

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENEKUK  
AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Hermanda Commander Budiman**  
**No. Mahasiswa : 10 525 022**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2016**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENEKUK  
AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Hermanda Commander Budiman**

**No. Mahasiswa : 10525022**

**NIRM : 10422534**

Yogyakarta, \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_

Pembimbing

**DR. Eng. Risdiono, ST., M. Eng**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**  
**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENEKUK**  
**AKRILIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

Nama : Hermanda Commander Budiman  
No. Mahasiswa : 10525022  
NIRM : 10422534

Tim Penguji :

Dr.Eng.Risdiyono, S.T., M.Eng.

Ketua

Tanggal : 9/1 2017

Dr.Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng.

Anggota I

Tanggal : 9 Januari 2017

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Anggota II

Tanggal : 19 DESEMBER 2016

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.Eng.Risdiyono, S.T., M.Eng.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada,

Kedua orang tua saya, ibu dan bapak tercinta ibu Herlina Dwi Nugraheni dan bapak Slamet Budiman.

Kedua kakak saya, Aroma Cassa Linda Budiman dan Norman Prasetya Budiman.

Serta orang-orang di sekeliling saya dan teman-teman semuanya.

## Halaman Motto

*Orang yang tidak pernah berbuat salah adalah orang yang tidak pernah  
melakukan sesuatu  
(Albert Einstein)*

*Ilmu lebih baik daripada kekayaan karena kekayaan harus dijaga, sedangkan  
ilmu akan menjagamu  
(Sayyidina Ali bin Abu Thalib RA)*

*Karena niat saja tidak cukup untuk mengubah dunia  
(Penulis)*

## **Kata Pengantar**

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur senantiasa kita tujukan kehadirat Allah SWT, atas segala Rahmat, Taufiq serta Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dan mengecap indahnya ilmu pengetahuan.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk menempuh derajat Sarjana Teknik Mesin program strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan tugas akhir hingga terselesaikannya penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan, semangat dan bantuan baik material dan inmaterial dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. ALLAH SWT yang telah memberikan hidayah serta ridho-Nya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.
2. Bapak, Ibu, Kedua kakak saya dan seluruh keluarga besar tercinta yang senantiasa mendo'akan dan memberi motivasi dalam menempuh pendidikan.
3. Keluarga bapak Jupri Jujur yang menjadi keluarga ke-2 saya selama di Jogja.
4. Bapak Dr. Eng. Risdyono, ST., M.Eng. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, serta selaku dosen pembimbing yang sangat membantu membimbing penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Muhammad Ridlwan, ST., M.T. selaku dosen pembimbing akademik Teknik Mesin UII angkatan 2010.

6. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin FTI-UII.
7. Laboratorium Teknik Mesin UII (mas Adi, mas Fariz).
8. Saudara-saudaraku Teknik Mesin UII angkatan 2010 (Maquina X), dan seluruh keluargaku mahasiswa Teknik Mesin UII yang telah memberi ilmu kekeluargaan.
9. Saudara-saudara dari bengkel Cink\_Tech (Dherio, Mas Dhieon, Mas Donny) yang selalu membantu saya dalam merancang dan pembuatan alat ini.
10. Sahabat pucuk dan jelita (Simbah Kakung, Simbah Putri, Azis, Adhi, Mahfud (Popo), Ulul, Igo, Hafis, Rico, Alan, Andi, Nova, Yoga, Bintang, Pambudi (Bagong), Vicky, Farid, Hendra, mbak Anggra, Cindy, Renny, Hira).
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu baik langsung maupun tidak langsung yang telah ikut membantu dan mensukseskan tugas akhir ini.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekeliruan dan kekurangan, untuk itu saya mohon maaf sebesar-besarnya semoga hasil dari tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya, dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkan di masa yang akan datang, Amin.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 10 Juli 2016

**Hermenda Commander Budiman**

## ABSTRAK

Dalam proses pengolahan akrilik, dibutuhkan berbagai macam alat diantaranya *laser cutting* dan alat penekuk akrilik/*acrylic bending machine*. Saat ini alat pengolahan akrilik yang beredar di pasaran harganya relatif mahal, akibatnya tidak sedikit orang yang menggunakan cara konvensional. Proses perakitan komponen akrilik masih dinilai kurang efisien dikarenakan untuk mendapatkan bentuk komponen yang baik, akrilik harus dilem ataupun disatukan dengan baut dan mur. Berdasarkan hal tersebut, maka dirasa perlu untuk membuat suatu alat yang mampu membentuk bahan akrilik dengan proses *bending* untuk membantu mempermudah pembuatan produk yang berbahan dasar akrilik.

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah mendesain dan membuat alat penekuk akrilik dengan memanfaatkan sifat termoplastik akrilik yang dapat menekuk akrilik dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, dan maksimal ketebalan 5 mm.

Pembuatan alat terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pertama adalah pembuatan unit *bending* akrilik yang terdiri dari alas unit *bending* akrilik, penompang akrilik, penahan akrilik, dan indikator derajat, dan bagian yang kedua adalah unit heater yang terdiri dari elemen *heater* serta *box* unit *heater*. Setelah *part-part* tersebut selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah proses *assembly* yaitu proses penyatuan seluruh *part* sehingga menjadi *acrylic bending machine*.

Pengujian alat ini dilakukan dengan 3 tahap yaitu pertama mengetahui mekanisme atau cara kerja alat, kedua adalah pengujian alat berupa data yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berkerja sesuai dengan sudut dan waktu proses pencapaian termoplastik yang diinginkan atau tidak, dan yang terakhir adalah hasil pengujian alat berupa produk yang bertujuan untuk mengetahui hasil percobaan pembuatan produk dengan menggunakan alat *acrylic bending machine* ini.

Berdasarkan hasil pengujian alat *acrylic bending machine* ini dapat diambil kesimpulan bahwa alat ini dapat melakukan proses *bending* akrilik dari sudut 30-150°.

Kata kunci : akrilik, *bending*, *acrylic bending machine*.



## **ABSTRACT**

*In the processing of acrylic, it take all shorts of tools including laser cutting and bending tool acrylic/acrylic bending machine. Currently acrylic processing tools on the market price is relatively expensive, consequently few people are using conventional means. Acrylic component assembly process is inefficient due to get a good component shapes, acrylic must be glued or clusted with bolts and nuts. Based on this, it is felt necessary to make a device that is capabed of forming the acrylic material with the bending process to help facilitate the manufacture of products made from acrylic.*

*The purpose of this tool is designed and made the bending acrylic by utilizing the properties of acrylic thermoplastic that can bend the acrylic with a thickness of 2mm, 3mm, and maximum thickness of 5mm.*

*Making the tool is divided into two parts, the first is the manufacture of acrylic bending unit consisting of acrylic pedestal bending unit, acrylic crutch, acrylic holder, and indicators of degree, and the second parts is a heater unit that consist of a heater element and heater unit box. After the parts are completed the next step is the assembly process is the process of unification of the entire part to be acrylic bending machine.*

*The testing tool is done in 3 stages : first find out the mechanism or how the tool works, the second is a testing tool in the form of data that aims to determine whether the tool can work in accordance with the angle and the time of the process of achieving thermoplastic desirable or not, and the latter is the result of testing tools in the form of a product that aims to knowing experimental results manufacture of product using this tool acrylic bending machine.*

*Based on the result of testing this tool acrylic bending machine can be concluded that these tools can make the process of the acrylic bending angle of 30-150°.*

*Keywords : acrylic, bending, acrylic bending machine.*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Abstrak.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kajian Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Bending.....	5
2.2.2 Thermoplastik, Thermoset dan Elastomer.....	7
2.2.3 Thermoforming.....	9
2.2.4 Akrilik.....	10
2.2.5 Alat Bending Akrilik di Pasaran.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1 Alur Penelitian.....	16
3.2 Menentukan Konsep Desain dan Perancangan Awal.....	17
3.2.1 Identifikasi.....	17
3.2.2 Kriteria Desain.....	18
3.3 Pembuatan Gambar Desain Alat.....	18
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan.....</b>	<b>20</b>
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat.....	20

4.1.1 Hasil Perancangan Alat .....	20
4.1.2 Hasil Pembuatan Alat.....	21
4.2 Hasil Pengujian Alat .....	27
4.2.1 Mekanisme Kerja Alat .....	27
4.2.2 Hasil Pengujian Alat Berupa Data.....	28
4.2.3 Hasil Pengujian Alat Berupa Produk.....	33
4.3 Perbandingan Alat Yang Dibuat Dengan Alat Yang Ada Dipasaran .....	36
BAB V PENUTUP.....	38
5.1 KESIMPULAN.....	38
5.2 SARAN.....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	39



## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Perbedaan polimer thermoplastik dan polimer termoset .....	12
Tabel 3-1 Tabel kriteria desain .....	19
Tabel 4-1 Percobaan akrilik ketebalan 2mm.....	29
Tabel 4-2 Percobaan akrilik ketebalan 3mm.....	30
Tabel 4-3 Percobaan akrilik ketebalan 5mm.....	31
Tabel 4-4 Proses pencapaian thermoplastik akrilik 2mm .....	32
Tabel 4-5 Proses pencapaian thermoplastik akrilik 3mm .....	32
Tabel 4-6 Proses pencapaian thermoplastik akrilik 5mm .....	33
Tabel 4-7 Perbandingan alat yang dibuat dan alat yang ada di pasaran.....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Rancangan mekanik pemodelan pembengkok akrilik .....	5
Gambar 2-2	Pergerakan rantai polimer thermoplastik saat dipanaskan.....	7
Gambar 2-3	Akrilik .....	10
Gambar 2-4	Proses pembuatan akrilik dengan cara ekstrusi .....	11
Gambar 2-5	Proses pembuatan akrilik dengan menggunakan cetakan .....	11
Gambar 2-6	<i>Acrylic bending machine</i> model <i>solder</i> .....	14
Gambar 2-7	<i>Acrylic bending machine</i> yang memiliki pemanas ditengah.....	14
Gambar 2-8	<i>Acrylic bending machine</i> produksi besar .....	15
Gambar 3-1	Diagram alur penelitian.....	16
Gambar 3-2	<i>Bending</i> akrilik yang digunakan oleh pengrajin akrilik.....	17
Gambar 3-3	Desain 1 .....	18
Gambar 3-4	Desain 2 .....	19
Gambar 3-5	Desain 3.....	19
Gambar 4-1	Hasil perancangan alat .....	20
Gambar 4-2	Desain alas unit <i>bending</i> akrilik.....	21
Gambar 4-3	Alas unit <i>bending</i> akrilik.....	21
Gambar 4-4	Desain penompang akrilik .....	22
Gambar 4-5	Penompang akrilik .....	22
Gambar 4-6	Desain penahan akrilik.....	23
Gambar 4-7	Penahan akrilik.....	23
Gambar 4-8	Desain indikator derajat .....	23
Gambar 4-9	Indikator derajat .....	24
Gambar 4-10	Elemen <i>heater</i> .....	24
Gambar 4-11	Bagian dalam komponen <i>heater controller</i> .....	25
Gambar 4-12	Unit <i>heater</i> .....	25
Gambar 4-13	Desain indikator derajat .....	26
Gambar 4-14	Hasil akhir proses <i>assembly</i> alat .....	26
Gambar 4-15	Proses awal mekanisme alat.....	27
Gambar 4-16	Proses <i>bending</i> akrilik.....	28
Gambar 4-17	Hasil akhir proses <i>bending</i> akrilik .....	28

Gambar 4-18 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 2mm.....	29
Gambar 4-19 Grafik kesalahan dalam derajat akrilik 2mm .....	29
Gambar 4-20 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 3mm.....	29
Gambar 4-21 Grafik kesalahan dalam derajat akrilik 3mm .....	30
Gambar 4-22 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 5mm.....	31
Gambar 4-23 Grafik kesalahan dalam derajat akrilik 5mm .....	31
Gambar 4-24 Hasil produk kategori buruk .....	34
Gambar 4-25 Hasil produk kategori kurang.....	35
Gambar 4-26 Hasil produk kategori baik.....	35
Gambar 4-27 <i>Acrylic bending machine</i> yang dibuat.....	36
Gambar 4-28 <i>Acrylic bending machine</i> dipasaran .....	36
Gambar 4-29 Hasil <i>bending</i> dari alat yang dibuat .....	37
Gambar 4-30 Hasil <i>bending</i> dari alat <i>bending</i> akrilik yang ada di pasaran .....	37



## PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini saya, Hermanda Commander Budiman menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul : “Perancangan dan Pembuatan Mesin Penekuk Akrilik”, adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa 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 simbol 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 itu, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya.

