

**Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk
Mesin *Pre-Shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap**

Tugas Akhir

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

Bidang Kajian

Machine Design

Oleh:

Kaifa Az-Zuchruf

221421033



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk
Mesin *Pre-Shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap**

Oleh:

Kaifa Az-Zuchruf

221421033

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

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 4 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Iman Apriana Effendi, S.T., M.T.

NIP.197504172005011004

Disahkan,

Penguji I,



Asep Indra Komara, S.S.T., M.T.

NIP. 197509122001121001


Penguji II,



Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T.

NIP. 197609022003121001

Penguji III,



Widya Prapti Pratiwi, S.T., M.T.

NIP. 199002202022032006

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Kaifa Az-Zuchruf
NIM : 221421033
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Studi
Jenjang : D4
Jenis : Tugas Akhir
Karya
Judul : Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root*
Karya *Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-Shredder*
Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap

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 symbol 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 saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertendangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 05-08-2025
Yang Menyatakan,



Kaifa Az-Zuchruf
NIM. 221421033

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Kaifa Az-Zuchruf
NIM : 221421033
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : D4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-Shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya 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 mempublikasikan 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 : 05-08-2025
Yang Menyatakan,



Kaifa Az-Zuchruf
NIM. 221421033

MOTO PRIBADI

There is no deity worthy of worship except Allah Subhanahu Wa Ta'ala, and Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam is His final messenger. To Allah Subhanahu Wa Ta'ala alone do I surrender, seeking His grace, forgiveness, and guidance. He is the All-Wise, the Most Exalted, and the Most Glorious.

I dedicate this final project to Allah Subhanahu Wa Ta'ala. My heartfelt gratitude to all those who have been part of this journey and offered their invaluable support in helping me complete this work. Jazakumullahu khairan katsiiran. May Allah's infinite mercy and blessings return to you in ways far greater than you could ever imagine. Aamiin.

“The best of people are those who are most beneficial to others.”

-Imam An-Nawawi, Rahimahullah-

“Gratitude for what we have unlocks the heart to true happiness.”

-Ustadz Muhammad Nuzul Dzikri, Hafizahullah-

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Sang Pemilik segala ilmu dan kebijaksanaan, yang dengan rahmat-Nya penulis diberi kekuatan, kesehatan, serta kejelasan pikiran untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam, teladan abadi yang mengajarkan umat manusia nilai ketekunan, kejujuran, dan tanggung jawab dalam menuntaskan setiap amanah.

Tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap”** ini merupakan puncak perjalanan akademik penulis selama menempuh studi Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung. Dengan pendekatan analitis yang sistematis, penulis berupaya merancang ulang mesin *pre-shredder* agar lebih efisien dan berkelanjutan di Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Jeruklegi.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir ini adalah hasil kolaborasi dari banyak pihak yang tulus memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Siti Fatimah dan Bapak Asep Sopyan (Rahimahullah) menjadi sumber kekuatan lahir dan batin. Doa, pengorbanan, dan kasih sayang mereka adalah pelita yang menerangi setiap langkah penulis, bahkan disaat kesulitan seolah tak bertepi. Serta kakak-kakak dan adik penulis yang selalu hadir dan mendoakan.
2. Bapak Iman Apriana Effendi, S.T., M.T., selaku Pembimbing Tugas Akhir sekaligus figur orang tua di kampus, yang dengan kesabaran dan keahliannya membimbing penulis dalam menyusun, menganalisis, mengoreksi kesalahan, serta memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir.
3. Seluruh Jajaran Akademik Politeknik Manufaktur Bandung, khususnya:

- a. Bapak Darma Firmansyah U, S.ST., M.T, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Bandung.
 - b. Bapak Bustami Ibrahim, S.ST., M.T., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur.
 - c. Ibu Dinny Indrian, S.Tr., M.T., IPP, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur.
 - d. Bapak Asep Indra Komara, SST., MT, Bapak Bustami Ibrahim, SST., MT, Ibu Widya Prapti Pratiwi, S.T., MT, selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
 - e. Panitia Tugas Akhir Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur Tahun 2025.
4. Rekan-rekan seperjuangan di kampus dan luar kampus, yang senantiasa berbagi semangat, ide, dan tawa, mengingatkan penulis bahwa perjalanan ini tak mungkin ditempuh sendirian.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, di balik setiap keterbatasan, tersimpan harapan agar karya ini dapat menjadi kontribusi kecil bagi pengembangan teknologi pengelolaan sampah, sekaligus inspirasi bagi peneliti selanjutnya. Kritik dan saran dari para pembaca yang budiman akan penulis terima dengan hati terbuka, sebagai batu loncatan untuk terus belajar dan memperbaiki diri.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa memberikan keberkahan dan kemudahan dalam setiap langkah yang diambil. Semoga setiap usaha, niat baik, dan dedikasi dari semua pihak yang terlibat dalam perjalanan ini diridai dan diberkahi-Nya. Aamiin yaa Rabbal 'Alamiin.

