

# **PEMBUATAN *IMPELLER* DAN PENGUJIAN CIRI KERUSAKAN GETARAN MESIN (CKGM) PADA POMPA**

**Proyek Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Program Diploma III

Oleh

Fildzi Dafina Fathin

222311014



**PROGRAM STUDI PEMELIHARAAN MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR**

**POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PEMBUATAN *IMPELLER* DAN PENGUJIAN CIRI KERUSAKAN GETARAN MESIN (CKGM) PADA POMPA

Oleh

Fildzi Dafina Fathin

222311014

Program Studi Pemeliharaan Mesin

Jurusan Teknik Manufaktur

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 06 Agustus 2025

**Disetujui,**

Pembimbing 1



**Novi Saksono Brodjo Muhadi, ST., MT.**

**NIP. 196711251992031002**

Pembimbing 2



**Dr. Herman Budi Harja, ST., MT.**

**NIP. 197902022008101001**

**Disahkan,**

Ketua Penguji 1



**Siti Hadiaty Yuningsih, S.Si., M.Mat.**

**NIP.199606212024062001**

Penguji 2



**Mohamad Fauzi, S.T., M.T.**

**NIP. 196206261988031003**

Penguji 3



**Addonis Candra, SE., ST.**

**NIP. 196801222000031001**

## ABSTRAK

Pompa merupakan salah satu komponen penting dalam berbagai sistem industri, dan *impeller* menjadi bagian utama yang berfungsi untuk mengalirkan fluida. Kinerja pompa sentrifugal sangat dipengaruhi oleh desain *impeller*, terutama jumlah sudu yang digunakan. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu terhadap getaran mesin, dilakukan pembuatan *impeller semi-open* berbahan Nylon 101 dengan variasi jumlah sudu sebanyak 3, 5, 6, 7, 8, dan 9 serta pengujian menggunakan metode CKGM (Ciri Kerusakan Getaran Mesin). Proses pengerjaan dimulai dari perencanaan desain 3D *modelling* CAD dan pembuatan 2D *drafting* yang dilanjutkan dengan pembuatan program *G-code* CNC melalui CAM. Pengerjaan pemesinan *impeller* menggunakan metode pemesinan konvensional dan CNC hingga melakukan *quality control*, perakitan dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jumlah sudu memengaruhi nilai getaran terutama pada frekuensi *Blade Pass Frequency* (BPF). Dengan bertambahnya jumlah sudu pada *impeller*, menyebabkan naiknya frekuensi BPF dan munculnya pola getaran kompleks dengan frekuensi dominan 1x, BPF, serta *random high frequency* >2000 Hz yang merupakan salah satu ciri khas terjadinya kavitasi. Pola ini sesuai dengan spektrum kavitasi pada *diagnostic chart Technical Associates of Charlotte*. Kondisi paling kritis terjadi pada RPM 60 Hz, bukaan katup  $\frac{1}{4}$ , dan suhu 60 °C, dengan RPM sebagai faktor dominan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa karakteristik getaran berupa *random high frequency* dapat dijadikan sebagai indikator awal dalam mendeteksi gejala kavitasi.

**Kata kunci:** *Impeller*, Pembuatan, CKGM, Pompa Sentrifugal, Getaran Mesin, BPF, *Random High Frequency*, Kavitasi.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul **“PEMBUATAN IMPELLER DAN PENGUJIAN CIRI KERUSAKAN GETARAN MESIN (CKGM) PADA POMPA”**

Karya Tulis Ilmiah ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagai syarat kelulusan Pendidikan Program Studi Diploma III Pemeliharaan Mesin, Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung.

Terwujudnya penulisan Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu penulis sehingga dapat terwujudnya Karya Tulis Ilmiah ini, antara lain penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah.
2. Nabi Muhammad SAW, sebagai tauladan umat manusia yang menuntun kejalan yang benar.
3. Kedua orangtua penulis yaitu Bapak Muhammad Arif, dan Ibunda tercinta Silvia Yulianti, S.E., kakak tercinta Hana Camila Arif, S.Pd. dan adik tercinta Syifa Syauqiya yang telah mendukung penulis, baik dukungan moril maupun materil.
4. Fani Rahma Yulia dan Dolly Ade Guanda sebagai sahabat dan abang yang selalu memberikan dukungan semangat kepada penulis selama proses pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Manufaktur.
6. Ibu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pemeliharaan Mesin.
7. Bapak Novi Saksono Brodjo Muhadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing serta memberikan arahan, saran, dan masukan yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukkan yang sangat berarti selama proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.

