



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT PENUTUP GELAS PLASTIK
(*PLASTIC CUP SEALER*)**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Oleh

**Eko Feri Budi Harjo
NIM 021903101103**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2007**

RINGKASAN

Perancangan dan Pembuatan Alat Pengemas Gelas Plastik ; Eko Feri Budi Harjo, 021903101103; 2007: 65 halaman; Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Universitas Jember.

Alat Penutup Gelas Plastik (*Plastic Cup Sealer*) adalah alat yang mampu menutup kemasan gelas plastik sehingga didapatkan bentuk kemasan yang memberikan perlindungan hermetis (tahan uap dan gas) dan memenuhi fungsinya sebagai kemasan. Alat ini dilengkapi thermokopel jenis nikel-cromium/nickel-aluminium tipe K 2000 μ serta automatic thermo-control type IL-80EN mampu memberikan indikasi dan pengontrolan suhu lebih mudah.

Dari beberapa kali uji coba yang dilakukan, alat ini memberikan hasil yang terbaik yaitu dapat menutup gelas plastik secara hermetis pada suhu 100 °C dengan lama penekanan 2 detik. Hal ini karena elemen pemanas dari bahan Aluminium paduan (Al-Alloy) menghasilkan panas yang mampu untuk melelehkan tutup plastik hingga rekat pada gelas.

Adapun gaya tekan yang dibutuhkan untuk menutup gelas adalah sebesar $81 \cdot 10^{-10}$ kg dengan kekutan tekan plastik sebesar 90 N/mm^2 ($90 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}^2$). Untuk luas bidang pada gelas yang dikenai tekanan adalah $0,0009 \text{ m}^2$. Jadi bukan hal yang tidak mungkin apabila tenaga manusia tidak dapat menekannya, karena Alat Penutup Gelas Plastik dilengkapi tuas penekan bahan baja karbon dengan kekuatan tarik 48 kg/mm^2 yang memudahkan mentransmisikan daya lebih ringan yaitu sebesar 0,43 kg.

Untuk melunakkan tekanan/tumbukan, menyerap dan menyimpan energi sebagai fungsi pegas dipasang pada poros penekan. Dengan 7 lilitan aktif dan kekuatan tarik sebesar 115 kg/mm^2 , pegas pada alat ini juga dapat memberikan gaya reaksi keatas sehingga tuas dapat kembali dalam keadaan semula setelah melakukan penekanan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
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 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Plastik (<i>Polimer</i>)	4
2.2 Thermokopel	5
2.3 Kalor Pemanasan Bahan	6
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 Perencanaan Beban	8
2.7 Gaya yang Bekerja	9
2.8 Perencanaan Poros Penekan.....	10
2.9 Perencanaan Tuas.....	10
2.10 Baut dan Mur sebagai Penguat Mekanisme	11

2.11	Perencanaan Pegas	13
2.12	Proses Pengelasan	15
2.12.1	Perhitungan Las.....	15
2.12.2	Metode Mengelas	17
2.12.3	Mampu Las	17
2.12.4	Kampuh Las	17
2.13	Proses Pemesinan	18
2.13.1	Pembuatan Lubang dengan Mesin Bor	18
BAB 3.	METODE PENELITIAN	19
3.1	Metodologi Penelitian	19
3.2	Alat	22
3.3	Bahan.....	23
3.4	Rencana Kegiatan.....	23
3.5	Flow Chart Perancangan dan Pembuatan.....	24
3.6	Diagram Kelistrikan Pengontrol Suhu	25
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Hasil Perancangan	26
4.2	Parameter-parameter yang Diketahui	27
4.3	Obyek Pengamatan	28
4.4	Peralatan Pengujian	29
4.5	Prosedur Pengujian	29
4.6	Data Hasil Pengujian	30
4.7	Pengolahan Data.....	33
4.8	Analisa Hasil Pengujian	34
4.9	Analisa Hasil Perhitungan.....	34
4.10	Proses Manufaktur	35
4.10.1	Proses Pemotongan Bahan	35
4.10.2	Proses Las	36
4.10.3	Proses Pengeboran	37

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
6.1 Kesimpulan	39
6.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebelum manusia membuat kemasan, alam sendiri telah menyajikan kemasan, seperti misalnya jagung yang dibungkus seludang, buah kelapa yang terlindung baik dengan sabut dan tempurung, polong-polongan terbungkus dengan kulit polong. Tidak hanya bahan pangan, kosmetika, dan barang industri lainnya, bahkan manusia pun menggunakan kemasan sebagai pelindung tubuhnya dari gangguan cuaca, serta supaya tampak lebih anggun dan menarik.

