma kendali PID (*Proportional-Integral-Derivative*) untuk mengatur siklus kerja pemanas (*heater*) melalui metode *Pulse Width Modulation* (PWM) atau *Phase Angle Control*. Sensor termokopel tipe-K atau thermistor NTC digunakan sebagai umpan balik (*feedback*) suhu yang kemudian ditampilkan secara *real-time* pada layar LCD/OLED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan kendali PID mampu mempercepat waktu pencapaian suhu target (*setpoint*) dengan *overshoot* yang minimal dan mampu mempertahankan kestabilan suhu pada rentang error $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Modifikasi ini tidak hanya meningkatkan akurasi suhu untuk berbagai jenis kain, tetapi juga meningkatkan efisiensi energi dengan mencegah pemanasan berlebih yang tidak diperlukan.

Kata Kunci: *Setrika Digital, Kontrol PID, Mikrokontroler, Sensor Suhu, Efisiensi Energi.*

**MODIFICATION OF A CONVENTIONAL ELECTRIC IRON INTO A PID
(PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE) CONTROL-BASED
DIGITAL ELECTRIC IRON**

Student Name: Fadhlurlah Allam Sani

Student ID Number: 3103230006

Supervisor : MARZUARMAN,SSI.,ST.

Abstract

This research aims to address the weaknesses of conventional electric irons that still use a bimetal thermostat, where temperature fluctuations are often unstable and difficult to monitor with precision. Modifications were made by integrating a microcontroller as the central processing unit and a digital temperature sensor to replace the old mechanical mechanism. The system is designed using a PID (Proportional-Integral-Derivative) control algorithm to regulate the heater's operating cycle through Pulse Width Modulation (PWM) or Phase Angle Control methods. A type-K thermocouple or NTC thermistor sensor is used as a temperature feedback, which is then displayed in real-time on an LCD/OLED screen. The test results show that the application of PID control successfully accelerates the time to reach the target temperature (setpoint) with minimal overshoot and is able to maintain temperature stability within an error range of $\pm 1^{\circ}\text{C}$ to $\pm 2^{\circ}\text{C}$. This modification not only enhances temperature accuracy for different types of fabrics but also improves energy efficiency by preventing unnecessary overheating.

Keywords: *Digital Iron, PID Control, Microcontroller, Temperature Sensor, Energy Efficiency.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
Landasan Teori	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori Komponen-Komponen yang digunakan	8
2.2.1 Kontrol PID.....	8
2.2.2 Sensor Suhu	9
2.2.3 Implementasi Modifikasi	9
2.2.4 Setpoint	9
2.2.5 Rumus Efisien Energi	10
2.3.1 Thermocouple	10
2.3.3 MAX6675	11
2.3.4 Setrika Listrik Konvensional	12
2.3.5 Display/LCD	13
2.3.6 Arduino promini.....	13
2.3.7 Power supply.....	14

2.3.8	Potensio	15
BAB III.....		16
METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Sistem Kerja Alat Secara Umum	16
3.2	Blok Diagram Sistem.....	17
3.3	Flowchart.....	18
3.4	Perancangan Hardware	19
3.5	Rancangan Software	20
3.6	Rancangan Prototype Alat Keseluruhan.....	21
BAB IV		23
HASIL PENELITIAN DAN ANALISA.....		23
4.1	Hasil Perancangan Alat	23
4.2	Hasil Pengujian Alat.....	25
4.3	Pengujian Arduino Promini	25
4.4	Pengujian Thermocouple.....	26
4.5	Pengujian MAX6675.....	27
4.6	Pengujian Setrika Listrik	27
4.7	Pengujian LCD/Display.....	28
4.8	Pengujian <i>Power supply</i>	28
4.9	Pengujian Potensio	29
BAB V		30
PENUTUP.....		30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran	31
LAMPIRAN.....		33
DAFTAR PUSTAKA.....		32

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Arduino Promini	26
Tabel 4. 2 Pengujian Thermocouple	26
Tabel 4. 3 Pengujian <i>Max667</i>	27
Tabel 4. 4 Setrika Listrik.....	27
Tabel 4. 5 LCD/Display	28
Tabel 4. 6 Power supply	28
Tabel 4. 7 Potensio.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor suhu	11
Gambar 2. 2 MAX6675.....	12
Gambar 2. 3 Setrika Listrik Konvensional.....	12
Gambar 2. 4 Display/LCD	13
Gambar 2. 5 Arduino promini.....	14
Gambar 2. 6 Power supply	14
Gambar 2. 7 Potensio	15
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	17
Gambar 3. 2 Perancangan Ide	20
Gambar 3. 3 SOFTWARE ARDUINO IDE	21
Gambar 3. 4 Rancangan Prototype Alat Keseluruhan	22
Gambar 4. 1 tampak luar box.....	24
gambar 4. 2 tampak dalam box	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Arduino Ide.....	34
Lampiran 2 Alat Keseluruhan.....	35
Lampiran 3 Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setrika listrik konvensional merupakan perangkat rumah tangga yang berfungsi untuk merapikan pakaian dengan memanfaatkan panas dari elemen pemanas. Namun, setrika jenis ini masih menggunakan sistem pengaturan suhu yang bersifat manual dan mekanis (biasanya dengan termostat bimetal), sehingga pengendalian suhunya kurang presisi dan berpotensi merusak jenis kain tertentu apabila suhu tidak sesuai.

Melalui proyek ini, dilakukan modifikasi terhadap setrika listrik konvensional menjadi setrika listrik digital dengan menerapkan sistem kontrol suhu berbasis mikrokontroler dan algoritma PID (Proportional-Integral-Derivative). Sistem ini memungkinkan pengendalian suhu yang lebih stabil, akurat, dan responsif terhadap perubahan suhu, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan saat proses menyetrika.

Dalam implementasinya, sistem terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler Arduino, sensor suhu (Thermocouple + MAX6675), modul Solid State Relay (SSR) sebagai pengendali elemen pemanas, serta LCD Display dan rotary encoder untuk menampilkan dan mengatur suhu secara digital. Kontrol PID digunakan untuk mempertahankan suhu sesuai nilai yang diatur oleh pengguna, dengan respon yang cepat dan minim kesalahan. Perkembangan teknologi kontrol dan elektronika digital memberikan peluang untuk meningkatkan kinerja alat-alat rumah tangga, termasuk setrika listrik. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan presisi pengaturan suhu pada setrika adalah dengan menerapkan sistem kontrol suhu berbasis Proportional-Integral-Derivative (PID). Kontrol PID merupakan metode yang banyak digunakan dalam sistem otomasi karena kemampuannya dalam menjaga kestabilan suhu serta respon sistem yang cepat dan akurat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan modifikasi terhadap setrika listrik konvensional menjadi setrika listrik digital dengan menerapkan sistem kontrol suhu berbasis PID. Sistem yang dirancang diharapkan mampu memberikan pembacaan suhu secara digital, mengatur temperatur sesuai setpoint, meningkatkan kestabilan suhu, serta mengurangi risiko kerusakan kain akibat temperatur yang tidak sesuai. Selain itu, pengujian terhadap thermocouple dan respons sistem PID dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian sensor dan kemampuan sistem dalam mempertahankan suhu yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara memodifikasi setrika listrik konvensional menjadi setrika digital dengan teknologi kontrol otomatis?
2. Bagaimana penerapan sistem kontrol suhu berbasis PID dapat meningkatkan efisiensi dan kestabilan suhu pada setrika listrik?
3. Apa saja komponen utama yang dibutuhkan dalam sistem kontrol otomatis suhu pada setrika listrik digital?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya difokuskan pada modifikasi setrika listrik konvensional menjadi setrika digital dengan sistem kontrol suhu otomatis berbasis PID.
2. Sistem kontrol yang digunakan terbatas pada jenis PID (Proportional-Integral-Derivative) dan tidak membahas metode kontrol lainnya seperti fuzzy logic atau neural network.
3. Pengujian hanya dilakukan untuk kestabilan suhu, efisiensi energi, dan respon waktu sistem terhadap perubahan suhu, tanpa memperhitungkan aspek desain mekanis setrika

