



## Uji Temperatur Elemen Pemanas Jenis Coil Terhadap Pembengkokan Termoplastik

Usman<sup>1\*</sup>, Aizil Busairi<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km.8,5 Lempoh Keudee Aceh Besar 23372, Indonesia.

\* Email korespondensi : [usman\\_mesin@abulyatama.ac.id](mailto:usman_mesin@abulyatama.ac.id)

Diterima 25 Mei 2020; Disetujui 30 Juni 2020; dipublikasi 31 Juli 2020

**Abstract:** Thermoplastic is a product of polymers that is widely used for various purposes. In thermoplastic processing to be an effective item, many processes are needed, one of which is heating to a certain temperature to get a certain product / product. This study aims to determine the heat temperature of the coil type heating element against thermoplastic bending. The type of test material used in this study is a product of thermoplastics, namely acrylic type PMMA material with a maximum working temperature of 85<sup>0</sup>C measuring 5x20 Cm with a thickness of 2-4 mm. This study uses an experimental method which is a study that the author uses to look for the effect of certain treatments on others under controlled conditions. The results showed that, a very good temperature for thermoplastic bending was 80<sup>0</sup>C, at which temperature the thermoplastic did not melt and there were no staining spots from the pressure marks when doing the bending. Thus it can be stated that the coil type heating element used in rice cookers can be used as a heating medium to bend thermoplastics.

**Keywords:** Heating element, coil, Temperature, Thermoplastic

**Abstrak:** Termoplastik merupakan suatu produk dari polimer yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan. Dalam pengolahan termoplastik untuk menjadi barang tepat guna dibutuhkan banyak proses salah satunya adalah dengan pemanasan pada temperatur tertentu untuk mendapatkan hasil/produk tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur panas dari elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik. Jenis material uji yang digunakan pada penelitian ini adalah produk dari termoplastik yaitu acrylic jenis bahan PMMA dengan temperatur kerja maksimal 85<sup>0</sup>C yang berukuran 5x20 Cm dengan ketebalan 2 - 4 mm. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu penelitian yang penulis gunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, temperatur yang sangat baik untuk pembengkokan termoplastik adalah 80<sup>0</sup>C, dimana pada temperatur tersebut termoplastik tidak meleleh dan tidak adanya bercak noda dari bekas penekan saat melakukan pembengkokan. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa elemen pemanas jenis coil yang digunakan pada rice cooker dapat dimanfaatkan sebagai media pemanas untuk membengkokkan termoplastik.

**Kata Kunci:** Elemen pemanas, coil, Temperatur, termoplastik

Kemajuan teknologi yang sangat cepat membuat kebutuhan akan barang-barang hasil produksi mengalami peningkatan yang signifikan, untuk memenuhi kebutuhan ini para produsen atau industri berusaha untuk menghasilkan barang-barang model terbaru dengan kualitas yang baik, salah satunya adalah dengan memanfaatkan polimer termoplastik yang dapat dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat digunakan oleh berbagai pihak. Polimer termoplastik adalah polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas, jika polimer jenis ini dipanaskan maka akan menjadi lunak dan jika didinginkan akan mengeras. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai model yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru, salah satu produk dari polimer termoplastik adalah *Acrylic*. *Acrylic* merupakan plastik yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul dari pada kaca. *Acrylic* tidak mudah pecah, ringan dan juga mudah untuk dipotong maupun dilubangi. *Acrylic* dapat dibuat untuk plat nama, plakat, piagam, bingkai foto, perabotan, kotak amal dan lain sebagainya. Kebutuhan akan temperatur panas juga sangat dibutuhkan untuk membengkokkan *Acrylic* ini, temperatur yang dibutuhkan untuk membengkokkan *Acrylic* ini bersumber dari berbagai macam jenis elemen pemanas yang ditempatkan pada suatu media tertentu sehingga pembengkokkan *Acrylic* dapat dilakukan sesuai dengan keinginan. Pada penelitian ini penulis

memanfaatkan elemen pemanas jenis coil yang terdapat pada rice cooker yang kemudian dimasukkan kedalam pipa aluminium sehingga panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk membengkokkan *Acrylic*.