Apabila saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut diatas, baik sengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik tugas akhir yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri saya menerima sanksi dan ketentuan yang berlaku

Yogyakarta, 12 Januari 2017

Yang membuat pernyataan,



(Hermanda Commander Budiman)

NIM : 10525022





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Dalam memilih perabotan dan perlengkapan, semua orang membutuhkan bahan yang tahan lama dan terlihat baik. Bahan yang digunakan untuk perlengkapan toko maupun rumah tangga adalah kayu, kaca, dan besi. Berkaitan dengan daya tahan, material-material tersebut rentan terhadap masalah alam seperti serangan rayap, masalah korosi, dan lainnya.

Kemajuan pada bidang teknik kimia memperkenalkan material baru yaitu akrilik. Akrilik merupakan *polymethyl methacrylate* yang berupa *polimer sintetis* dari *metil metakrilat* yang bersifat mencair bila dipanaskan dan permukaannya transparan menyerupai kaca yang mempunyai sifat padat, keras dan kuat. Adapun akrilik sendiri memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah lebih ringan, tahan terhadap benturan, tahan terhadap cuaca diluar ruangan, ramah lingkungan, tahan terhadap racun, dan juga dapat didaur ulang.

Karena banyaknya keunggulan dari bahan dasar akrilik ini maka para produsen bersaing untuk menciptakan produk-produk unggul dengan bahan dasar akrilik yang mampu memenuhi kebutuhan pasar pada era globalisasi sekarang ini. Selain mudah dalam pengolahannya material ini juga memiliki keunggulan lainnya yaitu materialnya yang mudah didapat, mudah dibentuk, dan juga memiliki bentuk yang menarik sehingga para produsen industri memanfaatkannya sebagai salah satu alternatif dalam pembuatan berbagai produk. Pembuatan produk akrilik bisa juga diaplikasikan diberbagai bidang industri contohnya pada bidang *advertising*/periklanan, otomotif, dan elemen estetika *interior* yang saat ini sedang mengalami peningkatan.

Dalam proses pengolahan akrilik, dibutuhkan berbagai macam alat diantaranya *laser cutting* dan alat penekuk akrilik/*acrylic bending machine*. Saat ini alat untuk pembuatan produk berbahan dasar akrilik yang beredar dipasaran harganya relatif mahal, akibatnya tidak sedikit orang yang menggunakan cara konvensional dalam proses pembuatannya. Proses pembuatan produk berbahan dasar akrilik masih dinilai kurang efisien dikarenakan untuk mendapatkan bentuk

produk yang baik, akrilik harus dilem ataupun disatukan dengan baut dan mur. Berdasarkan hal tersebut, maka dirasa perlu adanya pembuatan suatu alat yang mampu membentuk bahan akrilik dengan proses *bending* untuk membantu mempermudah pembuatan produk yang berbahan dasar akrilik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah;

Bagaimana merancang alat penekuk akrilik yang praktis dan ekonomis.

## **1.3 Batasan Masalah**

Mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat diberi batasan sebagai berikut;

- 1) Variasi ketebalan akrilik yang dapat digunakan adalah 2mm, 3mm, dan berukuran maksimal 5mm dengan dimensi panjang 700mm dan lebar 630mm.
- 2) Pembentukan akrilik hanya terbatas pada penekukan sudut 30-150°.
- 3) Hanya menampilkan gambar *electrical wiring* pada *heater*.
- 4) Pemilihan material *part* mesin tidak dibahas secara detail pada penelitian ini.

## **1.4 Tujuan Perancangan**

Perancangan penelitian ini bertujuan untuk;

- 1) Mendesain dan membuat alat penekuk akrilik dengan memanfaatkan sifat termoplastik akrilik yang dapat menekuk akrilik dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, dan maksimal ketebalan 5 mm.
- 2) Mengetahui kinerja alat yang dibuat.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis agar mempermudah pembahasannya. Penulisan tugas akhir ini dipaparkan sebagai berikut;

## Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

## Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

## Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

## Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

## Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.3 Kajian Pustaka

Penelitian tentang pembuatan *acrylic bending machine* sudah banyak dilakukan. Adapun ada beberapa penelitian yang dapat dijadikan acuan untuk proses perancangan dan pembuatan *acrylic bending machine* diantaranya;

Penelitian yang dilakukan oleh Widianoro (2010) adalah pengujian pada sebuah desain mesin penekuk akrilik. Proses pengujian pada alat tersebut dilakukan dengan penekukan akrilik berparameter variasi suhu dan lama waktu pemanasan untuk sudut  $45^\circ$  pada akrilik ketebalan 1,5mm dan 2mm. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah alat penekuk akrilik yang memiliki tahanan  $R = 80,66\Omega$ , daya listrik  $W = 0,6Kwh$ , kuat arus  $I = 2,72A$ , dan panas sebesar  $Q = 51,84 \times 10^4$  kalori.

Penelitian yang dilakukan oleh Robith (2013) pada rancang bangun *acrylic bending machine* menghasilkan alat bending akrilik berdimensi 50cm x 50cm x 15cm. Penggerak lengan penekuk pada alat tersebut menggunakan motor DC yang diatur oleh sebuah *microcontroller* Atmega8535 untuk menentukan sudut bendingnya. Alat tersebut memiliki kemampuan membending akrilik dengan maksimum lebar mika 45cm dan ketebalan 3mm.

Alat ini memiliki kekurangan pada kemampuan alat yang hanya mampu menekuk akrilik dengan ketebalan 3mm dan kelebihan alat ini yaitu proses penekukan dan pengaturan sudut akrilik dilakukan otomatis. Alat rancangan mekanik pemodelan penekuk mikayang dibuat oleh Robith (2013) dapat dilihat pada gambar 2-1.



Gambar 2-1 Rancangan mekanik pemodelan penekuk akrilik  
(Sumber : Robith, 2013 )

## 2.4 Dasar Teori

### 2.2.1 Pengertian *Bending*

*Bending* merupakan pengerjaan dengan cara memberikan tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin *bending*. Pada dasarnya proses *bending* plat dibagi menjadi beberapa macam, diantaranya (Aris, 2014) ;

#### a. *Angle Bending*

*Angle bending* merupakan pembentukan plat dengan menekuk bagian tertentu pada plat untuk mendapatkan hasil tekukan yang diinginkan. Selain menekuk, pengerjaan ini juga dapat memotong plat yang disisipkan dan membuat lengkungan sudut sampai kurang lebih memenuhi lembaran. Contoh hasil pengerjaan seperti potongan plat bentuk L, V, dan U.

#### b. *Press Brake Bending*

*Press brake bending* merupakan suatu pekerjaan *bending* yang menggunakan tekanan dan cetakan. Proses ini membentuk plat yang diletakkan diatas cetakan lalu ditekan oleh penekan dari atas sehingga mendapatkan hasil tekukan yang serupa dengan cetakan. Umumnya, cetakan berbentuk U, W, dan ada juga yang memiliki bentuk tertentu.

**c. Draw Bending**

*Draw bending* yaitu pekerjaan mencetak plat dengan menggunakan *roll* penekan dan cetakan. *Roll* yang berputar menekan plat dan mendorong kearah cetakan. Pembentukan dengan *draw bending* ini sangat cepat dan menghasilkan produk lebih banyak, tetapi kelemahannya yaitu pada benda yang mengalami *spring back* terlalu besar akan menghasilkan produk yang kurang maksimal.

**d. Roll Bending**

*Roll bending* yaitu bending yang biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari plat logam yang disisipkan pada suatu *roll* berputar. *Roll* tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder.

**e. Roll Forming**

Dalam *roll* pembentukan bahan memiliki panjang masing-masing yang dibengkokkan secara individual oleh *roll*. Untuk menekuk bahan yang panjang, menggunakan sepasang *roll* berjalan. Dalam proses ini juga dikenal sebagai *forming* dengan membentuk kontur-kontur melalui pekerjaan dingin dalam bentuk logam. Logam dibengkokkan secara bertahap dengan melewati serangkaian *roll*. Bahan *roll* umumnya terbuat dari besi baja karbon dan dilapisi dengan krom untuk ketahanan agar terhindar dari aus. Proses ini digunakan untuk bentuk-bentuk kompleks dengan bahan dasar lembaran logam. Tebal bahan sebelum atau sesudah proses pembentukan tidak mengalami perubahan. Contoh produk yang dihasilkan dari pekerjaan ini adalah pipa dan besi pipa.

**f. Seaming**

*Seaming* merupakan operasi *bending* yang digunakan untuk menyambung ujung lembaran logam sehingga membentuk benda kerja, sambungan dibentuk menggunakan *roll-roll* kecil yang disusun secara berurutan. Contoh hasil pengerjaan seaming adalah kaleng, drum, ember.

**g. Straightening**

*Straightening* merupakan proses yang digunakan untuk meluruskan logam. Pada umumnya, proses ini dilaksanakan sebelum benda kerja dibending. Proses ini menggunakan *roll* yang dipasang sejajar dengan ketinggian sumbu *roll* yang berbeda.

**h. Flanging**

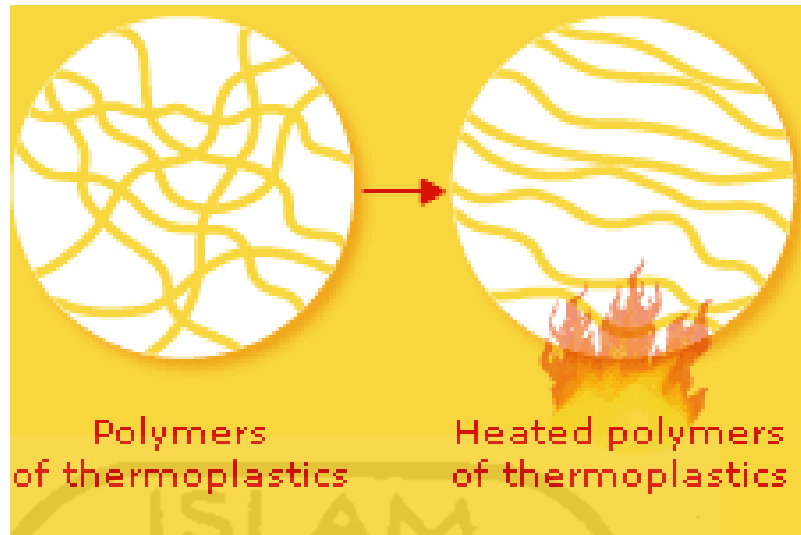
Proses *flanging* sama dengan proses *seaming* hanya saja ditujukan untuk melipat dan membentuk suatu permukaan yang lebih besar. Contoh hasil pekerjaan *flanging* yaitu *cover* CPU.

**2.2.2 Thermoplastik, Thermoset dan Elastomer.**

Dalam material *Engineering* secara umum material polimer digolongkan menjadi 2 yaitu : plastik dan *rubber* (karet). Akan tetapi apabila penggolongan polimer tersebut berdasarkan sifat terhadap thermalnya maka polimer akan digolongkan kedalam tiga kategori yang berbeda yaitu : thermoplastik, thermoset, dan elastomer. Dimana thermoplastik dan thermoset termasuk golongan plastik dan Elastomer adalah *rubber* (karet).

**A. Thermoplastik**

Thermoplastik adalah jenis polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas yang dapat didaur ulang ataupun dapat dibentuk sesuai keinginan dengan melakukan proses pemanasan (kekerasan produk akan melemah apabila dipanaskan) untuk proses pembentukan produk dan proses pendinginan (sesuai dengan temperatur ruang) untuk mengembalikan kekerasan produk seperti semula. Proses tersebut dapat dilakukan berulang kali sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru. Polimer yang termasuk polimer termoplastik adalah jenis polimer plastik. Sifat khusus dari polimer thermoplastik antara lain : berat molekul kecil, tidak tahan terhadap panas, jika dipanaskan akan melunak, jika didinginkan akan mengeras, fleksibel, titik leleh rendah, mudah larut dalam pelarut yang sesuai, dan memiliki struktur molekul linear/ bercabang.