Adanya wadah atau pembungkus dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan yang ada di dalamnya, melindungi dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik (gesekan, benturan, getaran). Disamping itu pengemasan berfungsi untuk menempatkan suatu hasil pengolahan atau produk industri agar mempunyai bentuk-bentuk yang memudahkan dalam penyimpanan, pengangkutan, dan distribusi. Dari segi promosi, wadah atau pembungkus berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli. Karena itu bentuk, warna, dan dekorasi dari kemasan perlu diperhatikan dalam perencanaannya.

Perancangan dan pembuatan alat penutup gelas plastik (*plastic cup sealer*) bertujuan sebagai penunjang industri kecil (*home industri*) dalam menciptakan produk yang dapat didistribusikan, disimpan, dan dijual dengan biaya relatif kecil.

1.2 Rumusan Masalah

Ada beberapa titik permasalahan yang menjadi tolak ukur dalam perancangan Alat Penutup Gelas Plastik (*Plastik Cup Sealer*) yaitu :

1. Bagaimana rancangan dari Alat Penutup Gelas Plastik (*Plastic Cup Sealer*) ?
2. Berapa daya yang dibutuhkan untuk pemanasan pada elemen pemanas ?

3. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan elemen pemanas pada tahap awal.
4. Perencanaan per/pegas tekan, baut dan mur, dan perhitungan sambungan las pada rangka.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diambil dalam perancangan Alat Penutup Gelas Plastik (*plastic cup sealer*) adalah :

1. Membahas sistem pemanas pada elemen pemanas
2. Perhitungan pemanas hanya dibatasi pada daerah elemen pemanas
3. Sistem dalam keadaan tunak
4. Sifat bahan yang digunakan dianggap tetap
5. Daya yang dibutuhkan untuk penekanan
6. Perhitungan untuk merencanakan pegas tekan, baut dan mur
7. Perhitungan sambungan las pada rangka

1.4 Tujuan

1. Membuat alat yang mampu menutup kemasan gelas plastik sehingga didapatkan bentuk kemasan yang memberikan perlindungan hermetis (tahan uap dan gas), kontaminasi dari luar, dan memenuhi fungsinya sebagai kemasan.
2. Mendapatkan hasil kemasan gelas plastik yang sempurna
3. Mengatur suhu pemanas secara otomatis

1.5 Manfaat

1. Mengetahui teknik menutup wadah gelas plastik dengan tujuan menunjukkan satu atau lebih fungsi sebagai kemasan.
2. Dengan alat ini (*Plastic Cup Sealer*) industri berskala kecil dapat menggunakannya sebagai kemasan bahan pangan dan minuman dengan biaya relatif murah.

3. Dapat memberikan pendalaman materi mengenai berbagai bahan kemasan plastik berdasarkan fungsi dan kegunaannya.
4. Mengamati dan mempelajari prinsip kerja alat.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan terbagi menjadi 5 bab, dan tiap-tiap bab dibagi dalam beberapa sub bab. Sistematika yang digunakan adalah sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, dan Sistematika Penulisan Laporan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan mengenai Plastik (*Polimer*), Thermokopel, Kalor Pemanasan Bahan, Rugi Kalor, Kebutuhan Energi, Perencanaan Beban, Gaya yang Bekerja, Perencanaan Poros Penekan, Perencanaan Tuas, Baut dan Mur, Pegas, Prosedur Pemesinan, dan Pengelasan.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang Metodologi Penelitian, Alat dan Bahan, Flow Chart Perancangan dan Pembuatan Alat, dan Rencana Kegiatan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang Hasil Perancangan, Obyek Pengamatan, Parameter-parameter yang diketahui, Peralatan untuk Pengujian, Prosedur Pengujian Alat, Data Hasil Pengujian, Pengolahan Data, Analisa Hasil Pengujian, Perhitungan, dan Proses Manufaktur.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi Kesimpulan dan Saran dari Proyek Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Berisi mengenai beberapa penjelasan yang tidak dapat tersaji pada bab.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik (*Polimer*)