1.4 Tujuan dan Manfaat

1. Mengubah sistem pemanas setrika konvensional menjadi sistem otomatis, yang mampu menjaga suhu kerja secara stabil dan sesuai dengan pengaturan.
2. Mengimplementasikan mikrokontroler (seperti Arduino) sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor suhu dan mengatur kerja elemen pemanas.
3. Peningkatan Efisiensi Energi Dengan pengaturan suhu otomatis menggunakan kontrol PID, penggunaan energi menjadi lebih efisien karena panas dijaga stabil dan tidak berlebihan.
4. Keselamatan Pengguna Lebih Terjamin Sistem kontrol suhu digital dapat mencegah overheat (panas berlebih) yang berpotensi menyebabkan kebakaran atau kerusakan pada pakaian.
5. Kenyamanan dan Kemudahan Penggunaan Pengguna tidak perlu lagi mengatur suhu secara manual, karena sistem secara otomatis menjaga suhu sesuai pengaturan yang diinginkan.

1.5 Sistematika Penulisan

penulisan laporan tugas akhir ini disusun sistematika ini umum digunakan dalam karya ilmiah seperti laporan proyek akhir, skripsi, atau tesis teknik. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian umum mengenai latar belakang pentingnya pengendalian suhu pada setrika, rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan dari penelitian ini, manfaat yang diharapkan, ruang lingkup (batasan masalah), metode penelitian secara umum, serta gambaran sistematika penulisan keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori dan referensi yang relevan dengan topik penelitian, baik dari literatur ilmiah, jurnal, maupun penelitian sebelumnya.

BAB III METOLOGI PERANCANGAN

Membahas tentang desain atau rancangan dari sistem modifikasi setrika, baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya, termasuk pemodelan sistem dan pemrograman PID.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tahap pembuatan alat, pemasangan sistem, serta proses pengujian alat dan analisis hasilnya.

BAB V PENUTUP

Menyimpulkan hasil yang diperoleh dari penelitian serta memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II

Landasan Teori

2.1 Penelitian Terdahulu

Setiap penelitian tidak lepas dari penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan topik. Kajian terhadap penelitian terdahulu diperlukan untuk memperkuat landasan teori, mengetahui arah perkembangan penelitian, serta menghindari terjadinya pengulangan.

Penelitian dilakukan oleh Siti Nur Afni Afiah dan Kawan-kawan, dalam penelitiannya yang berjudul kontrol suhu pada teko listrik menggunakan pid dengan arduino uno. Dalam penelitian ini Teko listrik adalah salah satu peralatan rumah tangga yang banyak digunakan untuk merebus air hingga mencapai titik didih. Namun, sebagian besar teko Listrik konvensional memiliki keterbatasan, yaitu tidak dapat mengatur suhu sesuai kebutuhan pengguna dan tidak dilengkapi dengan tampilan suhu. Kekurangan ini seringkali membuat pengguna tidak dapat memantau suhu air secara real-time atau menyesuaikan suhu dengan keperluan spesifik, seperti untuk menyeduh teh atau kopi dengan suhu tertentu. Penelitian ini mengembangkan sistem pengontrol suhu pada teko listrik berbasis Arduino Uno menggunakan metode kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative). Sistem ini dirancang untuk memungkinkan pengguna menentukan suhu air yang diinginkan sekaligus memantau suhu air saat ini melalui tampilan digital. Pengontrol PID dipilih karena mampu mengatur suhu secara presisi dengan fluktuasi yang lebih sedikit dibandingkan metode kontrol konvensional, seperti kontrol on-off. Tujuan penelitian ini untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrol suhu berbasis Arduino Uno menggunakan metode PID pada teko listrik, mengevaluasi performa pengontrol PID dalam menjaga suhu air tetap stabil sesuai pengaturan pengguna, serta membandingkan kinerjanya dengan metode kontrol on-off. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kontrol PID dalam meminimalkan fluktuasi suhu, mempercepat pencapaian suhu

yang diinginkan, serta meningkatkan efisiensi energi pada teko listrik. Dalam pengujian perangkat diterapkan pada teko listrik untuk mengevaluasi kinerja pengontrol PID dibandingkan dengan kontrol on-off. Hasilnya menunjukkan bahwa pengontrol PID lebih efektif dalam menjaga suhu air tetap stabil sesuai pengaturan pengguna, dengan jumlah fluktuasi yang jauh lebih rendah. Selain meningkatkan efisiensi energi, inovasi ini juga memberikan kenyamanan bagi pengguna dengan menghadirkan sistem yang lebih fleksibel dan hemat energi (Siti Nur Afni Afiah, Dimas Arif Mutaqi, Adi Sah Putra, Al Ahnaf Ariiq Faturachman, Muhammad Rafi Artha Nugraha, Muhammad Zahran Arrafly, Khoirudin Fathoni, Mario Norman Syah, 2025).

Penelitian dilakukan oleh Mhd Perdiansyah Hasibuan, dalam penelitian-nya yang berjudul sistem kendali suhu dan tekanan pada ketel uap untuk setrika menggunakan pid digital. Dalam penelitian ini Sistem kendali suhu dan tekanan pada ketel uap untuk setrika merupakan komponen penting untuk memastikan kinerja setrika yang optimal. Sistem ini harus mampu menjaga suhu dan tekanan uap pada level yang diinginkan dengan presisi tinggi. Salah satu metode yang efektif untuk mencapai hal ini adalah dengan menggunakan kontroler Proportional Integral Derivative (PID) digital. PID merupakan algoritma kontroler yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena kesederhanaan dan efektivitasnya. Kontroler PID bekerja dengan menggabungkan proporsional, integral, dan turunan dari error sinyal untuk menghasilkan sinyal kontrol yang optimal. Tugas akhir ini membahas tentang desain dan implementasi sistem kendali suhu dan tekanan pada ketel uap untuk setrika menggunakan PID digital. Sistem ini terdiri dari sensor suhu dan tekanan, kontroler PID digital, dan elemen pemanas. Sensor suhu dan tekanan digunakan untuk mengukur suhu dan tekanan uap di dalam ketel. Kontroler PID digital menerima sinyal error dari sensor dan menghasilkan sinyal kontrol untuk mengatur elemen pemanas. Elemen pemanas digunakan untuk memanaskan air di dalam ketel dan menghasilkan uap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter PID yang optimal telah ditentukan untuk kendali suhu dan tekanan, dengan K_p sebesar 21, T_i sebesar 14.4 detik, dan T_d sebesar 3.6 detik menggunakan metode Ziegler-Nichols, serta K_p sebesar 0.00106, T_i sebesar