Penulis,

Bandung, 05-08-2025



Kaifa Az-Zuchruf
NIM. 221421033

ABSTRAK

Peningkatan volume sampah di Indonesia mendorong kebutuhan akan solusi pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan. TPST Jeruklegi di Cilacap menggunakan mesin *pre-shredder* untuk mengolah sampah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF), namun kinerja mesin ini masih menghadapi kendala teknis yang menurunkan efisiensi operasional sebesar 25%. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi akar masalah utama pada proses kerja mesin. Hasil RCA menunjukkan permasalahan seperti keluarnya sampah dari *hopper* yang tidak memadai, *misalignment* sumbu sambungan *flange* dan poros motor hidrolik, patahnya *rotary knife*, penumpukan sampah cair, serta potensi debu masuk ke *floating bearing*. Solusi yang diterapkan meliputi pembesaran *hopper* sebesar 19.5%, perbaikan *alignment* motor dengan suaian *heavy drive fit* H7/s6 dan toleransi *runout* 0.2mm, penggantian *rotary knife*, desain dudukan *plummer* dengan *leveling* sumbu Y 55mm, sistem pembersih *hopper*, pemasangan *cover seal labirin* dengan *gap* 0.5mm, dan pemilihan baut pengikat baru M36x4. Implementasi solusi ini berhasil meningkatkan efisiensi mesin hingga 40%, mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan di TPST Jeruklegi dan daerah lainnya.

Kata Kunci: Desain Ulang Mesin, Mesin Shredder Sampah, Root Cause Analysis

ABSTRACT

The increasing volume of waste in Indonesia drives the need for effective and sustainable waste management solutions. TPST Jeruklegi in Cilacap uses a pre-shredder machine to process waste into Refuse Derived Fuel (RDF), but the machine's performance still faces technical challenges that reduce operational efficiency by 25%. This study uses the Root Cause Analysis (RCA) approach to identify the root causes of issues in the machine's working processes. The RCA results revealed problems such as waste spillage from the inadequate hopper, axis misalignment of the flange and hydraulic motor shaft, broken rotary knives, liquid waste accumulation, and the potential for dust to enter the floating bearing. The implemented solutions include enlarging the hopper by 19.5%, motor alignment improvement with heavy drive fit H7/s6 and a 0.2mm runout tolerance, rotary knife replacement, redesigning the plummer support with Y-axis leveling of 55mm, installing a hopper cleaning system, adding a labyrinth seal cover with a 0.5mm gap, and selecting new M36x4 fastening bolts. The implementation of these solutions successfully improved the machine's efficiency by 40%, supporting sustainable waste management at TPST Jeruklegi and other regions.

*Keywords: **Machine Redesign, Root Cause Analysis, Shredder Waste Machine***

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR GLOSARIUM DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-6
I.3 Batasan Masalah	I-6
I.4 Tujuan	I-7
I.5 Manfaat	I-8
I.6 Sistematika Penulisan	I-10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Perancangan Ulang	II-1
II.1.1 Pengertian Perancangan Ulang	II-1
II.1.2 Tujuan Perancangan Ulang	II-2
II.1.3 Metode Perancangan Ulang	II-2
II.1.4 Langkah-Langkah dalam Proses Perancangan Ulang.....	II-4

II.1.5	Beberapa Penggunaan Istilah <i>Pre-Shredder</i>	II-4
II.2	Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah.....	II-6
II.2.1	Pengertian Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah	II-7
II.2.2	Fungsi Mesin <i>Pre-shredder</i> dalam Pengolahan Sampah	II-8
II.2.3	Komponen Utama dalam Mesin <i>Pre-shredder</i>	II-8
II.2.4	Jenis-Jenis Mesin <i>Pre-shredder</i>	II-9
II.3	Tipe <i>Rotary Knife Shredder</i>	II-9
II.4	<i>Refuse Derived Fuel</i> (RDF)	II-11
II.4.1	Pengertian <i>Refuse Derived Fuel</i> (RDF)	II-11
II.4.2	Proses Produksi RDF	II-12
II.4.3	Klasifikasi RDF.....	II-12
II.4.4	Aplikasi dan Keuntungan RDF	II-13
II.4.5	Pengembangan Teknologi RDF di Indonesia	II-13
II.5	<i>Finite Element Method</i>	II-14
II.5.1	Pengertian <i>Finite Element Method</i>	II-14
II.5.2	Konsep Penyelesaian FEM	II-15
II.6	<i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	II-17
II.6.1	Pengertian <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	II-18
II.6.2	Langkah-Langkah dalam RCA	II-19
II.6.3	Alat yang Digunakan dalam RCA	II-20
II.6.4	Penelitian Terdahulu yang Menggunakan Metode RCA	II-21
II.7	Metode Perancangan VDI 2222	II-22
II.7.1	Pengertian VDI 2222.....	II-22
II.7.2	Langkah-Langkah dalam VDI 2222.....	II-24
II.7.3	Kelebihan dan Kekurangan VDI 2222	II-25
II.8	Metode Penilaian VDI 2225.....	II-25

