

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEMPERATUR
MESIN *METAL THERMAL EVAPORATOR***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Kaka Pratama

221411019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEMPERATUR
MESIN METAL THERMAL EVAPORATOR**

Oleh:

Kaka Pratama

221411019

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 15 Agustus 2025


Disetujui,

Pembimbing I,



Dhion Khairul Nugraha, ST., M.T.
NIP. 199003102022031002

Pembimbing II,



Andri Pratama, SST., M.Sc.
NIP. 198509252018031001

Pembimbing III,



Otto Purnawarman, ST., M.T.
NIP. 196207101989031004

Disahkan,

Ketua Penguji



Yogi Muldani Hendrawan, SST., M.T., Ph.D.
NIP. 198611222009121004

Penguji I,



Dr. Herman Budi Harja, ST., M.T.
NIP. 197902022008101001

Penguji II,



Ilham Ali Arridho, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199812222025061007

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kaka Pratama
NIM : 221411019
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring
Temperatur Mesin *Metal Thermal Evaporator*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,

Kaka Pratama
221411019

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kaka Pratama
NIM : 221411019
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring
Temperatur Mesin *Metal Thermal Evaporator*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,

Kaka Prtama
221411019

MOTO PRIBADI

Apa yang kamu tanam, itulah yang akan kamu tuai

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Monitoring Temperatur Mesin *Metal Thermal Evaporator*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Dr. Heri Setiawan, ST., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dhion Khairul Nugraha, ST., M.T, Bapak Andri Pratama, SST., M.Sc, dan Bapak Otto Purnawarman, ST., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Yogi Muldani Hendrawan, SST., M.T., Ph.D., Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., M.T, dan Bapak Ilham Ali Arridho, S.Tr.T., M.T.

6. Panitia tugas akhir Bu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Dewi Anggraeni dan Bapak Karyanto yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya Nindy Oktaviani yang telah mendukung saya.
9. Buat sahabat – sahabat saya Ilham Muhamad Ramdhan, Jerry Jaenuri, Irja Alif, Rafi Tsafiq, Ali Barqi dan teman-teman 4MED.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Rancang bangun sistem monitoring temperatur ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan alat deteksi suhu *thermocouple type K* yang tidak mampu membaca temperatur tungsten *boat* dengan akurat. Hal ini terjadi karena *thermocouple* tidak dapat kontak secara langsung akibat adanya arus listrik yang cukup besar. Nilai pembacaan temperatur hanya melihat perpindahan panas secara radiasi pada kondisi vakum. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring suhu dan kendali arus otomatis berbasis mikrokontroler. Metode yang digunakan mengikuti langkah-langkah *waterfall model*, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, integrasi sistem, pengujian dan pengoperasian. Sistem dibangun menggunakan *Arduino UNO* sebagai pengendali utama, *MCP4725* untuk mengatur tegangan, dan inverter las 900 *watt* sebagai sumber pemanas. Data suhu ditampilkan pada LCD I2C 20x4. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan data suhu dari *thermogun* dan sistem, lalu dianalisis menggunakan regresi polinomial orde 2 untuk mengetahui tingkat akurasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mengatur arus listrik setiap 10 detik secara otomatis dan menampilkan data suhu dengan tingkat persentase *error* yang rendah senilai 1,69%. Sistem juga menunjukkan kinerja yang stabil selama proses pemanasan. Perancangan ini mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan suhu serta menjadi dasar pengembangan sistem otomatisasi lebih lanjut.

Kata kunci: Sistem monitoring, *Metal Thermal Evaporator*, *Waterfall Model*, Mikrokontroler, *MCP472*.

ABSTRACT

The design of this temperature monitoring system is motivated by the limitations of the type K thermocouple temperature detection device which is unable to read the tungsten boat temperature accurately. This happens because the thermocouple cannot contact directly due to the presence of a large enough electric current. The temperature reading value only sees radiation heat transfer in vacuum conditions. This research aims to create a microcontroller-based automatic temperature monitoring and current control system. The method used follows the steps of VDI 2206, namely needs analysis, design, system integration, and validation. The system is built using Arduino UNO as the main controller, MCP4725 to regulate the voltage, and a 900 watt welding inverter as a heating source. Temperature data is displayed on a 20x4 I2C LCD. Calibration is done by comparing temperature data from the thermogun and the system, then analyzed using 2nd order polynomial regression to determine the level of accuracy. The test results show that the system can automatically adjust the electric current every 10 seconds and display temperature data with a low error rate of 1.69%. The system also shows stable performance during the heating process. This design can improve the efficiency and accuracy of temperature monitoring and become the basis for further development of automation systems.

