



**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SISTEM PEMANAS (HEATER) EXTRUDER PADA MESIN
CETAK TEKAN PLASTIK**

LAPORAN PROYEK AKHIR

diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.) Teknik pada
Program Studi Teknik
Universitas Jember

Aasi:	Hadiah Pembelian	Klass
Terima Tgl :	19 DEL 2007	621.9
Oleh :	fat	HAN P

Diesta Dwi Handoko
NIM 031903101108

e.1

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2007

PERSEMBAHAN

Laporan proyek akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayah yang telah diberikan.
2. Kepada kedua orang tuaku, bapak **Abbrory** dan ibunda tercinta **Almarhuma Lasritaningsih** yang melalui keduanya aku hadir didunia ini menikmati keindahan dunia dan bukti kebesaran Allah dengan semua cinta dan kasih sayang tulus Serta do'a yang terus mengalir bagai air membawaku menjadi manusia yang bisa diterima dan berguna dalam kehidupanku.. **"Ibu"** walaupun kau telah pergi selamanya tapi aku yakin disetiap langkahku doamu selalu mengiringi apapun yang aku kerjakan baik untuk diriku maupun orang lain sampai akhir hidupku.
3. Kepada Om **Prapto** dan Bulek **Endang** yang telah memberikan kasih sayang serta dukungan yang sangatlah besar sebagaimana layaknya orang tua kepada anaknya Serta Mbak dan adik-adik ku yang aku sayangi (Mbak Yunita Eka Sari, Dek Ruly Hari Santoso, Dek Liesna Kurniawati, Dek Elok Dwi Prastiwi, dll.) beserta keluarga besarku atas doa dan dorongan berupa semangat yang diberikan.
4. Guru – guruku dari TK hingga PT, saya mengucapkan terima kasih yang teramat besar atas segala ilmu yang diberikan.
5. Seluruh teman – temanku, **Arek Teknik Universitas Jember** pada umumnya serta **Arek Mesin D3 Universitas Jember Angkatan 2003** pada khususnya terima kasih atas dukungan dan dorongan kalian semua.
6. Almamater tercinta yang ku banggakan.

MOTTO

^ hadapi hidup dengan penuh senyuman serta pengharapan, nikmati dan syukuri jangan sesekali menyesalinya karena semua yang kita miliki adalah anugrah illahi ^

JADILAH SEORANG LELAKI YANG JUJUR, APA ADANYA SERTA DAPAT DIPERCAYA BAIK SIKAP DAN TUTUR KATA YANG TERUCAP.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diesta Dwi Handoko

NIM : 031903101108

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Proyek Akhir yang berjudul: "*Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemanas (heater) Extruder*" Adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2007

Yang menyatakan,

Diesta Dwi Handoko

Nim. 031903101108

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir berjudul *Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemanas mesin Extruder Pada Mesin Cetak Tekan Plastik*, telah diuji dan disahkan oleh Program Studi Teknik Universitas Jember pada :

hari : Kamis
tanggal : 05 Juli 2007
tempat : Program Studi Teknik Universitas Jember

Team Penguji

Ketua,

Muh. Nurkoyim. K, ST., MT.
NIP. 132 163 641

Sekretaris,

Nasrul Ilminnafik, ST.,MT
NIP. 132 162 514

Anggota I,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc
NIP. 132 126 437

Anggota II,

Ir. Ahmad Syuhri., MT
NIP. 132 163 640

Anggota III,

Santoso Mulyadi, ST.,MT.
NIP. 132 162 514

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik,



Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 131 832 307

RINGKASAN

Perancangan dan Pembuatan Pemanas Pada Extruder, Diesta Dwi Handoko, 031903101108, 2007, 56 hlm.

Peningkatan produksi pencairan plastik untuk dicetak dengan kualitas baik dapat dilakukan dengan cara mengubah proses yang semula sistem pemanasnya dilakukan secara manual menjadi proses yang dilakukan dan dikontrol secara otomatis. Untuk mempermudah dalam pengendalian suhu, maka digunakan termokontrol sebagai pengatur suhu dimana termokontrol akan memutuskan arus pada sistem pemanas dan termokopel yang akan memberikan informasi (sensor) suhu dalam ruang tabung extruder.

Hasil yang diperoleh dari perancangan dan pembuatan sistem pemanas pada extruder menggunakan daya 5250 watt tersusun dari pemanas mula 1750 watt dan pemanas utama 3500 watt. Jenis kawat yang dipakai adalah nikelin berdiameter 0,6 = 3,668 Ω /m, dengan rancangan kapasitas 5 g untuk pemanasan awal dengan suhu maksimal 300 °C.

Kesimpulan yang didapat dari hasil yang diperoleh dari perencanaan dan perhitungan ini adalah besar kerugian kalor total karena perpindahan panas pada tabung extruder $Q_{\text{rugi}} = 71,431$ watt, kebutuhan energi panas adalah 2.291.843,8 Joule, jumlah energi keseluruhan yang dibutuhkan selama proses berlangsung $Q_{\text{total}} = 1.192,9$ Joule, waktu perhitungan 20,6 menit dan waktu aktual yang diperoleh selama proses berlangsung pada saat uji coba dengan suhu yang ingin dicapai (300 °C) adalah 1 jam.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan dan melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir dengan judul Perencanaan dan Pembuatan Pemanas (*heater*) Extruder Pada Mesin Cetak Tekan Plastik.

Proyek akhir ini merupakan mata kuliah wajib dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya pada program studi teknik mesin Universitas Jember.

Selama pembuatan mesin dan penulisan laporan Proyek Akhir ini, telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak petunjuk. Dalam kesempatan ini tak lupa penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT Selaku ketua Program Studi teknik Universitas Jember.
2. Bapak Ir.Digdo Listyadi, M.Sc Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Muh. Nurkoyim, ST., MT Selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak membantu proses penyelesaian penulisan laporan proyek akhir
4. Bapak Nasrul Ilminnafik, ST., MT Selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu proses penyelesaian penulisan laporan proyek akhir.
5. Bapak dan Almarhumah Ibu tercinta serta kakak, adik dan saudaraku yang memberi dukungan dan doanya demi terselesainya laporan proyek akhir ini.
6. Om dan Tante tercinta yang memberikan kasih sayang sangat luar biasa sehingga membuat saya untuk segera menyelesaikan tugas serta kewajiban sebagai anak laki-laki dengan penuh tanggung jawab.

7. Teman-temanku yang sangat saya sayangi (Yoyon, Bagong, Fahmi, Fery, Pak Echo, Heka, Faiz) serta teman – teman seperjuangan angkatan 2003 D3 Teknik Mesin Universitas Jember beserta tekniksi terima kasih atas bantuan dukungan kalian.

8. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari bahwa apa yang disampaikan dalam proyek akhir ini masih terdapat kekurangan. Berbagai kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini, merupakan masukan yang sangat berharga bagi penulis.

Akhir kata, penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang berarti bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jember, Juli 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Metode Penulisan Laporan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Termokopel.....	4
2.2 Glasswool.....	4
2.3 Kalor Untuk Pemanasan Awal.....	4
2.3.1 Pemanasan Biji Plastik.....	4
2.3.2 Pemanasan Tabung Baja.....	5
2.3.3 Panas Laten.....	5

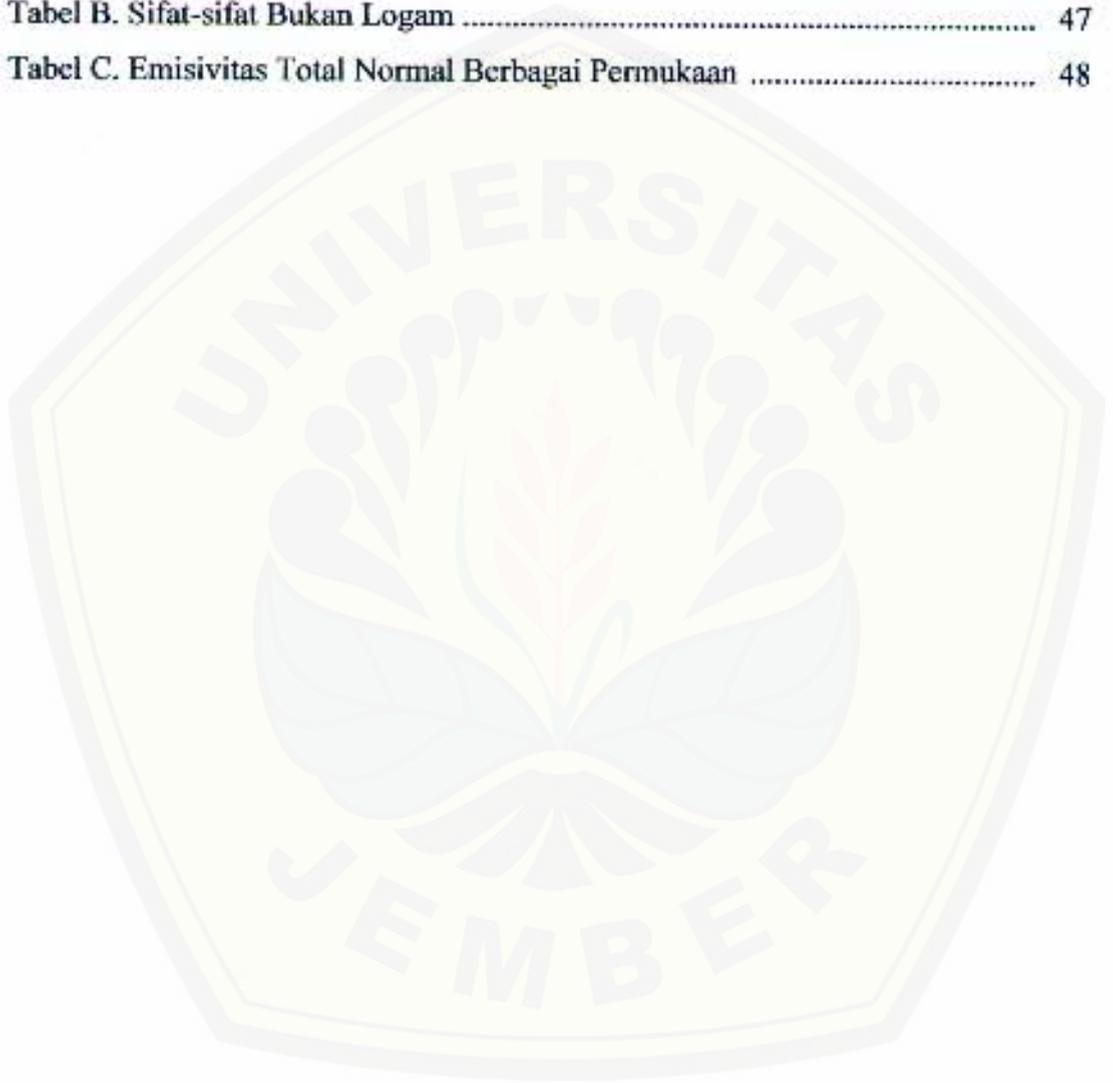
2.4 Rugi Kalor	6
2.4.1 Konduksi	6
2.4.2 Konveksi	7
2.4.3 Radiasi	8
2.5 Kebutuhan Energi	8
2.6 Cara Kerja Pemanas Extruder	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Alat dan Bahan	11
3.3.1 Alat	11
3.3.2 Bahan	11
3.2 Metode Penelitian	12
3.2.1 Studi Lapangan	12
3.2.2 Studi Literatur	12
3.2.3 Tempat	12
3.2.4 Waktu	12
3.3 Metode Pelaksanaan	12
3.3.1 Perencanaan dan Perancangan	12
3.3.2 Proses Manufaktur	13
3.3.3 Pengujian Alat	18
3.3.4 Penyempurnaan Alat	19
3.3.5 Pembuatan Laporan Akhir	19
3.4 Diagram Alir Perencanaan Extruder	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Perancangan	22
4.2 Analisa Hasil Perencanaan dan Perhitungan	25
4.2.1 Kalor Untuk Pemanasan Bahan	25
4.2.2 Rugi Kalor	25
4.2.3 Perencanaan Daya	25
4.2.4 Perencanaan Bahan	25