454.54 detik, dan T_d sebesar 220 detik menggunakan metode Quarter Decay. Pengujian kinerja sistem menghasilkan data yang menunjukkan keberhasilan dalam mengendalikan suhu dan tekanan pada ketel uap. Dilakukan variasi setpoint suhu dan tekanan, dan parameter-parameter seperti delay time (rata-rata 0.62 hingga 5.4), rise time (rata-rata 0.28 hingga 3.6), peak time (rata-rata 0.58 hingga 5.24), maksimum overshoot (rata-rata 13% hingga 66.9%), galat steady state (sebagian besar bernilai nol), dan settling time (rata-rata 5.4 hingga 20) telah diamati dan dievaluasi. Hasil penelitian ini berkontribusi pada kemajuan industri tekstil dan pakaian modern dengan memperbaiki efisiensi dan stabilitas operasional ketel uap setrika (Mhd Perdiansyah Hasibuan, 2024).

Penelitian dilakukan oleh Rizkima Akbar Setiawan dan Kawan-kawan, dalam penelitian-nya yang berjudul pengembangan setrika nirkabel cerdas untuk optimalisasi efisiensi energi melalui kontrol suhu otomatis berbasis arduino uno. Dalam penelitian ini Setrika listrik yaitu sebuah pirant elektronika yang menghasilkan panas melalui konversi energi listrik menjadi energi kalor. Setrika listrik saat ini sangat dibutuhkan terutama untuk kerapihan pakaian yang menunjang penampilan. Perkembangan setrika saat ini sangat pesat tetapi masih banyak kekurangannya. Untuk mengatasi kekurangan yang ada maka dirancanglah sebuah model perancangan setrika listrik nirkabel dengan suhu terkontrol arduino menggunakan sensor RTD PT100 3Wire. Perancangan bangun setrika listrik nirkabel dengan pengaturan suhu berbasis arduino uno menggunakan sensor RTD PT100 3Wire sebagai pendeteksi suhu dan terdiri dari dua bagian utama yaitu stasiun doking dan setrika nirkabel. Waktu pemanasan setrika nirkabel lebih cepat dibandingkan setrika listrik konvensional dengan selisih waktu pemanasan sebesar 0,0294 Jam. Waktu ketahanan panas setrika nirkabel lebih bertahan lama dibandingkan setrika listrik konvensional dengan selisih waktu ketahanan panas sebesar 0,019 Jam. Energi listrik yang dibutuhkan oleh setrika listrik nirkabel lebih sedikit dibandingkan setrika listrik konvensional yang lebih besar dengan selisih energi sebesar 3,983 WattJam. Adapun keuntungan dari perancangan setrika listrik nirkabel yaitu meningkatkan kualitas kerapihan pakaian,

kecepatan dan lebih aman (Rizkima Akbar Setiawan, Muhammad Nur Khawarizmi, Fahrur Riza Priyana, Muhammad Fikri, Awansah, 2025).

2.2 Landasan Teori Komponen-Komponen yang digunakan

Modifikasi setrika listrik konvensional menjadi digital dengan kontrol PID melibatkan beberapa landasan teori, termasuk prinsip fisika dasar setrika listrik, konsep kontrol PID, dan implementasi sensor suhu. Setrika listrik bekerja berdasarkan efek pemanasan arus listrik, di mana energi listrik diubah menjadi energi panas melalui elemen pemanas, biasanya kumparan resistif. Kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) adalah metode kontrol umpan balik yang digunakan untuk mengatur suhu secara presisi dengan menyesuaikan daya yang diberikan ke elemen pemanas berdasarkan perbedaan antara suhu yang diinginkan (setpoint) dan suhu aktual. Sensor suhu, seperti termistor atau termokopel, digunakan untuk mengukur suhu aktual dan memberikan umpan balik ke sistem kontrol.

2.2.1 Kontrol PID

1. PID adalah singkatan dari Proportional, Integral, dan Derivative, yang merupakan tiga parameter dalam algoritma kontrol PID.
2. Kontroler PID menghitung sinyal kontrol berdasarkan perbedaan antara nilai setpoint (suhu yang diinginkan) dan nilai proses (suhu aktual yang diukur oleh sensor).
3. Proportional (P): Sinyal kontrol sebanding dengan besarnya kesalahan. Semakin besar kesalahan, semakin besar sinyal kontrol untuk mencapai setpoint.
4. Integral (I): Menghilangkan kesalahan sisa yang mungkin terjadi akibat aksi proporsional. Integral berkontribusi pada sinyal kontrol berdasarkan akumulasi kesalahan dari waktu ke waktu.

5. Derivative (D): Memprediksi perubahan kesalahan di masa depan. Derivatif membantu memperlambat respons sistem dan mengurangi overshoot (suhu melebihi setpoint) dan undershoot (suhu di bawah setpoint).

2.2.2 Sensor Suhu

1. Sensor suhu, seperti termistor atau termokopel, digunakan untuk mengukur suhu pelat setrika.
2. Termistor adalah resistor yang nilai resistansinya berubah secara signifikan dengan perubahan suhu.
3. Termokopel adalah dua jenis logam berbeda yang dihubungkan pada satu titik, dan menghasilkan tegangan yang berubah-ubah sesuai dengan suhu.
4. Data suhu yang dibaca oleh sensor kemudian digunakan sebagai umpan balik untuk sistem kontrol PID.

2.2.3 Implementasi Modifikasi

1. Dalam modifikasi setrika listrik, sistem kontrol PID akan menggantikan termostat mekanis yang ada pada setrika konvensional.
2. Sensor suhu akan dipasang pada pelat setrika untuk mengukur suhu aktual.
3. Data suhu dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler yang menjalankan algoritma PID.
4. Sinyal kontrol yang dihasilkan oleh PID akan digunakan untuk mengatur daya yang diberikan ke elemen pemanas melalui relay atau saklar solid state.
5. Suhu yang diinginkan dapat diatur oleh pengguna melalui antarmuka digital (misalnya, tombol dan tampilan).

2.2.4 Setpoint

adalah suhu target yang ingin dicapai dan dipertahankan oleh sistem kontrol. Untuk kain, setpoint ini harus disesuaikan dengan jenis bahan kain yang akan

disetrika, karena berbagai jenis kain memiliki suhu optimal yang berbeda untuk mencegah kerusakan atau pembakaran.

Kapas: 180-200°C

Sutra: 120-130°C

Wol: 150-170°C

Polyester: 130-140°C

Nylon: 140-150°C

Spandeks: 110-120°C

2.2.5 Rumus Efisien Energi

$$\eta_{\text{peningkatan}} = \frac{E_{\text{konvensional}} - E_{\text{PID}}}{E_{\text{konvensional}}} \times 100\%$$

$$P = VI \cos \varphi$$

Keterangan

1. = daya aktif (W)
2. = tegangan RMS (V)
3. = arus RMS (A)
4. = faktor daya.

$$E = \frac{P \times t}{60}$$

2.3. Thermocouple

Termokopel merupakan sensor suhu yang mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan, hal ini disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis

logam(Wendri, Supardi, Suarbawa, & Yuliantini, 2012).Sama halnya dengan sensor pada umumnya yang dapat digunakan sebagai input pada sebuah system kendali, sensor termokopel selain dapat membaca perubahan suhu juga dapat berperan sebagai input analog pada sebuah system kendali. Di dalam dunia industri, penggunaan sensor termokopel sering dijumpai pada sistem yang mengharuskan suhu tertentu mengaktifkan output atau dengan kata lain pada saat parameter suhu dijadikan sebagai input analog.(Dewi Permata Sari, Evelina, Sabilal Rasyad , Amperawan, Selamat Muslimin, 2018).



