

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH ARANG
BATOK KELAPA UNTUK BAHAN BRIKET DENGAN
KAPASITAS 10 KG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK YUDHA SENTANA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH ARANG
BATOK KELAPA UNTUK BAHAN BRIKET DENGAN
KAPASITAS 10 KG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK YUDHA SENTANA

NIM. 1915213096

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH ARANG
BATOK KELAPA UNTUK BAHAN BRIKET DENGAN
KAPASITAS 10 KG**

Oleh

I KADEK YUDHA SENTANA

NIM. 1915213096

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir

Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Ir. I Nengah Ludra Antara, M.Si.

NIP. 196204211990031001

Pembimbing II

I Made Arsawan, S.T., M.Si.

NIP. 197610241998031003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Gede Santosa, M.Erg

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH ARANG BATOK KELAPA UNTUK BAHAN BRIKET DENGAN KAPASITAS 10 KG

Oleh

I KADEK YUDHA SENTANA

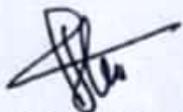
NIM. 1915213096

Proyek Akhir ini telah di pertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal: Selasa, 23 Agustus 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Dr. Ir. I Ketut Gede
Juli Suarbawa, M.Erg.
NIP : 196607111993031003


(.....)

Penguji II : A.A. Ngurah Bagus
Mulawarman, S.T., M.T.
NIP : 196505121994031003


(.....)

Penguji III : Dra. Ni Wayan Sadiyahani, M. Hum.
NIP : 196812121999032001


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Yudha Sentana

NIM : 1915213096

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Rancang bangun mesin pencacah arang batok kelapa untuk bahan briket dengan kapasitas 10 kg

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah buku proyek akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undang yang berlaku.

Badung, 23 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Kadek Yudha Sentana

NIM. 1915213096

UCAPAN TERIMA KASIH

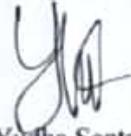
Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, ST.,MT, selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin.
5. Bapak Ir. I Nengah Ludra Antara, M.Si., selaku Dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Made Arsawan, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2021 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

11. Sahabat-sahabat, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini,
12. Serta Masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 23 Agustus 2022



I Kadek Yudha Sentana

ABSTRAK

Dalam Proses pembuatan arang briket dari batok kelapa meliputi berbagai proses yaitu pengeringan bahan baku, pembuatan arang, mencacahan arang, pembuatan adonan, pencetakan arang briket, dan pengeringan arang briket. Dalam proses pembuatan arang briket tentu saja melewati beberapa proses yang menggunakan beberapa alat untuk mempermudah dalam produksi contohnya mesin pencacah arang. Cara kerja mesin pencacah arang ini yaitu dengan cara memasukkan arang ke corong atas dan arang akan jatuh ke pisau pencacah, kemudian pisau pencacah akan mencacah arang hingga menjadi seperti serbuk halus.

Metode yang digunakan dalam alat pencacah arang ini yaitu menggunakan penggerak dari motor listrik 1 hp dengan dua buah pisau pencacah sebagai pencacah arang, dengan *cover* yang berisi corong sebagai penutup pisau dan tempat memasukan arang.

Hasil dari pengujian mesin pencacah arang menggunakan arang batok kelapa dengan kapasitas 10 kg dan dengan waktu 5 menit mendapatkan hasil cacahan 2-3 mm, perbandingan mencacah arang batok kelapa menggunakan mesin dan manual mendapatkan perbandingan waktu 1727 %.

Kata kunci: arang batok kelapa, mesin pencacah arang batok kelapa.

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF CHARCOAL CHOPPING
MACHINE COCONUT SHELL FOR BRICKET MATERIAL
WITH 10 KG CAPACITY**

ABSTRACT

The process of making charcoal briquettes from coconut shells includes various processes, namely drying raw materials, making charcoal, chopping charcoal, making dough, molding charcoal briquettes, and drying charcoal briquettes. In production, for example, charcoal chopping machines. The way this charcoal chopper works is by inserting the charcoal into the upper funnel and the charcoal will fall into the chopping knife, then the chopping knife will chop the charcoal until it becomes like fine powder.