9. Gina Rhamandita Munazat, Muhammad Rajesh Khan, dan Nikita Aura Praditya yang senantiasa hadir, memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan yang berarti selama proses penulis menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Rizky Rahman Syabanil dan Naufal Fathin Wibowo, sebagai partner tim yang selalu mendampingi, berjuang bersama, dan selalu siap membantu hingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan.
11. Rekan-rekan seperjuangan kelas 3 MEA yang sudah banyak membantu penulis dalam proses menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
12. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Hal ini karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang dapat membangun penulisan Karya Tulis Ilmiah.

Bandung, 18 Juni 2025



Fildzi Dafina Fathin

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>1</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LAPORAN TEKNIK</b> .....	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Pompa .....	5
2.1.2 Klasifikasi Pompa .....	6
2.1.3 Pompa Sentrifugal.....	7
2.1.4 <i>impeller</i> Pompa Sentrifugal.....	9
2.1.5 Desain <i>impeller</i> .....	10
2.1.6 Material <i>impeller</i> : Nylon 101 (Polyamide 6).....	12
2.1.7 Desain dan Pemrograman Berbasis CAD/CAM.....	14
2.1.8 Proses Manufaktur.....	16
2.1.8 Getaran .....	20
2.1.9 Analisis Getaran .....	22
2.1.10 Parameter Analisis Getaran .....	22
2.1.11 <i>Machine Vibration Monitoring Techniques</i> .....	25
2.1.12 <i>Blade Pass Frequency (BPF)</i> .....	27
2.1.13 Karakteristik Getaran dari Jenis Kerusakan Mesin.....	28
2.1.14 Tinjauan Alat .....	30
2.1.15 <i>Quality control</i> .....	37

2.2 Metodologi Penyelesaian .....	43
2.3 Tahapan Kegiatan.....	46
2.3.1 Observasi dan Identifikasi Awal.....	46
2.3.3 Analisis Desain <i>impeller</i> dan Jumlah Sudu .....	49
2.3.4 <i>Engineering Drawing</i> .....	49
2.3.5 Perencanaan Operasional ( <i>Operational Plan</i> ).....	50
1.3.7 Pengadaan Material .....	56
1.3.8 <i>Machining impeller</i> .....	57
2.3.8 <i>Quality control</i> Hasil.....	72
2.3.9 <i>Assembly</i> .....	76
2.3.10 Pengujian CKGM dan Pengambilan Data.....	76
2.3.11 Pengujian Kavitas.....	76
2.3.12 Pengujian Kerusakan Komponen .....	92
2.4 Hasil .....	96
2.4.1 Hasil pembuatan <i>impeller</i> sudu 3,5,6,7,8,9 .....	96
2.4.2 Hasil Pengujian CKGM Pada Mesin Pompa.....	96
2.5 Jadwal Kegiatan .....	99
<b>BAB III KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>100</b>
3.1 Kesimpulan .....	100
3.2 Saran .....	101
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>102</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Instalasi pompa .....	5
Gambar II. 2 Diaphragm <i>pump</i> .....	6
Gambar II. 3 <i>Dynamic pump principle</i> .....	7
Gambar II. 4 <i>Suction view</i> pompa sentrifugal .....	8
Gambar II. 5 Komponen pompa sentrifugal .....	8
Gambar II. 6 Proses kerja pompa sentrifugal .....	9
Gambar II. 7 <i>impeller</i> terbuka ( <i>open impeller</i> ).....	11
Gambar II. 8 <i>impeller</i> tertutup ( <i>closed impeller</i> ).....	11
Gambar II. 9 <i>impeller</i> semi-terbuka ( <i>semi-open impeller</i> ) .....	12
Gambar II. 10 Mesin bor gilardon .....	17
Gambar II. 11 Mesin bubut grazioli fortuna 150 .....	18
Gambar II. 12 Mesin CNC DMTG XD-40A.....	20
gambar II. 13 Dua gelombang yang berbeda <i>amplitudo</i> [13].....	23
Gambar II. 14 Perbedaan <i>acceleration</i> , <i>velocity</i> , dan <i>displacement</i> pada sistem pegas [13] ...	24
Gambar II. 15 Fase diantara dua gelombang yang Identik.....	25
Gambar II. 16 Teknik pemantauan getaran mesin .....	26
Gambar II. 17 <i>Time domain techniques</i> .....	26
Gambar II. 18 Hubungan antara komponen mesin dengan sprektum getaran.....	27
Gambar II. 19 <i>Blade pass frequency</i> .....	28
Gambar II. 20 Rig tes pompa.....	31
Gambar II. 21 Pompa sentrifugal Showfou CV-132 .....	31
Gambar II. 22 <i>Pressure gauge</i> .....	32
Gambar II. 23 <i>Flow meter</i> .....	33
Gambar II. 24 <i>Pressure gauge vacuum</i> .....	33
Gambar II. 25 <i>Ball valve</i> .....	33
Gambar II. 26 Pipa .....	34
Gambar II. 27 <i>Elbow</i> .....	34
Gambar II. 28 <i>Tee</i> .....	34
Gambar II. 29 <i>Variable frequency driver</i> .....	35
Gambar II. 30 prinsip kerja VFD.....	35
Gambar II. 31 <i>Vibration analyzer VIBXpert</i> .....	36
Gambar II. 32 Omnitrend .....	36