### **Termoplastik**

Termoplastik adalah jenis plastik yang menjadi lunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan dan proses ini bisa dilakukan berulang kali. Nama termoplastik diperoleh dari sifat plastik ini yang bisa dibentuk ulang dengan proses pemanasan. Secara sederhana dapat didefinisikan bahwa termoplastik adalah jenis plastik yang bisa didaur ulang. Termoplastik ini sendiri merupakan salah satu produk dari polimer. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer, jika monomernya sejenis disebut homopolimer dan jika monomennya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Plastik merupakan salah satu bahan yang paling umum kita lihat dan gunakan. Bahan plastik secara bertahap mulai menggantikan kaca, kayu dan logam. Hal ini dikarenakan bahan plastik mempunyai beberapa keunggulan, yaitu ringan, kuat dan mudah dibentuk, anti karat dan tahan terhadap bahan kimia, mempunyai sifat isolasi listrik yang tinggi dan dapat dibuat berwarna maupun transparan dan proses yang lebih mudah. Namun begitu penggunaan plastik juga terbatas karena kekuatannya yang rendah dan tidak tahan terhadap panas pada suhu tertentu. Keanekaragaman jenis plastik memberikan

banyak pilihan dalam penggunaannya dan cara pembuatannya. Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik tersendiri. Rekayasa polimer meliputi bahan alami seperti karet dan bahan sintesis seperti plastik dan elastomer. Polimer merupakan bahan yang sangat berguna karena strukturnya dapat diubah dan disesuaikan untuk menghasilkan bahan dengan berbagai sifat mekanik dan dalam spektrum yang luas dari warna dengan sifat-sifat transparan yang berbeda. Material plastik juga telah berkembang dengan sangat pesat dan digunakan oleh berbagai sektor industri seperti mainan anak-anak, transportasi, konstruksi, tekstil, furnitur dan produk-produk lainnya.

*Acrylic* merupakan salah satu produk dari polimer termoplastik dengan bahan material yang bening menyerupai kaca, *Acrylic* merupakan polimer sintesis dari metil metakrilat yang akan mencair bila dipanasi, permukaan *Acrylic* bening menyerupai kaca dan tembus pandang, sifat inilah yang membuat *Acrylic* lebih sering digunakan sebagai pengganti kaca untuk hiasan. *Acrylic* bersifat lentur tidak seperti kaca yang kaku, sehingga secara teknis lebih tahan terhadap hentakan. *Acrylic* mulai dikembangkan pada tahun 1928, kemudian pada tahun 1933 *Rohm and Haas Company* mulai menjual *Acrylic* ke pasaran. *Acrylic* semakin berkembang bukan hanya pada hal dekoratif dan kerajinan tangan, namun juga digunakan untuk akuarium berukuran besar. Pemilihan *Acrylic* pada akuarium untuk menghindari kekurangan kaca yang akan terlihat berwarna kehijauan jika semakin tebal kacanya.

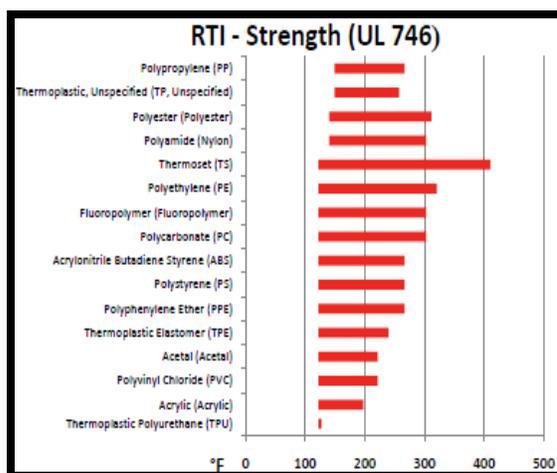
Pemilihan menggunakan *Acrylic* sebagai bahan dekorasi atau kerajinan tangan dikarenakan akrilik lebih mudah dibentuk, lebih aman terhadap makanan, harganya lebih murah dibandingkan dengan kaca. Sekarang sudah banyak dijumpai produk-produk yang menggunakan *Acrylic* sebagai bahan dasar akuarium, bunga hias, bingkai foto, gantungan kunci, tempat tisu, box kartu nama[3]. *Acrylic* dapat dibentuk sesuai dengan keinginan, temperatur panas yang diperlukan untuk membengkokkan *Acrylic* berkisar antara 250 derajat fahrenheit hingga 300 derajat fahrenheit (121°C sampai 149°C). Adapun beberapa jenis dari *Acrylic* yaitu, *Acrylic* bening, *Acrylic* susu, *Acrylic* warna dan *Acrylic* riben. Pembengkokan *Acrylic* dilakukan pada suatu alat yang dirancang khusus serta dilengkapi dengan elemen pemanas agar dapat mencapai hasil yang diharapkan[1].