Gambar 2.2 Pergerakan rantai polimer thermoplastik saat dipanaskan

Pada gambar 2.2 menjelaskan tentang terjadinya pergerakan rantai polimer ketika dipanaskan, rantai polimer menjadi mudag bergerak dan plastik polimer menjadi lebih mudah dibentuk (*soft*) sesuai dengan yang diinginkan. Polimer akan menjadi kaku setelah didinginkan kembali. Karena sifat ini lah polimer jenis thermoplastik sangat membantu dalam pembuatan serta pembentuk suatu produk karena secara teknis termasuk mudah dan ekonomis. Polimer thermoplastik yang termasuk dalam golongan kualitas baik adalah polimer yang pada umumnya diproduksi dari bahan resin murni bukan dari *recycle*/resin daur ulang karena memiliki keunggulan yaitu dapat dibentuk berulang kali tanpa kerusakan yang berarti.

#### B. Thermoset

Thermoset adalah jenis polimer mengeras akibat pemanasan. Proses pembuatan produk dengan jenis polimer ini hanya membutuhkan sekali saja dalam proses pencetakan, setelah proses pencetakan polimer tersebut tidak dapat dibentuk ulang, apabila dilakukan pembentukan ulang maka akan mengakibatkan reaksi kimia yaitu akan rusak ataupun gosong karena sifat yang dimiliki polimer thermoset yaitu akan menjadi padat (*solid*) ketika dilakukan proses pemanasan dan tidak dapat dilebur kembali (*infuside solid*) dan apabila dipanaskan secara berulang-ulang sifat dari polimer ini akan terdegradasi sehingga akan menjadi arang.



Perbedaan sifat polimer thermoplastik dan polimer termoset ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan polimer Thermoplastik dan Polimer Thermoset

Polimer Termplastik	Polimer Termoset
- Mudah diregangangkan	- Keras dan rigid
- Fleksibel	- Tidak fleksibel
- Melunak jika dipanaskan	- Mengeras jika dipanaskan
- Titik leleh rendah	- Tidak meleleh jika dipanaskan
- Dapat dibentuk ulang	- Tidak dapat dibentuk ulang

### C. Elastomer

Elastomer adalah jenis polimer yang apabila diberi sedikit gaya pada polimer tersebut maka akan memanjang (melar) atau berubah bentuk namun dapat kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan terhadap polimer tersebut dilepas (elastis). Polimer elastomer dapat melakukan hal tersebut dikarenakan memiliki tegangan mekanis yang relatif rendah.

#### 2.2.3 Thermoforming

*Thermoforming* adalah proses pembentukan dimana lembar plastik yang telah mengalami pemanasan akan berubah strukturnya menjadi lebih lunak dan lentur yang kemudian dikenai proses *pressure* atau *vaccum* yang sesuai dengan bentuk cetakkannya (Crawford, 1987). Pada dasarnya *Thermoforming* terbagi menjadi dua bagian yaitu *pressure forming* dan *vaccum forming*.

##### a. Pressure Forming

*Pressure forming* adalah proses dimana lembaran plastik yang dipanaskan pada cetakan, kemudian diberikan tekanan pada bagian atas lembaran plastik yang dipanaskan (Crawford, 1987).

##### b. Vaccum Forming

*Vaccum forming* adalah proses dimana lembaran plastik diletakkan diatas cetakan, yang kemudian dipanaskan sampai kondisinya menjadi lunak, kemudian divakum sehingga plastik terbentuk sesuai yang diinginkan (Crawford, 1987).

#### 2.2.4 Akrilik

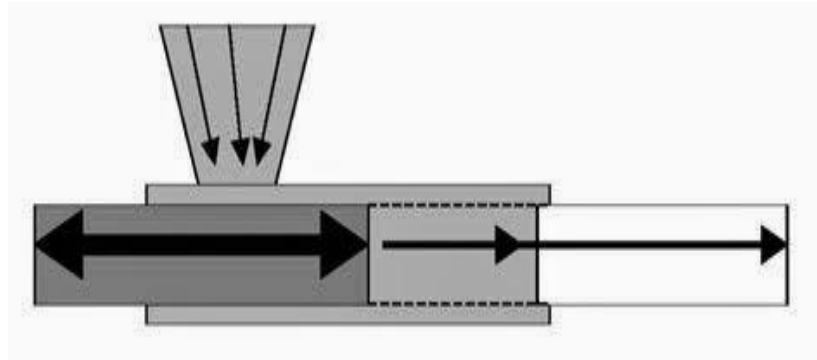


Gambar 2-3 Akrilik

Akrilik yang sering disebut juga *Polimetil Metakrilat* disingkat PMMA mempunyai nama dagang *flexiglass*. *Polimetil metakrilat* merupakan polimerisasi adisi dari *monomer metil metakrilat* ( $H_2C = CH-COOH_3$ ). PMMA merupakan plastik yang kuat dan transparan. Polimer ini digunakan untuk jendela pesawat terbang dan lampu belakang mobil (Andri, 2013).

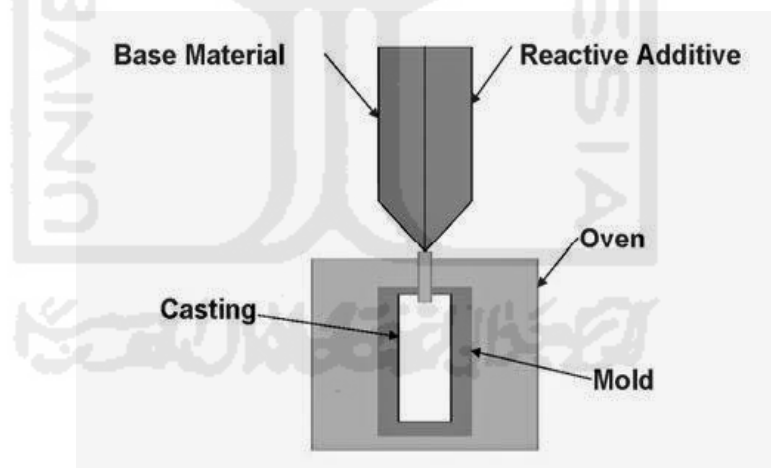
Terdapat dua jenis dasar akrilik yaitu;

- a. Akrilik ekstrusi, yaitu jenis akrilik yang dibuat melalui proses dimana plastik cair didorong melewati *roller*, yang kemudian akan menekan plastik tersebut menjadi lembaran saat proses pendinginan. Akrilik jenis ekstrusi ini relatif murah, akan tetapi dibalik harganya yang relatif murah terdapat berbagai kelemahan dari akrilik jenis ini diantaranya lembaran yang dihasilkan lebih lembut daripada akrilik cetakan, lebih mudah tergores, dan kemungkinan saat pembuatan mengandung kotoran. Namun dimasa sekarang banyak akrilik ekstrusi yang sudah bermutu sangat baik. Akrilik ekstrusi merupakan pilihan yang baik untuk membuat plang, *display*, dan kegunaan lainnya. Proses pembuatan akrilik ekstrusi dapat dilihat pada gambar 2-4.



Gambar 2-4 Proses pembuatan akrilik dengan cara ekstrusi

- b. Akrilik cetakan, yaitu jenis akrilik yang cenderung memiliki mutu yang lebih baik daripada jenis ekstrusi, akan tetapi memiliki harga yang relatif mahal. Dalam pencetakan sel, lembar-lembar akrilik tunggal dibuat dengan cara menekan plastik cair diantara dua potong pencetak tekan (*mold*), biasanya terbuat dari kaca, yang kemudian dibawa melewati proses pemanasan bertahap. Lembar yang dihasilkan lebih kuat daripada akrilik ekstrusi. Proses pembuatan akrilik cetakan dapat dilihat pada gambar 2-5.



Gambar 2-5 Proses pembuatan akrilik dengan menggunakan cetakan

Kelebihan dari akrilik sendiri adalah tidak mudah pecah, bahan ringan dan juga mudah untuk dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan, dikilapkan dan dicat. Karena keunggulan itulah akrilik jenis ini biasa dijadikan atau digunakan dalam berbagai hal misalnya dijadikan bingkai foto, perabotan, patung, produk *display*, hiasan dan lain sebagainya.

Adapun sifat-sifat yang dimiliki oleh akrilik diantaranya;

- a. Akrilik adalah bahan *syntetis* yang membentuk lembaran atau *sheet* yang memiliki sifat tergolong benda padat, keras dan kuat.
- b. Kualitas akrilik paling baik saat ini adalah akrilik yang berasal dari asam akrilik dan terbuat dari 100% MMA (*Metil Mekatriat Monomer*) sehingga tahan dari berbagai cuaca diluar ruang. Produk ini pun mendapat sertifikasi dari *Underwriters Laboratories* UL-94 HB setelah melakukan proses pengujian dan didapatkan rating tertinggi, bahan akrilik ini akan mudah terbakar ketika berada di 92% transisi cahaya.
- c. Akrilik tidak mengerut dan juga tidak berubah warna walaupun dalam keadaan terkena paparan sinar matahari secara langsung serta tahan terhadap berbagai bahan kimia termasuk *acid* dan *alkali*.
- d. Dibutuhkan suhu sekitar 250-300°*fahrenheit* atau 121-149°*celcius* untuk membentuk atau membengkokkan akrilik.

Apabila dibandingkan dengan kaca, akrilik sendiri memiliki berbagai kelebihan diantaranya;

- a. Akrilik sangat jernih, memungkinkan 92% cahaya yang kasat mata untuk melewatinya. Kaca sekalipun hanya melewatkan 80-90% cahaya, tergantung jenis kaca dan produsennya. Kaca yang sangat tebal akan berwarna kehijauan, akrilik tetap jernih. Kejernihan akrilik bertahan selama bertahun-tahun tanpa berubah warna menjadi kuning atau menjadi rusak ketika terpapar sinar matahari dalam jangka waktu lama. Akrilik jernih memiliki indeks refraksi yang hampir sama dengan air laut, sehingga tidak ada pembengkokan cahaya ketika melewati akrilik dan masuk air.
- b. Insulasi Panas : nilai konduktivitas thermal lebih tinggi pada akrilik dibanding pada kaca, nilai konduktivitas thermal untuk sebagian besar jenis akrilik adalah 0,19W/mK. Nilai ini mungkin tidak terlalu penting jika Anda memelihara ikan air dingin, namun apabila anda memelihara akuarium tropis mungkin akan mempertimbangkan faktor ini. Tangki akrilik dapat menahan panas 20% lebih baik daripada tangki kaca. Akrilik

dapat diproses dengan mudah. Akrilik dapat dibentuk secara thermal menjadi terowongan, silinder, dan bahkan bentuk-bentuk yang lebih rumit lagi.

- c. Akrilik tidak terlalu padat. Kepadatan akrilik berkisar antara 1150-1190 kg/m<sup>3</sup>. Ini adalah kurang dari setengah kepadatan kaca, yang berkisar antara 2400-2800kg/m<sup>3</sup>. Oleh karena itu, transportasi dan pemasangan bahan bangunan akrilik lebih mudah dan murah. Akrilik memiliki kekuatan tumbuk yang lebih besar daripada kaca sehingga tidak mudah pecah. Sifat tahan pecah ini menjadikan akrilik material yang ideal untuk dipergunakan pada aplikasi di tempat-tempat dimana pecahnya material akan berakibat fatal, seperti pada jendela kapal selam.

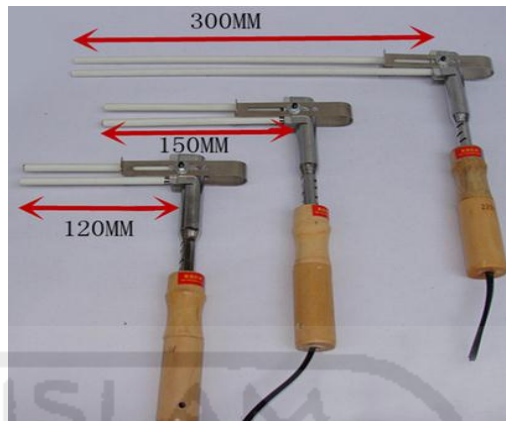
Terdapat beberapa kesalahpahaman mengenai akrilik, yaitu: akrilik berubah warna menjadi kuning dan menjadi rapuh serta retak dengan berlalunya waktu. Meskipun hal ini mungkin benar terjadi pada bentukan plastik yang murahan, tapi tidak berlaku untuk akrilik. Jika dirawat dengan baik, akrilik dapat tetap tampak baru selama beberapa dasawarsa. Beberapa orang khawatir bahwa akrilik terlalu mudah tergores, tapi tidak seperti kaca, goresan dapat digosok sehingga hilang dari akrilik.