The method used in this charcoal chopper is to use a 1 hp electric motor with two chopping blades as a charcoal chopper, with a cover containing a funnel as a knife cover and a place to insert charcoal.

The results of testing the charcoal chopping machine using coconut shell charcoal with a capacity of 10 kg and with a time of 5 minutes getting 2-3 mm chops, the comparison of chopping coconut shell charcoal using machines and manuals getting a time ratio of 1727 %.

Keywords: *coconut shell charcoal, coconut shell charcoal chopping machine.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena bisa menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Mesin Pencacah Arang Batok Kelapa Untuk Bahan Briket Dengan Kapasitas 10 Kgtepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 23 Agustus 2022


I Kadek Yudha Sentana

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
PROYEK AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis	3
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Batok Kelapa.....	5
2.2 Rancang Bangun	5
2.3 Pemilihan Bahan	6
2.4 Motor Listrik.....	10
2.5 Poros	11
2.5.1 Macam-macam poros	12
2.5.2 Hal-hal penting dalam perencanaan poros	12

2.5.3	Perhitungan pada poros.....	13
2.6	<i>Pully</i>	15
2.7	<i>V-Belt</i>	16
2.8	Pasak.....	19
2.9	Bantalan.....	20
2.10	Perhitungan kekuatan las.....	23
2.10.1	Berdasarkan cara pengelasan.....	23
2.10.2	Klasifikasi las.....	23
2.11	Baut dan Mur.....	26
BAB III	METODE PENELITIAN.....	28
3.1	Jenis Penelitian.....	28
3.1.1	Metode Sebelumnya.....	28
3.1.2	Model Rancangan Yang Diusulkan.....	29
3.2	Alur Penelitian.....	30
3.3	Lokasi dan waktu penelitian.....	31
3.3.1	Lokasi penelitian.....	31
3.3.2	Lokasi penerapan alat.....	31
3.4	Penentuan Sumber Data.....	32
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	32
3.5.1	Alat yang digunakan.....	32
3.6	Instrumen Pengujian.....	33
3.7	Prosedur Penelitian.....	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Hasil Rancangan.....	35
4.1.1	Prinsip Kerja Alat.....	35
4.1.2	Komponen Pendukung.....	36
4.2	Perhitungan Komponen.....	36
4.2.1	Perhitungan Dinamo.....	36
4.2.2	Perhitungan <i>pully</i>	37
4.2.3	Perhitungan <i>V-Belt</i>	38
4.2.4	Perhitungan poros.....	38
4.3	Pembuatan komponen.....	39

4.3.1	Bahan-bahan yang digunakan	39
4.3.2	Proses pengerjaan komponen.....	40
4.3.3	Proses perakitan	47
4.3.4	Cara pengoprasian mesin	48
4.4	Rincian total biaya	49
4.5	Hasil pengujian alat.....	50
4.6	Produktivitas mesin.....	51
4.7	Perawatan alat pencacah arang batok kelapa	52
BAB V PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arang batok kelapa.....	5
Gambar 2. 2 Motor Listrik	10
Gambar 2. 3 <i>Pully</i>	15
Gambar 2. 4 Kontruksi <i>V-Belt</i>	16
Gambar 2. 5Ukuran penampang <i>V-Belt</i>	17
Gambar 2. 6Diagram pemilihan <i>V-Belt</i>	17
Gambar 2. 7Perhitungan panjang keliling sabuk	18
Gambar 2. 8Macam-macam pasak	19
Gambar 2. 9Gaya geser pada pasak	20
Gambar 2. 10Bagian-bagian bantalan	21
Gambar 2. 11Macam-macam sambungan T.	24
Gambar 2. 12Sambungan tumpang.	25
Gambar 2. 13Sambungan sisi.....	25
Gambar 2. 14Sambungan dengan penguat.....	26
Gambar 2. 15Mur dan baut	26
Gambar 3. 1 Pencacahan dengan cara manual	28
Gambar 3. 2 Model rancangan yang diusulkan.....	29
Gambar 3. 3 Diagram alur (<i>flow chart</i>).....	30
Gambar 4.1Mesin pencacah arang batok kelapa.....	35
Gambar 4.2 Proses pembuatan rangka	41
Gambar 4.3 Design rangka mesin	42
Gambar 4.4 Design cover atas	43
Gambar 4.5 Pembuatan cover atas dan bawah.....	43
Gambar 4.6 Pembuatan cover bawah.....	44
Gambar 4.7 Pembuatan pisau pencacah.....	45
Gambar 4.8 Proses pegecatan	46
Gambar 4.9 Hasil perakitan	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan baja karbon	8
Tabel 2. 2 Faktor-faktor koreksi daya yang akan di transmisikan, f_c	14
Tabel 2. 3 Tekanan permukaan yang diizinkan pada ulir	27
Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian	31
Tabel 4. 1. Keterangan komponen yang dibeli dan dibuat.....	40
Tabel 4. 2. Rincian total biaya	49
Tabel 4. 3. Hasil pengujian secara manual.....	50
Tabel 4. 4. Hasil pengujian mesin pencacah arang batok kelapa.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Form Bimbingan Proyek Akhir Pembimbing I
Form Bimbingan Proyek Akhir Pembimbing II
Gambar rancang bangun dan gambar komponen