4.2.5 Perencanaan Elemen Pemanas.....	26
4.2.6 Waktu Untuk Pemanasan Awal.....	26
4.3 Analisa Hasil Pengujian	27
4.3.1 Prosedur Pengujian Alat	27
4.3.2 Pengujian Alat	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	36



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Pengukuran Suhu Sistem Pemanas Extruder.....	31
Tabel A. Nilai Sifat-sifat Logam.....	46
Tabel B. Sifat-sifat Bukan Logam	47
Tabel C. Emisivitas Total Normal Berbagai Permukaan	48



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sketsa Yang Melukiskan Perjanjian Tentang Tanda Untuk Aliran Panas Konduksi	7
2.2 Diagram Balok Pemanas Extruder	9
3.1 Konstruksi Pemanas Gypsum dan Glass Wool	16
3.2 Diagram Alir Perencanaan Pemanas Extruder	20
4.1 Konstruksi Mesin Cetak Tekan Plastik	22
4.2 Konstruksi Sistem Pemanas Extruder	23
4.3 Alur Kelistrikan Sistem Pemanas	24
4.4 Pengujian Alat Model A	27
4.5 Pengujian Alat Model B	28
4.6 Pengujian Alat Model C	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. PERENCANAAN DAN DAN PERHITUNGAN	36
A.1 Kalor untuk pemanasan bahan.....	36
A.1.1 Menentukan panas sensibel	36
A.1.2 Menentukan panas laten	36
A.2 Rugi Kalor	37
A.3 Perencanaan Daya.....	39
A.4 Perencanaan Penggunaan Bahan	39
A.1.1 Bahan Yang Digunakan	39
A.1.2 Bahan Yang Dipanaskan	39
A.5 Perencanaan Elemen Pemanas.....	39
A.2.1 Perhitungan Pemanas Mula.....	39
A.2.2 Perhitungan Pemanas Utama.....	40
A.2.3 Perhitungan Temperatur Elemen Pemanas	41
A.6 Waktu Untuk Pemanasan	42
A.6.1 Mencari Volume Screw	42
A.6.2 Mencari Volume Poros Screw.....	42
A.6.3 Mencari Volume Isi Tabung	43
A.6.4 Mencari Volume Tabung	43
A.6.5 Mencari Massa Tabung	43
A.6.6 Mencari Panas Untuk Tabung	44
A.6.7 Mencari Massa Screw	44
A.6.8 Mencari Panas Sensible Untuk Screw.....	44
A.6.9 Mencari Panas Sensible Plastik.....	44
A.6.10 Mencari Panas Laten Plastik	44
A.6.11 Mencari Energi Untuk Kenaikan Suhu Plastik	44
A.6.12 Mencari Waktu Untuk Pemanasan Awal	45

DAFTAR SIMBOL

Q_{pl} = Kebutuhan Kalor Plastik (watt)	Q_{kv} = Kalor Terbuang Secara Konveksi (watt)
\dot{m}_{pl} = Laju Aliran Massa Plastik (Kg/s)	Q_r = Kalor Terbuang Secara Radiasi (watt)
m_t = Massa Tabung (Kg)	Q_s = Panas Sensible (watt)
m_s = Massa Screw (Kg)	Q_l = Panas Laten (watt)
m_p = Massa Plastik (Kg)	E_a = Energi Kenaikan Plastik (Joule)
T_1 = Suhu Sebelum Pemanasan ($^{\circ}C$)	k = Konduktivitas Thermal ($W/m^{\circ}C$)
T_2 = Suhu Sesudah Pemanasan ($^{\circ}C$)	h = Koefisien Perpindahan Kalor ($W/m^{\circ}C$)
T_3 = Suhu Permukaan Terluar ($^{\circ}C$)	V_s = Volume Screw (liter)
t = Waktu (menit)	
c_p = Panas Jenis Plastik ($Kg/J^{\circ}C$)	
c_t = Panas Jenis Baja ($Kg/J^{\circ}C$)	
c_s = Panas Jenis Screw ($Kg/J^{\circ}C$)	
I_p = Kalor Laten Plastik ($Kg/J^{\circ}C$)	
A = Luas Permukaan (m^2)	
ΔT = Perbedaan Suhu Sebelum Dan Sesudah Pemanasan ($^{\circ}C$)	
ϵ = Emisitas	
τ = Konstanta (W/mK^4)	
Q_{pt} = Kalor Untuk Pemanasan Biji Plastik (watt)	
Q_t = Kalor Untuk Pemanasan Tabung (watt)	

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan di masyarakat, hal ini dikarenakan plastik merupakan salah satu bahan yang murah, ringan dan tidak kalah kuat dibanding dengan bahan yang lain. Plastik juga mudah dibentuk dan biaya pembuatannya lebih murah dibanding logam. Seiring dengan perkembangan jaman, bahan plastik banyak digunakan dalam berbagai industri dan kini mulai merambah ke komponen permesinan, seperti: *sprocket dan bearing*.

Proses pencetakan plastik ada dua, yaitu : cetak tiup dan cetak tekan. Untuk cetak tekan ini ada dua cara, yaitu : dengan menggunakan piston dan menggunakan ulir yang disebut *extruder*. Kelebihan menggunakan piston yaitu dapat memberikan tekanan atau kepadatan pada proses pencetakan secara maksimal. Kelemahan menggunakan piston yaitu biji plastik yang dibawa tidak konstan dan juga tekanannya tidak beraturan. Sedangkan kelebihan menggunakan *extruder* adalah dapat membawa biji plastik secara konstan dengan tekanan yang stabil, kekurangannya adalah tidak dapat memberikan tekanan yang maksimal.

Mesin cetak plastik yang ada dikampus menggunakan piston dan pemanasnya menggunakan kompor. Oleh karenanya hasil cetakkannya tidak maksimal karena adanya pengaruh dari tekanan dan juga pengaruh dari pemanasnya. Naik turunnya suhu pada waktu pembakaran juga membutuhkan waktu lama.

Untuk meningkatkan hasil pencetakan, mekanisme piston yang ada dikampus diganti dengan ulir. Oleh karena itu perlu perancangan mekanisme pemanas beserta pengaturannya yang bisa menghasilkan suhu secara konstan untuk hasil yang lebih maksimal.



1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perancangan dan pembuatan sistem pemanas (*heater*) pada *extruder* adalah bagaimana rancangan dan pembuatan pemanas sehingga didapatkan pemanas yang optimal dan efisien dengan cara mengontrol seluruh proses sistem pemanasan *extruder* secara otomatis menggunakan *thermo control*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam proses perancangan dan pembuatan sistem pemanas (*heater*) *extruder* adalah:

- a. Hanya membahas sistem pemanas (*heater*) *extruder*
- b. Sifat-sifat bahan yang digunakan dianggap tetap
- c. Suhu maksimum yang ingin dicapai adalah 300 °C
- d. Perhitungan sistem pemanas dibatasi hanya pada daerah tabung

1.4 Tujuan

Tujuan dari perancangan dan pembuatan sistem pemanas (*heater*) *extruder* ini adalah membuat pemanas *extruder* yang suhunya dapat dikontrol melalui *thermo control* secara otomatis.

1.5 Manfaat

Manfaat perancangan dan pembuatan pemanas *extruder* dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendapatkan hasil cetakan plastik yang lebih baik dari sebelumnya.
- b. Memperoleh sistem pemanas untuk *extruder* dengan spesifikasi : suhu kerja mencapai 250 hingga 300°C yang dapat dikontrol secara otomatis.
- c. Memperlancar kegiatan praktikum yang berkaitan dengan mata kuliah teknik kemasan non logam.

- d. Dapat digunakan oleh kalangan mahasiswa sebagai bahan penelitian dan perbandingan untuk pembuatan pemanas yang lebih baik.

1.6 Metode Penulisan Laporan

Metode penulisan laporan proyek akhir ini dibagi dalam beberapa bab, yaitu:

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan metode penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang uraian teoritis mengenai hal – hal yang mendasari perancangan dan pembuatan sistem pemanas ekstruder.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang peralatan, bahan, tempat dan waktu serta proses yang mendasari perancangan dan pembuatan sistem pemanas ekstruder.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dari pengujian dan pembahasan hasil pengujian.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari proyek akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang literatur yang mendukung laporan proyek akhir.

LAMPIRAN

Berisi mengenai beberapa penjelasan yang tidak dapat dilampirkan pada bab.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Thermokopel

Dalam dua buah logam atau paduan tertentu yang berbeda jika dilas atau disoldir menjadi satu pada ujungnya akan membangkitkan daya elektromotoris apabila pada kedua ujungnya terdapat perbedaan panas. Daya elektromotoris terbangkit pada persambungan tersebut, fungsi dari thermokopel pada perancangan ini adalah untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam tabung untuk diteruskan ke pangaturan suhu. Thermokopel juga dibuat dari paduan *chromel* (95% nikel dan 5% *chrom*). Thermokopel dipakai untuk mengukur suhu 1600 °C. (Sumanto, 1994)

2.2 Glass Whool

Glass Whool merupakan serat gelas bersifat isolator panas yang berfungsi untuk menahan panas supaya tidak keluar atau memperkecil panas yang terbang dari tabung pemanas ekstruder akibat konveksi maupun radiasi. Semakin tebal *Glass Whool* maka panas yang terbang semakin kecil. *Glass Whool* terbuat dari batuan gunung berapi, bahan baku dicairkan dalam tanur listrik dan dibuat menjadi serat halus. *Glaas Whool* mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Surdia, 1984):

- a. Tahan terhadap temperature tinggi
- b. Ringkas dan sangat baik untuk isolator
- c. Dapat dibuat menjadi beberapa bentuk.

