

**RANCANG BANGUN ALAT PENEPAT GERINDA TANGAN UNTUK
MEMOTONG PELAT PADA SISI HORIZONTAL
(BIAYA PRODUKSI)**



LAPORAN AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Disusun Oleh:

EGI TIYO NUGRAHA

061730200081

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
JURUSAN TEKNIK MESIN
PALEMBANG
2020**

**DESIGNING A HANDMADE GRINDING TOOL TO CUT PLATES ON
THE HORIZONTAL SIDE
(PRODUCTION COST)**



FINAL REPORT

**This report is written to fulfill one of the requirements of finish Diploma III
Education accomplishment at Mechanical Engineering of State Polytechnic
of Sriwijaya**

By:

EGI TIYO NUGRAHA

061730200081

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
MECHANICAL ENGINEERING
PALEMBANG
2020**

**RANCANG BANGUN ALAT PENEMPAT GERINDA TANGAN
UNTUK MEMOTONG PELAT PADA SISI HORIZONTAL
(BIAYA PRODUKSI)**



LAPORAN AKHIR

**Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Laporan Akhir
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pembimbing I,



Drs. Soegeng Witahio, S.T., M.T
NIP. 19610106 198803 1 003

**Palembang, Agustus 2020
Pembimbing II,**



H. Taufikurrahman, S.T., M.T.
NIP. 19691004 200003 1 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



Ir. Sairul Effendi, M.T
NIP. 196309121989031005

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

Laporan Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Egi Tiyo Nugraha
NIM : 061730200081
Konsentrasi Studi : Produksi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Penepat Gerinda Tangan
Untuk Memotong Pelat Pada Sisi Horizontal
(Biaya Produksi)

Telah selesai Diuji, Direvisi dan Diterima sebagai
bagian Persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi pada
Jurusan Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Penguji :

Tim Penguji : 1. Ella Sundari, S.T.,M.T.


2. DR. Fatahul Arifin, S.T.,M.Eng.Sc.

3. Ali Medi, S.T.,M.T.

4. Drs. Soegeng W, S.T.,M.T.

Tanda Tangan


(*Ella Sundari* / 15)


(*DR. Fatahul Arifin* / 28 / 08 2020)


(*Ali Medi*)


(*Drs. Soegeng W*)

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : Agustus 2020

MOTTO

“ Setiap perjalanan adalah pelajaran”

“ Tidaklah Aku ciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-ku” (Q.S. Adz – Dzariyat :56)

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”..
(Q.S. Al – Baqarah : 286)

“ Berbeda dengan ilmu seni rupa, dalam ilmu teknik tidak ada yang namanya baik atau kurang baik. Hampir benar atau kurang benar. Buruk atau agak buruk. Yang ada hanyalah BENAR atau SALAH” (Prof. Bambang Sutjiatmo)

Kupersembahkan Kepada :

- Kedua Orang Tua, Ayah dan Ibuku
- Keluarga Besar Dullah
- Semua Orang yang Telah Membantuku
- Sahabat Seperjuangan
- Almamater Biru Muda Yang Kubanggakan

ABSTRAK

Nama : Egi Tiyo Nugraha
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Konsentrasi : Teknik Produksi
Judul Laporan Akhir : Rancang Bangun Alat Penepat Gerinda Tangan Untuk
Memotong Pelat Pada Sisi Horizontal

(2020 : xix + 116 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Laporan ini berjudul “**Rancang Bangun Alat Penepat Gerinda Tangan Untuk Memotong Pelat Pada Sisi Horizontal**”, yang membahas tentang proses *cutting* terhadap suatu pelat. Tujuan dibuatnya alat ini yaitu untuk menciptakan sebuah alat alternatif untuk mempermudah dalam pemotongan pelat. Sehingga, pemotongan pelat dapat dilakukan secara presisi, efisien, dan ekonomis. Prinsip kerja alat ini, dengan menggunakan gerinda tangan yang disambungkan bersamaan dengan *bracket* dan *roller* geser. Sebelum proses pemotongan, pelat diletakkan diujung alat ukur ragam tetap untuk mengukur panjang pemotongan. Setelah itu, pelat diikat dengan klem geser agar pelat tidak bergerak ketika proses pemotongan berlangsung. Lalu lakukanlah pemotongan pelat secara horizontal.