II.9	Studi Penelitian Terdahulu	II-27
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Merencana	III-4
III.1.1	<i>Root Cause Analysis</i> (RCA) dan Observasi Mesin <i>Existing</i>	III-5
III.1.2	Studi Literatur	III-19
III.1.3	Penentuan Daftar Tuntutan	III-25
III.2	Mengonsep	III-27
III.2.1	Pembuatan <i>Gray Box</i>	III-27
III.2.2	Pembuatan <i>Glass Box</i>	III-28
III.2.3	Membuat Diagram Fungsi Bagian	III-30
III.2.4	Karakteristik Operasional Fungsi Bagian <i>Existing</i>	III-32
III.2.5	Menentukan Alternatif Konsep Solusi	III-42
III.2.6	Melakukan Evaluasi Konsep Solusi	III-48
III.2.7	Finalisasi Konsep Solusi	III-54
III.3	Merancang	III-60
III.3.1	Melakukan Perhitungan Awal	III-60
III.3.2	Membuat Konstruksi Rancangan 3D <i>Modelling</i>	III-71
III.3.3	Melakukan Perhitungan Lanjut	III-76
III.3.4	Membuat <i>Draft</i> Rancangan	III-89
III.3.5	<i>Detail Design</i>	III-89
III.4	Penyelesaian	III-90
III.4.1	Proses Manufaktur	III-90
III.4.2	Proses <i>Assembly</i>	III-100
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Pembuatan Dokumentasi Teknik	IV-1
IV.2	Uji Karakteristik Lapangan	IV-1

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran.....	V-4
DAFTAR PUSTAKA	xx
LAMPIRAN.....	xxx
Lampiran 1 Rubrik Penilaian.....	xxxi
Lampiran 2 <i>Check Sheet Machining Cutting Table</i>	xiv
Lampiran 3 <i>Check Sheet Runout Tolerance on Rotary Shredder</i>	xv
Lampiran 4 <i>Shaft Inspection</i>	xiv
Lampiran 5 Perhitungan Awal.....	xxi
Lampiran 6 <i>Report Simulasi pada Perubahan Konstruksi Shredder</i>	xiv
Lampiran 7 Jadwal Kegiatan Perminggu	xiv
Lampiran 8 Data Diri Penyusun	xiv
Lampiran 9 Gambar Draft dan Gambar Kerja.....	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 TPST Jeruklegi DLH Cilacap	I-1
Gambar I.2 Alur Pengolahan Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap	I-2
Gambar I.3 Kondisi Pengikatan <i>Rotary knife</i> pada <i>Hub</i>	I-3
Gambar I.4 Kondisi <i>Rotary knife</i> yang Patah.....	I-3
Gambar I.5 Kondisi Motor hidrolik lik	I-4
Gambar I.6 Dudukan Fix Bearing.....	I-4
Gambar I.7 Dudukan Fix Bearing.....	I-4
Gambar II.1 <i>Redesign</i>	II-1
Gambar II.2 Mesin <i>Shredder</i> Sampah.....	II-7
Gambar II.3 <i>Refuse Derived Fuel</i>	II-11
Gambar II.4 <i>Finite Element Method</i>	II-14
Gambar II.5 A schematic representation of the key processes that comprise the Finite Element Method.....	II-16
Gambar II.6 <i>Root Cause Analysis</i>	II-18
Gambar II.7 Langkah-Langkah <i>Root Cause Analysis</i>	II-19
Gambar II.8 <i>Fishbone Tool for Root Cause Analysis</i>	II-20
Gambar II.9 <i>5 Whys Tool for Root Cause Analysis</i>	II-20
Gambar II.10 Pendekatan Umum Perancangan dengan Metode VDI 2222 [56]..	II-23
Gambar II.11 Pendapatan nilai poin berdasarkan VDI 2225 [56]	II-26
Gambar III.1 Diagram Alir Proses Perancangan Ulang Mesin Pre-shredder Sampah.....	III-3
Gambar III.2 Diagram Permasalahan Berdasarkan Proses Kerja Mesin <i>Existing</i>	III-15
Gambar III.3 Diagram Solusi yang Diusulkan.....	III-19
Gambar III.4 <i>Gray Box Diagram</i> Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah.....	III-28
Gambar III.5 <i>Glass Box Diagram</i> Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah	III-29
Gambar III.6 Diagram Fungsi	III-31
Gambar III.7 Diagram Konsep Solusi.....	III-40
Gambar III.8 Gambaran Solusi dalam Bentuk Konstruksi Perspektif Mesin ..	III-41
Gambar III.9 Suaian Paksa H7/s6 dan S7/h6 untuk $D > 50\text{mm}$	III-68