2.3 Kalor Untuk Pemanasan Bahan

2.3.1 Pemanasan Biji Plastik.

Daya yang dibutuhkan untuk pemanasan biji plastik dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut. (Sears Zemansky, 1994)



$$Q_{pl} = \dot{m}_p \cdot c_p (T_1 - T_2) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan : \dot{m}_p = Laju Aliran Massa plastik (Kg/s)

c_p = Panas jenis plastik (Kg/J°C)

T_1 = Suhu sebelum pemanasan (°C)

T_2 = Suhu setelah pemanasan (°C)

2.3.2 Pemanasan Tabung Baja

Kalor yang dibutuhkan untuk pemanasan tabung baja dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut. (*Sears Zemansky, 1994*)

$$Q_t = m_t \cdot c_t (T_1 - T_2) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan : m_t = Massa baja tabung (Kg)

c_t = Panas jenis baja (Kg/J °C)

T_1 = Suhu sebelum pemanasan (°C)

T_2 = Suhu setelah pemanasan (°C)

2.3.3 Panas Laten

Kalor yang dibutuhkan untuk panas laten dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut. (*Sears Zemansky, 1994*)

$$Q_p = m_p \cdot l_p \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan : m_p = Massa plastik (Kg)

l_p = kalor laten plastik (Kg/J)

2.4 Rugi Kalor

Rugi kalor merupakan panas yang terbuang percuma dalam satu proses yang membutuhkan kalor. Proses pembuangan kalor tersebut melalui tiga macam cara yaitu sebagai berikut :

2.4.1 Konduksi

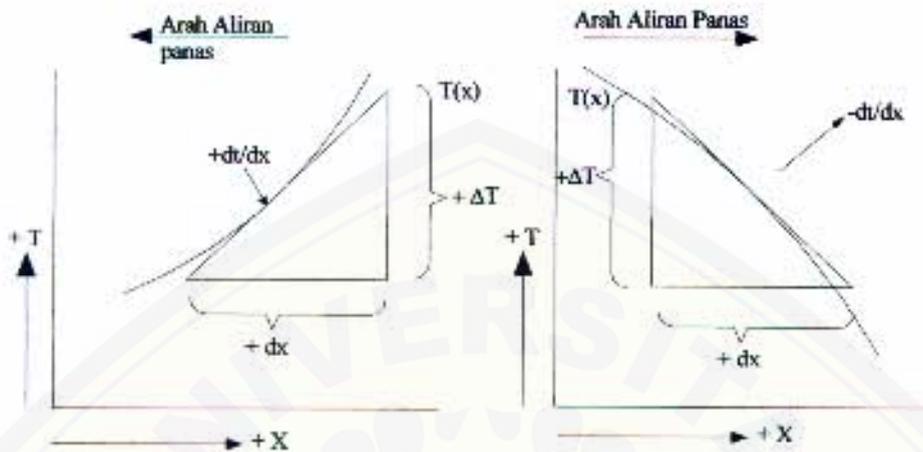
Konduksi adalah proses mengalirnya panas dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam satu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium – medium berlainan yang bersinggungan secara langsung. Dalam aliran panas konduksi, perpindahan panas terjadi karena hubungan molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Konduksi adalah satu – satunya mekanisme yang mana panas dapat mengalir dalam zat perantara. Konduksi penting bila dalam fluida, tetapi di dalam medium yang bukan padat biasanya terbuang dengan konveksi dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi. (Kreith, 1997)

Perpindahan energi yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut. (Holman J.P., 1984)

$$Q_{kd} = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana $\frac{dT}{dx}$ adalah *gradient* suhu dalam arah normal (tegak lurus) terhadap bidang A. Satuan k adalah Btu / hr-ft °F atau W/m-K. Dan A adalah luas permukaan.

Berdasarkan persamaan diatas, untuk menuliskan persamaan konduksi panas dalam bentuk matematik kita harus mengadakan perjanjian tentang tanda. Kita tetapkan bahwa arah naiknya jarak x adalah arah aliran panas positif. Mengingat hukum ke dua Termodinamika panas akan mengalir secara otomatis dari titik yang bersuhu lebih tinggi ke titik yang lebih rendah, maka aliran panas menjadi positif bila gradian suhu negatif.



Gambar 2.1. Sketsa yang melukiskan perjanjian tentang tanda untuk aliran panas konduksi.

2.4.2 Konveksi

Konveksi adalah proses *transport* energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. (Kreith, 1997)

Adapun perpindahan kalor persatuan waktu dalam konveksi persamaannya adalah sebagai berikut. (Holman J.P., 1984)

$$Q_{kv} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan : h = koefisien perpindahan kalor ($W/m^{\circ}C$)

A = Luas permukaan (m^2)

ΔT = Beda suhu sebelum dan sesudah pemanasan ($^{\circ}C$)

2.4.3 Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda – benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda – benda tersebut. (Kreith, 1997)

Suatu masalah radiasi sederhana dapat ditemukan bila kita mempunyai suatu permukaan perpindahan kalor pada suhu T_1 yang seluruhnya terkurung oleh permukaan lain yang jauh lebih luas pada suhu T_2 , dalam hal ini perpindahan kalor yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut. (Holman J.P., 1984)

$$Q_r = \varepsilon \cdot \tau \cdot A \cdot (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan : ε = Emisivitas

τ = Konstanta (W/m^2C (Stefan Bolizman))

A = Luas penampang (m^2)

2.5 Kebutuhan Energi

Berdasarkan analisis keseimbangan energi maka dapat diketahui energi total yang dibutuhkan dalam suatu proses. Energi yang dibutuhkan merupakan jumlah antara energi yang tersimpan dengan energi yang terbuang dalam proses. Berdasarkan hal tersebut diatas dapat dituliskan sebagai berikut :

Energi yang dibutuhkan = Energi yang tersimpan + Energi yang terbuang

$$Q = (Q_{pl} + Q_t) + \text{Rugi kalor} (Q_{kv} + Q_r) \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan : Q_{pl} = Kalor untuk pemanasan biji plastik (watt)

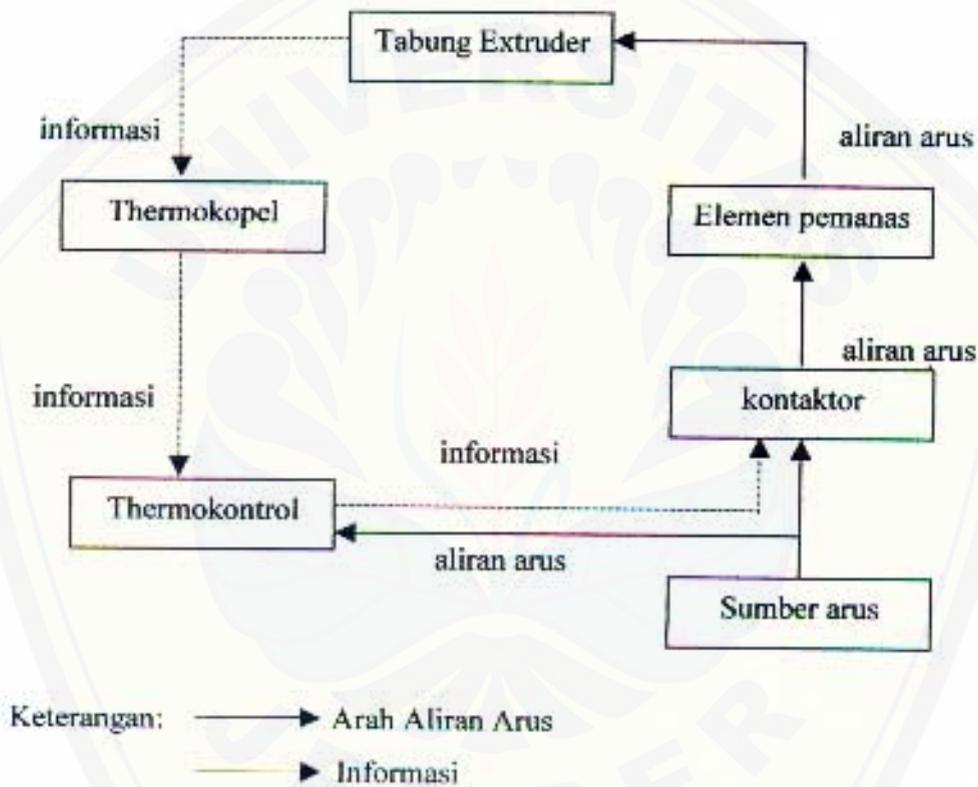
Q_t = Kalor untuk pemanasan tabung (watt)

Q_{kv} = Kalor terbuang secara konveksi (watt)

Q_r = Kalor terbuang secara radiasi (watt)

2.6 Cara Kerja Pemanas Extruder

Diagram blok pemanas *extruder* merupakan diagram yang menggambarkan aliran kerja pemanas *extruder* yang dimulai dari sumber arus sampai dengan pembaca suhu.



Gambar 2.2 Diagram blok pemanas extruder

Pada saat listrik dalam keadaan on (hidup) maka elemen pemanas akan bekerja dan thermokopel akan memberikan informasi kepada thermokontrol berapa besar suhu dalam ruang pemanas, jika besar suhu dalam ruang pemanas sudah sesuai dengan yang dikehendaki maka thermokontrol akan memberikan sinyal kepada kontaktor untuk selanjutnya kontaktor akan memutus arus listrik sehingga proses

pemanasan akan berhenti, dan kontaktor akan menyambungkannya kembali jika suhu dalam ruang pemanas sudah mulai turun, sehingga proses pemanasan akan mulai lagi. Seluruh proses kerja pemanas extruder, tersusun dari beberapa komponen kelistrikan yaitu MCB 50 A, Thermocontrol, Thermokopel, Kontaktor, Motor listrik 4 HP. Komponen tersebut dipasang berdasarkan keperluan kerja pemanas, diharapkan panel bekerja baik guna kelancaran proses pemanasan tabung extruder sesuai diagram blok pemanas extruder tersebut diatas.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem pemanas ekstruder ini antara lain :

- 1) Gerinda Tangan
- 2) Mesin Bor
- 3) Mistar Siku
- 4) Gergaji Tangan
- 5) Jangka Sorong
- 6) Meteran Gulung
- 7) Gunting Plat
- 8) Ragum
- 9) Kikir
- 10) Motor AC 4 HP
- 11) Kunci pas
- 12) Cetakan

3.1.2 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang diperlukan antara lain

- 1) Thermokontrol
- 2) Glass Whool
- 3) Thermokopel
- 4) Plat Almuninum
- 5) Penyekat (cincin keramik)
- 6) MCB 3 fase 50A
- 7) Gibsum



- 8) Elemen Pemanas / Kawat Nikelin
- 9) Kontaktor
- 10) Kabel
- 11) Terminal Arus.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Studi Lapangan

Dalam perancangan dan pembuatan pemanas ekstruder ini, terlebih dahulu dilakukan survey di lapangan mengenai proses sistem pemanas pada ekstruder untuk mendapatkan hasil cetakan plastik yang baik.

3.2.2 Studi Literatur

Mencari literatur sebagai penunjang dan referensi dalam perancangan dan pembuatan pemanas ekstruder.

3.2.3 Waktu

Pelaksanaan kegiatan proyek akhir dilaksanakan kurang lebih selama satu semester terhitung sejak bulan yang ditetapkan yaitu mulai juli bulan sampai desember 2006.