*Acrylic* 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. Secara umum, *Acrylic* terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Acrylic ekstrusi*, yaitu jenis *Acrylic* yang dibuat melalui proses dimana plastik cair didorong melewati *roller*, yang kemudian akan menekan plastik tersebut menjadi lembaran saat proses pendinginan. *Acrylic* jenis ekstrusi ini relatif murah, akan tetapi

dibalik harganya yang relatif murah terdapat berbagai kelemahan dari Acrylic jenis ini diantaranya lembaran yang dihasilkan lebih lembut dari pada Acrylic cetakan, lebih mudah tergores dan kemungkinan saat pembuatan mengandung kotoran. Namun dimasa sekarang banyak Acrylic ekstrusi yang sudah bermutu sangat baik. Acrylic ekstrusi merupakan pilihan yang baik untuk membuat plang, display dan kegunaan lainnya.

2. Acrylic cetakan, yaitu jenis Acrylic yang cenderung memiliki mutu yang lebih baik daripada jenis ekstrusi, akan tetapi memiliki harga yang relatif mahal. Dalam pencetakan sel, lembar-lembar Acrylic tunggal dibuat dengan cara menekan plastik cair diantara dua potong pencetak tekan (*mold*), biasanya terbuat dari kaca yang kemudian dibawa melewati proses pemanasan bertahap serta lembar yang dihasilkan lebih kuat dari pada Acrylic ekstrusi[6].



Gambar 1. Grafik Suhu Titik Lebur Acrylic  
 (Sumber : Frank and Biederbick, 1984 )

Dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik, pengetahuan sifat berbagai jenis plastik sangat penting. Ada tiga sifat termal yang penting untuk diketahui yakni titik lebur ( $T_m$ ), temperatur transisi ( $T_g$ ), dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah kondisi dimana struktur dalam plastik mengalami perenggangan sehingga menjadi lebih fleksibel. Titik lebur plastik adalah sebuah kondisi dimana plastik akan mengalami pembesaran volume dan berubah menjadi lebih lentur. Temperatur lebur adalah temperatur dimana plastik mengalami fase cair. Sementara itu untuk mengalami dekomposisi, suhu harus berada di titik lebur sehingga energi termal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Pada umumnya rantai polimer pada plastik akan mengalami dekomposisi ketika suhu termal berada 1,5 kali dari temperatur transisinya. Data sifat termal yang penting terhadap plastik dapat dilihat pada tabel berikut[2] :

Tabel 1. Data temperatur transisi dan temperatur lebur plastic

Jenis Bahan	Tm (°C)	Tg (°C)	Temperatur Kerja Maksimal (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS		110	82
PS		90	70
PMMA		100	85
PC		150	246
PVC		90	71

(Sumber: Budiyanoro, 2010)

## Elemen Pemanas

Elemen Pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, Pemanas listrik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun pada peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari *Electrical Heating* ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi serta media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah *niklin* yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh *isolator* listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan. Ada 2 macam jenis utama elemen pemanas listrik yaitu :

1. Elemen pemanas listrik bentuk dasar, yaitu elemen pemanas dimana *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramik Heater, Silica dan Quartz Heater, Bank Channel heater, Black Body Ceramic Heater.*
2. Elemen pemanas listrik bentuk lanjut, merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *mild stell, stainless stell, tembaga dan*

*kuningan. Heater yang termasuk dalam jenis ini adalah: Tubular Heater, Catridge Heater Band, Nozzle & Stripe Heater*[5].



Gambar 2. jenis elemen pemanas yang digunakan

## Perpindahan Panas

Perpindahan Panas adalah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Pada termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor (*heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Kenyataan disini yang menjadi sasaran analisis ialah masalah laju perpindahan, inilah yang membedakan ilmu perpindahan kalor dari ilmu termodinamika. Jika benda panas disentuh dengan benda dingin, tak lama kemudian suhu benda panas turun, sedangkan suhu benda dingin naik. Hal ini terjadi karena benda panas memberikan kalor kepada benda dingin. Kalor berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Ada tiga macam perpindahan kalor, yaitu konduksi, konveksi (aliran), dan radiasi (pancaran)[4].