#### **2.2.5 Alat *Bending* Akrilik di Pasaran**

Saat ini alat *bending* akrilik sudah terdapat di pasaran, baik pasaran di dalam negeri maupun diluar negeri. Berikut ini beberapa deskripsi alat bending akrilik yang terdapat di pasaran.

- a. Alat memiliki bentuk seperti *solder* bertangkai kayu yang memiliki penjepit berbentuk sumpit memiliki dimensi 43,5mm x 95mm x 2mm dengan konsumsi tegangan sebesar 220v. Kemampuan dari alat ini adalah mampu menekuk akrilik dengan ketebalan 2-4mm, dan lebar 95mm. Cara kerja alat adalah dengan mensejajarkan sisi akrilik yang akan ditekuk pada penjepit berbentuk sumpit. Sisi pada sumpit akan memanaskan, setelah sisi akrilik mencapai kondisi thermoplastis akrilik ditekuk dan didiamkan hingga kembali kesuhu ruang. Alat ini dijual dengan kisaran harga US

\$75 atau Rp 1.008.750,- (*KURS 1 USD = 13.450,- IDR*). Jenis *acrylic bending machine* model solder ditunjukkan pada gambar 2-6.



Gambar 2-6 *Acrylic bending machine* model solder

- b. Alat bending akrilik yang kedua berbentuk kotak yang memiliki celah pemanas ditengahnya. Alat ini memiliki berat 15kg dengan material PVC. Temperatur yang dapat dicapai yaitu 600°C dengan konsumsi tegangan sebesar 220v. Mampu menekuk akrilik dengan tebal 0.3-10mm, pengukuran sudut manual. Harga alat ini sebesar US \$ 112 atau Rp 1.506.400,- (*KURS 1 USD = 13,450,- IDR*). Jenis *acrylic bending machine* yang memiliki pemanas ditengah ditunjukkan pada gambar 2-7.



Gambar 2-7 *Acrylic bending machine* yang memiliki pemanas ditengah

- c. Alat yang ketiga ini biasa digunakan untuk produksi besar. Alat yang berbentuk seperti meja besar panjang dengan pemanas yang tebetang dan memiliki tuas otomatis untuk menekuk akrilik dengan ketebalan 0,8–15 mm, dan memerlukan konsumsi daya 220v. Alat ini mampu mengatur

sudut secara otomatis dengan *range* sudut 0°-179° dengan menggunakan *control panel* yang berada di sisi kanan alat. Alat ini sudah memiliki sertifikat ISO 9001: 2000. Harga alat ini US \$ 2000 atau Rp 26.900.000,- (*KURS 1 USD = 13.450,- IDR*). Jenis *acrylic bending machine* untuk produksi besar ditunjukkan pada gambar 2-8.



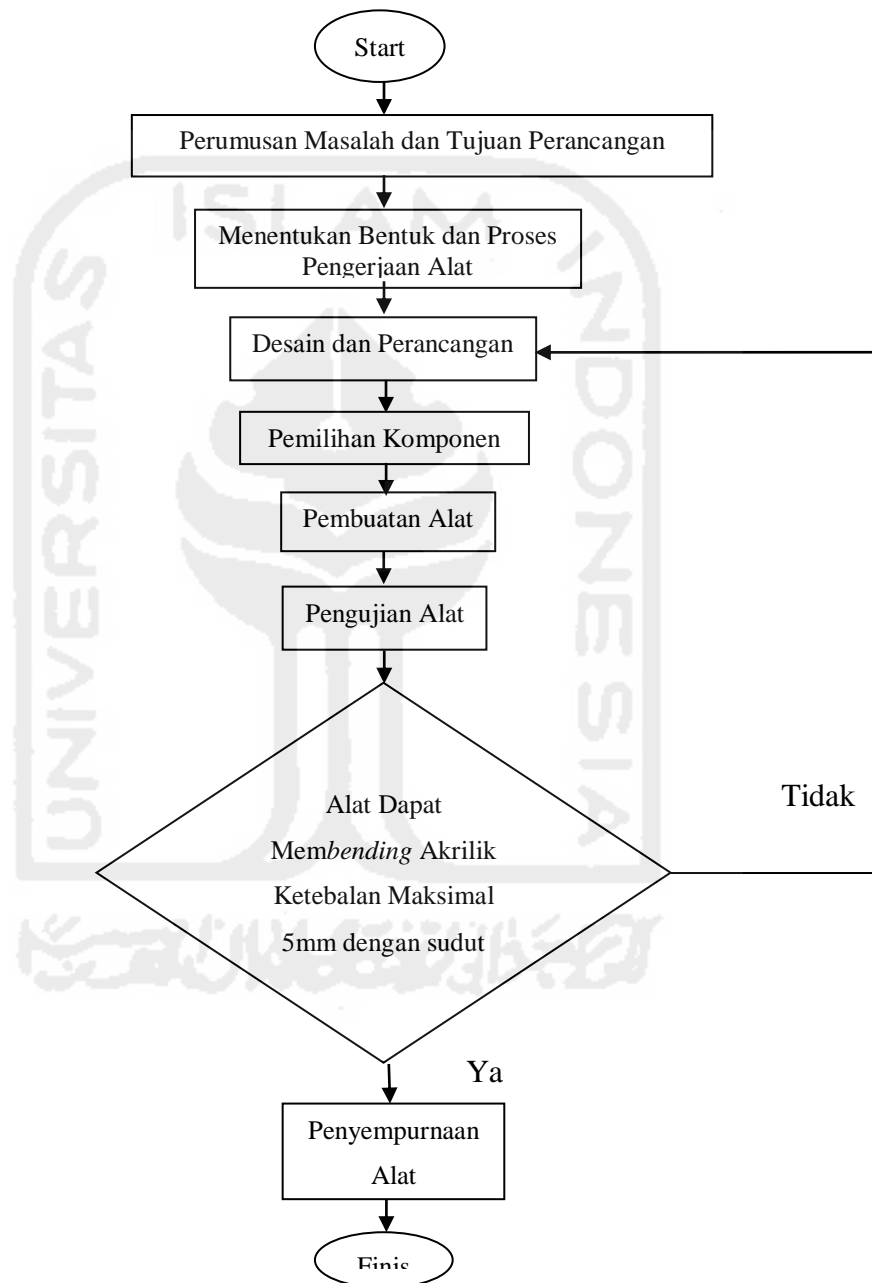
Gambar 2-8 *Acrylic bending machine* produksi besar

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alur Penelitian

Untuk mempermudah pembuatan alat, maka penulis membuat diagram alur seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3-1 Diagram alur penelitian



### 3.2 Menentukan Konsep Desain dan Perancangan Awal

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah penentuan konsep desain produk yang akan dibuat. Dalam menentukan konsep tersebut ada 2 langkah yang dilakukan yaitu :

#### 3.2.1 Identifikasi

Identifikasi dilakukan dengan cara study literatur (kepustakaan) yang berkaitan dengan penelitian ini juga melakukan survei di lapangan, dalam hal ini survei dilakukan di tempat produksi teknologi tepat guna milik bapak Wangdi di Sleman dan juga di tempat pengrajin akrilik Jo Raja Souvenir yang berlokasi di Pilangan Kota Gede Yogyakarta.



Gambar 3-2 Bending akrilik yang digunakan oleh pengrajin akrilik

Alat bending akrilik yang digunakan oleh pengrajin akrilik ditunjukkan pada gambar 3-2 tergolong sangat sederhana karena penggunaannya yang sangat praktis dan bentuk alatnya yang *simple* tentunya dapat dibawa kemana saja. Alat ini dapat membentuk serta membending media akrilik yang berukuran kecil, kemampuan alat ini terbatas pada media lebar maksimal hanya 10cm dengan ketebalan akrilik hingga 5mm. Cara kerja alat ini sendiri adalah penjepitan akrilik diantara elemen *heater* setelah itu elemen *heater* yang sudah tersalur oleh panas akan mengakibatkan proses thermoplastik pada akrilik yang mengakibatkan akrilik menjadi lunak, setelah akrilik mengalami proses thermoplastik maka

akrilik pengrajin langsung melakukan proses *bending* pada akrilik, selesai melakukan proses bending pengrajin mematikan alat dan menunggu hingga beberapa menit hingga akrilik mengeras setelah itu melepaskan akrilik dari alat.

### 3.2.2 Kriteria Desain

Setelah mendapatkan hasil dari identifikasi yang dilakukan, maka selanjutnya adalah melakukan pembuatan kriteria desain alat yang akan dibuat. Dengan memperhatikan kaidah-kaidah dalam perancangan alat yang efektif dan efisien. Terkait dengan alat yang akan dibuat ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam perancangan yaitu:

- a. Alat mampu menekuk akrilik dengan sudut  $30^{\circ}$ - $150^{\circ}$  dan variasi ketebalan 2mm, 3mm, dan 5mm.
- b. Konsep alat yang sederhana dengan bahan baku yang mudah didapat.
- c. Menghasilkan alat yang *portable*, perakitan dan pembongkaran alat dapat dikerjakan dengan mudah dan cepat.
- d. Pengoperasian alat yang sederhana, mudah dan cepat.
- e. Alat dapat menunjukkan berapa derajat nilai yang didapat setelah proses *bending* akrilik.
- f. Keamanan (*safety*) operator terjamin.
- g. Alat cukup dioperasikan oleh 1 orang.
- h. Alat mampu menekuk akrilik dengan hasil yang presisi

### 3.3 Pembuatan Gambar Desain Alat

Pembuatan desain alat pada penelitian ini menggunakan *software Solidwork*. Berikut ini adalah desain alat dan juga proses penyempurnaan yang dibuat pada saat perancangan alat :

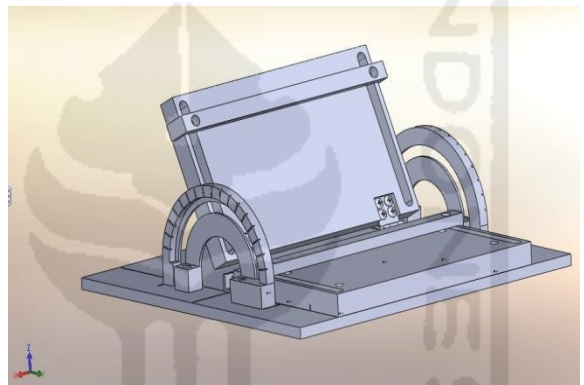
a.



Gambar 3-3 Desain1

A 3D CAD model of a mechanical assembly. It features a thick, rectangular wooden base. A vertical wooden plate is attached to the base, tilted at an angle. Two grey, semi-circular components, resembling brackets or guides, are positioned on the base. One is on the left, and the other is on the right, partially behind the vertical plate. The components have a segmented, gear-like inner surface. The entire assembly is shown against a plain white background.

c.



Tabel 3-1 Tabel kriteria desain

19

## BAB IV

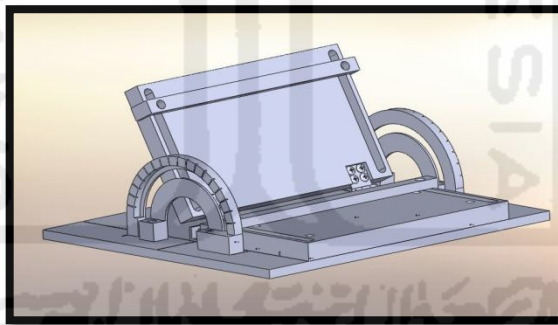
### Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat

##### 4.1.1 Hasil Perancangan Alat

Dalam sebuah rancangan hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain alat berupa sebuah gambar. Desain berdasarkan hasil observasi alat maka menghasilkan deskripsi alat yang akan dibuat. Deskripsi alat tersebut menjadi acuan dalam pembuatan desain.