Keywords: Monitoring System, Metal Thermal Evaporator, Waterfall Model, Microcontroller , MCP472.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	II-1
I.1 Latar Belakang	II-1
I.2 Rumusan Masalah	II-2
I.3 Batasan Masalah.....	II-2
I.4 Tujuan dan Manfaat	II-3
I.5 Sistematika Penulisan	II-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Pelapisan Material	II-1
II.2 Lapisan Film Tipis	II-2
II.3 Physical Vapor Deposition.....	II-3
II.4 Metal Thermal Evaporation	II-5
II.5 <i>Joule Heating</i>	II-6
II.6 Tekanan Vakum	II-9

II.7	Suhu Penguapan	II-11
II.8	<i>Heat Transfer</i>	II-12
II.9	Sistem Kontrol	II-14
II.10	<i>Waterfall Model</i>	II-16
II.11	Regresi Polinomial	II-17
II.12	Tinjauan Alat.....	II-18
II.12.1	Perangkat Keras	II-18
II.12.2	Perangkat Lunak.....	II-26
II.13	Studi Penelitian Terdahulu	II-28
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Gambaran Umum Mesin <i>Metal Thermal Evaporator</i>	III-1
III.2	Gambaran Umum Metodologi Penyelesaian Masalah.....	III-3
III.3	Analisa Kebutuhan Sistem	III-6
III.3.1	Analisa Kebutuhan Input.....	III-6
III.3.2	Analisa Kebutuhan Output	III-6
III.3.3	Analisa Kebutuhan Proses	III-6
III.3.4	Analisa Daftar Tuntutan	III-7
III.3.5	Pemilihan Komponen Utama	III-7
III.4	Perancangan	III-12
III.4.1	Diagram Sistem Mesin Metal Thermal Evaporator	III-13
III.4.2	Komponen Tambahan	III-14
III.4.3	Diagram Alir Sistem Kendali.....	III-16
III.4.4	Design Elektrikal.....	III-20
III.4.5	Design Mekanikal	III-23
III.4.6	Integrasi Rancangan Mekanikal & Elektrikal	III-25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1

IV.1	Hasil Implementas Sistem.....	IV-1
IV.1.1	Implementasi Mekanik & Elektrikal.....	IV-1
IV.2	Pengujian Sistem Elektrikal	IV-2
IV.2.1	Pengujian Nilai Tegangan Output MCP4725	IV-2
IV.2.2	Pengujian Nilai Arus Listrik Inverter Las	IV-5
IV.3	Kalibrasi Thermogun	IV-10
IV.4	Pengujian Suhu	IV-12
IV.5	Pengujian Layar LCD I2C 20x4	IV-18
IV.6	Prosedur Penggunaan Mesin	IV-20
BAB V	PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii
LAMPIRAN.....		xx

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Jenis-jenis pelapisan material	II-1
Tabel II.2 Perbandingan pengujian suhu <i>thermocouple</i> pada kondisi vakum dan non vakum.....	II-9
Tabel II.3 Konversi nilai tekanan.....	II-10
Tabel II.4 Suhu penguapan material menurut data penelitian dari W.Eape dan M.Knool pada tekanan sebesar 0,001 mmHg	II-11
Tabel II.5 Spesifikasi Arduino UNO	II-18
Tabel II.6 Spesifikasi Mesin Las Rhino MMA 300A	II-23
Tabel II.7 Penelitian terdahulu.....	II-28
Tabel III.1 Daftar Tuntutan	III-7
Tabel III.2 Komponen Tambahan	III-14
Tabel III.3 Daftar Simbol Elektrikal	III-20
Tabel III.4 Daftar Jumlah Komponen yang Digunakan.....	III-26
Tabel IV.1 Prosedur pengujian <i>output</i> tegangan MCP4725	IV-3
Tabel IV.2 Hasil pengujian <i>output</i> tegangan MCP4725	IV-4
Tabel IV.3 Prosedur pengujian nilai arus listrik inverter las	IV-6
Tabel IV.4 Hasil pengujian <i>output</i> tegangan dengan nilai arus listrik.....	IV-8
Tabel IV.5 Perbandingan nilai hitungan dan nilai aktual ampere.....	IV-10
Tabel IV.6 Kalibrasi <i>thermogun</i>	IV-11
Tabel IV.7 Prosedur pengujian suhu pada tungsten <i>boat</i>	IV-13
Tabel IV.8 Data suhu percobaan.....	IV-15
Tabel IV.9 Rata-rata suhu	IV-16
Tabel IV.10 Data perhitungan dan aktual suhu	IV-18
Tabel IV. 11 Prosedur penggunaan mesin	IV-20