Pada dasarnya plastik meliputi sekelompok bahan yang mempunyai molekul besar yang terdiri dari gabungan molekul-molekul yang lebih kecil. Sebagian besar adalah senyawa organik, terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Plastik mempunyai sifat yang khas yaitu :

1. Ringan, berat jenis 1,1-1,6
2. Penyekat panas dan listrik yang baik
3. Surface finish yang baik dapat diperoleh langsung dari cetakan
4. Dapat diperoleh dalam berbagai warna atau transparan
5. Kekuatan lebih rendah dari logam
6. Tidak cocok digunakan pada temperatur yang tinggi
7. Stabilitas kurang baik, terutama pada kondisi basah

Mengingat sifat-sifat di atas, maka plastik sangatlah cocok bila digunakan untuk barang-barang yang menerima beban rendah atau menengah, dengan konduktivitas panas atau listrik yang rendah, dengan pilihan warna yang cukup luas serta dapat dibentuk hanya dengan satu proses saja. Karena itu sebagian besar plastik digunakan sebagai kotak atau wadah yang ringan, warna menarik, dan mudah diproduksi, seperti misalnya berbagai bentuk kemasan dan peralatan rumah tangga.

Molekul plastik merupakan suatu rangkaian dari sejumlah besar “mer”, karena itu plastik disebut juga *polymer*, dan nama dari jenis plastik biasanya disebut dengan menambahkan kata “*poly*” di depan nama monomernya, misalnya *polyethylene*, *polyvinylchloride*, *polytetrafluoroethylene*, dll.

Molekul plastik dapat dianggap mempunyai tulang punggung dari rangkaian atom C dimana rangkaian tersebut terdapat rusuk-rusuk yang berupa atom-atom lain

seperti *hydrogen, chlor, fluor*, dll. Antara molekul tulang punggung dan rusuk terikat dengan ikatan yang kuat, ikatan primer.

Pada beberapa jenis plastik antara beberapa rantai yang saling berdekatan juga terikat dengan ikatan primer yang kuat. Ikatan ini menyebabkan molekul polimer itu tidak mudah terurai karena bahan kimia maupun karena panas. Hal ini terjadi pada *thermosetting plastics*, yaitu plastik yang segera mengeras setelah mencapai temperatur pembentukannya, dan selanjutnya tidak akan menjadi lunak walaupun dipanaskan kembali.

Pada jenis lain, *thermoplastic plastics*, ikatan antara rantai-rantai molekul plastik tidak begitu kuat, yaitu dengan *secondary forces (van der waals forces)* yang akan menjadi lebih lemah dengan kenaikan temperatur dan menjadi lebih kuat bila temperatur turun kembali. Karena itu, *thermoplastic plastics* dapat dibentuk berulang kali dengan melakukan pemanasan berulang kali dengan melakukan pemanasan setiap kali akan membentuknya. Perbedaan ini menyebabkan perbedaan pada proses pembentukannya. *Thermosetting plastics* biasanya lebih keras, lebih kuat, dan tidak mudah larut dalam suatu cairan pelarut (*solvent*).

2.2 Thermokopel

Dua buah logam atau paduan tertentu yang berbeda jika dilas atau disolder menjadi satu pada ujungnya akan membangkitkan daya *elektromotoris thermo* apabila pada kedua ujungnya terdapat perbedaan panas. Fungsi dari *thermokopel* pada perancangan ini adalah untuk mendeteksi suhu, lalu disampaikan ke *thermokontrol*. Fungsi dari *thermokontrol* sendiri adalah untuk mempertahankan suhu agar tetap stabil dengan cara memberikan perintah pada kontaktor untuk memutus arus bila suhu yang diinginkan tercapai dan mengalirkan arus bila suhu turun. Suhu yang diinginkan dalam proses adalah 250°C.