Desain digambar dengan menggunakan software *Solidwork* 2012. Membuat desain 3D dengan menggunakan *software Solidwork* 2012 dirasa sangat membantu dalam proses pembuatan desain alat, dimulai dari pembuatan gambar beberapa komponen *part* sampai penyatuan seluruh gambar antar *part* dengan proses *assembly* yang akan menjadi satu kesatuan gambar desain yang sesuai yang direncanakan. Gambar 4-1 menunjukkan hasil perancangan komponen alat.



Gambar 4-1 Hasil perancangan alat

Pembuatan gambar desain dimulai dengan membuat gambar setiap komponen yang ada. Setiap komponen digambar dalam bentuk 3D untuk menghasilkan gambar desain yang mudah dipahami. Proses pembuatan ini dengan menggunakan pilihan "*part*" pada awal pemilihan pembuatan gambar. Setelah semua komponen telah dibuat gambar desainnya, maka dilakukan perakitan gambar komponen menggunakan pilihan "*Assembly*" pada saat pemilihan awal penggambaran. Pada pilihan ini setiap komponen yang ada dapat dirakit satu dengan yang lainnya.

Untuk membuat gambar kerja dua dimensi yang digunakan dalam proses pembuatan, ialah dengan pilihan “*Drawing*” pada pilihan awal penggambaran. Dari data pilihan tersebut, dapat langsung memasukkan gambar 3D yang digambar sebelumnya untuk dapat dijadikan gambar kerja 2D yang dapat ditentukan pandangnya.

#### 4.1.2 Hasil Pembuatan Alat

Pembuatan alat terbagi menjadi 2 unit pembuatan sesuai dengan unit-unit pada alat, yaitu pembuatan unit *bending* Akrilik, dan unit *Heater*.

##### a. Unit *Bending* Akrilik

Bagian Alas menggunakan kayu dengan ketebalan 20mm berukuran 700mm x 600mm. Dengan ukuran alas tersebut dirasa sudah cukup sebagai alas untuk menompang unit *bending* akrilik. Hasil desain gambar teknik dan pembuatan bagian alas ditunjukkan pada gambar 4-2 dan gambar 4-3.



Gambar 4-2 Desain alas unit bending akrilik



Gambar 4-3 Alas unit bending akrilik



Bagian penompang akrilik menggunakan bahan dasar kayu dengan ketebalan 40mm dengan ukuran 500mm x 300mm dibuat sejumlah 2 buah. Pada bagian samping penompang dibuat lubang agar dapat dimasukkan baut bertujuan untuk mengencangkan penahan akrilik agar ketika saat melakukan proses *bending* akrilik tidak bergeser. Hasil desain gambar teknik dan pembuatan pada bagian penompang akrilik ditunjukkan pada gambar 4-4 dan gambar 4-5.

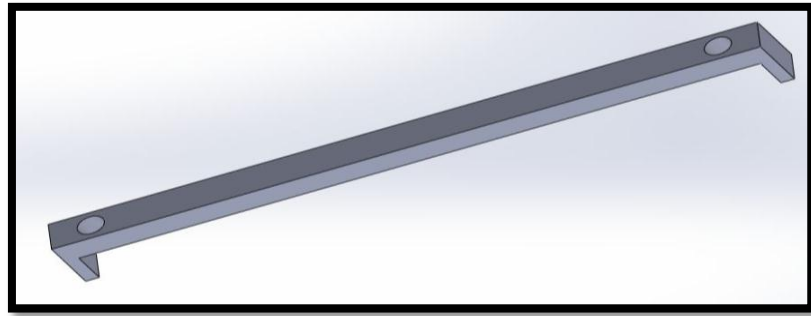


Gambar 4-4 Desain penompang akrilik

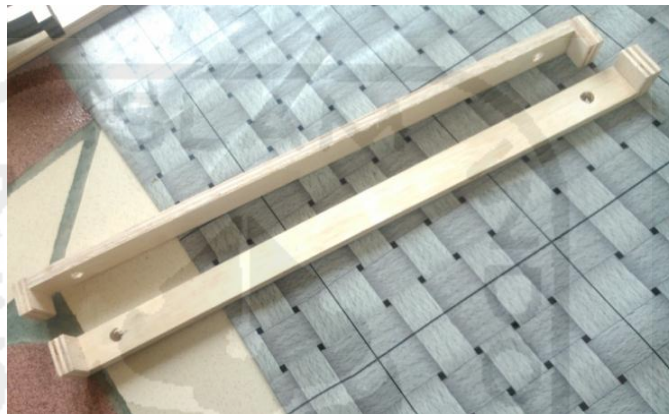


Gambar 4-5 Penompang akrilik

Bagian penahan akrilik dibuat dengan bahan dasar kayu dengan ukuran 520mm x 300mm x 200mm ditambah ukuran *part* penahan samping yaitu 500mm x 200mm x 100mm dan pada sisi samping penahan akrilik ini terdapat lubang yang digunakan untuk tempat mur dan baut yang berfungsi sebagai penahan akrilik agar tidak mudah bergeser. Hasil desain gambar teknik dan pembuatan pada bagian penahan akrilik ditunjukkan pada gambar 4-6 dan gambar 4-7.

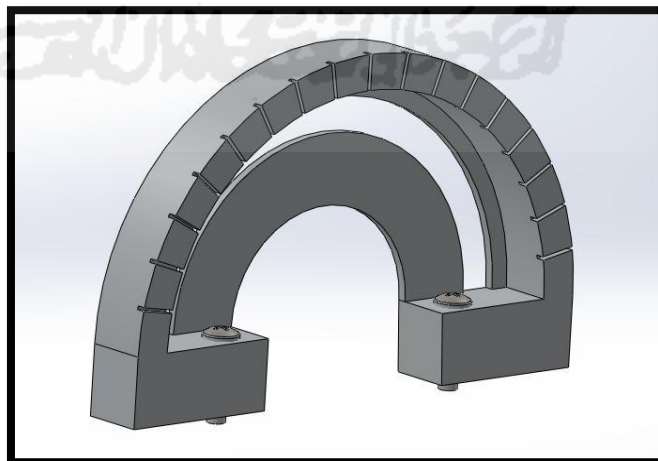


Gambar 4-6 Desain penahan akrilik



Gambar 4-7 Penahan akrilik

Bagian indikator derajat dibuat dengan bahan yang sama seperti yang lainnya yaitu kayu, pada *part* ini pembuatannya menggunakan alat bantu *laser cutting* karena memang dilihat dari model dan juga indikator penunjuk derajatnya membutuhkan kepresisian. Hasil desain gambar teknik dan pembuatan pada bagian indikator derajat ditunjukkan pada gambar 4-8 dan gambar 4-9.



Gambar 4-8 Desain indikator derajat



Gambar 4-9 Indikator derajat

#### **b. Unit Heater**

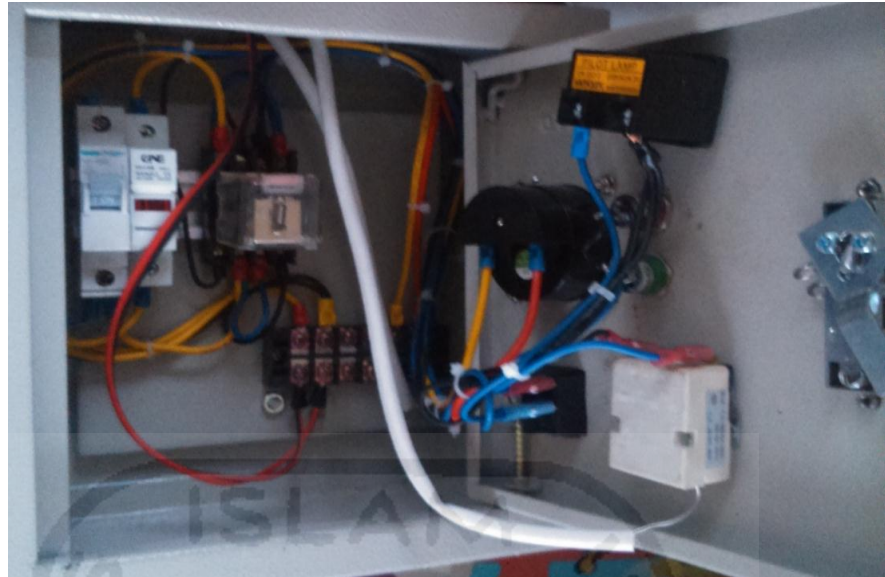
Lembaran akrilik dapat mencapai kondisi thermoplastis dikarenakan adanya proses pemanasan. Panas yang dihasilkan pada alat ini berasal dari rangkaian unit *heater* yang dihantarkan menuju elemen pemanas (*element heater*) ditunjukkan pada gambar 4-10 sehingga menghasilkan panas yang disesuaikan pada indikator *heater*.



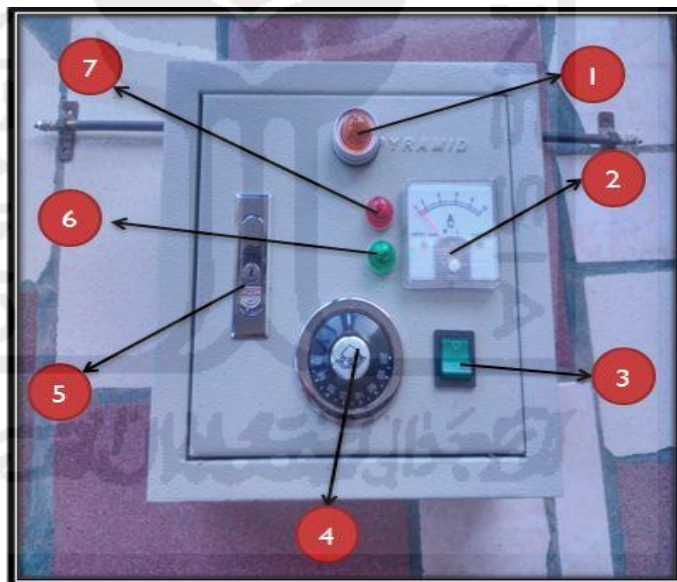
Gambar 4-10 *Element heater*

Bagian komponen dalam pada *heater* ini terdiri dari unit pengontrol pemanas, *thermostart* pengatur suhu, *travo*, amperemeter, dan komponen-komponen pendukung lainnya sehingga membentuk satu kesatuan *Heater Controller*. Komponen dalam *heater* ini ditunjukkan pada gambar 4-11.





Gambar 4-11 Bagian dalam komponen *heater controller*  
 Pengontrol suhu pada alat ini menggunakan *thermostart* yang memiliki range 0°C-200°C. Unit *Heater* ditunjukkan pada Gambar 4-12.



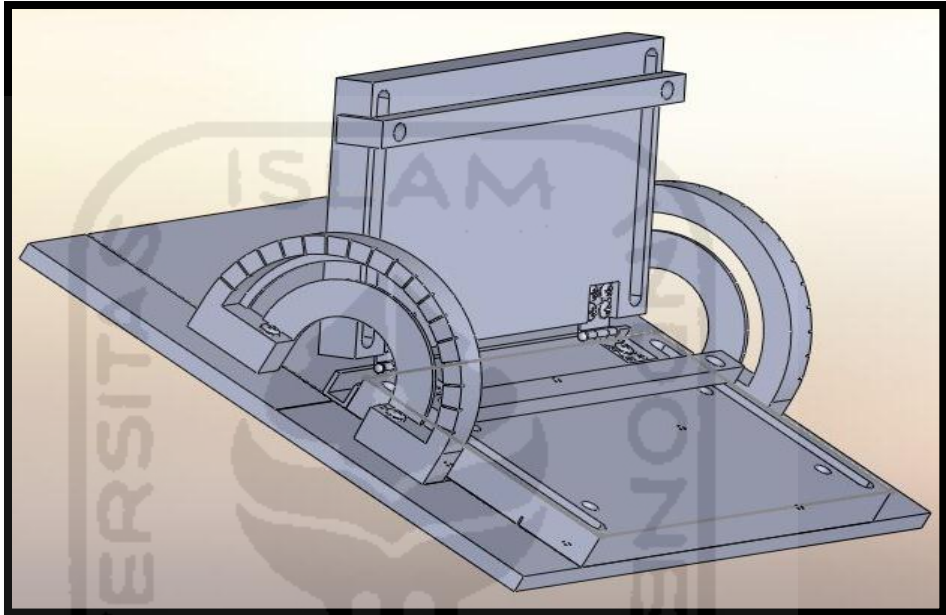
Gambar 4-12 Unit *heater*

Keterangan gambar :

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Indikator <i>Heater</i> Bekerja. | 5. Pengunci pintu <i>Heater</i> .   |
| 2. Ampere Meter .                   | 6. Indikator <i>Heater</i> Menyala. |
| 3. Saklar <i>On/Off</i> .           | 7. Indikator <i>Heater</i> Mati.    |
| 4. Pengatur Derajat <i>Heater</i> . |                                     |

### c. Hasil Assembly Alat

Setelah semua *part-part* alat sudah selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses *assembly* atau penggabungan *part-part* secara keseluruhan. Hasil akhir desain gambar teknik dan pembuatan dari proses *assembly* pada alat ditunjukkan pada gambar 4-13 dan gambar 4-14.