## Pengujian dan hasil

Elemen pemanas jenis coil merupakan salah satu jenis elemen yang digunakan pada *rice cooker*, pada penelitian ini elemen pemanas jenis coil tersebut dianalisis temperatur panas yang dihasilkan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai media pemanas untuk membengkokkan termoplastik. Elemen pemanas jenis coil tersebut ditempatkan dalam pipa kuningan yang berdiameter luar 10 mm dengan panjang 600 mm dan diletakkan pada suatu sisi dari meja penekuk yang telah dirancang sedemikian rupa. Material yang dibengkokkan adalah produk dari termoplastik yaitu *acrylic* jenis bahan PMMA dengan temperatur kerja maksimal 85°C. Untuk menghindari kerusakan material pada saat pengujian akibat panas yang dihasilkan melebihi 85°C, maka dalam pengujian ini ditambahkan thermostat sebagai perangkat yang berfungsi untuk menjaga agar panas tetap sama atau stabil pada temperatur yang ditetapkan, thermostat yang digunakan ini juga dapat diatur pada temperatur panas yang diinginkan yaitu antara 35°C - 110°C.

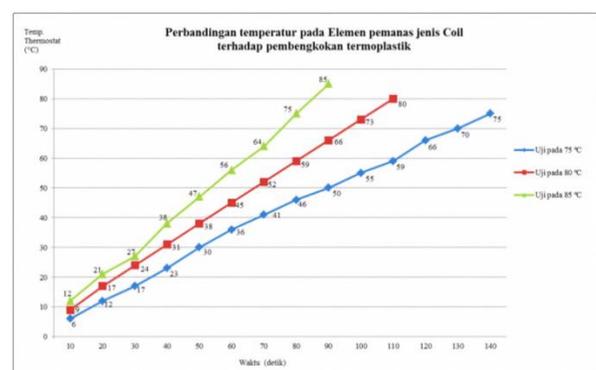


Gambar 3. Meja penekuk *acrylic* dengan media pemanas

Untuk mengetahui temperatur dari elemen pemanas jenis coil ini maka pengujian pembengkokan produk dari termoplastik yaitu *acrylic* jenis bahan PMMA dilakukan pada temperatur 75°C, 80°C dan 85°C, adapun hasil uji dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2. Perbandingan temperatur elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik**

Perbandingan temperatur elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik				
No.	Waktu Pemanasan (detik)	Uji pada 75 °C (°C)	Uji pada 80 °C (°C)	Uji pada 85 °C (°C)
1	10	6	9	12
2	20	12	17	21
3	30	17	24	27
4	40	23	31	38
5	50	30	38	47
6	60	36	45	56
7	70	41	52	64
8	80	46	59	75
9	90	50	66	85
10	100	55	73	-
11	110	59	80	-
12	120	66	-	-
13	130	70	-	-
14	140	75	-	-



Gambar 4. Grafik Perbandingan temperatur elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik

Hasil pengujian temperatur elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik

didapatkan 3 kategori yaitu; buruk, baik dan kurang baik.

a. Kategori buruk

Kategori buruk adalah kategori produk yang dinyatakan dengan gagal, hasil dari produk ini jika diperhatikan bentuknya memang terlihat buruk dan ada kecacatan pada bagian dari termoplastik yang dibengkokkan, hal ini dikarenakan suhu maksimal yang digunakan untuk pembengkokkan adalah 75<sup>0</sup>C, temperatur tersebut tidak dapat merata pada seluruh bahagian yang akan dibengkokkan sehingga terjadi cacat produksi pada hasil pembengkokkan termoplastik, sementara waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 75<sup>0</sup>C adalah 140 detik. Hasil pembengkokkan termoplastik pada temperatur 75<sup>0</sup>C dapat dilihat pada gambar berikut ini;

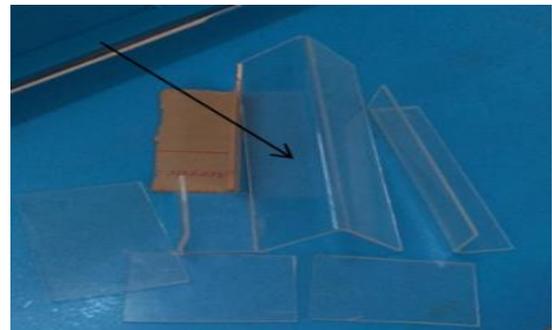


Gambar 5. Hasil Uji Kategori Buruk  
(Sumber : hasil pengujian)

b. Kategori baik

Kategori baik adalah kategori hasil produk yang dinyatakan dengan sempurna. Kesempurnaan hasil produk ini terjadi akibat temperatur panas maksimal yang ditetapkan yaitu 80<sup>0</sup>C sangat sesuai dengan jenis termoplastik yang akan dibengkokkan, waktu