Gambar III.10 Perhitungan Basis Lubang H7.....	III-68
Gambar III.11 Perhitungan Basis Poros.....	III-69
Gambar III.12 Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah <i>Full Assy</i>	III-71
Gambar III.13 Dudukan <i>Floating Plummer Bearing</i>	III-72
Gambar III.14 Dudukan <i>Fix Plummer Bearing</i>	III-72
Gambar III.15 <i>Hopper Extension</i>	III-73
Gambar III.16 Implementasi Hasil Penentuan Ulang Baut Pengikat.....	III-73
Gambar III.17 Implementasi Perbaikan pada <i>Rotary Knife</i>	III-74
Gambar III.18 Implementasi <i>Cover Seal</i>	III-74
Gambar III.19 Implementasi <i>Heavy Drive Fit</i>	III-75
Gambar III.20 Implementasi Perakitan <i>Shim</i>	III-75
Gambar III.21 Implementasi <i>Cleaning System</i>	III-76
Gambar III.22 <i>Rotary Knife</i> dengan Ukuran Lubang Baru.....	III-77
Gambar III.23 Pendekatan Material <i>Rotary Knife</i> dan <i>Hub</i>	III-77
Gambar III.24 Pendekatan Material Baut dan Las.....	III-78
Gambar III.25 <i>Boundary Condition</i> Perubahan Ukuran Lubang Baut Baru....	III-78
Gambar III.26 Tegangan <i>Rotary Knife</i> Baru oleh <i>Ansys Workbench</i>	III-79
Gambar III.27 Tegangan <i>Rotary Knife</i> Baru oleh <i>Solidworks</i>	III-79
Gambar III.28 <i>Safety Factor Rotary Knife</i> Baru oleh <i>Ansys Workbench</i>	III-80
Gambar III.29 <i>Safety Factor Rotary Knife</i> Baru oleh <i>Solidworks</i>	III-80
Gambar III.30 Grafik Tegangan Maksimum <i>Rotary Knife</i> Baru.....	III-81
Gambar III.31 <i>Weld Repair</i> untuk <i>Rotary Knife</i>	III-83
Gambar III.32 Pendekatan Material <i>Rotary Knife</i>	III-83
Gambar III.33 Pendekatan Material Las dan Kawat Las.....	III-84
Gambar III.34 <i>Boundary Condition</i> Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-84
Gambar III.35 Tegangan Maksimum Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-85
Gambar III.36 <i>Safety Factor</i> Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-85
Gambar III.37 Hasil <i>Fatigue Life Cycle</i>	III-86
Gambar III.38 Tegangan pada Perbaikan <i>Rotary Knife Ansys</i>	III-86
Gambar III.39 <i>Safety Factor</i> pada Perbaikan <i>Rotary Knife Ansys</i>	III-86
Gambar III.40 <i>Fatigue Life Cycle</i> pada Perbaikan <i>Rotary Knife Ansys</i>	III-87
Gambar III.41 Grafik Tegangan Maksimum Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-88

Gambar III.42 Dokumentasi Tim Desain dan Tim Manufaktur (1).....	III-90
Gambar III.43 Dokumentasi Tim Desain dan Tim Manufaktur (2).....	III-90
Gambar III.44 Penghalusan Permukaan Poros yang Akan Dipasangkan <i>Flange</i>	III-91
Gambar III.45 Pemanasan <i>Flange</i> Menggunakan <i>Torch</i>	III-92
Gambar III.46 Pemasangan <i>Flange</i> ke Poros.....	III-92
Gambar III.47 Pencekaman <i>Flange</i> dan Poros	III-93
Gambar III.48 Proses <i>Quality Control Circular Runout</i> Hasil Perakitan <i>Flange</i> ke Poros dengan <i>Suaian Heavy Drive Fit</i>	III-93
Gambar III.49 QC <i>Circular Runout</i> dengan Bantuan <i>Dial</i>	III-94
Gambar III.50 Pembubutan <i>Cover Seal</i> Setelah Proses Pengelasan	III-94
Gambar III.51 Pembuatan Bentuk Alur untuk Pengelasan	III-95
Gambar III.52 Pembuatan Bentuk Alur 2 Sisi pada <i>Rotary Knife</i> yang Patah	III-96
Gambar III.53 Posisi Pencekaman <i>Rotary Knife</i> saat Proses Permesinan	III-96
Gambar III.54 Hasil Permesinan <i>Rotary Knife</i>	III-97
Gambar III.55 Kondisi Permukaan <i>Hub</i> Setelah Permesinan (1)	III-98
Gambar III.56 Hasil Permesinan <i>Spacer</i>	III-98
Gambar III.57 Hasil <i>Heat Treatment Rotary Knife</i> (1)	III-99
Gambar III.58 Hasil <i>Heat Treatment Rotary Knife</i> (2).....	III-100
Gambar III.59 Pengikatan Baut pada Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah.....	III-100
Gambar III.60 Perakitan <i>Rotary Shredder</i> ke <i>Cutting Table</i>	III-102
Gambar III.61 Perakitan Dudukan <i>Plummer</i> dan <i>Plummer Fix Bearing</i> ke <i>Cutting Table</i>	III-102
Gambar III.62 Perakitan <i>Rotary Shredder</i> ke <i>Cutting Table</i>	III-103
Gambar III.63 Perakitan <i>Fix Plummer</i> dan Dudukan ke <i>Cutting Table</i>	III-103
Gambar III.64 Ilustrasi 3D Posisi <i>Shim</i> pada Kaki-Kaki <i>Cutting Table</i>	III-104
Gambar III.65 Ilustrasi 2D Posisi <i>Shim</i> di Kaki-Kaki <i>Cutting Table</i>	III-105
Gambar III.66 Perakitan <i>Shim</i> di <i>Site</i>	III-106
Gambar III.67 Perakitan <i>Hopper</i> Baru ke Atas <i>Cutting Wall</i>	III-106
Gambar III.68 Perakitan <i>Cleaning system</i> di Atas <i>Hopper</i> Baru	III-107
Gambar IV.1 Indikator Mesin saat Pencacahan Sampah Kering.....	IV-1
Gambar IV.2 Kondisi Aktual <i>Rotary Shredder</i> Berputar <i>Counter Clockwise</i> ...	IV-2