Gambar II. 33 <i>Interface</i> dari omnitrend. ....	37
Gambar II. 34 Jangka sorong.....	38
Gambar II. 35 Mikrometer luar .....	38
Gambar II. 36 <i>Coordinate measuring machine</i> (CMM).....	39
Gambar II. 37 <i>Software</i> MCOSMOS.....	40
Gambar II. 38 <i>impeller</i> ditempatkan pada meja CMM .....	41
Gambar II. 39 Probing pada <i>impeller</i> .....	41
Gambar II. 40 Pengambilan data ukuran radius lengkungan sudu <i>impeller</i> .....	42
Gambar II. 41 Hasil analisis data radius lengkungan sudu <i>impeller</i> .....	42
Gambar II. 42 Metodologi penyelesaian .....	43
Gambar II. 43 Gambar kerja.....	50
Gambar II. 44 Gambar kerja pemotongan raw material .....	57
Gambar II. 45 Gambar kerja Semi <i>open impeller</i> jumlah sudu 9.....	58
Gambar II. 46 Marking raw material.....	58
Gambar II. 47 Proses pemotongan raw material .....	59
Gambar II. 48 Klem bebek dan chuck bor.....	60
Gambar II. 49 Proses marking dengan center pin .....	60
Gambar II. 50 Proses bor $\varnothing 13,8$ .....	61
Gambar II. 51 Proses reamer $\varnothing 14,3$ .....	61
Gambar II. 52 Proses pembubutan <i>impeller</i> .....	63
Gambar II. 53 Proses <i>setting</i> titik nol koordinat X0 dan Y0 (G54).....	66
Gambar II. 54 Proses <i>setting</i> Z0 (G54) menggunakan <i>Z-axis zero setter</i> .....	67
Gambar II. 55 Proses <i>facing</i> .....	67
Gambar II. 56 Proses <i>roughing</i> .....	68
Gambar II. 57 Proses <i>finishing</i> sudu.....	68
Gambar II. 58 Proses lubang poros .....	69
Gambar II. 59 Proses <i>keyway</i> .....	69
Gambar II. 60 Proses <i>chamfer</i> sudu.....	70
Gambar II. 61 Proses <i>chamfer</i> hub .....	70
Gambar II. 62 Proses <i>chamfer</i> lubang poros .....	71
Gambar II. 63 Proses <i>finishing</i> OP 2 .....	71
Gambar II. 64 Probing radius tiga (R3).....	73
Gambar II. 65 Probing radius 2 (R2).....	73
Gambar II. 66 Probing radius 3 (R3).....	73

