

TUGAS AKHIR

ANALISA REGANGAN PEMBUATAN MANGKOK KUNINGAN MENGGUNAKAN MESIN PENEKAN PEMBENTUK LOGAM DENGAN INSTRUMEN STRAIN GAUGE

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana TeknikMesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

AHMAD ALFAROBI

1407230237



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

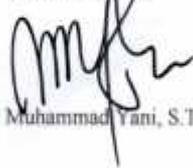
Nama : Ahmad Alfarobi
NPM : 1407230237
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Regangan Proses Pembuatan Mangkok Kuningan
Menggunakan Mesin Penekan Pembentuk Logam Dengan
Instrumen Strain Gauge
Bidang ilmu : Kontruksi dan Teknik Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Mei 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



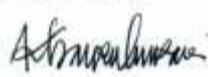
Muhammad Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

Program Studi Teknik Mesin



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ahmad Alfaobi
Tempat /Tanggal Lahir: Simaninggir 26 Desember 1996
NPM : 1407230237
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisa Regangan Pembuatan Mangkok Kuningan Menggunakan Mesin Penekan Pembentuk Logam Dengan Instrumen *Strain Gauge*",

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhanmadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Mei 2019

Saya yang menyatakan,

Ahmad Alfaobi



ABSTRAK

Tugas akhir ini menyajikan tinjauan tentang sebuah proses yang bertujuan agar pelat atau material terbentuk dari desain yang diinginkan. Penggunaan *sheet metal forming* menjadi teknik pembentukan yang efektif karena dapat menggantikan proses permesinan dan pengelasan. Pada proses *metal forming* dikenal istilah *deep drawing*. Pada proses *deep drawing*, gaya diberikan untuk menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* dan dijepit di antara *blank holder* dan *die*. Sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh *punch*. Pada percobaan ini pembuatan mesin penekan pembentuk logam (*deep Drawing*) dilakukan bersama 1 kelompok. Pada proses pengujian bahan yang digunakan adalah lembaran kuningan dengan ketebalan 0,2 dan 0,3 mm, spesimen kuningan dipotong sesuai dengan ukuran *dies* yaitu 220 mm, pengujian dilakukan menggunakan strain gauge yang hasil dari pengujiannya adalah voltase dan waktu akan dimuat ke dalam grafik regangan yang sebelumnya data tersebut telah di olah dengan microsoft excel. Dari empat kali percobaan didapat nilai regangan dan nilai regangan tertinggi terjadi pada spesimen keempat dengan ketebalan spesimen 0,3 mm dengan angka 1,88184 mm/mm, dengan Tekananpompa (P) = 250psi =17,575 kg/cm², dan tekanan hidrolik (F) =293.151kg.

Kata kunci: Deep drawing, Plat Kuningan, Strain Gauge, Regangan.

ABSTRACT

This final project presents a review of Sheet metal forming or a process that aims to make the plate or material formed from the desired design. The use of sheet metal forming is an effective formation technique because it can replace the machining and welding processes. In the process of metal forming known as deep drawing. In the deep drawing process, a force is given to press the workpiece material in the form of sheet metal called blank and clamped between the blank holder and die. So that the stretch takes the form of dies, the final shape is determined by the punch as a press and die as the workpiece restraint when pressed by the punch. In this experiment the making of metal forming machines (deep drawing) was carried out with 1 group. In the testing process the materials used are brass sheets with a thickness of 0.2 and 0.3 mm, brass specimens are cut according to die size which is 220 mm, testing is done using a strain gauge which results from the testing are the voltage and time will be loaded into the strain graph previously the data was processed with Microsoft Excel. Of the four trials obtained the strain value and the highest strain value occurred in the fourth specimen with a specimen thickness of 0.3 mm with a number of 1.88184 mm / mm, with pump pressure (P) = 250psi = 17.575 kg /cm², and hydraulic pressure (F) = 293,151kg.

Keywords: Deep drawing, Brass Plate, Strain Gauge, Strain.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Regangan Pembuatan Mangkok Kuningan Menggunakan Mesin Penekan Pembentuk Logam Dengan Instrumen *Strain Gauge*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng.Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A. Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr.Ade Faisal, S.T.,M.Sc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Bapak Affandi, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
9. Orang tua penulis: Alm M. Rasyid nasution, L.c dan Nurani Dalimunthe, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Sahabat-sahabat penulis yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Mesin.