Gambar IV.3 Kondisi Aktual <i>Rotary Shredder</i> saat Berputar <i>Clockwise</i>	IV-3
Gambar IV.4 <i>Loading Process</i> oleh <i>Front Loader</i>	IV-3
Gambar IV.5 <i>Loading Process</i> Material Sampah Basah Dimasukan ke Bagian <i>Hopper</i> Mesin	IV-4
Gambar IV.6 Kondisi Aktual Hidro Motor saat Bekerja dari Perspektif Sisi Kiri	IV-5
Gambar IV.7 Kondisi Aktual Hidro Motor saat Bekerja dari Sisi Kanan	IV-6
Gambar IV.8 Kondisi Aktual Hidro Motor <i>Alignment</i> dengan Sumbu Poros ...	IV-6
Gambar IV.9 Indikator Mesin saat Pencacahan Sampah Basah	IV-7
Gambar IV.10 Hasil Cacahan Sampah.....	IV-7
Gambar IV.11 <i>Cleaning system</i> Berfungsi dengan Baik	IV-8
Gambar IV.12 <i>Cleaning system</i> Tampak Depan.....	IV-8

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Macam-Macam Metode Perancangan Ulang	II-2
Tabel II.2 Perbandingan Istilah <i>Pre-shredder</i>	II-5
Tabel II.3 Perbandingan Tipe <i>Rotary Knife</i> pada Mesin <i>Shredder</i>	II-10
Tabel II.4 Studi penelitian terhadulu.....	II-27
Tabel III.1 <i>Root Cause Analysis</i> Metode <i>5 Whys</i>	III-5
Tabel III.2 Masalah yang Ditemukan.....	III-16
Tabel III.3 Evaluasi Masalah	III-17
Tabel III.4 Penelitian Terkait Perancangan <i>Shredder</i> Sampah	III-19
Tabel III.5 Produk yang ada di pasaran	III-21
Tabel III.6 Target Spesifikasi Mesin <i>Pre-Shredder</i>	III-25
Tabel III.7 Pendekatan Klasifikasi Warna untuk Solusi Permasalahan.....	III-33
Tabel III.8 Karakteristik Operasional Fungsi Bagian <i>Existing</i>	III-36
Tabel III.9 Alternatif Konsep Solusi Desain Baru	III-42
Tabel III.10 Alternatif Konsep Solusi Desain Proses Manufaktur	III-46
Tabel III.11 Evaluasi Konsep Solusi <i>Cover Seal</i>	III-49
Tabel III.12 Evaluasi Konsep Solusi <i>Hopper Extension</i>	III-50
Tabel III.13 Evaluasi Konsep Solusi <i>Cleaning System</i>	III-51
Tabel III.14 Evaluasi Konsep Solusi Dudukan <i>Plummer</i>	III-52
Tabel III.15 Evaluasi Konsep Solusi Penyambungan <i>Flange</i> dan Poros.....	III-53
Tabel III.16 Evaluasi Konsep Solusi Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-54
Tabel III.17 Finalisasi Konsep Solusi	III-55
Tabel III.18 Hasil Konvergensi Tegangan pada <i>Rotary Knife</i> Baru	III-80
Tabel III.19 Perbandingan Hasil Analisis <i>Solidworks</i> dan <i>Ansys Workbench</i> . III-81	
Tabel III.20 Hasil Konvergensi Perbaikan <i>Rotary Knife</i>	III-87
Tabel III.21 Perbandingan Hasil Analisis <i>Solidworks</i> dan <i>Ansys Workbench</i> . III-88	
Tabel III.22 Pengikatan Baut pada Mesin <i>Pre-shredder</i> Sampah.....	III-101
Tabel III.23 <i>Check Sheet Cutting Table Machining Process</i>	III-105
Tabel V.1 Perbandingan Kondisi Awal dan Hasil Perbaikan Mesin <i>Pre-shredder</i>	V-2

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Rubrik Penilaian
- Lampiran 2** *Check Sheet Machining Cutting Table*
- Lampiran 3** *Check Sheet Runout Tolerance on Rotary Shredder*
- Lampiran 4** *Shaft Inspection*
- Lampiran 5** Perhitungan Awal
- Lampiran 6** Report Simulasi pada Perubahan Konstruksi *Shredder*
- Lampiran 7** Jadwal Kegiatan Perminggu
- Lampiran 8** Data Diri Penyusun
- Lampiran 9** Gambar Draft dan Gambar Kerja