Dalam proses pembuatannya, alat ini menggunakan beberapa mesin diantaranya mesin bor, mesin las, mesin gerinda *cut off* dan alat perkakas bangku lainnya. Penulis melakukan pengujian pemotongan dengan dua tahap yaitu dengan menggunakan alat penepat gerinda tangan dan menggunakan gerinda tangan. Untuk pemotongan menggunakan alat penepat gerinda tangan didapat waktu rata-rata pemotongan sebesar 34.02 menit sedangkan menggunakan gerinda tangan sebesar 46.09 menit. Dari semua hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil yang efektif dan efisien. Dari semua kegiatan proses pembuatan sampai dengan tahap proses pengujian, penulis melakukan perhitungan biaya, sehingga pada proses pembuatan alat ini menghabiskan biaya sebesar Rp. 2.921.714,-

Kata Kunci: Alat Potong Dengan Pengarah, Gerinda Tangan, Waktu Pemotongan, Pelat

ABSTRACT

Name : Egi Tiyo Nugraha
Study Program : DIII Mechanical Engineering
Concentration : Production Engineering
Final Report Title : Designing a Handmade Grinding Tool to Cut Plates on the Horizontal Side

(2020 : xix + 116 Pages + References + Appendices)

This report is entitled "Designing a Handmade Grinding Tool to Cut Plates on the Horizontal Side", which discusses about the cutting process of a plate. The purpose of this tool is to create an alternative tool to facilitate the cutting of plates. Thus, plate cutting can be done precisely, efficiently, and economically. The working principle of this tool, by using the hand grinder that is connected with the *bracket and sliding roller*. Before the cutting process, the plates are placed at the end of a fixed vise gauge to measure the cutting length. After that, the plates are fastened with sliding clamps, so they do not move while the cutting process progresses. Then cut the plates horizontally.

In the manufacturing process, this tool uses several machines including drilling machines, welding machines, cut-off grinding machines, and other bench tools. The writer conducted a cutting test in two stages, namely by using a hand grinding tool and using a hand grinder. For cutting using hand grinding tools, the average cutting time is 34.02 minutes, while using hand grinding is 46.09 minutes. From all of the test results are obtained effective and efficient results. From all of the activities of the manufacturing process to the testing process, the writer calculates the costs of process of this tool is Rp. 2.921.714,-

Keywords : *Cutting Tool with Steering Wheel, Hand Grinding, Cutting Time, Plate*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil ‘Alamin, Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran bagi Allah Subhanahu Wa Ta’ala, karena atas limpahan rahmat-Nyalah penulis diberi kemudahan, kesempatan dan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan penulisan laporan akhir ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shalallahu ‘Alaihi Wa Sallam kepada keluarganya, sahabatnya, para pengikutnya, kepada kita semua, serta kepada umatnya hingga akhir zaman.

Adapun tujuan dari penulisan laporan akhir ini semata-mata untuk menyelesaikan tanggung jawab penulis sekaligus dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, motivasi, serta do’a dari berbagai pihak, laporan akhir ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak ucapan syukur dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah terlibat dalam penulisan laporan akhir ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar Dullah yang selalu mendukung penulis dalam melaksanakan setiap kegiatan yang dilakukan dan juga untuk doa-doa yang dipanjatkan serta bantuan moril maupun materil yang diberikan kepada penulis sehingga penulis senantiasa mendapatkan inspirasi dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dr.Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Drs. Soegeng Witjahjo, S.T,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan dan masukan kepada penulis.

5. Bapak H.tauffikurahman,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan serta masukan kepada penulis.
6. Segenap dosen pengajar dan staff administrasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Teman seperjuanganku Muhammad Oktariady dan Iqbal Abdul Najib yang telah berjuang bersama-sama untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Semua rekan seperjuangan angkatan 2017 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya kelas MA.
9. Sahabatku Muhammad Ario dan Putra Nanda Zeri yang selalu memberi nasihat, motivasi dan saran kepada penulis.

Penulis juga menyadari bahwa masih ada kekurangan dan kesalahan pada laporan ini, maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun diharapkan penulis sebagai pengetahuan dan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga dengan laporan akhir ini dapat memberikan manfaat bagi yang membaca, maupun bagi penulis sendiri. Barakallohu fiikum