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Lapisan film tipis	II-2
Gambar II.2 <i>Sputtering process</i>	II-4
Gambar II.3 <i>Arc plasma deposition</i>	II-4
Gambar II.4 <i>Thermal evaporation process</i>	II-5
Gambar II.5 <i>Metal thermal evaporation process</i>	II-6
Gambar II.6 Pemanas resistif	II-7
Gambar II.7 (a) Hubungan warna dengan suhu (b) penelitian tungsten <i>boat</i> tidak dalam kondisi vakum pada tahun 2025 (c) penelitian tungsten <i>boat</i> dalam kondisi vakum pada tahun 2024	II-7
Gambar II.8 Grafik perbedaan suhu pada nilai tekanan tertentu pada penelitian tentang metode pendinginan panel PV	II-8
Gambar II.9 Proses terjadinya konduksi	II-13
Gambar II.10 Proses terjadinya konveksi	II-13
Gambar II.11 Proses terjadinya radiasi	II-14
Gambar II.12 Sistem kontrol <i>open loop</i>	II-15
Gambar II.13 Sistem kontrol <i>close loop</i>	II-16
Gambar II.14 Arduino UNO	II-18
Gambar II.15 MCP 4725	II-20
Gambar II.16 Power Supply 9V DC	II-20
Gambar II.17 Main Switch 2 Posisi	II-21
Gambar II.18 Emergency Button	II-21
Gambar II.19 Push Button ON	II-22
Gambar II.20 Relay 5 VDC	II-22
Gambar II.21 Kontaktor	II-23
Gambar II.22 Inverter Las	II-23
Gambar II.23 <i>Selector Switch</i> 2 Posisi	II-24
Gambar II.24 <i>Solenoid Valve 2 Way</i>	II-25
Gambar II.25 Relay Omron MK2P-1	II-25
Gambar II.26 LCD I2C 20x4	II-26
Gambar III.1 Mesin <i>metal thermal evaporator</i>	III-1
Gambar III.2 (a) <i>panel box interface</i> (b) rangkaian kelistrikan	III-2

Gambar III.3 <i>Design chamber</i> (b) aktual <i>chamber</i>	III-2
Gambar III.4 (a) <i>Design solenoid valve</i> (b) aktual <i>solenoid valve</i>	III-3
Gambar III.5 Diagram alir gambaran umum metodologi penyelesaian masalah. III-4	
Gambar III.7 Diagram sistem kontrol mesin metal thermal evaporator	III-13
Gambar III.8 Diagram alir sistem kendali solenoid valve	III-16
Gambar III.9 Diagram alir sistem kendali sumber pemanas.....	III-17
Gambar III.10 Diagram alir sistem kendali arus listrik.....	III-18
Gambar III.11 Diagram alir sistem kendali LCD I2C 20x4.....	III-19
Gambar III.12 Rangkain kendali 220V AC	III-22
Gambar III.13 Rangkaian kendali mikrokontroller.....	III-23
Gambar III.14 <i>Design box panel</i>	III-23
Gambar III.15 <i>Design interface box panel</i>	III-24
Gambar III.16 Diagram alir perakitan sistem kontrol.....	III-25
Gambar IV.1 Mesin <i>metal thermal evaporator</i>	IV-1
Gambar IV.2 (a) Panel box (b) rangkaian kelistrikan	IV-2
Gambar IV.3 Perbandingan nilai perhitungan manual <i>output</i> tegangan dengan nilai aktual <i>output</i> tegangan	IV-5
Gambar IV.4 Korelasi <i>output voltage</i> dengan ampere.....	IV-9
Gambar IV.5 Tungsten <i>boat</i>	IV-13
Gambar IV.6 Korelasi ampere terhadap suhu	IV-17

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Komponen Utama
- Lampiran 2** *Design Electrical*
- Lampiran 3** *Operation Plan* Pembuatan Panel Box
- Lampiran 4** Data Presentase *Error* Pengukuran
- Lampiran 5** Pemrograman Pada Arduino IDE