DAFTAR GLOSARIUM DAN SINGKATAN

- RCA* : *Root Cause Analysis* (RCA) adalah metode sistematis yang digunakan untuk menemukan penyebab utama dari masalah atau kegagalan dalam suatu sistem atau proses.
- RDF* : *Refuse Derived Fuel* (RDF) adalah bahan bakar yang dihasilkan dari sampah yang telah melalui serangkaian proses pencacahan dan penyaringan.
- Pre-Shredder* : *Pre-Shredder* adalah mesin penghancur yang digunakan untuk mereduksi ukuran material mentah, seperti sampah atau bahan baku, sebelum diproses lebih lanjut dalam suatu rangkaian produksi.
- Misalignment* : *Misalignment* merujuk pada ketidaksesuaian atau penyimpangan posisi antara komponen-komponen dalam suatu sistem mekanis, seperti mesin atau perangkat lainnya.
- Rotary Knife* : *Rotary Knife* adalah komponen utama dalam mesin pencacah sampah yang berfungsi untuk memotong material dengan cara berputar.
- Fix Knife* : *Fix Knife* adalah bilah pemotong yang tetap dan tidak berputar, berfungsi sebagai lawan atau penahan bagi *rotary knife* dalam proses pencacahan.
- Hub* : *Hub* adalah komponen yang berfungsi sebagai rumah atauudukan dari *rotary knife*.
- Plummer* : *Plummer* adalah sebuah dudukan atau penopang yang digunakan untuk menopang poros pada mesin.
- Bearing* : *Bearing* adalah komponen yang digunakan untuk menopang dan memfasilitasi pergerakan rotasi poros.
- Flange* : *Flange* adalah komponen yang berfungsi untuk menyambungkan dua bagian mekanik, seperti antara poros dan komponen lainnya, dengan menggunakan baut atau sekrup.
- Shim* : *Shim* adalah pelat tipis yang digunakan untuk penyetelan atau penyesuaian level dan ketinggian dalam proses perakitan.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah di Indonesia merupakan isu yang sangat krusial mengingat jumlah sampah yang terus meningkat setiap tahunnya. Indonesia menghadapi berbagai tantangan dalam pengelolaan sampah, termasuk pengumpulan, transportasi, pengolahan (kompos, daur ulang), dan ketergantungan pada tempat pembuangan akhir (TPA)[1]. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan intervensi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan guna menciptakan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan. [1]



Gambar I.1 TPST Jeruklegi DLH Cilacap¹

TPST Jeruklegi di Cilacap berperan signifikan sebagai solusi alternatif pengganti bahan bakar batu bara melalui teknologi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Dengan memproses sampah menjadi RDF, fasilitas ini tidak hanya mengurangi volume limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir, tetapi juga menyediakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan dalam industri semen dan pembangkit listrik. Setiap hari, TPST Jeruklegi mampu mengolah sekitar 120-150 ton sampah per hari, menghasilkan sekitar 30-40% ton RDF[2]. RDF ini yang

¹ Indonesia, Good News From. "Pembangunan RDF Cilacap: Solusi Pemrosesan Sampah di Jeruk Legi." Good News From Indonesia. Accessed June 4, 2025. <https://www.goodnewsfromindonesia.id/network/content/pembangunan-rdf-cilacap-solusi-pemrosesan-sampah-di-jeruk-legi-tjTKug>.

digunakan sebagai bahan bakar alternatif batu bara untuk industri semen, seperti PT Solusi Bangun Indonesia (SBI), PT Holchim, dan PT Unilever.



Gambar I.2 Alur Pengolahan Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap²

Namun, ada beberapa tantangan teknis yang harus dihadapi dalam operasional mesin *pre-shredder* yang digunakan dalam proses pencacahan di Gambar 1.2. Mesin *pre-shredder* merupakan mesin pencacah yang beroperasi dalam proses pengelolaan sampah di TPST Jeruklegi, DLH Cilacap. Istilah *pre-shredder* umum digunakan dalam industri pengolahan sampah, terutama untuk membedakan antara proses pencacahan pada mesin yang sama yang menghasilkan ukuran kasar dan halus. Dalam hal ini, *pre-shredder* merujuk pada proses yang menghasilkan cacahan kasar, sementara *fine shredder* digunakan untuk proses cacahan akhir yang lebih halus.

Mesin ini diharapkan mampu menghasilkan cacahan dengan ukuran *output* kurang dari 5 cm. Namun, di lapangan, mesin hanya mampu mencacah sampah kering dan basah setelah dua kali pencacahan untuk masing-masing jenis sampah, yang menyebabkan efisiensi mesin menurun hingga empat kali lipat.

² “TEMPAT PENGELOLAAN SAMPAH TERPADU REFUSED DERIVED FUEL – TPST RDF.” Accessed June 15, 2025. <https://dlh.cilacapkab.go.id/tempat-pengelolaan-sampah-terpadu-refused-derived-fuel-tpst-rdf/>.



Gambar I.3 Kondisi Pengikatan *Rotary knife* pada *Hub*

Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah pengikatan *rotary knife* yang tidak optimal pada *hub* mesin. Seperti yang terlihat pada Gambar I.3, kondisi pengikatan *rotary knife* terhadap *hub* menggunakan baut yang kurang baik dapat menyebabkan masalah serius seperti baut bengkok, ulir aus, atau bahkan patahnya baut. Hal ini terjadi karena faktor pengikatan yang tidak sesuai dengan beban yang diterima oleh baut. Gambar I.3 memperlihatkan dengan jelas kondisi baut yang mengalami kerusakan, yang menjadi indikasi bahwa sistem pengikatan perlu diperbaiki agar kinerjanya lebih andal.