3.2.4 Tempat

Proses Perancangan dan Pembuatan sistem pemanas ekstruder dilakukan dengan menggunakan peralatan pada Laboratorium Las, dan Laboratorium Kerja Bangku dan Plat Program Studi Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

3.3 Metode Pelaksanaan

Didalam pelaksanaan pembuatan dan perancangan sistem pemanas ekstruder, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

3.3.1 Perencanaan dan perancangan

Dari studi lapangan dan studi pustaka tersebut dapat direncanakan bahan yang akan diperlukan dalam pembuatan system pemanas dan pengontrolan suhu secara otomatis, adapun sistem yang direncanakan meliputi :

- a. Letak elemen pemanas
- b. Letak penempatan termokopel sebagai pengontrol suhu
- c. Gypsum sebagai media perekat elemen pemanas yang dililitkan pada tabung ekstruder
- d. Glass wool sebagai media penghambat laju rugi panas
- e. Sistem pengontrolan suhu secara otomatis
- f. Besar tenaga listrik yang digunakan.

3.3.2 Proses Manufaktur

Setelah proses perencanaan selesai maka dilakukan proses pembuatan alat, baik secara manual maupun secara proses pemesinan. Pada proses manufaktur juga diikuti proses perakitan, adapun tahapan dari proses tersebut adalah :

- a. Perancangan dan pembuatan elemen pemanas sesuai perhitungan
- b. Pemasangan elemen pemanas pada dinding tabung ekstruder dan pemasangan termokopel sebagai alat pengontrol suhu pada tabung ekstruder sesuai rancangan
- c. Pelapisan gypsum sebagai perekat elemen pemanas dan pemasangan lapisan glass wool untuk isolator panas sesuai dengan rancangan
- d. Perakitan komponen elektronika pada sistem pemanasan dan isolator panas pada ekstruder yang siap digunakan.

A. Perancangan Dan Pembuatan Elemen Pemanas Sesuai Perhitungan

1). Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

- a. Kawat nikelin diameter 0,6 ($\rho = 3,668 \Omega/m$)
- b. Cincin keramik sebagai isolator

2). Alat

Alat yang digunakan adalah :

- a. Gunting kawat
- b. Avometer

3). Cara pembuatan

- a. Memotong kawat nikelin yang sudah disediakan sesuai perhitungan kebutuhan penggunaan elemen pemanas, adapun perhitungannya pada lampiran A.2.
- b. pemanas mula dibuat sesuai perhitungan
- c. Pemanas utama tersusun dari dua elemen pemanas yang sama sesuai perhitungan pada lampiran.
- d. Kawat yang sudah dipotong sesuai kebutuhan digulung melingkar berbentuk lingkaran kecil, usahakan gulungannya rapi dengan kerenggangan yang sama antara sebelum dan sesudahnya.
- e. setelah proses tersebut diatas selesai, elemen pemanas tersebut dibungkus cicin keramik sebagai isolator panasnya.

B. Pemasangan Elemen Pemanas Pada Dinding Tabung Extruder dan Pemasangan Termokopel Sebagai Sensor Suhu Pada Tabung Extruder Sesuai Rancangan

1). Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

- a. Elemen pemanas siap pakai sesuai rancangan yang diinginkan
- b. Daya 5250 watt.

2). Alat

Alat yang digunakan adalah :

- a. Tang
- b. Kabel
- c. Avometer
- d. Solder listrik

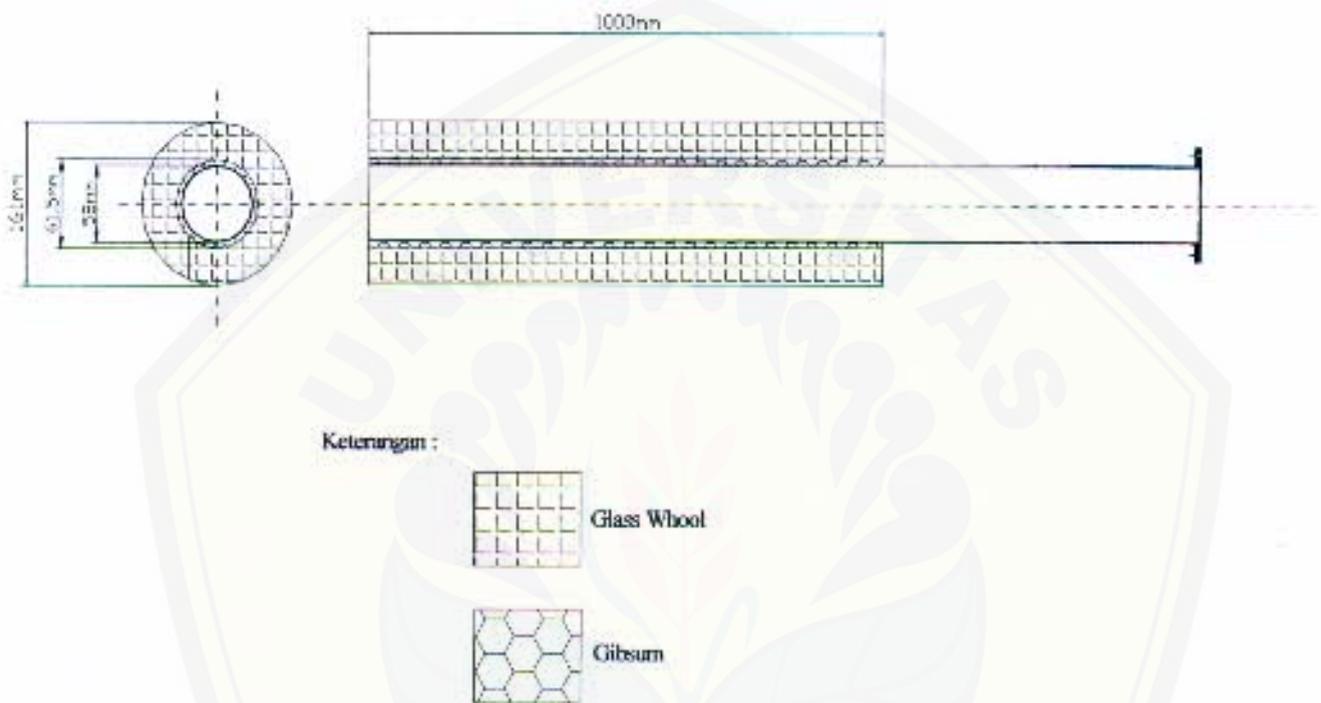
3). Cara pemasangan :

- a. Membersihkan terlebih dahulu tabung extruder dari kotoran-kotoran yang menempel kemudian sedikit lumasi permukaan tabung dengan oli supaya terhindar dari karat

- b. Mengebor bagian ujung tabung ekstruder hanya sampai pada diameter dalam ruang tabung
- c. Memasang elemen pemanas pada permukaan tabung ekstruder, pada proses pemasangan elemen pemanas harus benar-benar berada pada dudukan melingkar pada tabung dengan tepat. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perubahan posisi elemen pemanas pada saat proses pemanasan berlangsung
- d. Menghubungkan bagian ujung elemen pemanas (AC) dengan kabel yang kemudian dihubungkan pada rangkaian komponen elektronika
- e. Termokopel diletakkan pada ujung tabung ekstruder yang sudah dibor usahakan tepat pada diameter dalam ruang tubung dengan tujuan memudahkan dalam mendeteksi suhu disekitar ruang.

C. Pelapisan Gypsum Sebagai Perekat Elemen Pemanas dan Pemasangan Lapisan Glass Whool Untuk Isolator Panas Sesuai Dengan Rancangan

Bentuk pelapisan gipsium dan glass whool pada dinding bagian luar permukaan tabung yang direncanakan adalah seperti gambar berikut :



Gambar. 3.1 Konstruksi pemasangan Gypsum dan Glass Whool

1). Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

- a. Gypsum dan glass whool
- b. Plat almunium tebal 1mm sebagai penyekat luar
- c. Pengikat

2). Alat

Alat yang digunakan adalah :

- a. Gergaji
- b. Gunting plat

- c. Avometer
 - d. Peralatan cetak
 - e. Alat ukur (meteran)
- 3). Cara pemasangan
- a. Memasang elemen pemanas pada permukaan tabung terlebih dahulu
 - b. Campur gipsun dengan air secukupnya, usahakan jangan terlalu encer untuk mempermudah pemasangan
 - c. Tuangkan campuran pada elemen pemanas yang sudah terpasang, gunakan cetakkan untuk mempermudah pembentukan agar sesuai dengan permukaan tabung dengan tebal pelapisan 1,5-3 cm.
 - d. Setelah gipsun benar-benar kering, mulailah pelapisan glass wool sesuai rancangan yaitu dengan ketebalan pelapisan 10 cm
 - e. Setelah glass wool terpasang selanjutnya lapisan terluar ditutup lagi dengan plat aluminium tebal 1 mm kemudian kunci menggunakan pengikat yang sudah disediakan sebelumnya serapat mungkin.

D. Perangkaian Kelistrikan Sistem Pemanas Extruder

1). Bahan

Adapun bahan yang digunakan antara lain :

- a. Kabel
- b. Elemen pemanas listrik dengan daya 5250 watt
- c. Termokontrol
- d. Termkopel
- e. Pelindung kabel dari panas
- f. MCB 3 fase 50 ampere
- g. Kontaktor
- h. Lampu indikator

2). Alat

Alat yang digunakan antara lain :

- a. Gunting
- b. Avometer
- c. Tespen
- d. Solder listrik
- e. Obeng

3). Proses perakitan

- a. Mempersiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan selama proses perakitan
- b. Memotong kabel sesuai kebutuhan
- c. Rakit komponen elektronika secara benar supaya bekerja optimal dalam berlangsungnya proses pemanasan
- d. Perhatikan kerja termokopel sebagai indikator terhadap termokontrol, pastikan dapat bekerja dengan baik.

3.3.3 Pengujian alat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem pemanas ekstruder secara keseluruhan, apakah sistem pemanas tersebut telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan yaitu pemanas mampu menghasilkan suhu 250-300 °C. adapun pengujian yang dilakukan meliputi :

- a. Tahapan Pengujian Alat (sebelum biji plastik dimasukkan)
 - 1). Pemanas dihidupkan (on), kemudian plastik dimasukkan ke corong
 - 2). Motor digerakan setelah plastik yang dimasukkan sudah mencair merata dan menggerakkan ulir pada tabung ekstruder secara normal
 - 3). Thermokopel, termokontrol dan kontaktor telah bekerja
 - 4). Suhu dikontrol melalui termokontrol
 - 5). Biji plastik masuk kemudian dipanaskan.

b Indikator Keberhasilan

- 1). Suhu dapat dikontrol secara otomatis melalui thermokontrol
- 2). Suhu yang bekerja dapat mencapai 250-300 °C
- 3). Plastik yang keluar dari ujung (*nozle*) extruder dalam keadaan cair secara merata.

3.3.4 Penyempurnaan Alat

Penyempurnaan alat dilakukan apabila terdapat masalah atau kekurangan pada perancangan dan pembuatan pemanas extruder. Sehingga dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perancangan yang dilakukan.

