

**RANCANG BANGUN RANGKAIAN KELISTRIKAN PADA
PROTOTYPE MESIN METAL THERMAL EVAPORATOR**

Tugas Akhir

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

Oleh

Arin Anzilla Muminulloh

220411001



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

RANCANG BANGUN RANGKAIAN KELISTRIKAN PADA PROTOTYPE MESIN METAL THERMAL EVAPORATOR

Oleh:

Arin Anzilla Muminulloh

220411001

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan

Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 26 Agustus 2024

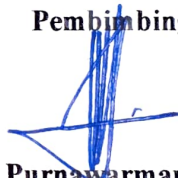
Disetujui,

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Otto Purnawarman, S.T., MT.
NIP. 196207101989031004

Disahkan,

Ketua Penguji,



M. Ali Suparman, Masch.Ing.HTL.,MT
NIP. 196011011989031000

Penguji I,



Dr. Heri Setiawan, ST., MT
NIP. 196707001199203100

Penguji II,



Mohamad Fauzi, ST., MT
NIP. 196206261988031003

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Arin Anzilla Muminulloh
NIM	:	220411001
Jurusan	:	Teknik Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	RANCANG BANGUN RANGKAIAN KELISTRIKAN PADA <i>PROTOTYPE</i> MESIN <i>METAL THERMAL EVAPORATOR</i>

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 : 17 – 09 – 2024
Yang Menyatakan,

(Arin Anzilla Muminulloh)
NIM. 220411001

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Arin Anzilla Muminulloh
NIM : 220411001
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : RANCANG BANGUN RANGKAIAN
KELISTRIKAN PADA *PROTOYPE* 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 Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 17 – 09 – 2024
Yang Menyatakan,

(Arin Anzilla Muminulloh)
NIM. 220411001

MOTO PRIBADI

“Njunjung duwur mendem jero”

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 Kontrol pada 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. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Andri Pratama SST., M.Sc., Bapak Otto Purnawarman ST., MT.
2. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak M. Ali Suparman, Masch. Ing. HTL, MT. , Bapak Dr. Heri Setiawan, ST., MT, dan Bapak Mohamad Fauzi, ST., MT.
3. Panitia tugas akhir Bu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc.
4. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Sultonah dan Bapak Muminun yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Semua Rekan-rekan penulis khususnya kelas 4MED Angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

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. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Rancang bangun sistem kontrol pada mesin *Metal Thermal Evaporator* menjadi penting karena terdapat dua masalah utama yang dihadapi pada penelitian yang dilakukan sebelumnya. Pertama, sumber arus yang digunakan tidak mampu memanaskan sistem pemanas hingga suhu yang diperlukan untuk proses evaporasi. Kedua, tidak adanya sensor pendeteksi suhu yang dapat memantau dan mengontrol suhu selama proses berlangsung. Penelitian ini menggunakan metode *VDI 2206* untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini, sumber arus diganti dengan inverter las berdaya 900 watt yang terbukti mampu memanaskan sistem pemanas hingga mencapai suhu yang dibutuhkan untuk proses evaporasi. Selain itu, sistem pendeteksi suhu dirancang menggunakan kombinasi 2 komponen yaitu *temperature controller* dan *thermocouple type K* yang memungkinkan pemantauan suhu secara real-time. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa solusi yang diimplementasikan mampu mengatasi permasalahan pada sistem *Metal Thermal Evaporator*, sehingga dapat meningkatkan keandalannya dalam proses evaporasi.

Kata kunci: Sistem Kontrol, *Metal Thermal Evaporator*, *VDI 2206*, Inverter Las, *Temperature Controller*.

ABSTRACT

The design of the control system on the Metal Thermal Evaporator machine is important because there are two main problems encountered in previous research. First, the current source used is not able to heat the heating system to the temperature required for the evaporation process. Second, there is no temperature detection sensor that can monitor and control the temperature during the process. This research uses the VDI 2206 method to overcome these problems. In this research, the current source was replaced with a 900-watt welding inverter which proved to be able to heat the heating system to the required temperature for the evaporation process. In addition, a temperature detection system was designed using a combination of 2 components, which are the temperature controller and type K thermocouple that allows real-time temperature monitoring. The results of this research show that the implemented solution is able to resolve the problems in the Metal Thermal Evaporator system, thus increasing its reliability in the evaporation process.