Gambar I.4 Kondisi *Rotary knife* yang Patah

Selanjutnya, Gambar I.4 menunjukkan kondisi *rotary knife* yang patah, yang dapat disebabkan oleh *gap* yang tidak dapat diatur antar pisau, sehingga jarak antara *rotary knife* dan *fixed knife* menjadi terlalu rapat. Akibatnya, terjadi benturan yang menyebabkan kerusakan pada *rotary knife*. Hal ini menunjukkan pentingnya penyetelan *gap* antar pisau untuk mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa yang akan datang.



Gambar I.5 Kondisi Motor hidrolik lik

Selain itu, masalah pada motor hidrolik juga menjadi perhatian penting. Gambar I.6 memperlihatkan dua motor hidrolik yang bergerak keluar dari sumbunya. Penyebabnya bisa jadi desain sambungan *flange* yang tidak tepat terhadap poros, serta ketidaksejajaran antara sumbu poros dengan permukaan *cutting table*, yang menyebabkan *misalignment* sumbu. Seperti yang terlihat pada Gambar I.6, pergeseran motor hidrolik tersebut mengindikasikan bahwa rancangan *flange* dan sambungan poros perlu ditinjau ulang untuk meningkatkan kestabilan mesin.



Gambar I.6 Dudukan *Fix Bearing*



Gambar I.7 Dudukan *Fix Bearing*

Masalah lain yang terdeteksi adalah pada dudukan *plummer bearing*. Gambar I.7 menunjukkan kondisi dudukan *plummer bearing* yang perlu disesuaikan untuk mencapai *leveling* dan pergeseran yang lebih baik. Hal ini sangat penting agar penyetelan *gap* dapat tercapai. Kemudian dengan begitu, sumbu poros *rotary knife* dapat sejajar dengan akurat, mengingat ketidaksejajaran pada dudukan *plummer* dapat berpengaruh pada performa mesin dan menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya.

Tantangan berikutnya adalah terjadinya material sampah yang tercecer selama proses *loading* ke dalam *hopper*, serta sisa material yang tertinggal pada *cutting wall* setelah proses pencacahan. Seperti yang terlihat pada temuan lapangan, proses *loading* yang kurang efisien menyebabkan sampah keluar dari *hopper* dan mengotori area sekitarnya. Selain itu, adanya potensi kerusakan pada *floating bearing* akibat debu yang masuk ke dalam *plummer bearing* menjadi masalah lain yang perlu segera ditangani. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang yang mampu menyelesaikan masalah tersebut dengan efektif.

Perancangan ulang dalam konteks ini merujuk pada suatu perbaikan yang lebih komprehensif, bukan hanya sekadar modifikasi atau pengembangan. Proses ini melibatkan penambahan subfungsi baru, perancangan komponen yang belum ada sebelumnya, serta perancangan proses manufaktur dan perakitan mesin yang lebih baik. Dengan demikian, istilah yang paling tepat untuk digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah perancangan ulang mesin *pre-shredder*.

Dengan mengidentifikasi masalah-masalah teknis yang ada melalui pendekatan analisis akar penyebab, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih baik untuk meningkatkan kinerja mesin dan efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang mesin *pre-shredder* dengan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan, yang tidak hanya akan memperbaiki sistem yang ada, tetapi juga dapat diterapkan di lokasi lain dengan kondisi serupa, untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih baik dan ramah lingkungan di Indonesia.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diangkat penulis dalam Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara agar sampah tidak tercecer saat proses *loading*?
2. Bagaimana cara agar tidak timbul *misalignment* sumbu pada motor hidrolis?
3. Bagaimana cara agar *rotary knife* yang patah dapat disambung menjadi satu bagian utuh kembali?
4. Bagaimana menentukan pengikatan *knife* terhadap *hub* yang tepat agar tidak terjadi kegagalan?
5. Bagaimana cara agar penyetelan dapat dilakukan pada gap antara *rotary knife* dan *fix knife*?
6. Bagaimana cara agar sampah yang tertinggal pada dinding mesin dapat dibersihkan?
7. Bagaimana cara mencegah potensi debu yang dapat masuk dan merusak komponen *floating bearing*?
8. Bagaimana peran *Root Cause Analysis* (RCA) dalam mengidentifikasi penyebab utama dan memberikan solusi dari berbagai masalah teknis yang dihadapi mesin *pre-shredder* di TPST Jeruklegi?

I.3 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, Batasan masalah yang difokuskan dalam Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap adalah sebagai berikut:

1. Perancangan ulang dan analisis hanya dilakukan pada komponen yang bermasalah.
2. Kondisi mesin yang diambil berdasarkan dokumentasi di lapangan dan proses bimbingan bersama pembimbing.
3. Kondisi batas mesin yang harus segera naik produksi, sehingga diperlukan solusi praktis untuk permasalahan mesin.
4. Penggunaan teknologi simulasi (FEM) hanya untuk validasi rancangan mesin *pre-shredder*.