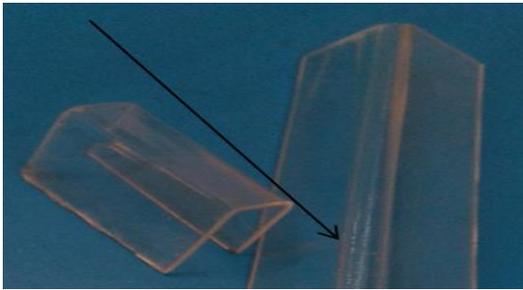
yang dibutuhkan untuk mencapai 80<sup>0</sup>C adalah 110 detik. Pada proses pembengkokkan, termoplastik tidak meleleh dan tidak adanya noda bercak terhadap hasil yang didapatkan. Hasil pembengkokkan termoplastik pada temperatur 80<sup>0</sup>C dapat dilihat pada gambar berikut ini;



Gambar 6. Hasil Uji Kategori Baik  
(Sumber : hasil pengujian)

c. Kategori kurang baik

Kategori kurang baik adalah kategori yang bisa dikatakan proses pembuatan produk ini mendekati hasil baik karena apabila diperhatikan tidak terlihat adanya kerusakan pada produk akan tetapi masih terlihat adanya garis-garis bekas pembengkokkan pada produk. Hal ini diakibatkan suhu pada elemen pemanas adalah 85<sup>0</sup>C, dimana temperatur tersebut adalah temperatur kerja maksimal dari jenis material yang digunakan sehingga sangat mungkin terjadi kerusakan pada materialnya. Hasil pembengkokkan termoplastik pada temperatur 85<sup>0</sup>C dapat dilihat pada gambar berikut ini;



Gambar 7. Hasil Uji Kategori Kurang Baik  
(Sumber : Hasil pengujian)

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji temperatur elemen pemanas jenis coil terhadap pembengkokan termoplastik, maka dapat disimpulkan bahwa;

- 1) Penggunaan elemen pemanas jenis coil atau elemen pemanas yang terdapat pada *rice cooker* dapat dijadikan sebagai media pemanas untuk membengkokkan termoplastik namun harus ditempatkan dalam pipa kuningan agar dapat menghantar panas secara merata sepanjang ukuran pipa tersebut.
- 2) Hasil uji didapatkan bahwa, temperatur yang sangat baik untuk pembengkokan termoplastik adalah  $80^{\circ}\text{C}$ , dimana pada temperatur tersebut termoplastik tidak akan meleleh dan tidak adanya bercak noda dari bekas penekan saat melakukan pembengkokan.
- 3) Material yang diuji adalah produk dari termoplastik yaitu *acrylic* jenis bahan PMMA dengan temperatur kerja maksimal  $85^{\circ}\text{C}$ .
- 4) Material yang di uji berukuran 5 x 20 Cm dengan ketebalan 2-4 mm, ukuran tersebut

dapat dirubah dan disesuaikan dengan meja pembengkok termoplastik.

- 5) Termoplastik yang melebihi ketebalan 2-4 mm dapat juga dibengkokkan dengan elemen pemanas jenis coil ini namun harus memperhatikan temperatur kerja maksimal / titik lebur dari jenis termoplastik yang digunakan.

### Daftar Pustaka

- [1]. Robith Urwatal Wusko (2013) *Rancang Bangun Acrylic Bending Machine Dengan Sudut Yang Dapat Ditetapkan* (<http://elektro.Studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/131/97>).
- [2]. Budiyanoro, C., (2010), *Thermoplastik dalam Industri*, Teknik Media, Surakarta.
- [3]. Anni Faridah, dkk. (2008). *Teknik Pembentukan Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen, Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [4]. Holman, J.P (1997) *Perpindahan Kalor*, alih bahasa jasjfi E. Erlangga, jakarta
- [5]. Rochim, Taufiq. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITB Bandung.
- [6]. Freid J.R., (1995) *Polymer Science and Technology*, Prentice Hall PTR.
- [7]. Frank, A. And Biederbick, K. (1984) *Kunststoff-kompendium*, Vogel Buchverlag, Wurzburg.