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan masyarakat, karena bagian-bagiannya banyak memberikan manfaat dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari batang, buah, daun, lidi, hingga ke akarnya. Bagian-bagian dari tanaman kelapa tersebut, bagi masyarakat dapat dijadikan usaha sebagai mata pencaharian dalam membantu keuangan rumah tangga untuk dijadikan suatu produk tertentu, salah satu bagian dari tanaman kelapa yang terdapat pada buahnya, yaitu batok kelapa, dimana batok kelapa tersebut masih memiliki nilai ekonomi jika diolah menjadi bahan baku arang briket (Prabowo, 2020).

Seiring berjalannya waktu arang briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Arang briket merupakan sumber energi yang ramah lingkungan. Dimana bahan yang paling umum digunakan yaitu arang briket batok kelapa. Pemanfaatan batok kelapa menjadi arang briket dapat mengurangi limbah batok kelapa yang padat.

Dalam Proses pembuatan arang briket dari batok kelapa meliputi berbagai proses yaitu pengeringan bahan baku, pembuatan arang, mencacah arang, pembuatan adonan, pencetakan arang briket, dan pengeringan arang briket. Dalam proses pembuatan arang briket tentu saja melewati beberapa proses yang menggunakan beberapa alat untuk mempermudah dalam produksi contohnya mesin pencacah arang. Cara kerja mesin pencacah arang ini yaitu dengan cara memasukkan arang ke corong atas dan arang akan jatuh ke pisau pencacah, kemudian pisau pencacah akan mencacah arang hingga menjadi seperti serbuk halus.

Alasan penulis mengangkat judul proyek akhir “Rancang Bangun Mesin Pencacah Arang Batok Kelapa Untuk Bahan Briket Dengan Kapasitas 10 Kg”

yaitu untuk merancang dan membuat rangka mesin pencacah arang dengan kapasitas 10 kg dengan waktu yang lebih cepat dan hasil yang maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun mesin pencacah arang dengan berpenggerak motor listrik dengan kapasitas 10 kg?
2. Apakah rancang bangun mesin pencacah arang batok kelapa untuk bahan briket dapat meningkatkan produktifitas?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam rancang bangun mesin pencacah arang berbahan batok kelapa adalah:

1. Alat ini di rancang untuk mencacah arang batok kelapa dengan kapasitas 10 kg.
2. Untuk mengetahui produktifitas mesin yang dirancang.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma 3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang di peroleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.