5. Fokus penelitian ini adalah pada perancangan ulang mesin *pre-shredder*, dengan pendekatan *Root Cause Analysis*.

I.4 Tujuan

Adapun tujuan Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap adalah sebagai berikut:

1. Menentukan desain *hopper* yang tepat agar dapat menampung material sampah dengan efektif selama proses *loading*, untuk mencegah sampah tercecer.
2. Menentukan solusi yang tepat untuk mencegah terjadinya *misalignment sumbu* pada motor hidrolik, guna menjaga kestabilan operasional mesin.
3. Menentukan metode yang efektif untuk menyambung *rotary knife* yang patah, sehingga dapat mengembalikannya menjadi satu bagian utuh yang dapat berfungsi kembali dengan baik.
4. Menentukan sistem pengikatan *rotary knife* terhadap *hub* yang tepat agar dapat menghindari kegagalan pengikatan yang dapat merusak komponen.
5. Menentukan cara penyetelan *gap* yang tepat antara *rotary knife* dan *fix knife*, guna menghindari adanya benturan.
6. Merancang sistem pembersih yang efektif untuk menghilangkan sampah yang tertinggal pada dinding mesin setelah proses pencacahan, guna meningkatkan efisiensi operasional mesin.
7. Merancang sistem pelindung yang efektif untuk mencegah debu masuk ke dalam *floating bearing* dan merusak komponen tersebut.
8. Memanfaatkan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi penyebab utama masalah teknis pada mesin *pre-shredder* dan memberikan solusi yang efektif guna meningkatkan kinerja mesin secara keseluruhan.

I.5 Manfaat

Adapun manfaat Perancangan Ulang dengan Pendekatan *Root Cause Analysis* untuk Mesin *Pre-shredder* Sampah di TPST Jeruklegi DLH Cilacap adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pendidikan

- **Peningkatan Pengetahuan Teknologi Pengelolaan Sampah**
Penelitian ini menyajikan informasi mendalam mengenai teknologi pengolahan sampah, khususnya dalam konteks mesin *pre-shredder* dan proses produksi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Hal ini dapat menjadi sumber pembelajaran bagi mahasiswa dan praktisi di bidang teknik lingkungan dan manajemen sumber daya.
- **Studi Kasus untuk Pembelajaran Praktis**
TPST Jeruklegi sebagai proyek percontohan nasional menyediakan contoh konkret yang dapat digunakan dalam kurikulum pendidikan, membantu mahasiswa memahami tantangan dan solusi dalam pengelolaan limbah serta penerapan teknologi ramah lingkungan.

2. Bagi Institusi

- **Peningkatan Efisiensi Operasional**
Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis yang dapat meningkatkan efisiensi mesin *pre-shredder*, sehingga institusi dapat mengolah lebih banyak sampah dalam waktu yang lebih singkat, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan produktivitas.
- **Kontribusi terhadap Kebijakan Lingkungan**
Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi institusi untuk merumuskan kebijakan dan strategi pengelolaan sampah yang lebih baik, sejalan dengan tujuan pemerintah dalam mengurangi dampak lingkungan dari limbah.

3. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

- **Modifikasi Teknologi Pengelolaan Sampah**
Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi baru dalam pengelolaan sampah, khususnya dalam desain dan efisiensi mesin *pre-*

shredder, yang dapat meningkatkan efektivitas proses pengolahan limbah menjadi energi terbarukan.

- Kolaborasi Multidisipliner

Penelitian ini mendorong kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, seperti teknik mesin, teknik lingkungan, dan ilmu sosial, untuk menciptakan solusi holistik terhadap masalah pengelolaan sampah.

4. Bagi Ekonomi

- Peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD)

Dengan memproduksi RDF dari pengolahan sampah, TPST Jeruklegi dapat memberikan kontribusi terhadap PAD Kabupaten Cilacap. Dari hasil pengolahan sampah, TPST ini diperkirakan menghasilkan pendapatan sekitar Rp 1,3 miliar per tahun, yang dapat digunakan untuk pembangunan infrastruktur dan layanan publik lainnya.

- Pengurangan Biaya Pengelolaan Sampah: Dengan meningkatkan efisiensi mesin *pre-shredder* dan proses pengolahan sampah, biaya operasional dapat ditekan.

5. Bagi Lingkungan

- Pengurangan Volume Sampah

Dengan mengolah sampah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF), TPST Jeruklegi membantu mengurangi jumlah sampah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Ini berkontribusi pada pengurangan pencemaran tanah dan air yang sering terjadi akibat penumpukan sampah.

- Sumber Energi Terbarukan

Penelitian ini mendukung penggunaan sampah sebagai sumber energi terbarukan, yang menggantikan bahan bakar fosil seperti batu bara. Penggunaan RDF dalam industri semen dapat mengurangi emisi karbon dioksida dan dampak negatif lainnya terhadap lingkungan.

- Minimalkan Pencemaran Lingkungan

Dengan teknologi pengolahan yang lebih baik, TPST Jeruklegi dapat meminimalkan pencemaran udara dan bau tidak sedap yang sering terkait

dengan pengelolaan sampah tradisional. Proses pengeringan dan pencacahan yang efisien mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir (TA) ini terdiri dari lima bab, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN, bagian ini berisi latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA, bagian ini berisi uraian berbagai teori yang disusun secara sistematis untuk memecahkan masalah dalam menganalisis data.
3. BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, bagian ini berisi uraian secara rinci tentang metode dan Langkah-langkah penyelesaian masalah dalam penelitian Tugas Akhir (TA).
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bagian ini berisi kajian dari lebih lanjut dari proses perancangan yang dilakukan termasuk perhitungan, desain, dan analisis kinerja.
5. BAB V PENUTUP, bagian ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.