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

V = Voltase

DC = Direct Current

AC = Alternatife Current

A = Ampere

Pa = Pascal

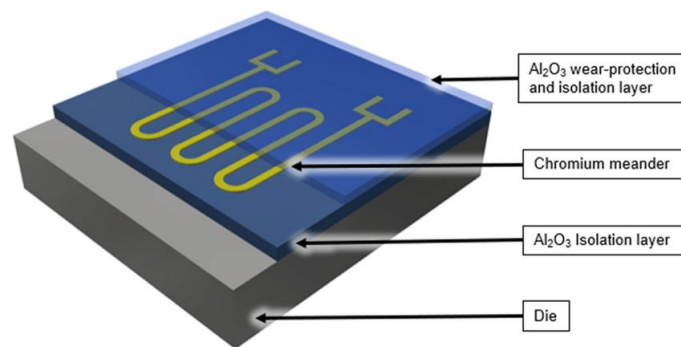
PVD = Physical Vapor Deposition

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi semakin pesat, salah satunya adalah teknologi proses pelapisan material. *Metal thermal evaporator* memiliki peran penting dalam proses pelapisan material ini. Menggunakan metode pemanasan dan penguapan logam dalam kondisi vakum untuk menghasilkan lapisan tipis atau *thin film* yang digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti elektronika, medis, dan industri semikonduktor. Pada industri semikonduktor lapisan tipis berfungsi sebagai pemisah lapisan konduktif, mencegah arus bocor, membuat jalur listrik yang efisien, memberikan perlindungan terhadap oksidasi, kelembapan atau korosi dan menjaga *life time* perangkat dalam waktu panjang.[1]



Gambar I.1 *Thin film temperature sensor*

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-thin-film-temperature-sensor_fig9_348734086)

Mesin *metal thermal evaporator* menggunakan *boat* untuk menghantarkan panas sampai suhu tinggi. Suhu tinggi ini akan menguapkan material pelapis yang ada pada *boat* tersebut. Beberapa material pelapis diantaranya seperti aluminium, timah, perak, emas, tembaga dan sebagainya. Untuk menghasilkan proses penguapan dibutuhkan bertemperatur tinggi. Untuk mempercepat penguapan dibutuhkan tekanan vakum pada *chamber* mesin. Tekanan vakum akan berpengaruh pada lapisan yang dihasilkan dengan mencegah adanya oksidasi antara bahan yang diuapkan. Terbentuknya oksidasi mengakibatkan lapisan *film* memiliki kandungan kemurnian material yang lebih rendah karena terkontaminasi gas

sekitar. Tekanan vakum didapatkan dengan menggunakan *vacuum pump*, tekanan yang diperoleh *vacuum pump* diharuskan mencapai tekanan 10^{-5} torr. Oleh karena itu, pengendalian suhu dan tekanan vakum pada mesin ini menjadi kritis untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan.[2]

Penelitian sebelumnya yang sudah menghasilkan sistem kontrol mesin *metal thermal evaporator* yang dapat mengendalikan proses vakum, *melting*, *evaporating* dan mengatur suhu *evaporating* dengan mengontrol besar arus listrik yang mengalir ke tungsten *boat*. Akan tetapi adanya permasalahan pada monitoring temperatur yang mendeteksi suhu ruang dan terjadi penyimpangan, *thermocouple* mendeteksi suhu dengan nilai 80°C sedangkan suhu secara *real time* pada tungsten *boat* adalah 900°C dan hasil presentasi *error* nya senilai 91%. Hal ini terjadi karena pemilihan alat deteksi suhu yang kurang tepat sehingga menghasilkan verifikasi data temperatur yang tercatat tidak *real time*. Hal ini menjadikan dasar yang kuat untuk pengambilan penelitian ini. Dengan judul penelitian "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEMPERATUR MESIN *METAL THERMAL EVAPORATOR*" diharapkan mampu memberikan solusi yang tepat untuk sistem monitoring pada mesin ini.

I.2 Rumusan Masalah

Adapaun rumusan - rumusan masalah yang telah didapatkan dari latar belakang yang ada yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring temperatur pada mesin *metal thermal evaporator* ?
2. Bagaimana merancang sistem kendali arus secara otomatis pada mesin *metal thermal evaporator*?
3. Bagaimana verifikasi data temperatur yang tercatat pada mesin *metal thermal evaporator* ?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan dan perakitan sistem monitoring temperatur ini berdasarkan data yang didapat sebelumnya dari mesin *metal thermal evaporator* yang sudah dibuat.
2. Pemilihan komponen yang dipakai berdasarkan analisis kebutuhan sistem kontrol.
3. Dalam penelitian ini penulis hanya melakukan perancangan, perakitan, pengujian pada sistem monitoring temperatur dan sistem kendali mengacu pada panduan *waterfall model*.
4. Data suhu yang ditampilkan pada layar monitor berupa data hasil eksperimen.
5. Sistem kendali hanya bersifat *open loop*.
6. Sistem pemanas dibatasi menggunakan tungsten *boat* untuk mendapatkan data hasil eksperimen.
7. Pengambilan data eksperimen tidak dilakukan dalam kondisi vakum. Pada saat tekanan dalam kondisi vakum, nilai temperatur terdapat selisih tidak terlalu jauh pada kondisi penguapan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui temperatur pada saat mesin *metal thermal evaporator* bekerja.

Adapun manfaat dari perancangan dan perakitan sistem monitoring temperatur ini sebagai berikut :

1. Menambah wawasan pengetahuan mengenai perancangan dan perakitan sistem monitoring temperatur pada mesin *metal thermal evaporator*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.