

**OPTIMASI PARAMETER *FACING* MATERIAL DIN X38CrMo17
PADA MESIN CNC MILLING DALIAN XD40A MENGGUNAKAN
RESPONSE SURFACE METHODOLOGY DI JURUSAN TEKNIK
MANUFAKTUR POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
melaksanakan penulisan tugas akhir pendidikan Diploma IV

Oleh :

Muhammad Luthfi Hariono

221411938



PROGRAM STUDI TEKNIK REKAYASA MANUFAKTUR
KONSENTRASI TEKNIK DAN SISTEM PRODUKSI
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**“OPTIMASI PARAMETER *FACING* MATERIAL DIN X38CrMo17
PADA MESIN CNC MILLING DALIAN XD40A MENGGUNAKAN
RESPONSE SURFACE METHODOLOGY DI JURUSAN TEKNIK
MANUFAKTUR POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG”**

**Karya Tulis ini Telah Disetujui dan Disahkan
Sebagai Syarat Memenuhi Tugas Mata Kuliah Tugas Akhir Diploma IV
Politeknik Manufaktur Bandung**

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Otto Purnawarman S.T.,M.T.

196207101989031

Disahkan oleh:

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Agus Surjana Saefudin,
SST., MT.

196008081985031007

Suseno, ST., MT.

196812311993031014

Hartono Widjaja,
SST., MT

196111201988031003

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhamad Luthfi Hariono
NIM : 221411938
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Optimasi Parameter *Facing* Material DIN X38CrMo17 Pada Mesin Milling Dalian XD40A Menggunakan *Response Surface Methodology* Di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung

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 : 31 -08 -2023
Yang Menyatakan,

(Muhammad Luthfi Hariono)
221411938

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Muhamad Luthfi Hariono
NIM : 221411938
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Optimasi Parameter *Facing* Material DIN X38CrMo17 Pada Mesin Milling Dalian XD40A Menggunakan *Response Surface Methodology* Di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung

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 : 31 - 08 - 2023
Yang Menyatakan,

(Muhammad Luthfi Hariono)
221411938

MOTO PRIBADI

Jadilah orang yang penyabar, tetapi sabar bukan berarti diam.

Jika suatu pekerjaan tidak dilandasi keikhlasan, maka tidak akan bertambah kecuali kegelapan dihatinya.

- Syaikh Hasyim Asy'ari

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada tuhan YME yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Optimasi Parameter Pemotongan Permukaan Material Din X38crmo17 Pada Mesin Milling Dalian XD40A Menggunakan *Response Surface Methodology* Di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung”. Karya tulis ilmiah ini penulis susun untuk memenuhi syarat kelulusan Diploma IV Teknologi Rekayasa Manufaktur di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung.

Berkat bimbingan, bantuan serta dorongan dari semua pihak, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Tuhan YME yang selama ini telah memberikan kesempatan dan kesehatan sehingga penulis masih bisa diberikan kemampuan oleh-Nya.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi motivasi, semangat, do'a, moral maupun moril yang tulus.
3. Yth. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur Bapak Jata Budiman ST., MT.
4. Yth. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Bapak Haris Setiawan S.S.T., M.T
5. Yth. Bapak Otto Purnawarman, ST., MT. selaku pembimbing 1 yang telah memberi arahan, kritik dan saran dalam pelaksanaan pembuatan karya tulis ilmiah.
6. Hilal Fahmi selaku rekan seperjuangan dalam menghadapi cobaan
7. Rekan-rekan Jurusan Teknik Manufaktur yang telah memberikan bantuan, masukan, dan semangat kepada penulis
8. Diri sendiri.

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.