Palembang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | Hal |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL (BAHASA INDONESIA) | i |
| HALAMAN JUDUL (BAHASA INGGRIS)..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI..... | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| ABSTRAK (BAHASA INDONESIA) | vii |
| ABSTRAK (BAHASA INGGRIS) | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xix |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metode Pengumpulan Data | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian Mesin Pemotong Plat | 5 |
| 2.2 Jenis-Jenis Mesin Pemotong Plat..... | 5 |
| 2.2.1 Pemotongan Dengan Mesin Gergaji Pita | 5 |
| 2.2.2 Pemotongan Dengan Mesin <i>Gullotine</i> Manual | 6 |
| 2.2.3 Pemotongan Dengan Mesin <i>Gullotine</i> Hidrolik | 7 |
| 2.2.4 Pemotongan Dengan Gerinda | 8 |
| 2.3 Dasar Dalam Pemilihan Bahan | 9 |
| 2.4 Bahan dan Komponen | 11 |
| 2.5 Sistem Penyambungan | 16 |
| 2.6 Dasar-Dasar Perhitungan..... | 17 |
| 2.6.1 Menghitung Luas Penampang Besi Hollow | 17 |
| 2.6.2 Menghitung Volume Besi Hollow | 18 |
| 2.6.3 Menghitung Massa Benda | 18 |
| 2.6.4 Menghitung Luas Penampang Besi Siku | 18 |
| 2.6.5 Menghitung Massa Besi Siku | 18 |
| 2.6.6 Menghitung Luas Penampang Pelat Strip | 18 |
| 2.6.7 Menghitung Berat Benda..... | 19 |
| 2.6.8 Menghitung Momen Bending..... | 19 |
| 2.6.9 Menghitung Momen Inersia | 19 |
| 2.6.10 Menghitung Jarak Titik Tumpu Benda | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6.11 Menghitung Momen Tahanan Bending..... | 20 |
| 2.6.12 Menghitung Tegangan Bending Benda..... | 20 |
| 2.6.13 Menghitung Tegangan Izin Benda..... | 20 |
| 2.6.14 Menghitung Biaya Permesinan..... | 20 |
| 2.6.15 Perhitungan Biaya Produksi | 21 |
| BAB III. PERANCANGAN ALAT | 24 |
| 3.1 <i>Flow Chart</i> Perancangan Alat..... | 24 |
| 3.2 Identifikasi Masalah | 25 |
| 3.3 Perancangan Mekanisme Alat Penapat Gerinda Tangan | 25 |
| 3.4 Perancangan Komponen Alat | 27 |
| 3.4.1 <i>Bracket</i> Gerinda Tangan..... | 27 |
| 3.4.2 <i>Roller</i> Geser | 30 |
| 3.4.3 Rangka Meja..... | 33 |
| 3.4.4 Klem Geser | 35 |
| 3.4.5 Alat Ukur Ragum Tetap | 37 |
| 3.5 Perhitungan Konstruksi | 39 |
| 3.5.1 Perhitungan Kekuatan Rangka | 39 |
| 3.6 <i>Prototype</i> Alat Yang Dirancang..... | 58 |
| BAB IV. PEMBAHASAN..... | 59 |
| 4.1 Proses Pembuatan Alat..... | 59 |
| 4.1.1 Proses Pembuatan <i>Bracket</i> Gerinda Tangan..... | 61 |
| 4.1.2 Proses Pembuatan <i>Roller</i> Geser..... | 65 |
| 4.1.3 Proses Pembuatan Rangka Meja..... | 70 |
| 4.1.4 Proses Pembuatan Klem Geser | 75 |
| 4.1.5 Proses Pembuatan Alat Ukur Ragum Tetap | 79 |
| 4.2 Proses Perakitan Alat | 84 |
| 4.3 Total Waktu Pengerjaan | 87 |
| 4.4 Biaya Produksi..... | 88 |
| 4.4.1 Biaya Material | 88 |
| 4.4.2 Biaya Komponen Alat..... | 90 |
| 4.4.3 Perhitungan Waktu Permesinan..... | 90 |
| 4.4.4 Biaya Sewa Mesin..... | 101 |
| 4.4.5 Biaya Listrik | 104 |
| 4.4.6 Biaya Operator..... | 105 |
| 4.4.7 Biaya Tidak Terduga..... | 106 |
| 4.4.8 Total Biaya Produksi..... | 107 |
| 4.4.9 Perhitungan Keuntungan | 107 |
| 4.4.10 Harga Jual..... | 108 |
| 4.5 Pengujian Alat..... | 109 |
| 4.5.1 Tujuan Pengujian | 109 |
| 4.5.2 Tempat Pengujian | 109 |
| 4.5.3 Bahan dan Alat Bantu Pada Proses Pengujian..... | 109 |
| 4.5.4 Langkah-Langkah Pengujian..... | 110 |
| 4.5.5 Data Pengujian..... | 112 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 4.5.6 Analisa Data | 114 |
| BAB V. PENUTUP | 115 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 115 |
| 5.2 Saran..... | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA | 117 |
| DAFTAR LAMPIRAN | 119 |