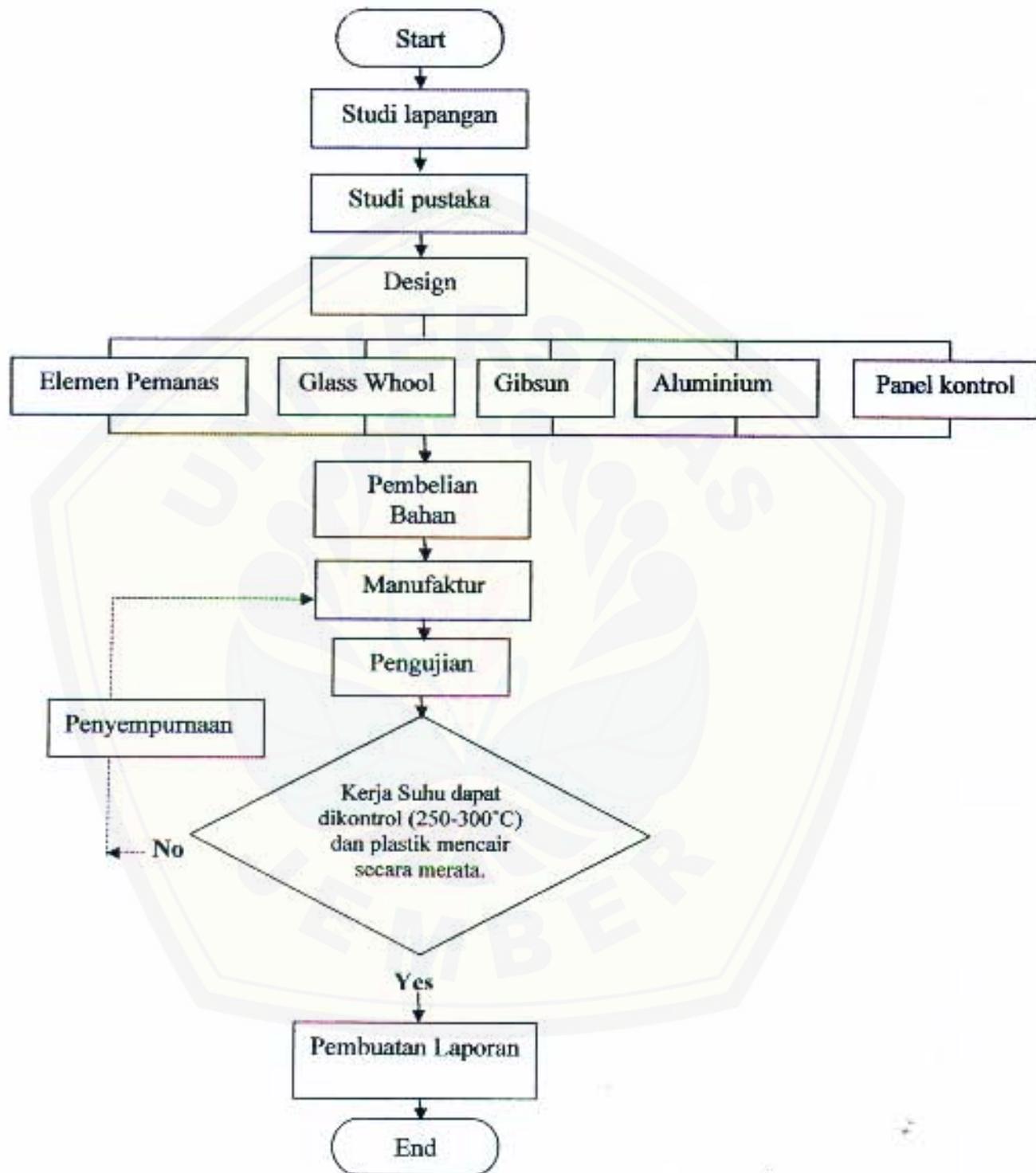
3.3.5 Pembuatan Laporan Akhir

Pembuatan laporan proyek akhir dilakukan secara bertahap dari awal perancangan, pembuatan sampai dengan selesai.

3.4 Diagram alir perencanaan pemanas extruder.

Diagram alir perencanaan ini dibuat untuk mengetahui suatu sistem pengerjaan sekaligus pemecahan permasalahan dalam perancangan dan pembuatan sistem pemanas pada extruder. Adapun diagram alir dari perancangan dan pembuatan pemanas (*heater*) extruder pada mesin cetak tekan plastik ini adalah :





Gambar 3.4 Diagram alir perencanaan

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perencanaan dan perhitungan yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan :

- a. Waktu yang dibutuhkan selama proses pemanasan plastik ternyata lebih lama dibandingkan dengan hasil perancangan, waktu menurut perancangan adalah 20,6 menit. Sedangkan waktu aktual yang diperoleh ± 1 jam
- b. Elemen pemanas yang digunakan untuk menghasilkan temperatur sampai 300 °C memiliki daya total 5.250 watt. Pemanas mula tersusun dari elemen pemanas berdaya 1.750 watt dan elemen pemanas utama 3.500 watt.
- c. Dari hasil perencanaan diperoleh rugi panas 71,431 watt dengan perencanaan daya 1.192,9 watt.
- d. Termokontrol digunakan sebagai pengontrol suhu yang diinginkan agar tetap konstan dengan range 298 sampai 302 °C, sedangkan termokopel sebagai pembaca suhu.
- e. Pada pengukuran suhu menggunakan 2 pengukuran, temperatur pengukuran 1 pada ujung nozle dan temperatur pengukuran 2 diletakkan beberapa centimeter setelah corong.



5.2 Saran

Dalam perancangan dan pembuatan sistem pemanas (*heater*) ekstruder masih terdapat hal-hal yang perlu disempurnakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan maksimal dalam redesain atau pembuatan yang selanjutnya yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Untuk mengurangi kerugian panas, maka lapisan isolator panas harus direncanakan dengan seefisien mungkin
- b. Untuk memperoleh waktu proses pemanasan plastik yang lebih baik, sebaiknya diperhatikan posisi pemasangan dan perancangan elemen pemanas, agar elemen pemanas tersebut dapat menghasilkan panas yang merata sampai pada ujung nozzle.

DAFTAR PUSTAKA

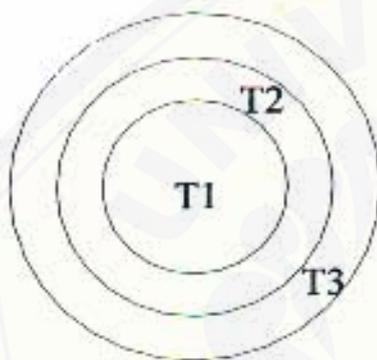
- Holman, JP. 1984. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Jones Marton, D.H. 1994. *Polymer Processing*. Jakarta: Erlangga.
- Kreith Frank. 1997. *Perindahan panas Edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
- Mismail Budiona. 1995. *Rangkain Listrik*. Bandung.
- Nieman G. 1999. *Elemen Mesin*. Jakarta: Erlangga.
- Pitts Donal, R. 1987. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Sumanto, M.A. Drs. 1994. *Pengetahuan Bahan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sunggono , K.H. 1995. *Buku Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Van Vlack Lawrence, H. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta : Erlangga.
- Zemansky. 1994. *Fisika*. Jakarta: Bina Cipta.

LAMPIRAN A. PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

A.1 Kalor untuk pemanasan bahan

A.1.1 Menentukan panas sensible

Panas sensible merupakan panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur plastik. Besar panas sensible dapat dihitung sebagai berikut :



Keterangan :

T1 = Suhu dalam tabung

T2 = Suhu elemen pemanas

T3 = Suhu lapisan luar (glass wool)

Diketahui : $\dot{m}_p = 0,005 \text{ Kg/s}$ (Wahyudi,2003) $T_2 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta T = 274 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_p = 55,8 \text{ Kg/J }^\circ\text{C}$ $T_1 = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

Penyelesaian $Q_s = \dot{m}_p \cdot c_p \cdot \Delta T$

$= 0,005 \text{ Kg/s} \cdot 55,8 \text{ Kg/J }^\circ\text{C} \cdot 274 \text{ }^\circ\text{C}$

$= 76,446 \text{ watt}$

maka panas sensible plastik membutuhkan daya 76,446 watt.

A.1.2 Menentukan panas laten

Panas laten merupakan panas yang diserap oleh plastik untuk merubah fase dari padat kecair. Besar panas laten dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui : $m_p = 0,005 \text{ Kg/s}$
 $l_p = 209 \text{ Kg/J (Jones Marton, 1994)}$

Penyelesaian : $Q_l = m_p \cdot l_p$
 $= 0,005 \text{ Kg/s} \cdot 209 \text{ Kg/J}$
 $= 1.045 \text{ watt}$

maka panas laten plastik membutuhkan daya 1.045 watt.

jadi panas untuk plastik kerseluruhan

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{sensibel}} + Q_{\text{laten}}$$

$$= 76,446 \text{ watt} + 1.045 \text{ watt}$$

$$= 1.121,446 \text{ watt.}$$

A.2 Rugi kalor

$$Q_{\text{konduksi}} = Q_{\text{konveksi}} + Q_{\text{radiasi}}$$

$$\frac{2\pi k l (T_2 - T_3)}{\ln(r_2 / r_1)} = 2\pi r_2 h l (T_3 - T_a) + \epsilon \cdot \tau \cdot 2\pi r_2 l (T_3^4 - T_a^4)$$

diketahui : $k = 0,038 \text{ w/m } ^\circ\text{C (Holman, 1984)}$

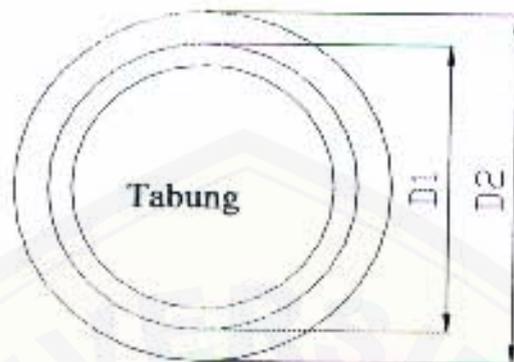
$$h = 6,5 \text{ w/m } ^\circ\text{C (Holman, 1984)}$$

$$\epsilon = 0,23 \text{ (Holman, 1984)}$$

$$\tau = 5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ (Holman, 1984)}$$

$$r_1 = \sqrt[2]{V_1} = 26 \text{ mm (Pemanas)}$$

$$r_2 = \sqrt[2]{V_2} = 20 \text{ mm (Glass Whool)}$$



$$\frac{k \cdot (T_2 - T_3)}{\ln(r_2 / r_1)} = r_2 \cdot h \cdot (T_3 - T_\infty) + \epsilon \cdot \pi \cdot r_2 \cdot (T_3^4 - T_\infty^4)$$

$$\frac{(0,038 \text{ w/m}^\circ\text{C})(300 - T_3)}{\ln(50/32)} = (50 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 6,5 \text{ w/m}^\circ\text{C}) \cdot (T_3 - T_\infty) + (0,23 \cdot 5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ w/mK}^4)(50 \cdot 10^{-3} \text{ m})(T_3^4 - T_\infty^4)$$