Gambar II. 67 Probing radius paling luar (R4).....	74
Gambar II. 68 Hasil pengukuran sudu 3.....	74
Gambar II. 69 Pengukuran RPM menggunakan <i>tachometer</i> .....	80
Gambar II. 70 Titik radial arah horizontal.....	80
Gambar II. 71 Titik radial arah vertikal.....	81
Gambar II. 72 Titik arah aksial.....	81
Gambar II. 73 Hasil spektrum.....	81
Gambar II. 74 Hasil spektrum.....	82
Gambar II. 75 Hasil spektrum.....	83
Gambar II. 76 Hasil spektrum.....	84
Gambar II. 77 Hasil spektrum.....	85
Gambar II. 78 Hasil spektrum.....	86
Gambar II. 79 Hasil spektrum.....	87
Gambar II. 80 Hasil spektrum.....	88
Gambar II. 81 Hasil spektrum.....	89
Gambar II. 82 Hasil spektrum.....	91
Gambar II. 83 Hasil spektrum.....	92
Gambar II. 84 Arah getaran utama.....	93
Gambar II. 85 Hasil spektrum.....	94
Gambar II. 86 Hasil spektrum.....	94
Gambar II. 87 Hasil spektrum.....	94
Gambar II. 88 Hasil spektrum.....	95
Gambar II. 89 Hasil spektrum.....	95
Gambar II. 90 Hasil <i>impeller</i> .....	96

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Komponen pompa sentrifugal.....	8
Tabel II. 2 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	12
Tabel II. 3 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	13
Tabel II. 4 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	13
Tabel II. 5 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	13
Tabel II. 6 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	14
Tabel II. 7 <i>Mechanical properties nylon</i> .....	14
Tabel II. 8 G-code [9] .....	15
Tabel II. 9 M-code [9].....	16
Tabel II. 10 Spesifikasi mesin bor gilardon .....	18
Tabel II. 11 Spesifikasi mesin bubut grazioli fortuna 150.....	19
Tabel II. 12 Spesifikasi mesin bubut grazioli fortuna 150.....	20
Tabel II. 13 Ciri pola getaran kerusakan komponen.....	28
Tabel II. 14 Spesifikasi pompa sentrifugal showfou CV-132.....	32
Tabel II. 15 Spesifikasi coordinate measuring machine (CMM).....	39
Tabel II. 16 Tahapan kegiatan.....	44
Tabel II. 17 List komponen rig uji pompa air sentrifugal.....	47
Tabel II. 18 Operation plan.....	51
Tabel II. 19 Vc material nylon.....	59
Tabel II. 20 Vc dan <i>feed rate</i> nylon .....	62
Tabel II. 21 alat-alat yang digunakan di proses bubut.....	63
Tabel II. 22 Kode program CAM .....	65
Tabel II. 23 Spesifikasi <i>impeller</i> .....	72
Tabel II. 24 <i>Checksheets</i> quality control sudu 3 .....	74
Tabel II. 25 <i>Run</i> pengujian sudu 3 .....	77
Tabel II. 26 <i>Run</i> pengujian sudu 5.....	78
Tabel II. 27 <i>Run</i> pengujian sudu 6.....	78
Tabel II. 28 <i>Run</i> pengujian sudu 7.....	78
Tabel II. 29 <i>Run</i> pengujian sudu 8.....	79
Tabel II. 30 <i>Run</i> pengujian sudu 9.....	79
Tabel II. 31 Analisis pengaruh parameter.....	96
Tabel II. 32 hasil analisis data getaran.....	98

Tabel II. 33 Jadwal Kegiatan ..... 99

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A – Gambar Kerja**

**LAMPIRAN B – Hasil *Impeller***

**LAMPIRAN C - *Operation Plan* Pemesinan**

**LAMPIRAN D – *Checksheet Quality control***

**LAMPIRAN E –Spektrum Getaran Hasil Pengujian.**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap air, energi, dan bahan bakar terus meningkat seiring dengan perkembangan industri dan populasi yang terus bertambah. Industri pengolahan air, minyak dan gas, kimia, serta pembangkit listrik menjadi sektor-sektor yang sangat bergantung pada sistem pemompaan yang andal. Pompa adalah alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan fluida cair (*liquid*) dari suatu tempat yang rendah ke tempat lain yang lebih tinggi melalui suatu sistem perpipaan, atau dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi, atau dari satu tempat ke tempat lain yang jauh [1]. Oleh karena itu, perawatan dan desain pompa yang optimal menjadi sangat penting untuk memastikan efisiensi operasional dan keandalan jangka panjang.

Pompa digunakan secara luas dalam berbagai sektor industri, seperti pengolahan air, minyak dan gas, kimia, serta pembangkit listrik. Fungsinya yang esensial dalam mengalirkan fluida menjadikannya komponen yang harus dirawat dengan baik untuk menghindari gangguan operasional. Pada pompa sentrifugal, desain *impeller* yang tepat sangat berperan dalam menentukan performa pompa, karena *impeller* bertugas mengubah energi dari motor penggerak menjadi energi kinetik yang menggerakkan fluida dengan tekanan tertentu [2].