2.3 Kalor untuk Pemanasan Bahan

2.3.1 Panas Sensibel

Adalah panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur plastik. Adapun kalor yang di butuhkan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q_p = m_p \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) \text{ (Sears Zemansky, 1994)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : Q_p = massa plastik (kg)

c_p = panas jenis plastik (j/kg°C)

T_1 = suhu sebelum pemanasan (°C)

T_2 = suhu setelah pemanasan (°C)

2.3.2 Panas Laten

Kalor yang dibutuhkan untuk laten dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_p = m_p \cdot I_p \text{ (Sears Zemansky, 1994)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : m_p = massa plastik (kg)

I_p = kalor laten plastik (kj/kg)

2.4 Rugi Kalor

Rugi kalor merupakan panas yang terbuang dalam suatu proses yang membutuhkan kalor. Proses pembuangan kalor tersebut melalui tiga macam cara, yaitu Konduksi, Konveksi, dan Radiasi.

2.4.1 Konduksi

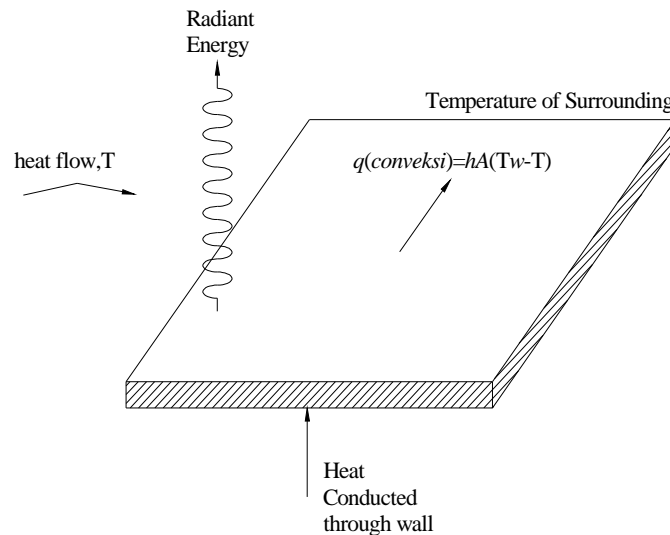
Konduksi adalah proses mengalirnya panas dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam suatu medium (padat, cair, gas) atau antara medium-medium berlainan yang bersinggungan secara langsung.

Perpindahan energi yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{kd} = -k.A.\frac{dT}{dx} \text{ (Holman J.P.,1984)} \dots\dots\dots (3)$$

dimana dT/dx ialah gradien suhu dalam arah normal (tegak lurus) terhadap bidang A. satuan k ialah $Btu/hr-ft^{\circ}F$ atau $W/m-K$ dan A adalah luas permukaan.

Menurut hukum kedua termodinamika panas akan mengalir secara otomatis dari titik yang bersuhu lebih tinggi ke titik yang lebih rendah, maka aliran panas akan menjadi positif bila gradien suhu negatif.



Gambar 2.1 Kombinasi dari Konduksi, Konveksi, dan Radiasi perpindahan panas

2.4.2 Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. (Kreith,1997)

Adapun perpindahan kalor per-satuan waktu dalam konveksi persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q_{kv} = h.A.\Delta T \text{ (Holman J.P.,1984)} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana : 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 didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa di antara benda-benda tersebut. (Kreith,1997)

Suatu masalah radiasi 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 :

$$Q_r = \varepsilon \cdot \tau \cdot A \cdot (T_1^4 - T_2^4) \text{ (Holman J.P,1984) (5)}$$

Dimana : ε = Emisifitas

τ = Konstanta *Stefan-Boltzmann* ($W/m^2 \cdot K^4$)

A = Luas penampang (m^2)

2.5 Kebutuhan Energi

Energi yang dibutuhkan merupakan jumlah antara energi yang tersimpan dengan energi yang terbuang dalam proses. Berdasarkan hal tersebut maka energi yang dibutuhkan dapat dituliskan sebagai berikut :

Energi yang dibutuhkan = Energi tersimpan + Energi terbuang

$$Q = (Q_{PL} + Q_i) + \text{RugiKalor}(Q_{KV} + Q_r) \text{ (6)}$$

Dimana : Q_{pl} = kalor untuk pemanasan plastik (j/s)