GAMBAR 2. 1 SENSOR SUHU

Sumber: (Galileo Galilei, 1592)

2.3.1 MAX6675

MAX6675 adalah modul sensor yang digunakan bersama dengan termokopel tipe K untuk mengukur suhu dengan akurasi tinggi. Modul ini memiliki antarmuka digital SPI, berfungsi sebagai kompensasi cold junction (Sambungan Dingin), penguat sinyal termokopel, dan konverter analog-ke-digital (ADC) dengan resolusi 12-bit. Rentang pengukuran suhu pada hot junction adalah 0°C hingga 1024°C dengan resolusi 0,25°C, dan sering digunakan dalam proyek elektronik dengan Arduino atau mikrokontroler lainnya.



GAMBAR 2. 2 MAX6675

Sumber: (Joseph Henry, 1835)

2.3.2 Setrika Listrik Konvensional

Setrika merupakan sebuah piranti elektronik yang dipanaskan, umumnya digunakan untuk melicinkan atau menghaluskan pakaian maupun kain agar dapat lebih rapih ketika dipakai. Setrika model lama terbuat dari besi yang diisi arang membara sebagai sumber panas setrika. Prinsip kerja setrika listrik yaitu dapat menghasilkan energi panas dari energi listrik melalui elemen pemanas. Panas yang dihasilkan tersebut dihantarkan oleh besi yang kemudian melalui gosokan diteruskan pada objek yang akan disetrika (Rizkima Akbar Setiawan, Muhammad Nur Khawarizmi, Fahrur Riza Priyana, Muhammad Fikri, Awansah, 2024).



GAMBAR 2. 3 SETRIKA LISTRIK KONVENSIONAL

Sumber: (Henry W. Seeley, 1882)

2.3.3 Display/LCD

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan alat elektronik yang berguna untuk menampilkan gambar, video, tulisan atau apapun yang ada di laptop dan komputer. Saat ini LCD sangat ngetren di kalangan sekolah maupun instansi, banyak sekolah yang saat ini sudah menggunakan LCD untuk kegiatan belajar mengajar di kelas. LCD juga salah satu fasilitas yang harus ada di setiap sekolah. Pada umumnya sekolah yang berada di kota rata-rata mempunyai LCD di setiap kelasnya. Sudah bukan hal yang tabu lagi jika LCD ada di setiap ruangan kelas. (Alfinanda Yunia Arsayli, 2022).

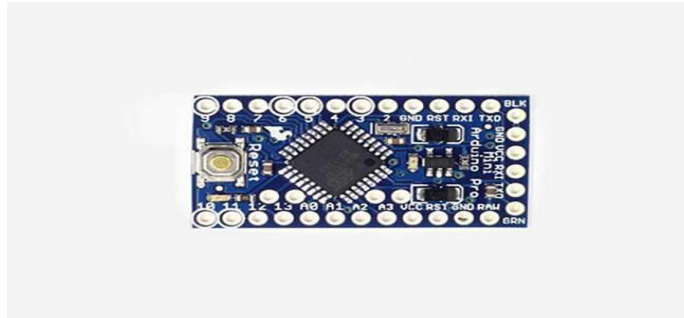


GAMBAR 2. 4 DISPLAY/LCD

Sumber: (Heineich Geissler, 1855)

2.3.4 Arduino pro mini

Arduino Pro Mini adalah papan mikrokontroler berukuran kecil, ringkas, dan hemat biaya yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Papan ini cocok untuk proyek yang membutuhkan ruang terbatas atau dipasang secara permanen karena tidak memiliki konektor USB bawaan dan port lainnya, sehingga ukurannya menjadi lebih kecil dan harganya lebih terjangkau. Pro Mini memiliki 14 pin I/O digital dan 8 pin analog, dan tersedia dalam dua versi tegangan operasi: 5V (16MHz) dan 3.3V (8MHz).



GAMBAR 2. 5 ARDUINO PROMINI

Sumber:(Santario Santario, 1561)

2.3.5 Power supply

Power supply atau catu daya merupakan suatu rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengubah arus AC (bolak-balik) menjadi DC (arus listrik searah) [1]. Jenis-jenis power supply yaitu, DC power supply, AC power supply dan switch mode power supply. DC power supply adalah catu daya yang menyediakan tegangan dalam bentuk DC dan memiliki polaritas yang tetap yaitu positif dan negatif. Sedangkan AC power supply berguna untuk mengubah tegangan AC dari satu nilai tegangan ke nilai tegangan yang lain dan switch mode power supply berguna untuk menyearahkan dan menyaring tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC yang dapat diatur (Umar Muhammad , Mukhlisin , Nuardi , Aldi Mansur, Muhammad Aditya Bachri Maulana, 2021).



GAMBAR 2. 6 POWER SUPPLY

Sumber:(John J. Hanley, 1958)

2.3.6 Potensio

komponen elektronik berupa resistor variabel tiga terminal yang nilainya bisa diubah secara manual (diputar atau digeser), berfungsi untuk mengatur tegangan atau resistansi, umum dipakai sebagai pengatur volume, nada (bass/treble), kecerahan, atau kecepatan pada perangkat audio, mixer, dan alat elektronik lainnya.



GAMBAR 2. 7 POTENSIO

Sumber:(Johann Christian Poggendorff , 1841)

BAB III

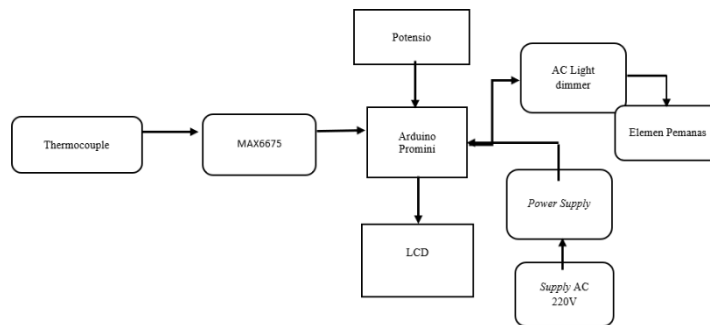
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sistem Kerja Alat Secara Umum