Kinerja pompa sentrifugal pada dasarnya dipengaruhi oleh desain *impeller*. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap desain *impeller* seperti sudut masuk dan sudut keluar *impeller* serta jumlah sudu dari *impeller* [3]. Jumlah sudu *impeller* pada pompa selain memberikan perubahan kinerja pada pompa, juga dapat mempengaruhi getaran yang terjadi. Sedangkan besar kecilnya getaran suatu pompa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi umur pompa tersebut [4].

Untuk menjaga keandalan pada pompa sentrifugal, berbagai metode analisis dan pengujian diterapkan, salah satunya adalah pengujian Ciri Kerusakan Getaran Mesin (CKGM). Metode ini membantu mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin tidak terdeteksi secara visual, seperti ketidakseimbangan, *misalignment*, atau resonansi. Dengan menganalisis spektrum frekuensi getaran, kerusakan dapat diantisipasi lebih awal, sehingga perawatan dapat dilakukan secara *preventif* dan kinerja pompa tetap optimal.

Penggunaan metode CKGM dalam pemantauan kondisi pompa menjadi semakin penting seiring dengan perkembangan teknologi pemeliharaan berbasis prediktif. Dengan sistem monitoring yang lebih canggih, industri dapat mengurangi *downtime*, meningkatkan efisiensi energi, dan memperpanjang umur operasional pompa. Oleh karena itu, penelitian mengenai desain *impeller* dan analisis getaran menjadi aspek yang krusial dalam meningkatkan keandalan sistem pemompaan di berbagai sektor industri.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah Karya Tulis Ilmiah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan, tahapan pemesinan, dan *quality control* untuk menghasilkan *impeller* dengan variasi jumlah sudu yang berbeda sebagai komponen utama pada mesin pompa sentrifugal
2. Bagaimana menguji dan menganalisa spektrum frekuensi kerusakan mesin pompa sentrifugal menggunakan metode CKGM?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, berikut tujuan Karya Tulis Ilmiah sebagai berikut:

1. Menjelaskan proses pembuatan, dan *quality control* untuk menghasilkan *impeller* dengan variasi jumlah sudu yang berbeda sebagai komponen utama pada mesin pompa sentrifugal
2. Dapat melakukan pengujian dan analisa CKGM untuk mendeteksi potensi kerusakan.

## 1.4 Ruang Lingkup

Untuk meminimalisir pemahaman persepsi yang berbeda dan lebih meluas dalam pembahasannya, maka dari itu penulis membatasi ruang lingkup pada Karya Tulis Ilmiah ini, diantaranya:

1. Pompa yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi hanya pada jenis pompa sentrifugal (*centrifugal pump*) dan tidak membahas jenis pompa lainnya seperti pompa piston, pompa gear, atau pompa diafragma.
2. Pembuatan *impeller* hanya untuk jenis *semi-open impeller* dan mengikuti spesifikasi dari *impeller* asli.
3. Material *impeller* yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi hanya pada material nylon, tanpa membandingkannya dengan material *impeller* lainnya.

4. Metode yang digunakan untuk analisis getaran terbatas pada metode CKGM sebagai pendekatan utama.
5. Pembahasan metode taguchi tidak dibahas secara mendalam pada penelitian ini.
6. Analisis jumlah blade dan desain *impeller* tidak dibahas secara mendalam pada penelitian ini.
7. Pengujian *CKGM* pada mesin pompa hanya berfokus pada proses dan hasil data ciri kerusakan.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan proposal proyek akhir ini terdiri dari:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

#### **BAB II LAPORAN TEKNIK**

Bab ini berisi pembahasan mengenai landasan teori yang berhubungan dengan kegiatan Proyek Akhir serta metodologi penyelesaian Proyek Akhir, tahapan kegiatan serta hasil dari Proyek Akhir berdasarkan data-data yang ada dan rincian jadwal kegiatan Proyek Akhir.

#### **BAB III KESIMPULAN SARAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai ringkasan kegiatan dan hasil yang menjawab tujuan berdasarkan data dan analisis serta saran dan masukan untuk pengembangan selanjutnya.