Keywords: *Control System, Metal Thermal Evaporator, VDI 2206, Welding Inverter, Temperature Controller.*

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.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	1
II.1 Physical Vapor Deposition (PVD)	1
II.2 Sputtering	1
II.3 Thermal Evaporation.....	2
II.4 Tekanan Vakum.....	3
II.4.1 Tingkatan Vakum.....	4
II.5 Sistem Kontrol.....	5
II.6 Microcontroller Arduino	7
II.7 Programmable Logic Controller (PLC).....	8
II.8 <i>Temperature controller</i>	9

II.9	<i>Thermocouple</i>	10
II.10	VDI 2206	12
II.11	Perpindahan Kalor	12
II.4.1	Konduksi	13
II.4.2	Konveksi	13
II.4.3	Radiasi.....	13
II.12	Tinjauan Alat	14
II.13	Studi Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		1
III.1	Metode VDI 2206 Model V	1
III.2	Analisa Kebutuhan Sistem:.....	2
III.3.1	Analisa Kebutuhan Input.....	3
III.3.2	Analisa Kebutuhan Output.....	3
III.3.3	Analisa Kebutuhan Proses.....	3
III.3.4	Analisa Daftar Tuntutan.....	3
III.3.5	Pemilihan Komponen Utama	4
III.3.6	Evaluasi Morfologi.....	7
III.3	Perancangan.....	8
III.3.1	Diagram Sistem Mesin <i>Metal Thermal Evaporator</i>	9
III.3.2	Komponen Tambahan	10
III.3.3	Komponen Pengaman	12
III.3.4	Perancangan Rangkaian Elektrikal	13
III.3.5	Perancangan urutan proses vakum	14
III.3.6	Perancangan urutan proses evaporasi.....	15
III.3.7	Design Elektrikal.....	16
III.3.8	Design Mekanikal	20
III.4	Integrasi rancangan mekanikal & elektrikal	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		1
IV.1	Hasil Integrasi.....	1
IV.2.1	Integrasi rancangan mekanikal & elektrikal:	1
IV.2	Validasi	2
IV.2.1	Pengujian Sistem Kontrol	2
IV.2.2	Pengujian Sistem Vakum	6
IV.2.3	Prosedur pengujian vakum pada <i>chamber</i>	7
IV.2.4	Pengujian Suhu.....	11

IV.2.5 Simulasi persebaran panas pada ruang <i>chamber</i>	22
IV.2.6 Presentase <i>Error</i>	26
BAB V PENUTUP	1
V.1 Kesimpulan.....	1
V.2 Saran.....	2
DAFTAR PUSTAKA	iii
LAMPIRAN	v