Sistem kerja setrika listrik digital ini diawali dengan pemberian sumber tegangan listrik dari power supply untuk mensuplai mikrokontroler, sensor suhu, dan modul pendukung lainnya. Pengguna kemudian menentukan suhu yang diinginkan (setpoint) melalui potensiometer atau tombol input yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler. Sensor suhu thermocouple tipe K yang dipasang pada elemen pemanas akan mendeteksi suhu aktual setrika. Data suhu tersebut dikonversi menjadi data digital oleh modul MAX6675, kemudian dikirim ke mikrokontroler sebagai nilai suhu aktual. Mikrokontroler akan membandingkan suhu aktual dengan suhu setpoint dan menghitung selisihnya (error). Nilai error ini diproses menggunakan algoritma PID (Proportional–Integral–Derivative) untuk menentukan besarnya daya yang harus diberikan ke elemen pemanas agar suhu tetap stabil. Hasil perhitungan PID digunakan untuk mengendalikan kerja elemen pemanas melalui relay atau solid state relay (SSR). Jika suhu masih di bawah setpoint, daya pemanas akan ditingkatkan, sedangkan jika suhu mendekati atau melebihi setpoint, daya akan dikurangi atau diputus. Seluruh informasi suhu setpoint dan suhu aktual ditampilkan pada LCD/display, sehingga pengguna dapat memantau kondisi setrika secara real-time. Dengan sistem ini, suhu setrika menjadi lebih stabil, presisi, dan mudah dikontrol dibandingkan setrika konvensional yang menggunakan termostat bimetal. Setrika listrik merupakan salah satu perangkat rumah tangga yang digunakan untuk merapikan pakaian melalui pemanasan. Pada umumnya, setrika listrik konvensional masih menggunakan sistem pengaturan suhu manual berbasis termostat bimetal, yang kurang presisi dan lambat dalam merespons perubahan suhu. Hal ini bisa mengakibatkan ketidakakuratan suhu, potensi kerusakan pada kain, serta konsumsi daya yang kurang efisien.

3.2 Blok Diagram Sistem

Perancangan Blok Diagram Pada Penelitian Ini Adalah :



GAMBAR 3. 1 BLOK DIAGRAM SISTEM

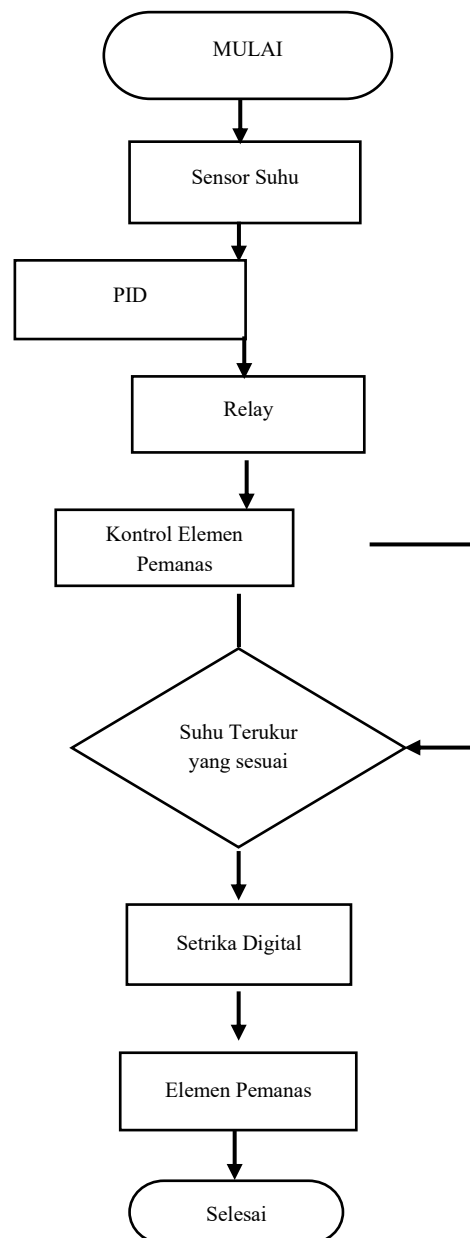
(Sumber: Dokumentasi,2025)

Penjelasan Blok Diagram :

1. Sumber Listrik (220V AC)
Digunakan sebagai sumber daya utama untuk elemen pemanas setrika.
2. Driver Relay atau SSR (Solid State Relay)
Berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mengatur nyala/mati elemen pemanas.
3. Elemen Pemanas dan Permukaan Setrika
Bagian pemanas utama yang menghasilkan panas untuk menyetrika.
4. Sensor Suhu
Sensor seperti NTC thermistor, LM35, atau DS18B20 digunakan untuk membaca suhu permukaan setrika secara real-time.
5. Mikrokontroler (Arduino)
Otak dari sistem yang membaca data suhu, menjalankan algoritma PID, dan mengendalikan pemanas melalui relay.
6. PID Controller (di dalam mikrokontroler)
Mengolah data suhu dan menentukan besarnya aksi pengontrol (ON/OFF relay) agar suhu sesuai setpoint dengan respons cepat dan stabil.
7. Modul Display dan Tombol Input
Digunakan untuk menampilkan suhu saat ini dan setpoint, serta memungkinkan pengguna mengatur suhu sesuai kebutuhan

3.3 Flowchart

Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem modifikasi setrika listrik konvensional menjadi setrika digital dengan pengendalian suhu otomatis berbasis algoritma PID. Tujuannya adalah untuk menjaga suhu permukaan setrika tetap stabil sesuai nilai yang diatur oleh pengguna.



Gambar 3.3 Flowchat Sistem
(Sumber:Dokumentasi,2025)

Flowchart ini menunjukkan tahapan berikut:

1. Inisialisasi sistem (semua komponen aktif dan siap).
2. Membaca suhu aktual dari sensor suhu.
3. Membaca suhu target dari input pengguna.
4. Menghitung selisih suhu (error) dan memproses melalui kontrol PID.
5. Mengatur relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan elemen pemanas.
6. Menampilkan suhu aktual di display.
7. Ulangi proses secara terus-menerus selama sistem menyala.

setpoint adalah suhu target yang ingin dicapai dan dipertahankan oleh sistem kontrol. Untuk kain, setpoint ini harus disesuaikan dengan jenis bahan kain yang akan disetrika, karena berbagai jenis kain memiliki suhu optimal yang berbeda untuk mencegah kerusakan atau pembakaran.

Beberapa contoh setpoint untuk berbagai jenis kain adalah sebagai berikut:

Kapas: 180-200°C

Sutera: 120-130°C

Wol: 150-170°C

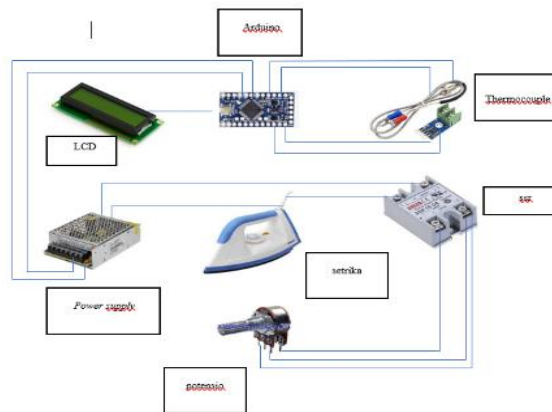
Polyester: 130-140°C

Nylon: 140-150°C

Spandeks: 110-120°C

3.4 Perancangan Hardware

Perancangan ide adalah proses mengembangkan konsep atau gagasan menjadi sesuatu yang lebih konkret dan terstruktur. Ini bisa mencakup berbagai langkah seperti brainstorming, merencanakan tujuan, menentukan sumber daya yang dibutuhkan, dan mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan untuk mewujudkan ide tersebut. Intinya, perancangan ide bertujuan untuk mengubah pemikiran abstrak menjadi rencana yang lebih nyata dan bisa diimplementasikan.