DAFTAR GAMBAR

| | Hal |
|---|-----|
| Gambar 2.1 Mesin Pemotong Pelat | 5 |
| Gambar 2.2 Mesin Gergaji Pita | 6 |
| Gambar 2.3 Mesin <i>Gullotine</i> Manual | 7 |
| Gambar 2.4 Mesin Gunting Hidrolik | 7 |
| Gambar 2.5 Mesin Gerinda Tangan..... | 9 |
| Gambar 2.6 Mesin Gerinda <i>Cut Off</i> | 9 |
| Gambar 2.7 Mesin Gerinda Tangan..... | 11 |
| Gambar 2.8 Besi Hollow | 12 |
| Gambar 2.9 Bearing | 13 |
| Gambar 2.10 Baut..... | 14 |
| Gambar 2.11 Mur..... | 15 |
| Gambar 2.12 Ring..... | 15 |
| Gambar 2.13 Bushing | 16 |
| Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Perancangan Alat | 24 |
| Gambar 3.2 Proses Pemotongan Secara Manual | 25 |
| Gambar 3.3 Proses Pemotongan..... | 26 |
| Gambar 3.4 Komponen Alat | 27 |
| Gambar 3.5 <i>Bracket</i> Gerinda Tangan | 27 |
| Gambar 3.6 Bentangan <i>Bracket</i> Gerinda Tangan..... | 28 |
| Gambar 3.7 Bushing Pengarah..... | 28 |
| Gambar 3.8 Penyangga Gerinda..... | 29 |
| Gambar 3.9 Baut Penyangga..... | 29 |
| Gambar 3.10 <i>Roller</i> Geser..... | 30 |
| Gambar 3.11 <i>Bearing</i> | 30 |
| Gambar 3.12 <i>Bushing</i> | 31 |
| Gambar 3.13 Baut dan Mur..... | 31 |
| Gambar 3.14 <i>Frame Roller</i> Geser | 32 |
| Gambar 3.15 Pelat <i>Cover Roller</i> | 32 |
| Gambar 3.16 Tangkai Pemegang..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.17 Bentangan Tangkai Pemegang | 33 |
| Gambar 3.18 Rangka Meja..... | 34 |
| Gambar 3.19 Penampang Meja | 35 |
| Gambar 3.20 Rel <i>Roller</i> Geser | 35 |
| Gambar 3.21 Klem Geser..... | 35 |
| Gambar 3.22 Bentangan Klem Geser | 36 |
| Gambar 3.23 Penahan Pelat..... | 36 |
| Gambar 3.24 Bantalan Pencekam..... | 37 |
| Gambar 3.25 Knob Pengunci | 37 |
| Gambar 3.26 Alat Ukur Ragum Tetap..... | 37 |
| Gambar 3.27 Alat Ukur Ragum Tetap..... | 38 |
| Gambar 3.28 Batang Pengukur..... | 38 |
| Gambar 3.29 Knob Pengunci | 39 |
| Gambar 3.30 Diagram Beban | 39 |
| Gambar 3.31 Peletakkan WB dan wb Pada Rumus..... | 40 |
| Gambar 3.32 Besi Hollow Bagian Penampang Meja | 40 |
| Gambar 3.33 Besi Hollow Bagian Rel..... | 41 |
| Gambar 3.34 Besi Hollow Bagian Penopang Rel..... | 42 |
| Gambar 3.35 Besi Hollow Bagian Alat Ukur (Depan) | 43 |
| Gambar 3.36 Besi Hollow Bagian Alat Ukur (Belakang) | 44 |
| Gambar 3.37 Besi Hollow Bagian Alat Ukur (Samping) | 44 |
| Gambar 3.38 Besi Siku Pada Alat Ukur | 45 |
| Gambar 3.39 Pelat Strip Pada Bagian Yang Menutupi Besi Hollow | 46 |
| Gambar 3.40 Pelat Strip Bagian Melintang | 48 |
| Gambar 3.41 Pelat Strip Bagian Depan Pada <i>Bracket</i> Gerinda | 49 |
| Gambar 3.42 Pelat Strip Bagian Melintang Pada <i>Bracket</i> Gerinda..... | 50 |
| Gambar 3.43 Pelat Strip Bagian Tegak Pada <i>Bracket</i> Gerinda..... | 50 |
| Gambar 3.44 Besi Hollow Pada <i>Roller</i> Geser | 51 |
| Gambar 3.45 Pelat Pada <i>Roller</i> Geser..... | 52 |
| Gambar 3.46 Tangkai Pemegang..... | 53 |
| Gambar 3.47 Petunjuk Rumus..... | 56 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 3.48 <i>Prototype</i> Alat Yang Dirancang | 58 |
| Gambar 4.1 Sketsa Rangka Meja..... | 59 |
| Gambar 4.2 Sketsa <i>Bracket</i> Gerinda Tangan | 61 |
| Gambar 4.3 Sketsa <i>Roller</i> Geser..... | 66 |
| Gambar 4.4 Sketsa Rangka Meja..... | 70 |
| Gambar 4.5 Sketsa Klem Geser..... | 76 |
| Gambar 4.6 Sketsa Alat Ukur Ragum Tetap..... | 80 |
| Gambar 4.7 <i>Assembly</i> Alat | 84 |
| Gambar 4.8 <i>Assembly</i> Rangka Alat | 84 |
| Gambar 4.9 <i>Assembly Roller</i> Geser | 85 |
| Gambar 4.10 <i>Assembly</i> Rel Meja..... | 85 |
| Gambar 4.11 <i>Assembly Bracket</i> Gerinda | 85 |
| Gambar 4.12 <i>Assembly Bracket</i> ke <i>Roller</i> | 86 |
| Gambar 4.13 <i>Assembly</i> Alat Ukur Ragum Tetap | 86 |
| Gambar 4.14 <i>Assembly</i> Klem Geser | 86 |
| Gambar 4.15 Hasil Pemotongan Alat Penepat | 112 |
| Gambar 4.16 Hasil Pemotongan Gerinda Tangan | 113 |