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 <i>Level</i> Tekanan Vakum [5]	4
Tabel II. 2 Spesifikasi TDR H3Y-2	14
Tabel II. 3 Spesifikasi Solenoid Valve	16
Tabel II. 4 Spesifikasi Inverter Las	17
Tabel II. 5 Penelitian terdahulu	21
Tabel III. 1 Daftar Tuntutan dan Solusi	3
Tabel III. 2 Controller suhu	4
Tabel III. 3 Komponen Penutup Aliran Udara	5
Tabel III. 4 Sumber Arus Pemanas	6
Tabel III. 5 Evaluasi Morfologi	7
Tabel III. 6 Komponen Tambahan	10
Tabel III. 7 Komponen Pengaman	12
Tabel III. 8 Daftar <i>Symbol</i> Elektrikal	16
Tabel III. 9 Daftar jumlah komponen yang digunakan	24
Tabel IV. 1 Prosedur pengujian sistem kontrol	3
Tabel IV. 2 Hasil pengujian sistem kontrol	4
Tabel IV. 3 Prosedur pengujian vakum	7
Tabel IV. 4 Data uji vakum pada chamber	10
Tabel IV. 5 Konversi satuan vakum	10
Tabel IV. 6 Data hasil pengukuran suhu	12
Tabel IV. 7 Rata-rata suhu	13
Tabel IV. 8 Prosedur pengujian suhu	14
Tabel IV. 9 data ketebalan lapisan yang dihasilkan	18
Tabel IV. 10 Data kadar oksigen pada lapisan tipis	19
Tabel IV. 11 Perbandingan konstruksi elemen pemanas	21
Tabel IV. 12 Perbandingan wadah pemanas	21
Tabel IV. 13 Rata-rata suhu ruang proses melting & proses evaporating	24
Tabel IV. 14 Prosedur uji coba posisi thermocouple	24
Tabel IV. 15 Suhu ruang dengan posisi sensor yang berbeda	25
Tabel IV. 16 Data suhu <i>temperature controller</i> 1 dan 2	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Proses pelapisan Teknik PVD [3].....	1
Gambar II. 2 Thermal Evaporation Physical Vapor Deposition [2]	3
Gambar II. 3 Skema Diagram Sistem Kontrol [7]	5
Gambar II. 4 Diagram sistem kontrol <i>Close Loop</i>	7
Gambar II. 5 Diagram sistem kontrol <i>Open Loop</i>	7
Gambar II. 6 Konfigurasi Pin ATmega 328[6].....	7
Gambar II. 7 Tampak Atas Arduino UNO.....	8
Gambar II. 8 PLC.....	9
Gambar II. 9 Temperature Controller type TZN4S Autonics	10
Gambar II. 10 <i>Thermocouple</i>	11
Gambar II. 11 Skema Diagram VDI 2206 model V	12
Gambar II. 12 Time Delay Relay Omron H3Y-2	14
Gambar II. 13 Relay Omron MK2P-1.....	15
Gambar II. 14 Kontaktor	15
Gambar II. 15 MCB	16
Gambar II. 16 <i>Solenoid valve 2 Way</i>	16
Gambar II. 17 Inverter Las.....	17
Gambar II. 18 Push Button.....	17
Gambar II. 19 <i>Emergency stop</i>	18
Gambar II. 20 Pilot Lamp	18
Gambar II. 21 Selector Switch ON-OFF.....	19
Gambar II. 22 Rotary Vane Pump.....	19
Gambar III. 1 Skema Diagram metode VDI 2206 model V	1
Gambar III. 2 Diagram Sistem Keseluruhan.....	9
Gambar III. 3 <i>Flowchart</i> perancangan elektrik.....	13
Gambar III. 4 Flow chart urutan proses vakum	14
Gambar III. 5 <i>Flow chart</i> urutan proses evaporasi	15
Gambar III. 6 Rancangan Rangkaian Kendali	19
Gambar III. 7 Rancangan Rangkaian Daya.....	20
Gambar III. 8 <i>Design Box panel</i>	21
Gambar III. 9 <i>Design Interface box panel</i>	21

Gambar III. 10 Posisi <i>Solenoid valve</i> pada <i>chamber</i>	22
Gambar III. 11 Diagram alir perakitan sistem kontrol	23
Gambar IV. 1 <i>Box Panel</i>	1
Gambar IV. 2 <i>Solenoid Valve</i>	1
Gambar IV. 3 Grafik rata-rata suhu	13
Gambar IV. 4 Lapisan alumunium pada kaca.....	14
Gambar IV. 5 Hasil pelapisan alumunium.....	17
Gambar IV. 6 Mikrostruktur lapisan alumunium.....	17
Gambar IV. 7 Pengukuran ketebalan lapisan menggunakan <i>Scanned Electron Microscope (SEM)</i>	18
Gambar IV. 8 spesifikasi suhu yang mampu dihasilkan tungsten boat.....	22
Gambar IV. 9 Simulasi persebaran panas proses <i>melting</i>	23
Gambar IV. 10 Simulasi persebaran panas proses <i>evaporating</i>	23

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Data Hasil Wawancara
- Lampiran B** Rubrik Penilaian Komponen Utama
- Lampiran C** *Operation Plan* pembuatan *Box Panel*
- Lampiran D** *Design* Elektrikal
- Lampiran E** Katalog Komponen Utama
- Lampiran F** Data pendukung pengujian

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

MTE = *Metal Thermal Evaporator*

A = Satuan arus listrik [Ampere]

DC = *Direct Current*

AC = *Alternating Current*

NO = *Normally Open*

NC = *Normally Close*

MCB = *Miniature Circuit Breaker*

PLC = *Programmable Logic Control*

PVD = *Physical Vapor Deposition*

I/O = *Input Output*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pemanfaatan mesin *Metal Thermal Evaporator* dalam proses manufaktur modern berkembang seiring dengan perubahan zaman dan kebutuhan pasar. Mesin ini melakukan sebagian proses untuk memanaskan dan menguapkan logam untuk menghasilkan lapisan atau film tipis yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti perangkat keras, kemasan, dan industri semikonduktor.