Bandung, 4 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Mesin CNC milling Dalian XD40A adalah salah satu mesin CNC yang dimiliki Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung. Mesin tersebut digunakan dalam kegiatan produksi serta kegiatan pembelajaran proses pemesinan CNC. Dengan intensitas penggunaan mesin yang cukup tinggi, maka konsumsi daya yang dibutuhkan oleh mesin CNC milling Dalian XD40A cukup besar dan dibutuhkannya waktu pemesinan yang singkat. Seiring berjalannya waktu dan intensitas pemakaian yang cukup tinggi maka keandalan mesin pun semakin menurun, salah satu cara mengatasi penurunan keandalan mesin terhadap konsumsi daya dan kecepatan proses pemesinan yaitu dengan cara mengoptimalkan parameter proses pemesinan tersebut. Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu kedalaman pemotongan, kecepatan pemotongan dan laju pemakanan dengan respon yang dicapai yaitu *material removal rate* (MRR) maksimum dan konsumsi daya mesin minimum, pengoptimalan parameter menggunakan *response surface methodology* (RSM) dimana diperoleh kombinasi parameter pemotongan permukaan untuk MRR maksimum dan konsumsi daya mesin minimum, dengan tingkat kepentingan respon 50:50, material *plastic mould steel* 1.2316/DIN X36CrMo17, insert carbide sandvik 345R-1305M-PM (DC=50, z=4) dan pencekaman menggunakan ragum, yaitu kedalaman pemotongan 0,723 mm, kecepatan pemotongan 250 m/min dan laju pemakanan 0.28 mm, yang menghasilkan MRR sebesar 0.38 mm³/sec dan konsumsi daya mesin 4.769 kW. Hasil pengukuran tersebut masih berada didalam 95% interval prediksi yang artinya data dari hasil verifikasi tersebut valid.

Kata kunci: CNC, Optimasi, RSM, Konsumsi Daya Mesin, MRR,

ABSTRACT

Dalian XD40A CNC milling machine is one of several CNC machines owned by the Manufacturing Engineering Department at Bandung Manufacturing Polytechnic. The machine is used in production activities as well as learning activities for the CNC machining process. With the high intensity of machine usage, the power consumption required by the Dalian XD40A CNC milling machine is quite large and requires a short machining time. As time goes by and the intensity of use is quite high, the reliability of the machine decreases, to overcome the decrease in machine reliability due to machine power consumption and material removal rate is by optimizing the machining process parameters. In this study, the parameters used are depth of cut, velocity of cutting and feed rate with the response achieved, highest material removal rate (MRR) and lowest machine power consumption, parameter optimization using response surface methodology (RSM) where a combination of cutting surface parameters is obtained for highest MRR and minimum machine power consumption, with a response importance level of 50:50, plastic mold steel 1.2316/DIN X36CrMo17, carbide insert sandvik 345R-1305M-PM (DC=50, z=4) and clamping using a chainsaw, i.e. depth of cut 0.723 mm, cutting speed 250 m/min and feed rate 0.28 mm, which resulted in MRR of 0.38 cm³/sec and engine power consumption of 4.769 kW. The measurement results are still within the 95% prediction interval, which means that the data from the verification results are valid.

Key Word: CNC, Optimization, RSM, Machine Power Consumption, MRR.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
I.5 Tempat Penelitian.....	I-3
I.6 Objek Penelitian	I-3
I.7 Teknik Pengumpulan Data	I-3
I.8 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
II.1 Tinjauan Pustaka	II-1
II.2 Mesin Perkakas.....	II-2
II.3 Mesin CNC <i>Milling</i>	II-2
II.4 MRR	II-3