GAMBAR 3. 2 PERANCANGAN IDE

(Sumber : Dokumentasi, 2025)

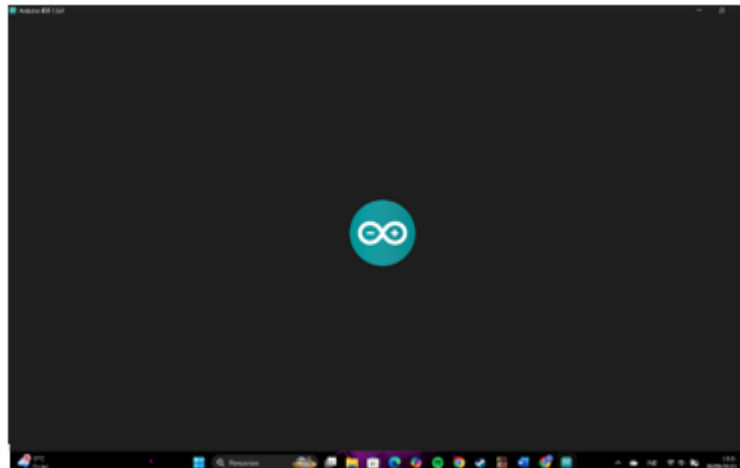
3.5 Rancangan Software

Rancangan software pada sistem setrika listrik digital dengan kontrol suhu PID berfungsi sebagai pengendali utama yang mengatur proses pembacaan suhu, pengolahan data, dan pengendalian elemen pemanas. Software ditanamkan pada mikrokontroler dan dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C/C++. Pada saat sistem dinyalakan, mikrokontroler melakukan inisialisasi seluruh modul, meliputi sensor suhu thermocouple tipe K dengan modul MAX6675, LCD/display, serta parameter PID (K_p , K_i , dan K_d). Selanjutnya, sistem membaca nilai setpoint suhu yang ditentukan oleh pengguna melalui potensiometer atau tombol input. Sensor suhu membaca suhu aktual pada elemen pemanas setrika, kemudian data suhu dikirim ke mikrokontroler untuk dibandingkan dengan nilai setpoint. Selisih antara suhu setpoint dan suhu aktual diproses menggunakan algoritma PID untuk

menghasilkan sinyal kendali. Sinyal kendali dari PID digunakan untuk mengatur kerja elemen pemanas melalui relay atau Solid State Relay (SSR), sehingga daya pemanas dapat disesuaikan secara otomatis. Jika suhu berada di bawah setpoint,

pemanas akan aktif, dan jika suhu telah mencapai atau melebihi setpoint, daya pemanas akan dikurangi atau dimatikan. Informasi suhu setpoint, suhu aktual, dan status pemanas ditampilkan pada LCD/display secara real-time. Seluruh proses

berjalan secara berulang selama alat beroperasi, sehingga suhu setrika tetap stabil dan sesuai dengan nilai yang diinginkan.



GAMBAR 3. 3 SOFTWARE ARDUINO IDE

(Sumber : Dokumentasi, 2025)

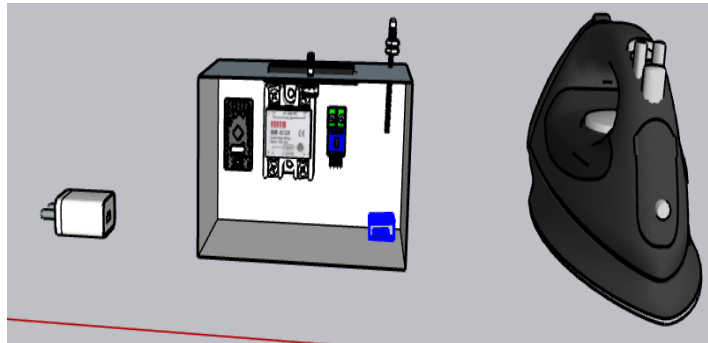
3.6 Rancangan Prototype Alat Keseluruhan

Prototype alat ini merupakan hasil modifikasi dari setrika listrik konvensional dengan menambahkan sistem kendali digital berbasis mikrokontroler dan algoritma PID untuk memperoleh pengaturan suhu yang lebih presisi dan stabil. Secara keseluruhan, sistem terdiri dari beberapa blok utama, yaitu catu daya, unit kendali, sensor suhu, aktuator pemanas, dan sistem tampilan.

Sumber tegangan listrik AC digunakan untuk mensuplai elemen pemanas setrika, sedangkan tegangan DC diperoleh melalui power supply untuk mencatu mikrokontroler, sensor, dan modul pendukung. Unit kendali utama menggunakan mikrokontroler Arduino yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dan pengendalian sistem.

Sensor suhu berupa thermocouple tipe K dipasang pada bagian elemen pemanas setrika untuk mendeteksi suhu aktual. Data suhu tersebut dikonversi menjadi data digital oleh modul MAX6675, kemudian dikirimkan ke

mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler memproses data suhu menggunakan algoritma PID dengan membandingkan suhu aktual terhadap nilai setpoint yang ditentukan pengguna.



GAMBAR 3. 4 RANCANGAN PROTOTYPE ALAT KESELURUHAN

(Sumber : Dokumentasi, 2025)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan Alat

Setrika listrik konvensional selama ini telah menjadi perangkat rumah tangga yang penting, namun memiliki keterbatasan dalam hal presisi kontrol suhu dan efisiensi energi. Kebanyakan setrika konvensional mengandalkan kontrol suhu mekanis menggunakan termometer bimetal atau saklar pengatur suhu, yang rentan terhadap ketidakakuratan, keausan, dan kurangnya fleksibilitas dalam mengatur suhu secara dinamis. Ketidakakuratan suhu pada setrika sering kali mengarah pada kerusakan pakaian yang disetrika, seperti terbakar atau rusaknya serat kain akibat suhu yang terlalu tinggi, atau proses penyetrikaan yang lebih lama ketika suhu terlalu rendah. Untuk mengatasi permasalahan ini, perancangan alat setrika digital dengan kontrol suhu menggunakan PID hadir sebagai solusi untuk meningkatkan presisi dan efisiensi. Sistem kontrol suhu PID mampu mempertahankan suhu setrika dengan akurat berdasarkan algoritma Proportional-Integral-Derivative yang mempertimbangkan kesalahan suhu saat ini, akumulasi kesalahan suhu sepanjang waktu, serta laju perubahan suhu. Pendekatan ini memungkinkan setrika untuk mempertahankan suhu yang lebih stabil selama proses penyetrikaan, menjadikannya lebih aman, efisien, dan ramah pengguna.

Gambar alat keseluruhan yang dibuat dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 4.1 Tampak luar Box, gambar 4.2 Tampak Dalam Box.