Metal Thermal Evaporator adalah metode untuk memanaskan suatu material hingga titik lelehnya dalam ruang hampa sehingga menguap dan melapisi material lain (*Substrate*). Mesin *Metal Thermal Evaporator* dalam melapisi substrat menggunakan berbagai macam bahan, termasuk tembaga, aluminium, dan emas. Jenis bahan yang digunakan dipilih berdasarkan ketentuan dari produk yang dilapisi. Untuk mengubah bahan menjadi uap, mesin MTE perlu memanaskan bahan hingga suhu yang sangat tinggi, yang dipengaruhi oleh daya pemanasan dan karakteristik *tungsten boat* sebagai wadah material yang dipanaskan.[1]

Suhu ini juga dipengaruhi oleh tekanan vakum pada mesin *Metal Thermal Evaporator*, sehingga dibutuhkan pompa vakum dengan spesifikasi yang sesuai untuk mencapai tekanan yang diinginkan. Pompa vakum & ruang *chamber* yang dibutuhkan untuk pembahasan ini harus mampu menangani tekanan 10^{-3} torr.[2] Dengan demikian, pengendalian suhu dan tekanan vakum pada mesin ini merupakan hal yang mendasar untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan.

Pada penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh sdr. Rhama Anugrah Putra dengan judul penelitian “RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI TEMPERATUR PADA *PROTOTYPE* MESIN *METAL THERMAL EVAPORATOR* BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL* (PLC)”, masih terdapat kekurangan pada hasil penelitiannya. Pada penelitian tersebut menyimpulkan bahwa suhu yang dihasilkan pemanas belum bisa mencapai target yang diinginkan.

Oleh karena itu meskipun telah dilakukan penelitian sebelumnya terkait dengan sistem kontrol pada mesin *Metal Thermal Evaporator*, Namun masih terdapat beberapa tantangan dan tidak tercapainya dalam hasil penelitian sebelumnya memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan penelitian ini. Alasan utama untuk melakukan penelitian lebih lanjut adalah:

- a) Pada penelitian sebelumnya ketika dilakukan pengujian, menyimpulkan bahwa sumber arus listrik yang dipakai tidak dapat melakukan proses evaporasi karena suhu yang dihasilkan *tungsten boat* untuk evaporasi tidak tercapai.
- b) Masih terdapat kekurangan pada sistem kontrol, yaitu tidak adanya sensor suhu untuk mengetahui besaran suhu yang dihasilkan pemanas pada proses evaporasi. Tidak adanya sensor atau indikator arus listrik dalam satuan ampere yang mengalir ke tungsten boat.

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat mengenai sistem kendali dalam mengendalikan suhu dan tekanan vakum pada mesin *Metal Thermal Evaporator*. Pemilihan komponen yang tepat akan membawa manfaat dalam hal efektifitas, biaya, dan kualitas produk yang dihasilkan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan – rumusan masalah yang telah didapatkan dari pemaparan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara menghasilkan suhu tinggi pada tungsten boat sehingga mampu melakukan proses evaporasi?
2. Bagaimana cara merancang dan merakit sistem kontrol 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. Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan metode penelitian VDI 2206 untuk merancang bangun sistem kendali pada mesin *Metal Thermal Evaporator*.
2. Penulis hanya menentukan, merancang, merakit dan menguji sistem kontrol pada *prototype* mesin *Metal Thermal Evaporator*.
3. Sensor suhu yang dipakai menggunakan *Thermocouple*.

4. Pemilihan komponen yang dipakai berdasarkan analisis kebutuhan sistem kontrol.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan & manfaat dari pembuatan sistem kendali ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Menciptakan suhu tinggi pada tungsten boat sehingga mampu melakukan proses evaporasi pada mesin *Metal Thermal Evaporator*.
2. Merakit dan merancang rangkaian kelistrikan yang dapat mempermudah pengoperasian dalam tahapan proses evaporasi pada *prototype* mesin *Metal Thermal Evaporator*.

Manfaatnya adalah:

1. Mempermudah pengendalian suhu, serta lamanya waktu proses evaporasi yang berjalan pada mesin lebih terukur. Sehingga dapat mengurangi variasi kualitas lapisan tipis yang menempel pada produk & mendapatkan parameter proses pelapisan untuk menghasilkan lapisan tipis yang optimal.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika mengenai karya tulis ilmiah Tugas Akhir ini akan 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 HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan dan penjelasan mengenai hasil-hasil penelitian tugas akhir.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari penelitian tugas akhir dan saran yang diberikan oleh penulis .