II.5	Pengertian Dari Faktor Yang Digunakan	II-3
II.5.1	Kedalaman pemakanan	II-4
II 5.2	Kecepatan Pemotongan	II-4
II.5.3	Laju pemakanan	II-4
II.6	Design of Experiment (DoE).....	II-4
II.7	Response Surface Methodology (RSM)	II-5
II.7.1	Pengertian RSM	II-5
II.7.2	Tujuan RSM.....	II-6
II.7.3	Model orde pertama	II-6
II.7.4	Model orde kedua.....	II-6
II.7.5	Central Composite Design	II-6
II.8	Analysis of Variant (ANOVA).....	II-8
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1	Flowchart Penelitian	III-1
III.2	Instrumen Penelitian	III-2
III.2.1	Objek penelitian	III-2
III.2.2	Alat bantu penelitian	III-3
III.2.3	Bahan penelitian.....	III-6
III.3	Rancangan Penelitian.....	III-8
III.3.1	<i>Operation plan</i> penelitian	III-8
III.3.2	Program pemesinan.....	III-8
III.3.3	<i>Design of experiment</i>	III-9
III.4	Rencana Pengolahan Data	III-16
III.4.1	Rencana pengolahan data konsumsi daya mesin	III-16
III.4.2	Rencana pengolahan data MRR.....	III-17
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1

IV.1	Hasil Penelitian dan Pengolahan Data	IV-1
IV.1.1	Hasil pemodelan matematik dan analisa MRR pengujian ke- 1 ..	IV-1
IV.1.2	Hasil pemodelan matematik dan analisa konsumsi daya mesin pengujian ke- 1	IV-4
IV.1.3	Hasil pemodelan matematik dan analisa MRR pengujian ke- 2 ..	IV-6
IV.1.4	Hasil pemodelan matematik dan analisa konsumsi daya mesin pengujian ke- 2	IV-12
IV.2	<i>Multi Response Optimization</i>	IV-17
IV.3	Verifikasi parameter optimum	IV-22
IV.3.1	<i>Point Prediction</i>	IV-22
IV.3.2	<i>Confirmation</i>	IV-24
IV.3.3	<i>Coeficients Table</i>	IV-25
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Proses <i>facing</i>	II-3
Gambar II. 2 <i>Velocity of cutting</i>	II-4
Gambar II. 3 <i>Central Composite Design</i>	II-6
Gambar II. 4 <i>Box Behnken Design</i>	II-7
Gambar II. 5 <i>Three Level Factorial</i>	II-7
Gambar III. 1 Flowchart Penelitian.....	III-1
Gambar III. 2 Milling Dalian XD40A.....	III-2
Gambar III. 3 Timbangan Digital.....	III-3
Gambar III. 4 Keterangan Dimensi Tool Holder	III-4
Gambar III. 5 Keterangan Dimensi Insert.....	III-5
Gambar III. 6 Material Uji	III-6
Gambar III. 7 Proses Penggerindaan Material	III-7
Gambar III. 8 Proses Pengamplasan Material.....	III-7
Gambar III. 9 Proses Pengujian Kekerasan Material	III-7
Gambar III. 10 Diagram <i>Fish Bone</i>	III-10
Gambar IV. 1 <i>Normal Plot</i> MRR Pengujian ke-2.....	IV-10
Gambar IV. 2 Prediksi vs Actual	IV-10
Gambar IV. 3 Model Grafik 3D DOC Dengan V_c Terhadap MRR	IV-11
Gambar IV. 4 Model Grafik 3D DOC Dengan F Terhadap MRR.....	IV-11
Gambar IV. 5 Model Grafik 3D V_c Dengan F Terhadap MRR.....	IV-12
Gambar IV. 6 <i>Normal Plot</i> Konsumsi Daya	IV-15
Gambar IV. 7 Prediksi vs Aktual	IV-16
Gambar IV. 8 Model Grafik 3D DOC Dengan V_c Terhadap Konsumsi Daya	IV-16
Gambar IV. 9 Model Grafik 3D DOC Dengan F Terhadap Konsumsi Daya	IV-17
Gambar IV. 10 Model Grafik 3D V_c Dengan F Terhadap Konsumsi Daya	IV-17