GAMBAR 4. 1 TAMPAK LUAR BOX

(Sumber: Dokumentasi 2025)



GAMBAR 4. 2 TAMPAK DALAM BOX

(Sumber: Dokumentasi, 2025)

4.2 Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan tahap krusial untuk memastikan bahwa sistem kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) mampu menjaga stabilitas suhu pada setrika yang telah dimodifikasi. Berikut adalah ringkasan hasil pengujian yang umum ditemukan dalam proyek modifikasi setrika listrik konvensional menjadi digital. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem kendali suhu berbasis PID pada setrika listrik digital. Pengujian meliputi akurasi sensor suhu, kestabilan suhu terhadap setpoint, respon pemanasan, serta kinerja keseluruhan sistem saat digunakan. dengan perancangan alat. Pengujian dilakukan tiap-tiap komponen dari setiap sistem sehingga diketahui kinerja masing-masing komponen. Pengujian alat yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian Arduino Promini
2. Pengujian *Thermocouple*
3. Pengujian Max6675
4. Pengujian Setrika listrik
5. Pengujian LCD
6. Pengujian *Power Supply*
7. Pengujian Potensio
8. Sebelum kontrol: Setrika bekerja tanpa pengaturan suhu yang presisi, sehingga suhu cenderung naik-turun dan konsumsi daya kurang terkontrol.
9. Sesudah kontrol PID: Suhu setrika dikendalikan secara otomatis sesuai *setpoint*. PID mengatur kerja elemen pemanas sehingga suhu lebih stabil, *error* suhu lebih kecil, dan konsumsi energi dapat berkurang.

4.3 Pengujian Arduino Promini

Tabel ini bertujuan untuk membuktikan bahwa integrasi antara mikrokontroler Arduino Pro Mini dengan komponen pendukungnya berjalan dengan benar.

TABEL 4. 1 PENGUJIAN ARDUINO PROMINI

No	Objek Pengujian	Parameter yang Diamati	Indikator Keberhasilan	Hasil Uji	Status
1	<i>Power Supply</i>	Tegangan input ke Pro Mini	Stabil pada rentang 5V DC	5.05 V	Ok
2	Sensor MAX6675	Pembacaan suhu thermocouple	Deteksi perubahan 1°C	Responsif	Ok
3	Tombol Setpoint	Respon penekanan tombol	Angka target pada LCD berubah	Akurat	Ok
4	LCD I2C 16x2	Tampilan karakter	Tidak ada <i>flicker</i> / karakter aneh	Jelas	Ok
5	Output PWM	Sinyal ke Relay/SSR	Tidak ada <i>flicker</i> / karakter aneh	Aktif	Ok

4.4 Pengujian Thermocouple

Untuk pengujian thermocouple dalam sistem setrika listrik digital dengan kontrol suhu PID, kamu perlu melakukan pengujian pada beberapa titik suhu dan membandingkan hasil dari pembacaan sensor thermocouple dengan suhu yang sebenarnya.

TABEL 4. 2 PENGUJIAN THERMOCOUPLE

No.	Suhu Referensi (°C)	Pembacaan Thermocouple (°C)	Error (°C)	Keterangan
1	50	51	2,00	Baik
2	100	102	2,00	Baik
3	150	148	1,33	Baik
4	200	203	1,50	Baik
5	250	247	1,20	Baik

4.5 Pengujian MAX6675

Untuk pengujian MAX6675 pada sistem setrika listrik digital yang dikendalikan menggunakan PID, kamu bisa membuat tabel pengujian yang mencakup beberapa parameter yang perlu diukur, seperti suhu yang terdeteksi oleh sensor, suhu yang diinginkan (setpoint), dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setpoint.

TABEL 4. 3 PENGUJIAN *MAX667*

No.	Setpoint (°C)	Suhu Terkini (°C)	Error Suhu (°C)	Waktu Pengukuran (detik)	Aksi PID (Off/On)
1	100	98	10	10	On
2	150	147	3	15	On
3	200	195	5	20	On
4	250	245	5	25	On
5	300	298	2	30	On
6	100	103	-3	10	Off
7	150	148	-2	15	Off
8	200	201	1	20	Off

4.6 Pengujian Setrika Listrik

pengujian alat setrika listrik digital berbasis PID beserta tabel hasil pengujian.

TABEL 4. 4 SETRIKA LISTRIK

No	Setpoint Suhu (°C)	Suhu Terbaca (°C)	Error (°C)	Waktu Stabilisasi (detik)	Kondisi Sistem
1	100	119,5	0,5	45	Stabil
2	120	120,3	0,3	48	Stabil
3	150	149,7	0,3	55	Stabil
4	180	150,5	0,5	58	Stabil
5	200	179,8	0,2	65	Stabil

4.7 Pengujian LCD/Display

TABEL 4. 5 LCD/DISPLAY

No	Parameter Uji	Hasil Tampilan LCD	Keterangan
1	Inisialisasi LCD	LCD menyala normal	Berfungsi dengan baik
2	Suhu actual	Suhu tampil real-time (°C)	Sesuai sensor
3	Setpoint suhu	Setpoint tampil sesuai input	Akurat
4	Status pemanas	ON/OFF tampil jelas	Sesuai PID
5	Perubahan suhu	Tampilan berubah dinamis	Stabil
6	Keterbatasan	Karakter jelas terbaca	Mudah dipantau

pengujian alat pada LCD/Display untuk proyek Modifikasi Setrika Listrik Konvensional Menjadi Setrika Listrik Digital dengan Kontrol Suhu Menggunakan PID.

4.8 Pengujian *Power supply*

Pengujian alat *powersupply* untuk proyek Modifikasi Setrika Listrik Konvensional Menjadi Setrika Listrik Digital dengan Kontrol Suhu Menggunakan PID.

TABEL 4. 6 POWER SUPPLY

No	Parameter Uji	Kondisi Pengujian	Hasil Pengukuran	Keterangan
1	Tegangan output	Tanpa beban	5 V / 12 V	Normal
2	Tegangan output	Dengan beban sistem	Stabil	Tidak drop
3	Arus output	Sistem aktif	Sesuai spesifikasi	Aman
4	Stabilitas	Operasi ± 30 menit	Tegangan stabil	Layak digunakan
5	Suhu power supply	Sistem menyala	Tidak panas berlebih	Aman

4.9 Pengujian Potensio

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan potensiometer dapat berfungsi sebagai input setpoint suhu, di mana perubahan posisi potensiometer menghasilkan perubahan nilai setpoint yang terbaca oleh mikrokontroler.

