

**PEMBUATAN *SINGLE LAYER FLAT DIE*, *DUAL LAYER
FLAT DIE*, DAN PENERAPAN SISTEM PEMANAS
PADA MESIN *BIOPELLET***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Program Diploma III

Oleh

Muhammad Gursida Adi Purnama

222311023



**PROGRAM STUDI PEMELIHARAAN MESIN
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
PEMBUATAN *SINGLE LAYER FLAT DIE, DUAL LAYER*
***FLAT DIE*, DAN PENERAPAN SISTEM PEMANAS**
PADA MESIN *BIOPELLET*

Oleh
Muhammad Gursida Adi Purnama
222311023

Program Studi Pemeliharaan Mesin
Jurusan Teknik Manufaktur
Politeknik Manufaktur Bandung

Disetujui,
Bandung, 18 Desember 2025

Pembimbing 1



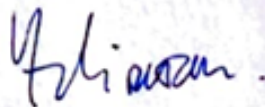
Dr. Herman Budi Haris, S.T., M.T.
NIP. 197902022008101001

Pembimbing 2



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

Pembimbing 3



Mohammad Yazid Diratama, S.Tr., M.T.
NIP. 199401032022031014

Ketua Penguji



Mohammad Fauzi, ST., MT.
NIP. 196206261988031003

Penguji 1



Siti Hadiaty Yuningsih, S.Si., M.Mat.
NIP. 199606212024062001

Penguji 2



Pradika Novianidini, S.T., M.T.
NIP. 199011032024061001

ABSTRAK

Biopellet adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang berasal dari biomassa. Kualitas *biopellet* yang baik tentu dihasilkan oleh mesin penghasil *biopellet* yang baik. Mesin penghasil *biopellet* memiliki beberapa bagian yang sangat mempengaruhi kualitas *biopellet*, seperti *roller* dan *die*. *Roller* merupakan komponen yang mendorong bahan baku ke dalam lubang *die*. *Die* merupakan komponen utama dalam mesin *biopellet* yang berfungsi membentuk biomassa menjadi pelet. Peningkatan suhu dalam proses pembuatan *biopellet* mampu meningkatkan nilai kalor dan kerapatan dari *biopellet* tersebut akibat lignin yang berubah menjadi lunak sehingga mampu menjadi pengikat, dimana peningkatan suhu ini terjadi akibat gesekan antara *roller* dengan *die*. Akibat gesekan yang terjadi, *roller* dan *die* mengalami keausan. Proyek akhir ini bertujuan memodifikasi mesin pembuat *biopellet* dengan penerapan *single layer flat die* serta penerapan sistem pemanas dan *dual layer flat die*. Penerapan *dual layer* pada *die* bertujuan untuk mengurangi tekanan kompaksi pada saat proses peletisasi, lalu untuk penerapan sistem pemanas pada *single layer flat die* bertujuan untuk mempercepat waktu pemanasan pada saat proses peletisasi sehingga dapat. Pembuatan *single layer flat die* dan *dual layer flat die* meliputi proses *turning*, proses *drilling*, proses *grinding* dan proses *milling*. Penerapan sistem pemanas menggunakan modul *induction heater ZVS* sebagai pemanas induksi. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kualitas (dimensi), pengujian sistem pemanas dan pengujian *assembly*. Hasil pengujian dimensi dari beberapa komponen terdapat kegagalan pada *flat die* yang memiliki lubang pelet tirus, kegagalan ini terletak pada lubang tirus yang dibuat, namun kegagalan ini masih dalam batas toleransi secara fungsi. Pengujian pada sistem pemanas dinyatakan berhasil karena sistem pemanas mampu memanaskan *single layer flat die* hingga suhu 120°C dimana suhu ini yang membantu proses peletisasi dalam pelepasan lignin. Pengujian *assembly* dinyatakan berhasil karena setiap komponen dapat dipasangkan pada komponen lainnya.