1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari proses rancang bangun mesin pencacah arang berbahan batok kelapa ini adalah:

1. Dapat merancang dan membuat mesin pencacah arang berbahan batok kelapa untuk usaha arang briket.
2. Untuk mengetahui produktifitas mesin yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini terdiri dari manfaat bagi penulis, manfaat bagi Politeknik Negeri Bali, dan manfaat bagi masyarakat yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

1. Rancang bangun ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek, selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma 3, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Dapat mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali

Adapun manfaat dari rancang bangun mesin pencacah arang berbahan batok kelapa ini bagi Politeknik Negeri Bali adalah:

1. Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang pemesinan pada kemudian hari sehingga menjadi salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.
2. Lulusan Politeknik Negeri Bali nantinya mampu bersaing di dunia industri dengan keahlian yang dimiliki masing-masing jurusan.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Adapun manfaat dari rancang bangun mesin pencacah arang berbahan batok kelapa ini bagi masyarakat adalah:

1. Hasil rancang bangun ini diharapkan dapat membantu UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) untuk membuka usaha di bidang arang briket dan dapat

membantu pengurangan limbah batok kelapa untuk diolah dan di jadikan bahan arang briket.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan Rancang bangun mesin pencacah arang batok kelapa dengan tenaga 1 motor listrik yang dibuat dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Rancang bangun mesin pencacah arang batok kelapa yang setelah dilakukan pengujian dengan ukuran maksimal 2-3mm, adapun komponen yang dibeli dari mesin pencacah ini yaitu, motor listrik 1hp ,4 *pillow block*, 2 poros,2 *pully* dan 1 *v-belt*, dan adapun komponen yang dibuat diantaranya 2 pisau pencacah dengan dimensi panjang 50x50 cm dan diameter 8cm, rangka, dudukan pisau dan motor listrik, dan 1 bak penampung.
2. Pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan mencacah batok kepala secara manual dan menggunakan mesin pencacah batok kelapa dengan persentase waktu yang di bandingkan adalah 1.727%.

5.2 Saran

Dari hasil rancang bangun mesin pencacah arang batok kelapa ini penulis dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi yang ingin mengembangkan alat ini diharapkan memodifikasi alat ini khususnya pada fungsinya, sebagai pencacah batok kelapa diharapkan bisa lebih dari sekedar pencacah arang batok kelapa.
2. Alat ini sudah dapat mencacah batok kelapa dengan kapasitas 10 kg dengan hasil yang belum maksimal. Saran dari perancangan alat ini adanya penambahan pisau dan perapatan celah pisau pencacah.
3. Selalu memperhatikan kondisi setiap komponen-komponen sebelum melakukan pengoprasian alat seperti pisau, kabel, motor listrik, *pillow block*, *v-belt*, dan *pully* agar selalu dalam kondisi optimal setiap dalam pemakaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Prabowo. 2020. *Rancang bangun alat penghancur arang tempurung kelapa untuk bahan baku briket*. Terdapat pada: <http://repository.univ-tridianti.ac.id/935/1/BAB%20I%20%20COVER%20%20DAFTAR%20PUSTAKA.pdf>. Diakses tanggal 28 Desember 2021.
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perencanaan Produk*. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Libratama. 2012. *Pengertian motor listrik*. Terdapat pada: <https://libratama.com/pengertian-motor-listrik/>. Diakses pada 15 Januari 2022.
- Mott, L.R., P.3, 2004, *Elemen-Elemen Mesin dalam perencanaan mekanis* 1.Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Pradita, K.A. 2016. *Gak Cuma buat sate aja, ini 12 manfaat lain arang batok kelapa*. Terdapat Pada: <https://www.brilio.net/kesehatan/nggak-cuma-buat-sate-aja-ini-12-manfaat-lain-arang-batok-kelapa-160116u.html>. Diakses tanggal 10 Januari 2022.
- Sularso, Suga, Kiyokatsu. 2004. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Edisi 11. PT. Pradnya Paramita. Jakarta-Indonesia.
- Sutrisno, T. 2016. *Bab 2 Tinjauan Pustaka*. Terdapat pada: <file:///C:/Users/user/Downloads/TRI%20SUTRISNO%20BAB%20II.pdf>. Diakses tanggal 10 Januari 2022.
- Wirjosumarto, H. dan. Okamura, T. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Edisi10. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wirjosumarto, H. dan. Okamura, T. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Edisi10. PT Pradnya Paramita. Jakarta.