TABEL 4. 7 POTENSIO

No	Posisi Potensio	Nilai Setpoint	Hasil Pembacaan	Keterangan
1	Minimum	100 °C	Terbaca	Normal
2	25%	125 °C	Terbaca	Sesuai
3	50%	150 °C	Terbaca	Sesuai
4	75%	175 °C	Terbaca	Sesuai
5	Maksimum	200 °C	Terbaca	Normal

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat pada penelitian Modifikasi Setrika Listrik Konvensional Menjadi Setrika Listrik Digital dengan Kontrol Suhu Menggunakan PID, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Setrika listrik konvensional berhasil dimodifikasi menjadi setrika listrik digital dengan menambahkan sistem kontrol suhu berbasis mikrokontroler Arduino Pro Mini, sensor suhu thermocouple tipe-K yang terintegrasi dengan modul MAX6675, serta display LCD sebagai media informasi suhu.
2. Penerapan algoritma kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) mampu menjaga suhu setrika tetap stabil sesuai dengan nilai setpoint yang diatur oleh pengguna, dengan error suhu relatif kecil dan respon sistem yang cepat.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai dan mempertahankan suhu target dengan kestabilan yang baik, ditunjukkan oleh error suhu yang berada pada rentang $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 2^{\circ}\text{C}$ serta waktu stabilisasi yang relatif singkat.
4. Sistem tampilan LCD berfungsi dengan baik dalam menampilkan suhu aktual, setpoint suhu, serta status pemanas secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan mengatur suhu setrika.
5. Penggunaan kontrol suhu digital berbasis PID terbukti meningkatkan efisiensi energi dan keamanan penggunaan setrika, karena dapat mencegah

terjadinya panas berlebih (overheat) yang berpotensi merusak pakaian maupun membahayakan pengguna.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan alat di masa mendatang, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur pemilihan otomatis jenis kain, sehingga pengguna dapat langsung memilih jenis kain dan setpoint suhu akan diatur secara otomatis.
2. Disarankan untuk menambahkan sistem pengaman tambahan seperti proteksi suhu berlebih (thermal protection) atau auto cut-off apabila terjadi kegagalan sensor atau gangguan sistem.
3. Penggunaan metode tuning PID yang lebih optimal, seperti metode Ziegler-Nichols atau auto-tuning PID, dapat diterapkan untuk memperoleh respon sistem yang lebih cepat dan stabil.
4. Sistem kontrol dapat dikembangkan menggunakan metode kontrol lain seperti fuzzy logic atau hybrid PID–fuzzy untuk dibandingkan performanya dengan kontrol PID konvensional.
5. Desain mekanik dan casing alat perlu ditingkatkan agar lebih ergonomis, aman, dan siap untuk diaplikasikan dalam penggunaan jangka panjang atau skala komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, D. A., & Handoko, B. (2019). *Pengendalian Suhu Pemanas Menggunakan PID Controller pada Mikrokontroler Arduino Uno*. Jurnal Teknik Elektro, 8(1), 25–32.
- Kurniawan, R. (2020). *Pemrograman Mikrokontroler Arduino dan Penerapannya*. Yogyakarta: Andi.
- Ogata, K. (2010). *Modern Control Engineering* (5th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Nise, N. S. (2011). *Control Systems Engineering* (6th ed.). Wiley.
- Sutrisno, B. (2021). *Desain Sistem Kontrol Suhu Menggunakan Arduino dan Sensor Thermocouple*. Jakarta: Media Sains.
- Fauzan, A. R., & Hidayat, T. (2022). *Pengendalian PID untuk Pengatur Suhu Inkubator Berbasis Arduino*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 10(2), 41–47.
- Prasetyo, Y. (2023). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Berbasis Thermocouple MAX6675 dan Arduino Uno*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informatika, 6(1), 14–21.

LAMPIRAN

1. Program Arduino Ide

```
#include <max6675.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Definisi pin MAX6675
int soPin = 4; // SO
int csPin = 5; // CS
int sckPin = 6; // SCK

// Inisialisasi MAX6675 dan LCD I2C
MAX6675 thermocouple(sckPin, csPin, soPin);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C 0x27 (umum), 16x2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();      // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight(); // Nyalakan backlight
  delay(500);

  Serial.println("Pembacaan Suhu Thermocouple MAX6675 + LCD I2C");
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Suhu Thermocouple");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Siap membaca...");
}
```

```

void loop() {
    double suhu = thermocouple.readCelsius();

    lcd.clear();

    if (isnan(suhu)) {
        Serial.println("Thermocouple tidak terdeteksi!");
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("ERROR!");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Thermocouple");
        lcd.setCursor(13,1);
        lcd.print("kosong");
    } else {
        Serial.print("Suhu: ");
        Serial.print(suhu);
        Serial.println(" °C");

        // Tampilkan suhu di LCD
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Suhu: ");
        lcd.print(suhu, 1); // 1 angka desimal
        lcd.print(" C");

        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("MAX6675 Active");
    }

    delay(1000); // Update setiap 1 detik
}

```


2. Alat Keseluruhan



3. Lembar Asistensi Tugas Akhir

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800-1000
Laman: <http://www.poliseng.ac.id>

T A : 20.... / 20....

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (TA)

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Eadhtufah Allam Sani
NIM : 3103230006
Program Studi : D.3 Teknik Elektronika
Judul Skripsi : modifikasi Setelua Iritasi konvensional menjadi Setelua Iritasi digital dengan kontrol suhu menggunakan PID

Pembimbing :

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	7/10/2025	Pembelian Peralatan B2B	<i>[Signature]</i>
2.	13/10/2025	Pengisian Pictoripe alat	<i>[Signature]</i>
3.	23/10/2025	tambahan Set Point terhadap lain	<i>[Signature]</i>
4.	23/10/2025	uji coba komponen terhadap lain	<i>[Signature]</i>
5.	31/11/2025	memulai pembuatan skema	<i>[Signature]</i>
6.	14/11/2025	Pengambilan Pictoripe & Pengisian	<i>[Signature]</i>
7.	18/11/2025	Pengambilan data dan analisis	<i>[Signature]</i>
8.	8/12/2025	Evaluasi perbaikan laporan Pembimbing	<i>[Signature]</i>

Bengkalis, 202....
Mengetahui, Dosen Pembimbing

[Signature]
MAEZUR RAU
NIP.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis - Riau 28711

Telepon (+62766) 24566, Faximile (+62766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, Email: polbeng@polbeng.ac.id

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Sidang TA/SKRIPSI

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

TA: 2025/2026

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang TA/SKRIPSI Dari Mahasiswa

Nama : Fadhlurrah Allam Sani

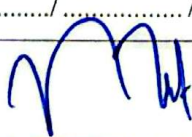
Nim : 3103230006

Judul : Modifikasi Setrika Listrik Konvensional Menjadi Setrika Listrik Digital Dengan Kontrol Suhu Menggunakan PID

Nama Dosen Pembimbing : Marzuarman, S.Si., M.T.

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing

Revisi alat
perbaiki tata tulis

Pengesahan dari dosen pembimbing			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	/...../20	Tanggal	/...../20
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Bengkalis,...03...../02/2026

Dosen Pembimbing

(Marzuarman, S.Si., M.T.)

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan sidang yang telah diisi di kembalikan ke koordinator.
2. Tanda * (coret salah satunya)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis - Riau 28711

Telepon (+62766) 24566, Faximile (+62766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, Email: polbeng@polbeng.ac.id

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Sidang TA/SKRIPSI

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

TA: 20..... /20

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang TA/SKRIPSI Dari Mahasiswa

Nama : Fadhlurrah Allam Sari

Nim : 3103230006

Judul :

Nama Dosen Pembimbing/Dosen Penguji*

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing/Dosen Pengiji*

.. Tata tulis laporan ..
.. Perbaiki data tabel 4.2.1 4.4 ..
.. ..
.. ..
.. ..
.. ..
.. ..
.. ..
.. ..

Pengesahan dari dosen pembimbing/dosen penguji *

Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	...03...../...03...../2026	Tanggal	/...../20
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Bengkalis,...../...../20

Dosen Pembimbing/Dosen Penguji*

()

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan sidang yang telah diisi di kembalikan ke koordinator.
2. Tanda * (coret salah satunya)