Kata Kunci: *Biopellet*, *roller* dan *die*, *flat die*, sistem pemanas induksi, *induction heater ZVS*, *dual layer*.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “**Pembuatan *Single Layer Flat Die, Dual Layer Flat Die, Dan Penerapan Sistem Pemanas Pada Mesin Biopellet***”. Semoga salawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Karya tulis ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh kelulusan pada Program Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung. Selama penyelesaian proyek akhir ini penulis mendapatkan banyak pengalaman dan pengetahuan baru melalui bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi kesehatan, dan kemampuan dalam menulis karya tulis ilmiah.
2. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberi doa, dukungan, dan motivasi.
3. Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Manufaktur dan pembimbing satu proyek akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan sarannya.
4. Ibu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pemeliharaan Mesin.
5. Bapak Dhion Khairul Nugraha, S.T., M.T. selaku pembimbing dua proyek akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan sarannya.
6. Bapak Mohammad Yazid Diratama, S.Tr., M.T. selaku pembimbing tiga proyek akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan sarannya.
7. Seluruh dosen dan pengajar jurusan Teknik Manufaktur yang telah membantu penulis dalam penyelesaian proyek akhir ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan kelas 3 MEA.
9. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang dapat membangun penulisan karya tulis ilmiah ini. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi pembaca.

Bandung, 2025

Muhammad Gursida Adi Purnama

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SIMBOL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LAPORAN TEKNIK	Error! Bookmark not defined.
2.1 Landasan Teori	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 <i>Biopellet</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Mesin <i>Biopellet</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 <i>Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Sistem pemanas.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.5 Material <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.6 Proses Manufaktur	Error! Bookmark not defined.
2.1.7 QC (<i>Quality Control</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Metodologi Penyelesaian	Error! Bookmark not defined.
2.3 Tahap Kegiatan	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Perhitungan Tekanan Kompaksi	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Perhitungan Daya Sistem Pemanas.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Desain Mesin Biopellet.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.4 Desain Penerapan.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.5 Desain <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.6 Desain <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.7 Desain <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.8 Pengadaan Material.....	Error! Bookmark not defined.

2.3.9 Kandidat Mesin.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.10 Perencanaan Proses Manufaktur	Error! Bookmark not defined.
2.3.11 Proses Pembuatan <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.12 Proses Pembuatan <i>Layer 1 Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.13 Proses Pembuatan <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus Ø9	Error! Bookmark not defined.
2.3.14 Proses Pembuatan <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus Ø8	Error! Bookmark not defined.
2.3.15 Proses Pembuatan <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.16 Proses Pembuatan <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.17 QC Ukuran.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.18 Perakitan Sistem Pemanas	Error! Bookmark not defined.
2.3.19 Verifikasi Keberhasilan	Error! Bookmark not defined.
2.4 Hasil.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Hasil Pembuatan	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Hasil Pengujian Dimensi	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Hasil Pengujian <i>Assembly Dual Layer Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Hasil Pengujian Sistem Pemanas Pada <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10	Error! Bookmark not defined.
2.4.5 Hasil Pengujian <i>Assembly Cover, Hopper</i> dan <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.6 Hasil Pengujian Fungsi <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.7 Hasil Verifikasi Keberhasilan.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Jadwal Kegiatan	Error! Bookmark not defined.
BAB III PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
3.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
3.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Biopellet</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 2 Mesin <i>Biopellet Roller</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 3 Mesin <i>Biopellet Extruder</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 4 Ilustrasi Gaya Pada Tekanan Kompaksi	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 5 <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 6 <i>Ring Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 7 <i>Induction Heater ZVS</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 8 <i>Pancake Coil</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 9 <i>Thermocouple Type J</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 10 <i>Power Supply</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 11 Papan Arduino	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 12 Material ST 60 (<i>Raw Material Flat Die</i>)	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 13 Material SKD 11 (<i>Raw Material Flat Die</i>).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 14 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penyelesaian	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 15 Desain Mesin <i>Biopellet</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 16 Desain Penerapan <i>Single Layer Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 17 Desain Penerapan <i>Dual Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10 - Ø9.	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 18 Desain Penerapan <i>Dual Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10 - Ø8.	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 19 Desain <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 20 Desain <i>Layer 1 Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 21 Desain <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus Ø9.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 22 Desain <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus Ø8.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 23 Desain <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 24 Desain <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 25 Mesin Bubut Grazioli Dania 245.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 26 Mesin <i>Surface Grinder</i> Okamoto Grind-X	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 27 Mesin CNC Mitsubishi Plano <i>Milling</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 28 Mesin Bor Aciera 23 ST.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 29 QC Ukuran	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 30 Rangkaian Sistem Pemanas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 31 Perakitan Komponen Sistem Pemanas	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 32 Hasil Pembuatan <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 33 Hasil Pembuatan <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 34 Hasil Pembuatan <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 35 Pemasangan Sistem Pemanas Pada <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10	Error! Bookmark not defined.