Gambar 4-13 Desain hasil akhir proses *assembly* alat



Gambar 4-14 Hasil akhir proses *assembly* alat

## 4.2 Hasil Pengujian Alat

### 4.2.1 Mekanisme Kerja Alat

Mekanisme kerja alat ini pada tahap pertama adalah meletakkan akrilik pada papan penompang akrilik, setelah itu menentukan bagian dari akrilik mana yang ingin *dibending*. Apabila sudah melakukan proses tersebut kunci akrilik menggunakan penahan akrilik agar pada saat melakukan proses *bending* akrilik tidak bergeser. Proses awal mekanisme kerja alat ditunjukkan pada gambar 4-15.



Gambar 4-15 Proses awal mekanisme alat

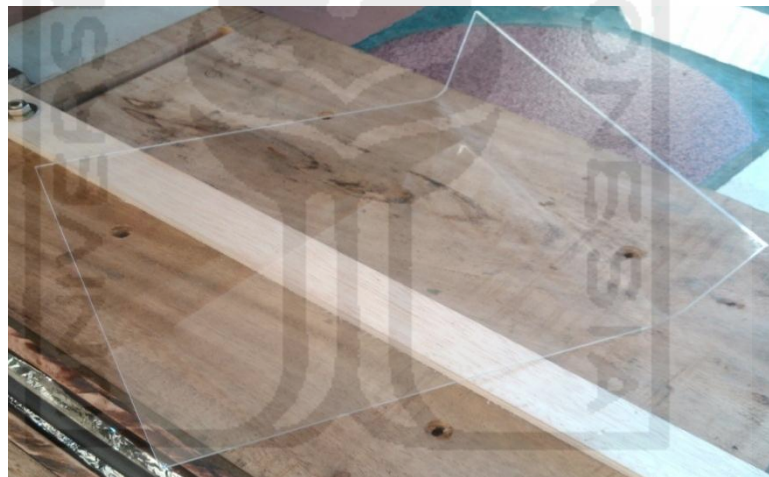
Proses selanjutnya adalah proses *pembendingan* akrilik. Setelah selesai melakukan tahap awal langkah selanjutnya adalah menyalakan *heater* yang bertujuan untuk membantu proses *thermoplastik* pada akrilik. apabila dirasa akrilik sudah melunak selanjutnya matikan *heater* dan setelah itu lakukan proses *bending* dengan menekuk akrilik dengan bantuan penompang akrilik sesuai dengan derajat yang diinginkan dengan melihat indikator derajat selanjutnya tahan sampai akrilik mengeras kembali. Proses *bending* akrilik ditunjukkan pada gambar 4-16.





Gambar 4-16 Proses *bending* akrilik

Setelah selesai melakukan proses *bending* lepaskan akrilik dari alat dengan melepas penahan akrilik dan proses *bending* akrilik pun selesai. Hasil akhir dari proses *bending* akrilik ditunjukkan pada gambar 4-17.



Gambar 4-17 Hasil akhir proses *bending* akrilik

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Alat Berupa Data

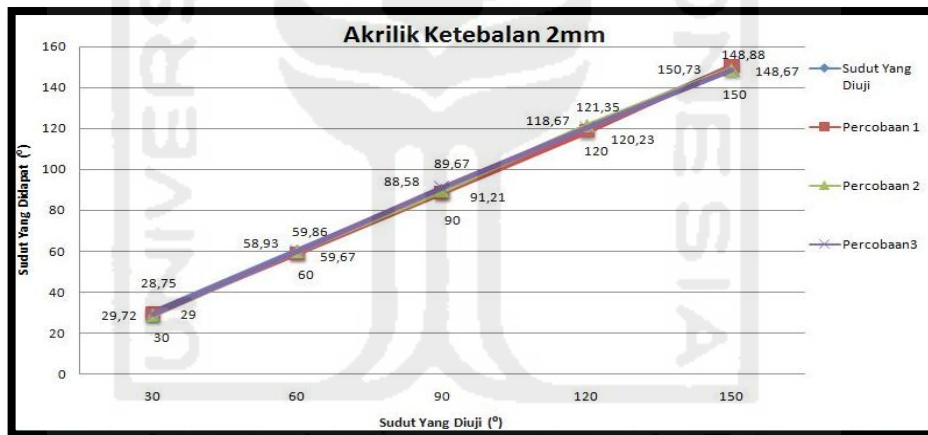
Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Hasil pengujian dikatakan sesuai dengan yang diinginkan apabila lembaran akrilik dapat *dibending* sesuai dengan sudut yang diinginkan. Pengujian alat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah penggunaan alat yang telah dijelaskan sebelumnya. Dari langkah-langkah tersebut akan didapatkan hasil *bending* akrilik menggunakan alat *bending* akrilik ini.

Hasil percobaan dari pengujian pada akrilik ketebalan 2mm didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4-1 Percobaan akrilik ketebalan 2mm

No	Sudut yang diuji (°)	Sudut yang didapatkan (°)			Kesalahan dalam derajat (°)
1	30	29,72	28,75	29	0,84
2	60	58,93	59,86	59,67	0,51
3	90	88,58	89,67	91,21	0,18
4	120	118,67	121,35	120,23	-0,08
5	150	150,73	148,88	148,67	0,57

Dari tabel 4-1 didapatkan hasil pengujian dari alat akrilik *bending* ketebalan 2mm yaitu ukuran sudut dari keakuratan alat untuk mencapai hasil presisi dari sudut yang diinginkan serta nilai kesalahan dalam derajat dari alat tersebut tidak mencapai lebih dari 1 derajat. Selanjutnya grafik dari hasil pengujian *bending* dengan akrilik 2mm ditunjukkan pada gambar 4-18 dan gambar 4-19.



Gambar 4-18 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 2mm



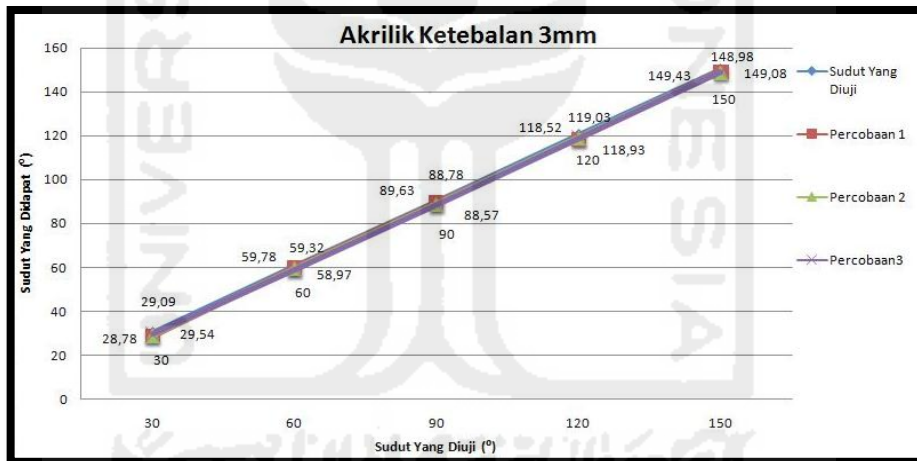
Gambar 4-19 Grafik kesalahan derajatakrilik 2mm

Hasil percobaan dari pengujian pada akrilik ketebalan 3mm didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4-2 Percobaan akrilik ketebalan 3mm

No	Sudut yang diuji (°)	Sudut yang didapatkan (°)			Kesalahan dalam derajat (°)
1	30	28,78	29,09	29,54	0,83
2	60	59,78	59,32	58,97	0,77
3	90	89,63	88,78	88,57	1,00
4	120	118,52	119,03	118,93	1,17
5	150	149,43	148,98	149,08	0,83

Dari tabel 4-2 didapatkan hasil pengujian dari alat akrilik *bending* ketebalan 3mm yaitu ukuran sudut dari keakuratan alat untuk mencapai hasil presisi dari sudut yang diinginkan serta nilai kesalahan dalam derajat dari alat tersebut tertinggi hanya mencapai 1,17 derajat. Selanjutnya grafik dari hasil pengujian *bending* dengan akrilik 3mm ditunjukkan pada gambar 4-20 dan gambar 4-21.



Gambar 4-20 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 3mm



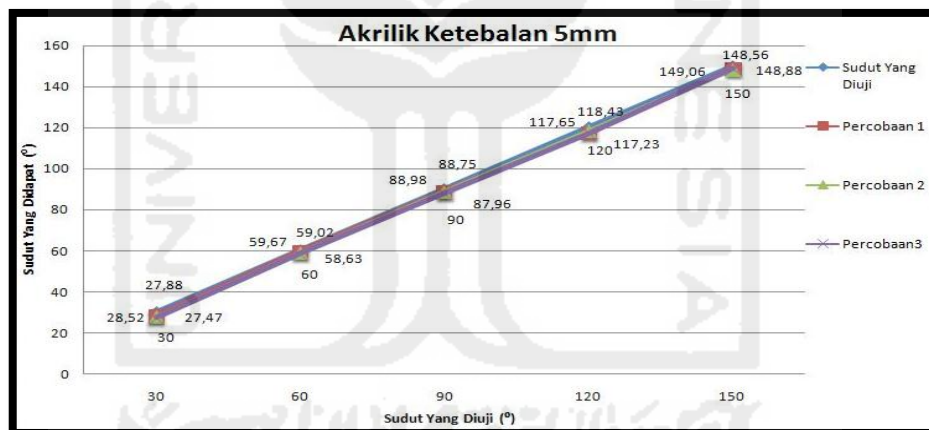
Gambar 4-21 Grafik kesalahan dalam derajat akrilik 3mm

Hasil percobaan dari pengujian pada akrilik ketebalan 5mm didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4-3 Percobaan akrilik ketebalan 5mm

No	Sudut yang di uji (°)	Sudut yang didapatkan (°)			Kesalahan dalam derajat (°)
1	30	28,52	27,88	27,47	2,04
2	60	59,67	59,02	58,63	0,89
3	90	88,98	88,75	87,96	1,42
4	120	117,65	118,43	117,23	2,23
5	150	149,06	148,58	148,88	1,16

Dari tabel 4-3 didapatkan hasil pengujian dari alat akrilik *bending* ketebalan 5mm yaitu ukuran sudut dari keakuratan alat untuk mencapai hasil presisi dari sudut yang diinginkan serta nilai kesalahan dalam derajat dari alat tersebut tertinggi hanya mencapai 2,23 derajat. Selanjutnya grafik dari hasil pengujian *bending* dengan akrilik 5mm ditunjukkan pada gambar 4-22 dan gambar 4-23.



Gambar 4-22 Grafik perbandingan sudut percobaan akrilik 5mm



Gambar 4-23 Grafik kesalahan dalam derajat akrilik 5mm

Hasil dari percobaan pada alat *bending* akrilik untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi thermoplastik (Melemah bila dipanaskan) didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4-4 Proses pencapaianthermoplastikakrilik 2mm.

Tebal	percobaan	Suhu (°C)	Waktu (s)	Rata-Rata (s)
2mm	1	80	32	33
	2	80	34	
	3	80	33	
	1	100	30	28
	2	100	26	
	3	100	28	
	1	120	27	25,6
	2	120	26	
	3	120	24	
	1	150	23	24
	2	150	24	
	3	150	25	

Tabel 4-5 Proses pencapaianthermoplastik akrilik 3mm.