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Spesifikasi mesin.....	III-2
Tabel III. 2 Keterangan Dimensi <i>Tool Holder</i>	III-4
Tabel III. 3 Dimensi Insert	III-5
Tabel III. 4 Parameter Rekomendasi Untuk Insert Jenis 345R-1305M-PM 4330..	5
Tabel III. 5 <i>Mechanical Properties</i>	III-6
Tabel III. 6 <i>Chemical Properties</i>	III-6
Tabel III. 7 Hasil Uji Kekerasan	III-8
Tabel III. 8 Level Faktor yang Digunakan.....	III-12
Tabel III. 9 Langkah – Langkah Pembuatan Rancangan Percobaan	III-12
Tabel III. 10 Rancangan Percobaan	III-14
Tabel IV. 1 Hasil Pengukuran MRR Pengujian ke-1	IV-1
Tabel IV. 2 ANOVA MRR Pengujian ke-1	IV-2
Tabel IV. 3 <i>Fit Statistic</i> MRR Pengujian ke-1	IV-3
Tabel IV. 4 Hasil Pengukuran Konsumsi Daya Pengujian ke-1	IV-4
Tabel IV. 5 ANOVA Konsumsi Daya Pengujian ke-1	IV-5
Tabel IV. 6 <i>Fit Statistic</i> Konsumsi Daya Pengujian ke-1	IV-5
Tabel IV. 7 Level faktor yang digunakan pada pengujian ke-2.....	IV-6
Tabel IV. 8 Hasil Pengukuran MRR Pengujian ke-2.....	IV-6
Tabel IV. 9 ANOVA MRR Pengujian ke-2.....	IV-7
Tabel IV. 10 <i>Fit Statistic</i> MRR Pengujian ke-2.....	IV-8
Tabel IV. 11 Hasil Pengukuran Konsumsi Daya Pengujian Ke-2	IV-12
Tabel IV. 12 ANOVA Konsumsi Daya Pengujian Ke-2	IV-13
Tabel IV. 13 <i>Fit Statistic</i> Konsumsi Daya Pengujian Ke-2	IV-14
Tabel IV. 14 Rentang Faktor Dan Respon	IV-20
Tabel IV. 15 Solusi	IV-21
Tabel IV. 16 <i>Point Prediction</i>	IV-24
Tabel IV. 17 Hasil Pengukuran Konfirmasi Parameter Optimum	IV-25
Tabel IV. 18 <i>Convirmation</i>	IV-25
Tabel IV. 19 <i>Coeficient Table</i>	IV-26

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penggunaan mesin CNC (*computer numerical control*) akan sangat berpengaruh terhadap laju dan hasil produksi, dikarenakan mesin CNC mampu bekerja secara terus menerus selama program tidak berhenti, mesin CNC hanya membutuhkan satu kali pemrograman yang dapat digunakan secara terus – menerus untuk kemudian menghasilkan produk final dengan hasil yang presisi. Dalam dunia industri itu sendiri terdapat banyak jenis mesin perkakas yang digunakan untuk memproduksi suatu produk, salah satunya yaitu mesin CNC *milling* (Direktorat Pembinaan SMK, 2013).

Mesin CNC *milling* Dalian XD40A adalah salah satu mesin CNC yang dimiliki Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung. Mesin tersebut digunakan dalam kegiatan produksi serta kegiatan pembelajaran proses pemesinan CNC. Dengan intensitas penggunaan mesin yang cukup tinggi, maka konsumsi daya yang dibutuhkan oleh mesin CNC *milling* Dalian XD40A cukup besar dan dibutuhkannya waktu pemesinan yang singkat.

Seiring berjalannya waktu dan intensitas pemakaian yang cukup tinggi maka keandalan mesinpun semakin menurun, salah satu cara mengatasi penurunan keandalan mesin terhadap meningkatnya konsumsi energi dan penurunan laju produksi yaitu dengan cara mengoptimalkan proses pemesinan tersebut.

Dengan alasan tersebut untuk mengefektifkan proses pemesinan, maka dibutuhkannya parameter-parameter pemotongan yang optimal. Parameter-parameter yang dapat mempengaruhi keefektifan proses pemesinan atau pemotongan benda kerja antara lain kedalaman pemotongan (mm), kecepatan pemotongan (m/min) dan laju pemakanan (mm/min). Salah satu cara mengoptimalkan parameter-parameter tersebut, dapat dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology*.