Gambar II. 36 Pengujian Sistem Pemanas Pada <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet Ø10...	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 37 Grafik Pengukuran Suhu <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 38 Pengujian <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 39 Pengujian <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 40 Proses Pengujian Fungsi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II. 41 Jadwal Kegiatan	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 <i>Types of Thermoelectric Transducers</i> [22]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 2 <i>Values of Tolerance ($\pm^{\circ}\text{C}$) and Temperature Ranges of Measurement</i> [22]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 3 <i>Chemical Composition</i> ST60 [25]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 4 <i>Mechanical Property</i> ST60 [25]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 5 <i>Chemical Composition</i> SKD 11 [27]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 6 Tabel Vc [26]	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 7 Penjelasan <i>Flow Chart</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 8 Hasil Perhitungan Kompaksi	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 9 Desain Penerapan	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 10 Pengadaan Material	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 11 Kandidat Mesin Berdasarkan Kapasitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 12 Kandidat Mesin Berdasarkan Ketelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 13 <i>Operational Plan</i> Pembuatan <i>Flat Die</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 14 Spesifikasi Mesin Bubut Grazioli Dania 245	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 15 Spesifikasi Mesin <i>Surface Grinder</i> Okamoto Grind-X	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 16 Spesifikasi Mesin CNC Mitsubishi Plano <i>Milling</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 17 Spesifikasi Mesin Bor Aciera 23 ST	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 18 Proses Pembuatan <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet $\text{\O}10$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 19 Proses Pembuatan <i>Layer 1 Flat Die</i> Lubang Pelet $\text{\O}10$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 20 Proses Pembuatan <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus $\text{\O}9$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 21 Proses Pembuatan <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus $\text{\O}8$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 22 Proses Pembuatan <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 23 Proses Pembuatan <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 24 Pengukuran <i>Single Layer Flat Die</i> Lubang Pelet $\text{\O}10$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 25 Pengukuran <i>Layer 1 Flat Die</i> Lubang Pelet $\text{\O}10$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 26 Pengukuran <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus $\text{\O}9$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 27 Pengukuran <i>Layer 2 Flat Die</i> Lubang Pelet Tirus $\text{\O}8$	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 28 Pengukuran <i>Cover</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 29 Pengukuran <i>Hopper</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 30 Parameter Keberhasilan	Error! Bookmark not defined.
Tabel II. 31 Pengukuran Dimensi <i>Dual Layer Flat Die</i> Lubang Pelet $\text{\O}10 - \text{\O}9$	Error! Bookmark not defined.

Tabel II. 32 Pengukuran Dimensi Dual Layer Flat Die Lubang Pelet Ø10 - Ø8. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel II. 33 Pengujian Sistem Pemanas Pada *Single Layer Flat Die* Lubang Pelet Ø10..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel II. 34 Pegujian *Cover***Error! Bookmark not defined.**

Tabel II. 35 Pengujian *Hopper*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel II. 36 Hasil Pengujian Fungsi.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel II. 37 Hasil Verifikasi Keberhasilan**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A
LAMPIRAN B