$$(0,0152 \text{ w/m}^\circ\text{C}) \cdot (300 - T_3) = (0,325 \text{ w/m}^\circ\text{C}) \cdot (T_3 - 30) + (6,520 \cdot 10^{-10} \text{ w/m}^2\text{K}^4) \cdot (T_3^4 - 0^4)$$

$$(29,825) - (0,1193 T_3) = (0,286 T_3) - (8,58) + (5,7377 \cdot 10^{-10} T_3^4) - (4,836)$$

$$4,56 + 9,75 + 5,62 = (0,325 T_3) + (0,0152 T_3) + (6,520 \cdot 10^{-10} T_3^4)$$

$$19,93 = (0,3402 T_3) + (6,520 \cdot 10^{-10} T_3^4)$$

$$T_3 = 65^\circ\text{C}$$

Jadi suhu pada permukaan lapisan luar = 65°C

Setelah suhu pada permukaan lapisan luar diketahui, maka Q_{ruji} dapat dicari dengan cara :

$$Q_{\text{ruji}} = Q_{\text{konveksi}} + Q_{\text{radiasi}}$$

$$= 2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot h \cdot l \cdot (T_3 - T_\infty) + \epsilon \cdot \tau \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot l \cdot (T_3^4 - T_\infty^4)$$

$$= \{(2) \cdot (3,14) \cdot (50 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot (6,5 \text{ w/m}^\circ\text{C}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (65 - 30)\} +$$

$$\{(0,23) \cdot (5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \text{K}^4) \cdot (2) \cdot (3,14) \cdot (50 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (65^4 - 30^4)\}$$

$$= 71,43 \text{ watt} + 6,9 \cdot 10^{-4} \text{ watt}$$

$$= 71,431 \text{ watt}$$

Jadi rugi panas secara konveksi dan radiasi adalah 71,431 watt.

A.3 Perencanaan Daya

Daya yang dibutuhkan = daya tersimpan + daya terbangun

$$\begin{aligned} Q &= Q \text{ pemanasan plastik} + Q \text{ rugi} \\ &= 1.121,446 \text{ watt} + 71,431 \text{ watt} \\ &= 1.192,9 \text{ watt.} \end{aligned}$$

A.4 Perencanaan Penggunaan Bahan

A.4.1 Bahan yang digunakan

- 1) Pipa baja dengan panas jenis $447 \text{ Kg/J}^\circ\text{C}$ (Niemann, 1994) dengan diameter dalam 55 mm dan panjang 1000 mm.
- 2) Glass Whool sebagai isolasi panas
- 3) Kawat nikelin sebagai elemen pemanas
- 4) Gypsum sebagai perekat elemen pemanas ($0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)
- 5) Plat aluminium sebagai lapisan terluar penghambat panas.

A.4.2 Bahan yang dipanaskan :

Plastik HDPE dengan panas jenis $55,8 \text{ Kg/J}^\circ\text{C}$ (Jones Marton, 1994)

A.5 Perencanaan Elemen pemanas

Daya yang digunakan 1750 watt

A.5.1 Perhitungan pemanas mula

- 1) menentukan kuat arus (I)

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{1750}{220} = 7,9 \text{ Ampere}$$

2) menentukan tahanan (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{220 \text{ volt}}{7,9 \text{ Ampere}} \\ &= 27,8 \Omega \end{aligned}$$

3) menentukan panjang kawat (L)

$$\begin{aligned} L &= \frac{R}{\rho} \\ &= \frac{27,8 \Omega}{3,668 \Omega/m} \\ &= 7,6 \text{ meter.} \end{aligned}$$

A.5.2 Perhitungan pemanas utama

Pemanas utama terdiri dari dua elemen pemanas dengan daya dan panjang yang sama masing-masing 1.750 watt yang rangkaianannya tersambung paralel sehingga daya yang dihasilkan untuk elemen pemanas utama adalah 3.500 watt.

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan daya pemanas utama} &= 1.750 + 1.750 \\ &= 3.500 \text{ watt} \end{aligned}$$

maka daya yang digunakan pada elemen pemanas utama adalah 3.500 watt dengan panjang kawat yang dibutuhkan 15,2 meter.

A.5.3 Perhitungan Temperatur Elemen pemanas



$$Q_{\text{total}} = \frac{T_2 - 300}{\frac{\ln(r_1 - r_0)}{2\pi k_1 l} + \frac{\ln(r_2 - r_1)}{2\pi k_2 l}}$$

$$1.121,446 = \frac{T_2 - 300}{\frac{\ln(30 - 35)}{2.3,14.0,038.1.233,3} + \frac{\ln(30,1 - 30)}{2.3,14.0,038.2.228}}$$

$$1.121,446 = \frac{2\pi(T_2 - 300)}{\frac{0,034}{56} + \frac{0,00332}{114}}$$

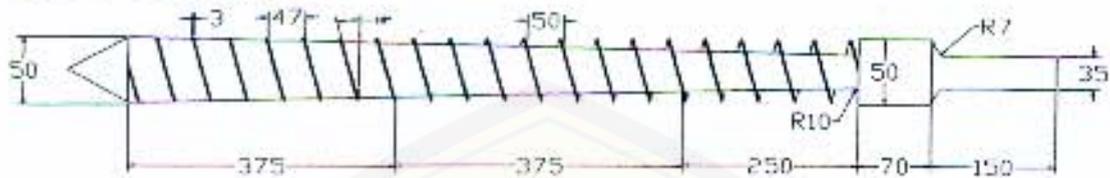
$$1.121,446 = \frac{6,28(T_2 - 300)}{6,1 \cdot 10^{-4} + 2,37 \cdot 10^{-3}}$$

$$\frac{1.121,446 \cdot 2,98 \cdot 10^{-3}}{6,28} = (T_2 - 300)$$

$$\frac{3,34}{6,28} = (T_2 - 300)$$

$$T_2 = 300,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Screw extruder



A.6 Waktu untuk pemanasan

A.6.1 Mencari volume screw

Diketahui : jumlah ulir = 20 (perencanaan)

D ulir = 50 mm

H ulir = 62 mm

Tebal ulir = 3 mm

Sudut ulir (α) = 18°

Panjang ulir = $(50 / \cos 18) \cdot 2 \cdot 20$

= 2104 mm

= 2,1 m

V screw = (panjang ulir) . (h ulir) . (tebal ulir)

= 2104 mm . 62 mm . 3 mm

= 391,344 mm³

= 0,39 liter

A.6.2 Mencari volume poros screw

V poros screw = $1/3 \cdot \pi \cdot (r^2 + (r \cdot R) + R^2) \cdot L$

= $1/3 \cdot 3,14 \cdot (15^2 + (15 \cdot 25) + 25^2) \cdot 1000$

$$= 1.282.166,6 \text{ mm}^3 = 1,282 \text{ liter}$$

$$V \text{ ujung screw} = 1/3 \cdot A \cdot l$$

$$= 1/3 \cdot (3,14 \cdot 25^2) \cdot 50$$

$$= 32.708 \text{ mm}^3 = 0,033 \text{ liter}$$

$$\text{Volume screw total} = 0,39 + 1,282 + 0,033 = 1,706 \text{ liter}$$

A.6.3 Mencari volume isi tabung

$$\text{Diketahui : } r = 25 \text{ mm}$$

$$l = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{\text{tabung}} = \pi \cdot r^2 \cdot l$$

$$= 3,14 \cdot 25^2 \cdot 1000$$

$$= 1.962.500 \text{ mm}^3$$

$$= 1,9625 \text{ liter}$$

$$V_{\text{tabung}} = 1,9625 - 1,706 = 0,2565 \text{ liter}$$

Jadi volume tabung maksimum untuk diisi plastik adalah 0,2565 liter = 141,6 g = 0,0141 kg (1 liter plastik = 550 g)

A.6.4 Mencari volume tabung

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (D_1^2 - D_2^2) \cdot l}{4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (28^2 - 20^2) \cdot 1000 \text{ mm}}{4}$$

$$= 678.240 \text{ mm}^3$$

A.6.5 Mencari massa tabung

$$m_t = \rho \cdot V_1$$

$$= 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ Kg/mm}^3 \text{ (Sears Zemansky, 1994)} \cdot 678.240 \text{ mm}^3$$

$$= 5,3 \text{ Kg}$$

A.6.6 Mencari panas untuk tabung

$$\begin{aligned} Q &= m_t \cdot c_t \cdot \Delta T (T_3 - T_\infty) \\ &= 5,3 \text{ Kg} \cdot 447 \text{ Kg/J}^\circ\text{C} \text{ (Niemann, 1999)} \cdot 274 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 649.133,4 \text{ watt.} \end{aligned}$$

A.6.7 Mencari massa screw

$$\begin{aligned} M_s &= \rho \cdot V_s \\ &= 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ Kg/mm}^3 \text{ (Sears Zemansky, 1994)} \cdot 1.706.219 \text{ mm}^3 \\ &= 13,39 \text{ Kg} \end{aligned}$$

A.6.8 Mencari panas sensibel untuk screw

$$\begin{aligned} Q &= m_s \cdot c_s \cdot \Delta T (T_3 - T_\infty) \\ &= 13,39 \text{ Kg} \cdot 447 \text{ Kg/J}^\circ\text{C} \cdot 274 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 1.640.447,8 \text{ watt.} \end{aligned}$$

A.6.9 Mencari panas sensibel plastik

$$\begin{aligned} Q &= m_p \cdot c_p \cdot \Delta T \\ &= 0.146 \text{ Kg/s} \cdot 55,8 \text{ Kg/J}^\circ\text{C} \cdot 274^\circ\text{C} \\ &= 2232,2 \text{ watt.} \end{aligned}$$

A.6.10 Mencari panas laten plastik

$$\begin{aligned} Q &= m_p \cdot l_p \\ &= 0.146 \text{ Kg/s} \cdot 209 \text{ Kg/J}^\circ\text{C} \\ &= 30,5 \text{ watt.} \end{aligned}$$

A.6.11 Mencari energi untuk menaikkan suhu plastik

$$E_a = Q \text{ tabung} + Q \text{ screw} + Q \text{ sensible plastik} + Q \text{ laten plastic}$$

$$= 649.133,4 + 1.640.447,8 + 2232,2 + 30,5$$

$$= 2.291.843,93 \text{ Joule}$$

Jadi pemanasan awal membutuhkan energi 2.291.843,93 Joule.