Tebal	percobaan	Suhu (°C)	Waktu (s)	Rata-Rata (s)
3mm	1	80	59	55,6
	2	80	57	
	3	80	57	
	1	100	53	50,3
	2	100	50	
	3	100	48	
	1	120	42	43,6
	2	120	46	
	3	120	43	
	1	150	40	37,6
	2	150	37	
	3	150	36	



Tabel 4-6 Proses pencapaianthermoplastik akrilik 5mm.

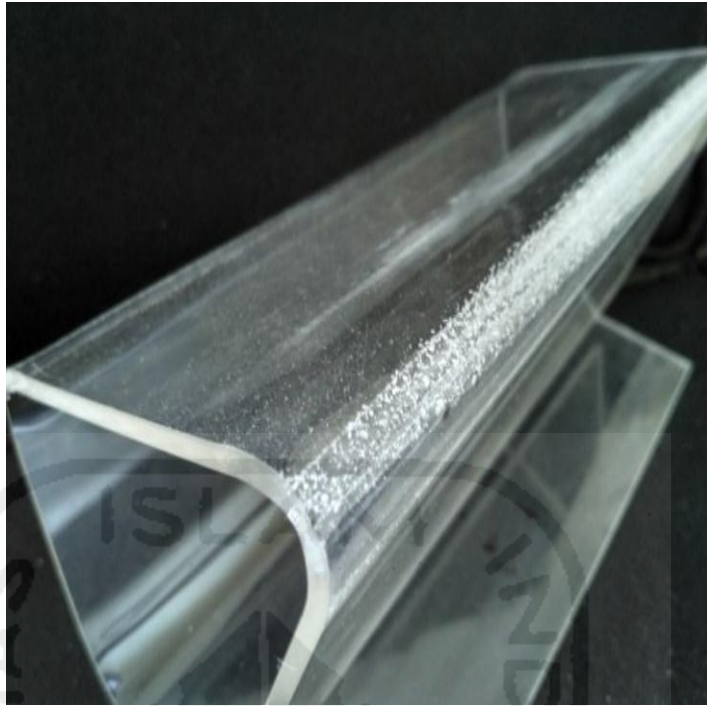
Tebal	percobaan	Suhu (°C)	Waktu (s)	Rata-Rata (s)
5mm	1	80	86	85
	2	80	84	
	3	80	85	
	1	100	75	75,6
	2	100	74	
	3	100	78	
	1	120	69	70,3
	2	120	72	
	3	120	70	
	1	150	68	67,6
	2	150	68	
	3	150	67	

#### 4.2.3 Hasil Pengujian Alat Berupa Produk

Hasil pengujian alat berupa produk adalah hasil percobaan pembuatan produk dengan menggunakan alat akrilik *bending machine* yang telah dibuat. Hasil produk dari alat ini dikategorikan menjadi 3 yaitu buruk, kurang dan baik.

##### a. Kategori buruk

Kategori buruk adalah kategori produk yang bisa dikatakan pembuatan produk ini gagal karena apabila diperhatikan bentuknya memang terlihat buruk, kurang rapi serta ada kecacatan pada bagian yang *dibending* alat tersebut, hal ini dikarenakan suhu yang *disetting* (menggunakan suhu maksimal yaitu 200°C) untuk melakukan proses *bending* panasnya terlalu berlebihan sehingga berakibat melelehnya produk pada bagian yang *dibending*. Akibatnya produk bersentuhan secara langsung dengan *element heater* dan mengakibatkan produk menjadi cacat karena terbakar oleh *element heater*. Karena alasan tersebut maka produk dimasukkan dalam kategori buruk. Hasil produk dari akrilik *bending machine* kategori buruk ditunjukkan pada gambar 4-24.



4-24 Hasil produk kategori buruk

b. Kategori kurang

Kategori kurang adalah kategori produk yang bisa dikatakan proses pembuatan produk ini mendekati hasil baik karena apabila diperhatikan tidak terlihat adanya kecacatan pada produk akan tetapi masih terlihat adanya bercak pada produk. Hal ini diakibatkan karena pengaturan suhu pada *element heater* (menggunakan *settingan* suhu 180°C) masih terlalu panas meskipun produk tidak bersentuhan langsung dengan *element heater* akan tetapi hawa panasnya masih berimbas pada produk sehingga mengakibatkan produk terbakar dan meninggalkan bercak, karena produk tersebut masih belum sempurna dalam proses *bendingnya* maka dimasukkan dalam kategori kurang. Hasil produk dari akrilik *bending machine* kategori kurang ditunjukkan pada gambar 4-25.



4-25 Hasil produk kategori kurang

c. Kategori baik

Kategori baik adalah kategori hasil produk yang bisa dikatakan hasil produk yang sempurna. Kesempurnaan hasil produk ini terjadi akibat tepatnya (menggunakan *settingan* suhu  $150^{\circ}$ ) penentuan suhu pada *heater* sehingga suhu pada *element heater* tidak terlalu berlebihan sehingga proses thermoplastik pada saat proses *bending* produk tidak terlalu lunak melebihi produk-produk yang sebelumnya. Produk dikategorikan baik apabila tidak adanya noda bercak pada proses *pembendingan* produk tersebut. Hasil produk akrilik *bending machine* kategori baik ditunjukkan pada gambar 4-26.





Gambar 4-26 Hasil produk kategori baik

### 4.3 Perbandingan Alat Yang Dibuat Dengan Alat Yang Ada Dipasaran

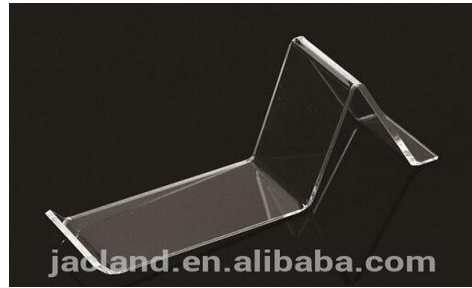
Berikut ini adalah perbandingan antara alat bending akrilik yang ada dipasaran dan alat bending akrilik yang dibuat.

Tabel 4-7 Perbandingan alat yang dibuat dan alat yang ada di pasaran

Alat yang dibuat	Alat yang dipasaran
 <p>Gambar 4-27 Acrylic bending machine yang dibuat</p>	 <p>Gambar 4-28 Acrylic bending machine dipasaran (Sumber: <a href="http://www.alibaba.com/product-detail/2014-hot-sale-Acrylic-Bending-Machine-ABM700_60090928015/showimage.html">http://www.alibaba.com/product-detail/2014-hot-sale-Acrylic-Bending-Machine-ABM700_60090928015/showimage.html</a>)</p>
<p>Spesifikasi</p> <p>Temperatur : 0-200°C</p> <p>Tebal akrilik : 2 mm-5 mm</p> <p>Lebar maksimal akrilik : 500mmx600mm</p> <p>Voltage : 220v</p> <p>Berat : 10 kg</p> <p>Material : Kayu, Besi plat</p> <p>Pengukur sudut : Manual</p> <p>Harga : Rp.1.800.000,-</p>	<p>Spesifikasi</p> <p>Temperatur : 0-600°C</p> <p>Tebal akrilik : 0.3-10mm</p> <p>Lebar maksimal akrilik : 600mmx800mm</p> <p>Voltage : 220v</p> <p>Berat : 15 kg</p> <p>Material : PVC</p> <p>Pengukur sudut : Manual</p> <p>Harga : US \$ 430-460 (Rp 5.783.500-Rp 6.187.000) (KURS 1 USD = 13,450,- IDR)</p>



Gambar 4-29 Hasil *bending* dari alat yang dibuat



Gambar 4-30 Hasil *bending* dari alat *bending* akrilik yang ada di pasaran.

(Sumber : [http://www.alibaba.com/product-detail/2014-hotsale-Acrylic-Bending-Machine-ABM700\\_60090928015/showimage.html](http://www.alibaba.com/product-detail/2014-hotsale-Acrylic-Bending-Machine-ABM700_60090928015/showimage.html))

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Dari percobaan pada penelitian ini yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ini mampu melakukan proses *bending* dari sudut 30°-150°.
2. Ketebalan akrilik dan penetapan suhu pada *heater* mempengaruhi waktu pencapaian kondisi termoplastik pada produk.
3. Kemudahan, waktu, dan hasil *bending* yang dimiliki alat ini dinilai baik.

#### **5.2 SARAN**

Beberapa saran untuk pengembangan dalam penelitian selanjutnya, diantaranya :

1. Pemilihan jenis kayu dengan kualitas yang bagus dapat menyempurnakan alat ini agar terhindar dari hal-hal yang tidak dikehendaki seperti cuaca ataupun benturan benturan keras akibat *human error* yang dapat menyebabkan alat tersebut rusak.
2. Perlu adanya sistem kontrol yang mampu menahan panas maksimum agar ketika pemanas mencapai suhu maksimum *heater* dapat menghentikan proses penyaluran panas pada *element heater*, karena bahan dasar dari alat ini terbuat dari kayu yang rentan terhadap suhu panas yang tinggi oleh karena itu suhu yang berlebihan akan mengakibatkan alat bisa rusak.
3. Ketelitian dalam pembuatan unit pengatur sudut perlu diperhatikan untuk mencapai hasil produk yang lebih maksimal dan presisi.
4. Keamanan serta keamanan alat perlu ditingkatkan untuk menghindari adanya kesalahan ketika pengoperasian alat.
5. Waktu operasi bisa lebih diefisiensikan dengan alat tambahan untuk mempercepat pendinginan akrilik.

## DAFTAR PUSTAKA

Davis Multimedia, Int'l. All Rights Reserved.  
As Printed in September 2012, Volume 38, No. 3 of The Engravers  
Journal.

Deutschman, Aaron D. 1975, *Machine Design : Theory and Practice*. New  
York : Macmillan Publishing Co, Inc.

Dobrovolsky, V. 1987. *Machine Elements*. Edisi ke-2. Moscow : Peace.

Frank P, Incopera & David P, Dewitt. 1996 *Fundamentals of Heat and  
Mass Transfer*. Edisi ke-5. John wiley & Sons. USA.

Kalpakjian , Schmid, 2009. *Manufacturing Engineering and Technology*.  
Sixth edition. Addison Wesley, New York.

Urwatal, Wusko, Robith. 2013. Arcylic bending machine dengan sudut  
dapat ditentukan. Diambil dari: <http://download.portalgaruda.org>.  
(26 April 2015).

<http://id.Wikipedia.org/wiki/Acrylic>. Diakses tanggal 15 Oktober 2016.

Anonymous, 2008. Akrilik - Revolusi dalam perabotan.  
<http://bukanpedia.web.id/?p=1185>. Diakses tanggal 15 Oktober  
2016.

Anonymous, 2007. Acrylic. <http://en.wikipedia.org/wiki/Acrylic>. Diakses  
tanggal 15 Oktober 2016.

Robeth L. Mott. 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan  
Mekanis*. Edisi pertama. University of Daytona.

Sato, G. Takeshi, N. Sugiarto H. 2000. *Menggambar Mesin Menurut  
Standar ISO*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

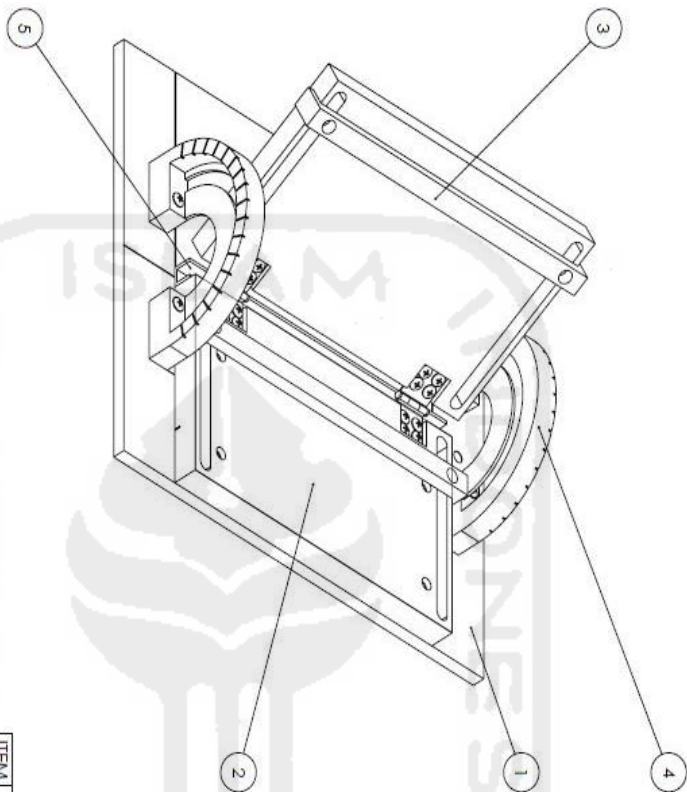
Schey. John A. 2000. *Introduction to Manufacturing Processes*. McGraw-  
Hill. New York.