Operational Plan Pembuatan *Flat Die*
Hasil Pengukuran CMM

DAFTAR SIMBOL

P_x	= Tekanan kompaksi
$P_{N\#}$	= Tekanan awal saat material memasuki <i>inlet die</i> (tekanan awal kompaksi)
ν_{LR}	= <i>Poisson's ratio</i> yang menyatakan rasio antara regangan longitudinal terhadap regangan radial pada material kayu
μK	= Koefisien gesek antara bahan dan dinding <i>die</i>
P_p	= Tekanan peletisasi total pada titik keluaran
e	= Bilangan <i>Euler</i> (2.71828)
x/L	= Panjang lubang pelet
r	= Radius lubang pelet
D	= Diameter
β	= Sudut kerucut saluran tekan (<i>cone angle</i>)
nK	= Faktor eksponensial yang menentukan laju pertambahan tekanan
k	= Rasio tegangan aksial terhadap radial
P	= Daya panas (Watt)
Q	= Energi panas (Joule)
m	= Massa benda kerja (kg)
ρ	= Massa jenis material <i>flat die</i>
c	= Kapasitas panas jenis material (J/kg·K)
ΔT	= Perubahan suhu (°K atau °C)
t	= Waktu pemanasan (detik)
V	= Volume (cm ³)
n	= <i>Rotary per minute</i>
Vc	= <i>Velocity cutting</i>
π	= Nilai konstanta (3,14)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi Baru dan Terbarukan (EBT) didefinisikan sebagai sumber energi yang bersih dan berkelanjutan. Jenis sumber daya yang termasuk dalam kategori ini adalah energi dari air, matahari, angin, biomassa, dan panas bumi. Salah satu sumber EBT yang menjanjikan adalah biomassa, yang dapat diperoleh dari berbagai bahan seperti kayu, hasil pertanian, limbah dari proses produksi kayu, serta komponen organik yang berasal dari limbah industri.

Biopellet merupakan salah satu energi baru dan terbarukan berbasis biomassa. Kualitas *biopellet* yang baik tentu dihasilkan oleh mesin penghasil *biopellet* yang sesuai. Mesin penghasil *biopellet* memiliki beberapa bagian yang sangat mempengaruhi kualitas *biopellet*, seperti *roller* dan *die*. *Roller* dan *die* menjadi komponen yang sangat mempengaruhi kualitas *biopellet* dikarenakan dua komponen ini yang memadatkan bahan mentah *biopellet* dan membentuknya menjadi pelet.

Mesin *biopellet* pada umumnya memiliki satu *layer die*, dimana rancangan ini dinilai kurang efektif dalam menghasilkan *biopellet* dengan kepadatan dan massa jenis yang sesuai standar. Mesin ini juga menggunakan sistem pemanas yang memanfaatkan gaya gesek antara *roller* dan *die*, peningkatan suhu yang terjadi akibat gesekan dimanfaatkan dalam pelepasan lignin, pelepasan lignin dimanfaatkan menjadi perekat alami yang membuat pelet menjadi lebih padat. Akibat gesekan yang terus menerus, keausan pada *roller* dan *die* menjadi lebih cepat, serta sistem pemanas yang memanfaatkan gaya gesek ini membutuhkan waktu yang lama dalam proses pemanasan.

Proyek akhir ini berfokus pada penyelesaian masalah yang ada diatas yaitu pembuatan *single layer flat die* dan *dual layer flat die* untuk menyelesaikan masalah kepadatan dan massa jenis dan penerapan sistem pemanas yang diharapkan dapat membantu pelepasan lignin lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan proses manufaktur pembuatan *flat die*?
2. Bagaimana proses pembuatan *flat die*?
3. Bagaimana penerapan sistem pemanas pada *single layer flat die* untuk mesin *biopellet*?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui perencanaan proses manufaktur pembuatan *flat die*.
2. Membuat *flat die* pada mesin *biopellet*.
3. Menerapkan sistem pemanas pada *single layer flat die* untuk mesin *biopellet*.

1.4 Ruang Lingkup

1. Proyek akhir ini dilakukan pada mesin *biopellet* tipe *roller* dan *flat die*.
2. Pengerjaan proyek meliputi pembuatan *single layer flat die* dan *dual layer flat die* berdasarkan tahapan proses manufaktur, seperti *turning*, *drilling*, *grinding*, dan *milling*.
3. Penerapan sistem pemanas berbasis induksi diterapkan pada *single layer flat die* untuk meningkatkan efisiensi pelepasan lignin.
4. Sistem pemanas dibuat oleh sub kontraktor.
5. Proyek akhir ini tidak mencakup proses perancangan mesin secara keseluruhan, melainkan hanya terbatas pada pembuatan *flat die* dan penerapan sistem pemanas pada komponen tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

1. **BAB I PENDAHULUAN**, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan ruang lingkup.
2. **BAB II LAPORAN TEKNIK**, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta.
3. **BAB III PENUTUPAN**, berisi tentang kesimpulan dan saran dari proyek akhir yang dilakukan oleh penulis.