A.6.12 Mencari waktu untuk pemanasan awal

$$\begin{aligned} T &= \frac{E_a}{\text{Dayalistrik} - Q_{\text{rugi}}} \\ &= \frac{2.291.843,93 \text{ Joule}}{1.750 \text{ watt} - 71,431 \text{ watt}} \\ &= 1.238,19 \text{ s} = 20,6 \text{ menit} \end{aligned}$$

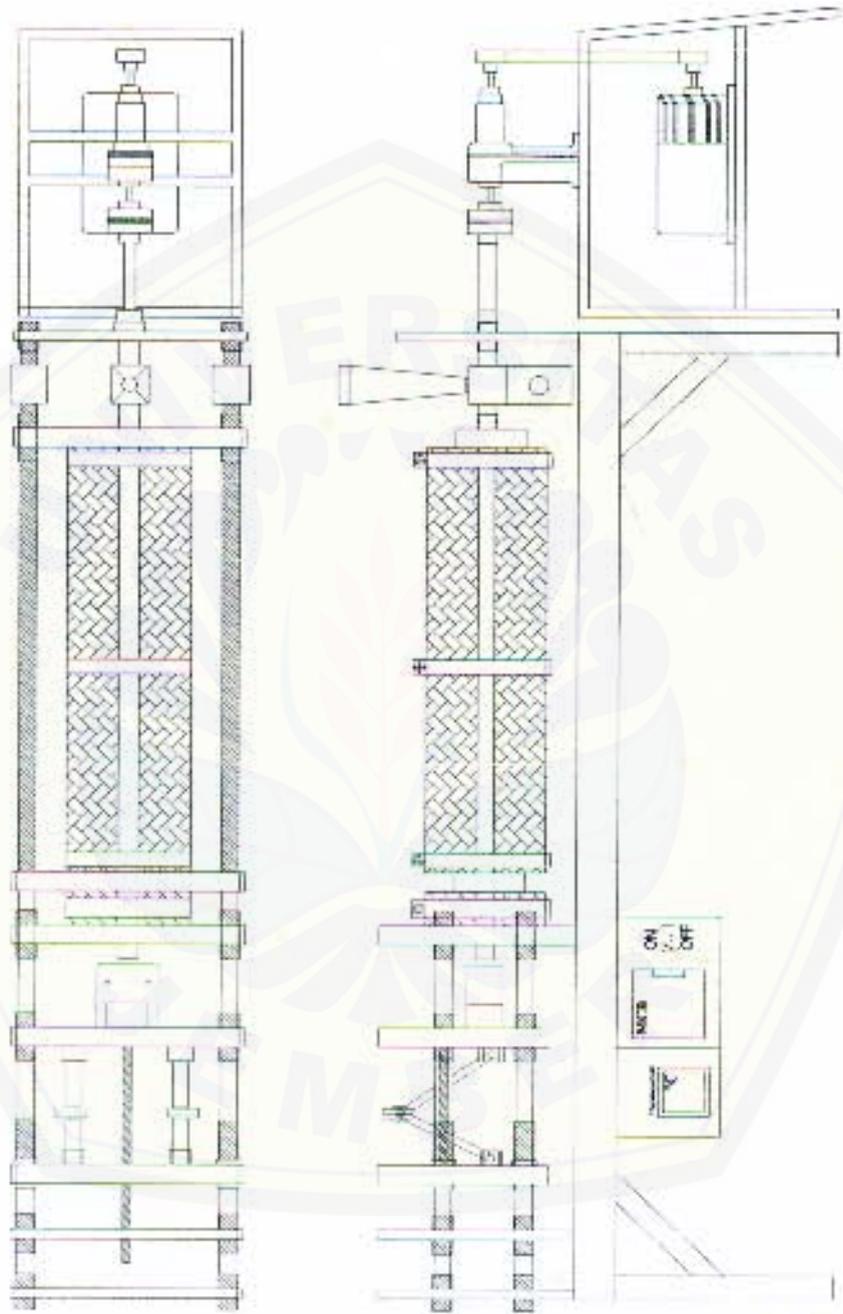
Jadi pemanasan awal yang dilakukan membutuhkan waktu 20.6 menit.

Tabel.B.3 Emisivitas Total Normal Berbagai Permukaan

Tabel.C. Emisivitas Total Normal Berbagai Permukaan

Permukaan	T, °F	Emisivitas ϵ
<i>Logam dan oksida logam</i>		
Aluminium		
Plat dipan mengkilap, 98,3% murni	440-1070	0,029-0,037
Lambatan korrosi	212	0,09
Sangat teroksidasi	229-940	0,20-0,31
Atap berpermukaan Al	100	0,216
Kuningan:		
Dipan (poles) mengkilap		
73,2% Cu, 26,7% Zn	478-674	0,028-0,031
62,4% Cu, 36,8% Zn, 0,4% Pb, 0,3% Al	494-710	0,033-0,037
62,9% Cu, 17,0% Zn	530	0,030
Diroli kasar, dipan, tetapi arah ujung keblatan	70	0,038
Plat pudar	120-660	0,22
Krom (lihat pedoman mikel untuk baja Ni-Cr, dipan)	100-2000	0,08-0,36
Terbaga:		
Dipan (poles)	242	0,023
Plat, dipan dan lama, tertutup lapisan tebal oksida	212	0,062
	77	0,78
Emas, murni, dipan (poles) mengkilap	440-1160	0,018-0,035
Besi dan baja (kecuali bahan-karat):		
Baja, dipan	212	0,066
Besi, dipan	800-1880	0,14-0,38
Besi tuang, baru dibubut	72	0,44
dibubut dan dipanaskan	1620-1810	0,60-0,70
Baja lunak	450-1980	0,20-0,32
Permukaan teroksidasi:		
Plat besi, dilasam, berkarat merata	68	0,61
Besi, permukaan abu-abu gelap	212	0,31
Besi batangan kasar	1700-2040	0,67-0,86
Baja lambaran dengan lapisan oksida kasar	75	0,80
Timbal:		
Tak teroksidasi, 99,96% murni	200-440	0,037-0,075
Teroksidasi abu-abu	78	0,38
Teroksidasi pada 300° F	390	0,63
Magnesium, magnesium oksida	590-1620	0,55-0,20
Molibden:		
Filamen	1340-4700	0,096-0,202
Masif, dipan	212	0,071
Logam Wolof, teroksidasi pada 1110° F	390-1110	0,41-0,48
Nikel:		
Dipan	212	0,072
Nikel oksida	1200-2250	0,59-0,86
Paduan nikel:		
Terbaga nikel, dipan	212	0,069
Kawat nicrom, cerah	120-1830	0,66-0,79
Kawat nicrom, teroksidasi	120-830	0,95-0,98
Platina, plat dipan, murni	440-1160	0,024-0,104
Pesek:		
Dipan, murni	440-1160	0,020-0,032
Dipan	100-700	0,022-0,031
Baja tahan-karat:		
Dipan	212	0,074
Dipan	450-1725	0,64-0,63

Tampak Atas



Skala : 1:2

Satuan : mm

Tanggal : 5-6-07

Digambar : Diesta

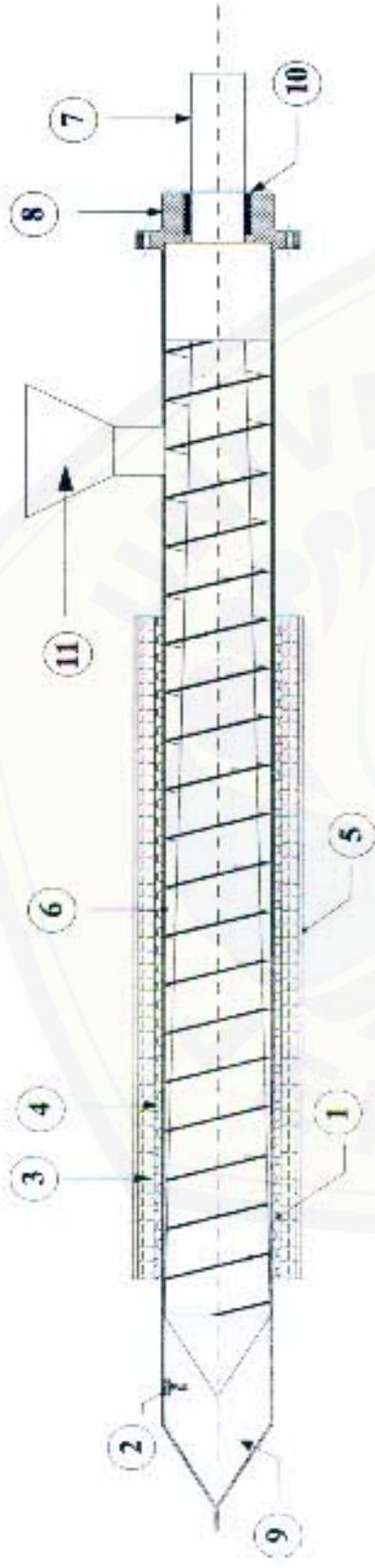
Nim : 031903101108

Dilatih: Muli Nurkoyan

TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS JEMBER

MESIN EXTRUDER

A4



11	1	Corong	Aluminium
10	1	Ramplas	Perunggu
9	1	Nozle	ST 42-1
8	1	Ramah Bantian	ST 50-2
7	1	Serac Extrude	ST 50-2
6	1	Tahang Extruder	ST 37
5	1	Plat Aluminium	Aluminium
4	1	Perekat (Gibson)	Gibson
3	3	Glass Wool	Glass Wool
2	1	Termokopel	
1	2	Elemen Pemanas	Nibelin
NO	JML.	NAMA BAGIAN	BAHAN

KETERANGAN	
Dibuat: Dresta	
NIM: 031903101108	
Tanggal: 8-Juni-2007	
Dilhat: Mub, Nurkboyah	

TERNIK MESIN
 UNIVERSITAS JEMBER
Sistem Pemanas Extruder
 Quarto

1



2

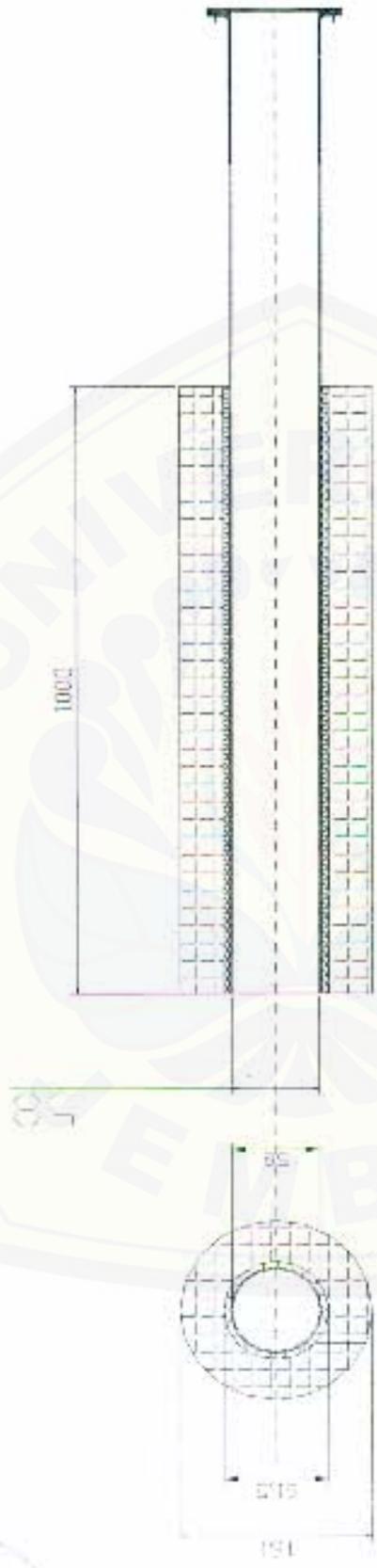


Tampak Depan

Tampak Samping

2	1	Termokopel			
1	1	Elemen Pemanas	Nikelin		
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN	KETERANGAN	
				Skala : Satuan : mm Tanggal : 8-Juni-2007 Disibat: Muh. Nurkhotim	
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER		Sistem Pemanas Extruder		Quano	