- William D. Callister Jr. 2007. *Material Science and Engineering, An introduction*, edisi ke-7. John Wiley & Sons. USA
- Sularso, Kiyokatsu Suga. 1994. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, edisi ke-10. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- George E. Dieter Jr. 1961. *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill Book Company. New York.





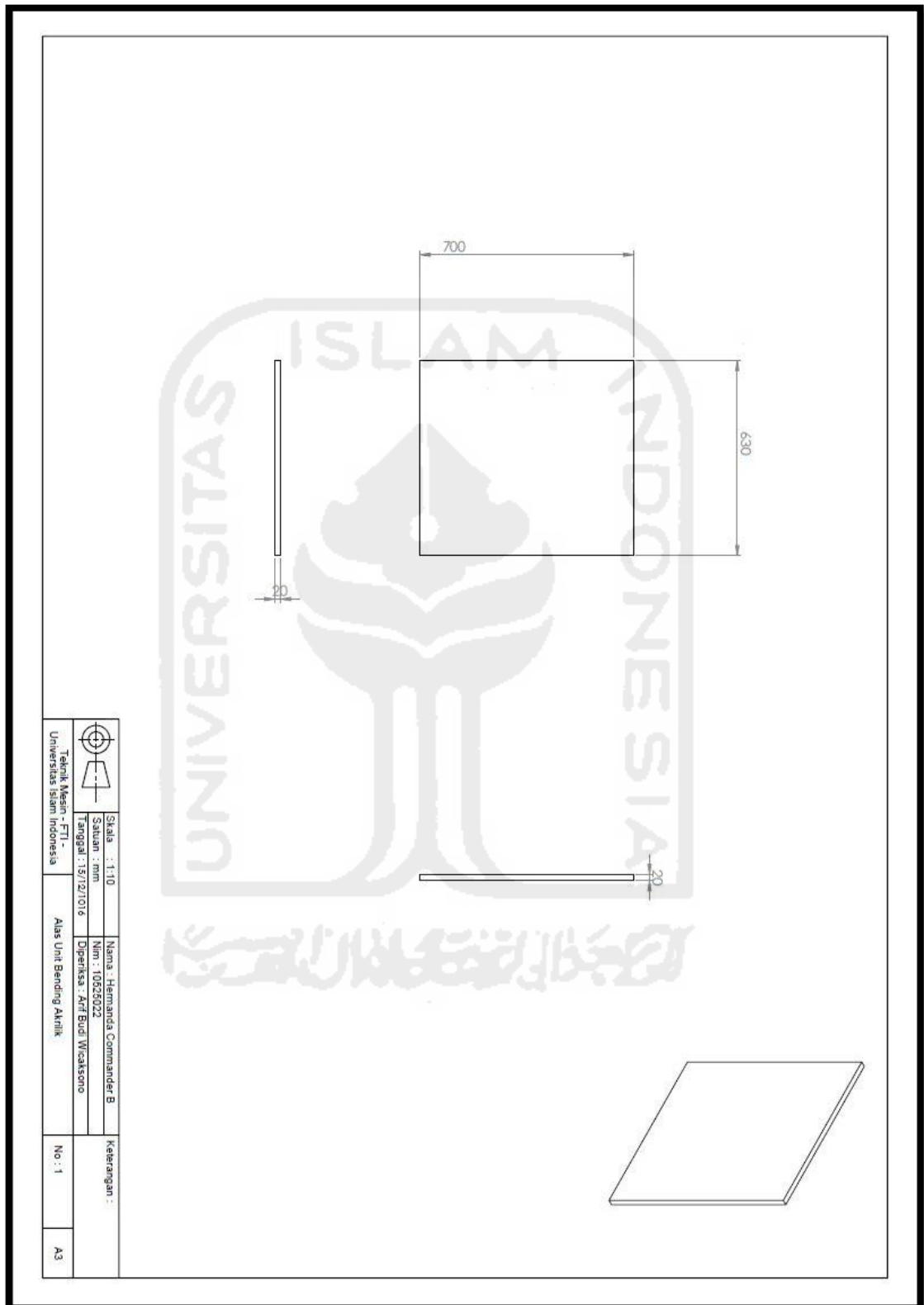


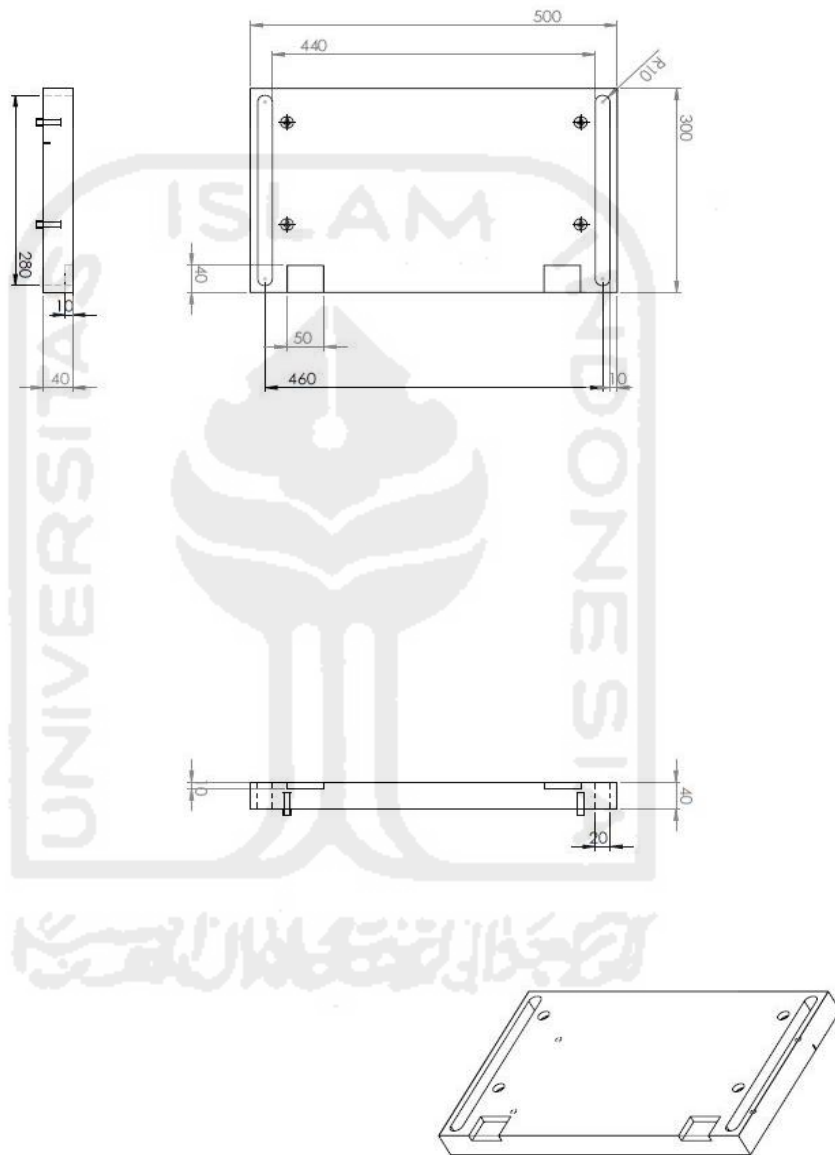


ITEM NO.	PART NUMBER	
1	Alas Unit Bending Aktif	1
2	Penopang Aktif	2
3	Pendahan Aktif	2
4	Indikator Derajat	2
5	Heater	1

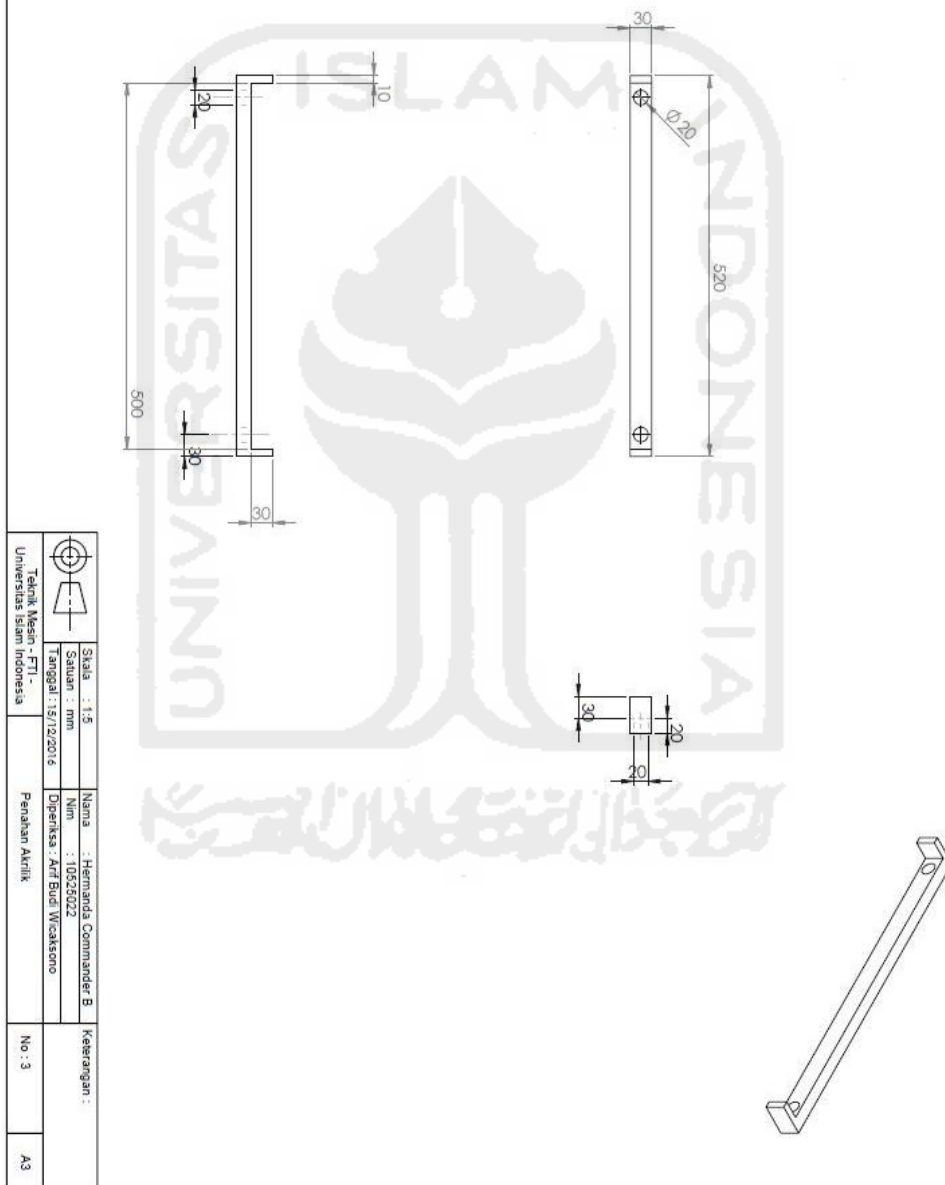
	Skala : 1:5 Satuan : mm Tanggal : 15/12/2016	Nama : Hermada Commander B Nim : 10520022 Dipenka : Ari Budi Wicaksono	Keterangan :
Teknik Mesin - FTI - Universitas Islam Indonesia	Mesin Perukuk Aktif	No :	A3





	Skala : 1:5 Satuan : mm Tanggal : 15/12/2016	Nama : Hermenda Commander B Nim : 10525022 Dipenka : Aif Budi Wicaksono	Keterangan :	No : 2	A3





 Teknik Mesin - FTI - Universitas Islam Indonesia	Skala : 1:5	Nama : Hernanda Commander B	Keterangan :
	Satuan : mm	Nim : 10523022	
	Tanggal : 15/12/2016	Diperiksa : Arief Budi Wicaksono	
Penyahkan Aritik		No. 3	A3