Response Surface Methodology (RSM) merupakan suatu metode gabungan antara teknik matematika dan statistik yang digunakan untuk membuat model dan menganalisis suatu respon Y yang dipengaruhi oleh beberapa variable X yang ditujukan untuk mengoptimalkan respon tersebut (Myers H., R., 1989). Menurut (Box and Draper, 1987) “Fungsi sederhana seperti polinomial linear atau kuadrat, yang dipasangkan pada data yang diperoleh dari percobaan disebut *response surface* dan pendekatannya disebut *response surface methodology*. Metode ini sering digunakan oleh peneliti sebelumnya seperti Myers, Box, Draper dan lain lain untuk mengoptimasi parameter-parameter proses pemesinan.

Berdasarkan hal-hal yang telah dijelaskan sebelumnya maka penulis melakukan penelitian mengenai optimasi parameter proses pemesinan menggunakan mesin CNC *milling* Dalian XD40A, material *plastic mould steel* 1.2316/DIN X36CrMo17, insert carbide sandvik 345R-1305M-PM, *holder cutter* sandvik 345-050C5-13M, diameter cutter 50mm dan jumlah mata potong *cutter* 4 dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kedalaman pemotongan (mm), kecepatan pemotongan (m/min), dan laju pemakanan (mm/min) terhadap MRR?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman pemotongan (mm), kecepatan pemotongan (m/min), dan laju pemakanan (mm/min) terhadap daya mesin?
3. Bagaimana cara mendapatkan kombinasi parameter pemotongan untuk menghasilkan respon optimum, dengan konsumsi energi minimum dan MRR maksimum?

I.3 Batasan Masalah

1. Variabel bebas yang digunakan yaitu *feeding* (mm/min), *velocity cutting* (m/min) dan *depth of cut* (mm)
2. Variabel respon yang diukur yaitu *material removal rate* (MRR) (cm^3/s) dan konsumsi daya (kW)
3. Mata potong yang digunakan yaitu insert carbide sandvik 345R-1305M-PM (4330)
4. Material yang diuji yaitu *plastic mould steel* 1.2316/DIN X36CrMo17

5. Menggunakan mesin Dalian XD40A
6. Menggunakan metode analisa *response surface methodology* (RSM)
7. Perhitungan analisa hasil pengujian menggunakan bantuan aplikasi *Design Expert 12*.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Dapat mengetahui data parameter yang optimum untuk proses pemotongan permukaan benda kerja pada mesin Dalian XD40A.
2. Dapat mengetahui model dan persamaan regresi yang digunakan konsumsi daya mesin dan MRR
3. Dapat mengetahui hasil dari verifikasi parameter yang didapatkan.

I.5 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lab CNC, Bengkel Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung.

I.6 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu mesin CNC *milling* Dalian XD40A, dengan material uji coba *plastic mould steel* 1.2316/ DIN X36CrMo17 yang berdimensi 40 x 40 x 50 mm dan insert yang digunakan yaitu Sandvik dengan kode 345R-1305M-PM (4330), *holder cutter* sandvik 345-050C5-13M, diameter cutter 50mm dan jumlah mata potong *cutter* 4.

I.7 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi literatur bersumber dari buku, jurnal dan karya tulis.
2. Diskusi tanya jawab dengan dosen pembimbing, dosen pengajar, instruktur, mahasiswa, dan narasumber yang berkompeten pada bidangnya

I.8 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan karya tulis ilmiah ini, terdapat 5 (lima) bab yang disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, tempat penelitian, objek penelitian, teknik pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

BAB II LANDASAN TEORI berisi mengenai teori-teori yang menunjang selama proses penelitian berlangsung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III berisi mengenai perencanaan penelitian yang akan dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA berisi analisa dari hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian .

BAB V PENUTUP

BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan dari kajian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan hasil kajian pada masa mendatang.