DAFTAR TABEL

| | Hal |
|--|-----|
| Tabel 2.1 Persentase Keuntungan Berdasarkan Usaha | 23 |
| Tabel 4.1 Proses Pembuatan <i>Bracket</i> Gerinda Tangan | 62 |
| Tabel 4.2 Waktu Pemotongan Dengan Mesin Gerinda | 64 |
| Tabel 4.3 Waktu Pengeboran dan Pembendingan | 64 |
| Tabel 4.4 Waktu Pengelasan Meja Kerja | 65 |
| Tabel 4.5 Proses Pembuatan <i>Roller</i> Geser | 67 |
| Tabel 4.6 Waktu Pemotongan Dengan Mesin Gerinda | 69 |
| Tabel 4.7 Waktu Pengeboran dan Pembendingan | 69 |
| Tabel 4.8 Proses Pembuatan Rangka Meja | 71 |
| Tabel 4.9 Waktu Pemotongan Dengan Mesin Gerinda | 74 |
| Tabel 4.10 Waktu Pengeboran | 74 |
| Tabel 4.11 Waktu Pengelasan Meja Kerja | 75 |
| Tabel 4.12 Proses Pembuatan Rahang Ragum Geser | 77 |
| Tabel 4.13 Waktu Pemotongan Dengan Mesin Gerinda..... | 78 |
| Tabel 4.14 Waktu Pengeboran dan Pembendingan | 78 |
| Tabel 4.15 Waktu Pengelasan Meja Kerja | 79 |
| Tabel 4.16 Proses Pembuatan Alat Ukur Ragum Tetap..... | 81 |
| Tabel 4.17 Waktu Pemotongan Dengan Mesin Gerinda..... | 82 |
| Tabel 4.18 Waktu Pengeboran | 83 |
| Tabel 4.19 Waktu Pengelasan Alat Ukur Ragum Tetap | 83 |
| Tabel 4.20 Total Waktu Pengerjaan | 87 |
| Tabel 4.21 Biaya Material | 89 |
| Tabel 4.22 Total Biaya Komponen Alat | 90 |
| Tabel 4.23 Total Waktu Pengeboran | 95 |
| Tabel 4.24 Total Waktu Pemotongan | 100 |
| Tabel 4.25 Total Waktu Pengerjaan Pengelasan | 101 |
| Tabel 4.26 Biaya Sewa Mesin | 104 |
| Tabel 4.27 Total Biaya Listrik..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4.28 Kegiatan Operator | 106 |
| Tabel 4.29 Presentase Keuntungan Berdasarkan Usaha | 107 |
| Tabel 4.30 Hasil Waktu Pengujian Menggunakan Alat Penepat Gerinda | 112 |
| Tabel 4.31 Hasil Waktu Pengujian Menggunakan Gerinda Tangan | 113 |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan Laporan Akhir
2. Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
3. Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
4. Gambar Teknik