3



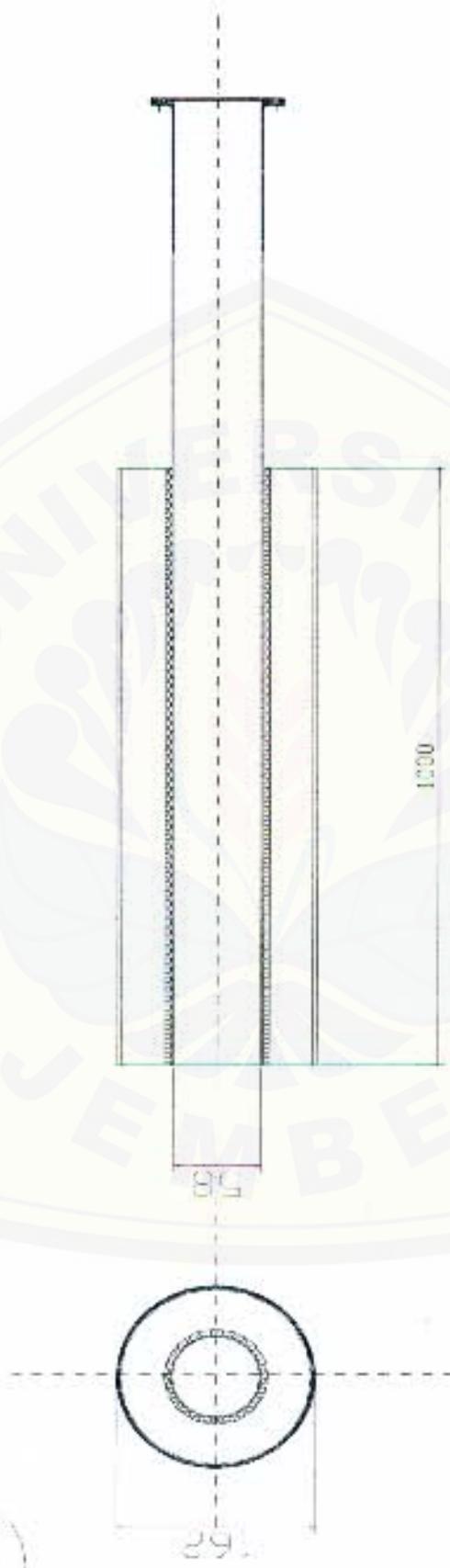
3	Gelas Wheel		
NO. DOK.	NAMA BAGIAN	BAHAN	KETERANGAN
	Scale : 2 : 1	Digambar : Dwidz	
	Skala : mm	NOMOR DESAIN : 101/08	
	Tanggal : 8-Juni-2007	Dibuat : Muk. Nurhoyir	
		Sistem Pemanas Extruder	
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER		Quuco	

4



No	Revisi (Jika ada)	NAMA BAGIAN	BAHAN	KETERANGAN
	NO JWB			
		Suda : 2.1 Skala : mm Tanggal : 4-Juni-2017	Dipambari Denda NIM 05190161106 Dilarik Nita Nurhidayah	
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER			Sistem Pemaman Extruder	Q000

5



5	Fig. No/urutan	Aluminium	KETERANGAN
NO. JMBL.	NAMA BAGIAN	BABAN	
		Dipemberi Data	
		NIM : 051902101108	
		Tanggal : 8-Jus-2007	
		Dibuat Oleh : Nurhoyana	
		Sistem Pemanas Extruder	
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER		Qaseo	

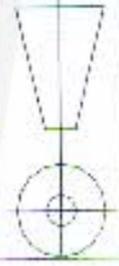
6

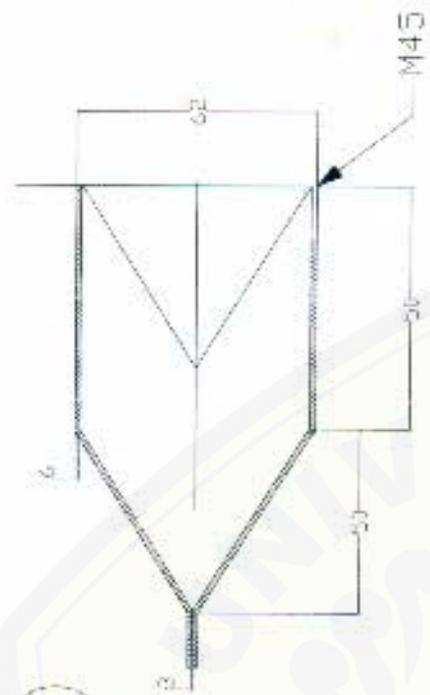


7

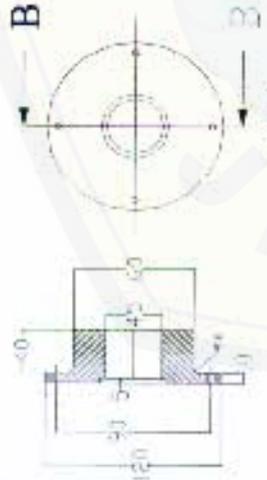


7	1	Screw Extruder	ST 42-1		
6	1	Tabung Extruder	ST 37		
NO	JML	NAMA BAGIAN	BAHAN	KETERANGAN	
		Skala : 1 : 1	Digambar: Diesta		
		Satuan : mm	NIM: 031903101108		
		Tanggal : 8-Juni-2007	Dilihat: Mah. Nurkhotim		





9



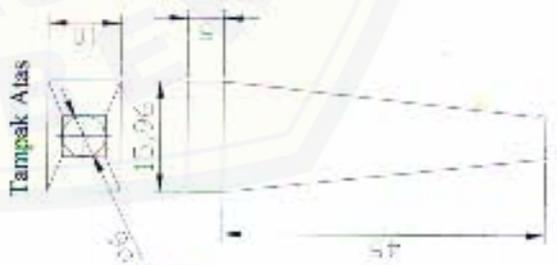
8

Pot B-B



10

Pot A-A



11

Tampak Atas

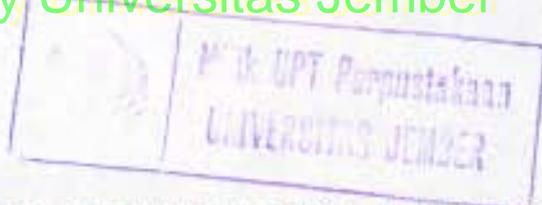
11	1	Corong	Aluminium
10	1	Bantalan	Perunggu
9	1	Nozle	ST 50-2
8	1	Rumah Bantalan	ST 50-2
NO	JML	NAMA BAGIAN	BALIAN
		Skala : 4 : 1	Digambar: Doesta
		Satuan : mm	NDM: 031903101108
		Tanggal : 8-Juni-2007	Dibuat
			KETERANGAN

TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS JEMBER

Sistem Pemanas Extruder

Quarto



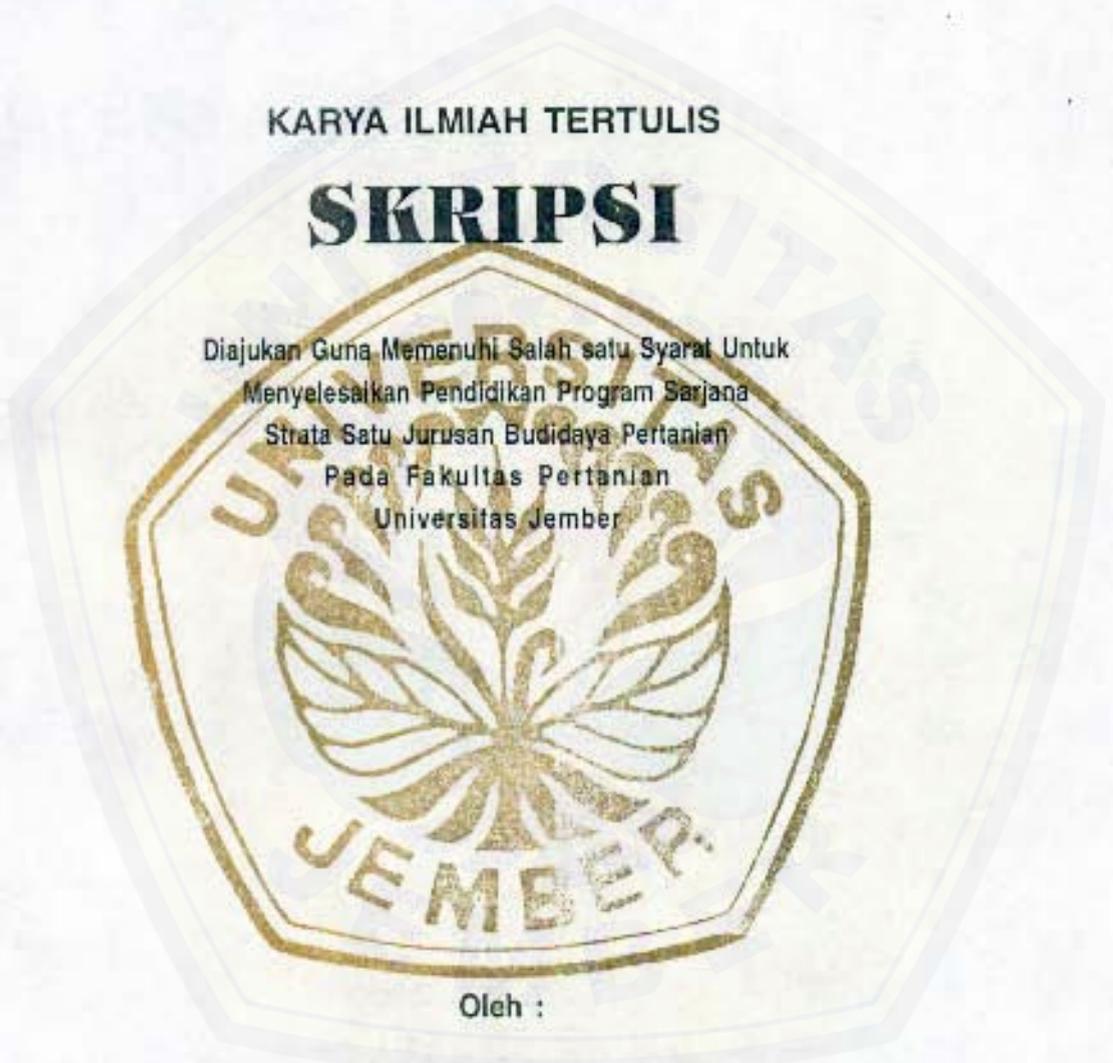


PENGARUH JARAK PENANAMAN JAHE DENGAN TANAMAN KOPI SEBAGAI NAUNGAN TERHADAP HASIL RIMPANG JAHE GAJAH MUDA (*Zingiber Officinale*, *Rosc.*)

KARYA ILMIAH TERTULIS

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Strata Satu Jurusan Budidaya Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Jember



Oleh :

ASEP SAPARI

9415101020

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

Agustus, 2001