Q_t = kalor untuk pemanasan elemen (j/s)

Q_{kv} = kalor terbuang secara konveksi (j/s)

Q_r = kalor terbuang secara radiasi (j/s)

2.6 Perencanaan Beban

1. Gaya normal maksimal yang diterima plastik

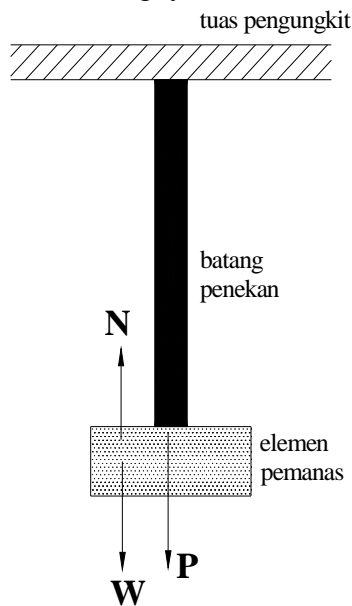
$$N = P \times A \text{ (7)}$$

Dimana : P = tekanan maksimal bahan, *Pascal (Pa)* = Nm^{-2}

N = gaya normal maksimal, *Newton (N)*

A = luas bidang tekan, m^2

2. Kebutuhan gaya penekan akibat gaya luar



Gambar 2.2 Gaya-gaya pada batang penekan

maka disini hukum Newton I berlaku, yaitu

$$\sum F = 0 \dots\dots\dots (8)$$

$$+ N - w - P = 0 \dots\dots\dots (9)$$

$$N = w + P \dots\dots\dots (10)$$

Dimana : w = berat penekan (*Kg*)

F_{tekan} = gaya penekanan (*Newton*)

2.7 Gaya Yang Bekerja

Jika sebuah gaya F bekerja pada sebuah benda dan memindahkan benda sejauh s searah dengan gaya, gaya tersebut telah melakukan usaha atau kerja (W) sebesar :

$$W = F.s \dots\dots\dots (11)$$

Dimana : W = usaha, *Joule (J)*

F = gaya, *Newton (N)*

s = perpindahan (*m*)

2.8 Perencanaan Poros Penekan

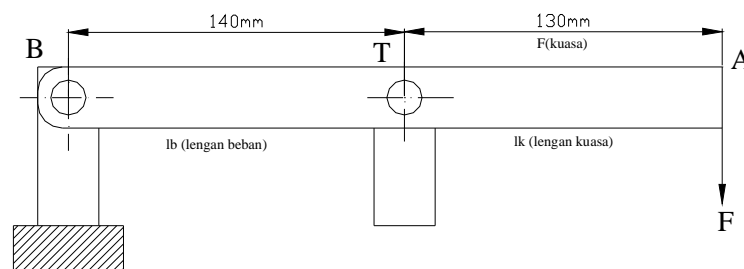
Poros yang akan direncanakan akan mengalami beban tarik atau tekan yang ditransmisikan oleh tenaga manusia. Karena kekuatan tekanan yang diberikan pada proses penutupan gelas plastik relatif kecil maka poros penekan terbuat dari pipa baja karbon terjamin (JIS G3123) yang dihasilkan dari ingot yang di-“kill” (baja yang dideoksidasikan dengan *ferrosilicon* dan dicor, kadar karbon terjamin).

2.9 Perencanaan Tuas

Tuas berfungsi untuk mentransmisikan daya dari tenaga manusia ke poros penekan sehingga kekuatan bahan dari tuas itu sendiri juga diperhitungkan.

Tuas penekan atau pengungkit dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis sebagai berikut :

1. Tuas I : yaitu tuas dengan susunan titik beban berada diantara titik beban dan titik kuasa contoh : gunting, catut, tang, dll
2. Tuas II : tuas dengan susunan titik beban berada diantara titik tumpu dan titik kuasa. contoh : gerobak dorong dan pembuka kaleng.
3. Tuas III : tuas dengan susunan titik kuasa berada diantara titik tumpu dan titik beban. Contoh : lengan manusia pada saat mengangkat beban.



Gambar 2.3 Uraian gaya pada tuas yang direncanakan sebagai pentransmisi daya