Medan, 26 Maret 2019



Ahmad Alfarobi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Deep Drawing	4
2.2. Landasan Teori	5
2.2.1. Proses Drawing	5
2.2.2. Komponen utama die set	7
2.2.3. Variabel Proses Deep Drawing	7
2.2.4. Teori Elastis Dan Plastis Plat	13
2.2.5. Tegangan	14
2.2.6. Regangan	14
2.2.7. Deformasi	15
2.2.8. Perubahan Ketebalan	16
2.2.9. Perbandingan Tegangan Regangan	17
2.3. Teori Bahan Kuningan	17
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.2. Bahasan Alat	20
3.2.1. Alat	20
3.2.2. Bahan	23
3.3. Diagram Alir Penelitian	24
3.3.1. Keterangan Diagram Alir	24
3.4. Prosedur Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil Pengujian	34
4.1.1. Spesimen Kuningan Sebelum Pengujian	34
4.1.2. Spesimen Kuningan Tebal 0,2 mm Sesudah Pengujian	35

4.1.3	Spesimen Kuningan Tebal 0.3 mm Sesudah Pengujian	36
4.2	Prosedur Pembuatan Grafik Regangan	38
4.2.1.	Grafik Voltase Vs Waktu	38
4.2.2	Grafik Regangan Vs Waktu	40
4.2.3	Grafik Regangan 4 Spesimen	41
4.3	Pembahasan Dan Hasil Perhitungan Pengujian	42
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	47
	DAFTAR PUSTAKA	48
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Tabel maks Material	12
Tabel 2.2	: Tabel Kecepatan Draw Dies	12
Tabel 3.1	: Tabel waktu Pembuatan Mesin Dan Pengolahan Data	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar2.1	: Blank Draw Piece	4
Gambar2.1	: Proses Drawing	5
Gambar2.3	: Macam Bentuk Draw Piece	7
Gambar2.4	: Cylindrical Drawing	10
Gambar2.5	: Diagram Tegangan Regangan	16
Gambar2.6	: Komponen Variabel Regangan Suatu Elemen	16
Gambar 3.1	:Mesin Pembentuk Logam	20
Gambar 3.2	: Picoscope	21
Gambar 3.3	:Laptop	21
Gambar 3.4	: Bridge Box	22
Gambar 3.5	: Srain Gauge	22
Gambar 3.6	: Plat Kuningan	23
Gambar 3.7	: Ukuran Traiload	23
Gambar 3.8	: Diagram Alir	24
Gambar 3.9	: Pembuatan Mesin	25
Gambar 3.10	: Pemasangan Spesimen Dan Pengujian	27
Gambar 3.11	: Grafik Pengujian Strain Gauge	27
Gambar 3.12	: Gambar Spesimen Yang Telah Dipasang Strain Gauge	28
Gambar 3.13	: Pemasangan Bridge Box	29
Gambar 3.15	: Pemasangan Output Olioskop Pada Leptop	30
Gambar 3.16	: Logo Picoscope	30
Gambar 3.17	: Penyetelan Picoscope	31
Gambar 3.18	: Menyeting Daya Baterai	31
Gambar 3.19	: Menyeting Jarak Dan Waktu	31
Gambar 3.20	: Penyetelan None	32
Gambar 3.21	: Penyetelan Single	32
Gambar 3.22	: Penyetelan Runing	32
Gambar 3.23	: Grafik Data Hasil Percobaan	33
Gambar 4.1	: Spesimen Kuningan Tebal 0,2 mm	34
Gambar 4.2	: Spesimen Kuningan Tebal 0,3 mm	35
Gambar 4.3	: Spesimen Kuningan 0,2 Setelah Pengujian Tampak Atas	35
Gambar 4.4	: Spesimen Kuningan 0,2 Setelah Pengujian Tampak Samping	36
Gambar 4.5	: Spesimen Kuningan 0,2 Setelah Pengujian Tampak Bawah	36
Gambar 4.6	: Spesimen Kuningan 0,3 Setelah Pengujian Tampak Atas	37
Gambar 4.7	: Spesimen Kuningan 0,3 Setelah Pengujian Tampak Samping	37
Gambar 4.8	: Spesimen Kuningan 0,3 Setelah Pengujian Tampak Bawah	38
Gambar 4.9	: Grafik Voltase Vs Waktu Pengujian 1 tebal 0,2 mm	38
Gambar 4.10	: Grafik Voltase Vs Waktu Pengujian 1 tebal 0,2 mm	39
Gambar 4.11	: Grafik Voltase Vs Waktu Pengujian 1 tebal 0,3 mm	39
Gambar 4.12	: Grafik Voltase Vs Waktu Pengujian 1 tebal 0,3 mm	39
Gambar 4.9	: Grafik Regangan Spesimen Kuningan 1 Tebal 0,2 mm	40
Gambar 4.10	: Grafik Regangan Spesimen Kuningan 2 Tebal 0,2 mm	40
Gambar 4.11	: Grafik Regangan Spesimen Kuningan 3 Tebal 0,3 mm	41
Gambar 4.12	: Grafik Regangan Spesimen Kuningan 4 Tebal 0,3 mm	41
Gambar 4.13	: Grafik Regangan empat Spesimen Kuningan 0,2 dan 0,3 mm	42

DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
	= Tegangan	(<i>MPa</i>)
A	= Luas Penampang	(mm^2)
F	= Gaya (beban)	(<i>Kgf</i>)
ϵ	= Regangan	(mm/mm)
L_0	= Panjang awal	(mm)
L_i	= Panjang akhir	(mm)
L	= Pertambahan panjang	(mm)
E	= Modulus elastisitas	(<i>Mpa</i>)
σ_s	= Tegangan spesimen	(<i>Pa</i>)
t	= Waktu	(μs)
A_s	= Luas penampang spesimen	(mm^2)
ϵ_s	= Regangan	(mm/mm)
l_0	= Panjang awal spesimen	(mm)
E	= Baterai	(<i>v</i>)
K _s	= Gage factor pada strain gauge	
ϵ_i	= Regangan	

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembentukan lembar atau pelat logam adalah sebuah proses yang bertujuan agar pelat atau material mengalami pembentukan tetap sehingga terbentuk komponen dari desain yang diinginkan. Pembentukan lembaran logam menjadi teknik pembentukan yang efektif karena dapat menggantikan proses permesinan dan pengelasan. Komponen yang dihasilkan dari pengerjaan logam dari bentuk yang sangat sederhana sampai bentuk-bentuk rumit dan kecil seperti yang diperlukan industri elektronik dan menghasilkan komponen besar dan kecil seperti keperluan rumah tangga juga pada industri otomotif.

Perusahaan yang bergerak didalam industry pengerjaan logam membutuhkan suatu metode yang baik agar dalam proses manufakturnya tidak terjadi banyak kesalahan. Karena banyak dari industri manufaktur masih menggunakan perhitungan yang manual.

Pada proses pembentukan logam dikenal istilah *deep drawing* (proses penekanan untuk membentuk logam). Pada proses *deep drawing*, gaya diberikan untuk menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* dan dijepit di antara *blank holder* dan *die*. Sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh *punch*.

Lembaran logam yang digunakan adalah spesimen kuningan, komponen kuningan adalah tembaga, jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya dan tujuan penggunaannya.

Komponen kedua dari kuningan adalah seng. Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% , beberapa kuningan juga memiliki persentase kecil dari bahan lain untuk menghasilkan karakteristik tertentu hingga 3,8% menurut beratnya. Timbal dapat ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan. Penambahan timah dapat meningkatkan terhadap korosi, membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang yang disebut dengan penempaan.

Dari penjabaran di atas, maka penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai Analisa Regangan Pembuatan Mangkok Menggunakan Mesin Pembentuk Logam Bahan Kuningan Dengan Instrumen Strain Gauge.

2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah bagaimana untuk mengetahui analisa regangan yang terjadi pada proses pembuatan mangkok menggunakan mesin pembentuk logam dengan bahan kuningan dengan kondisi penekanan kering dengan instrument strain gauge.

1.3 Ruang Lingkup

Pada penulisan penelitian ini ada beberapa pembatasan ruang lingkup agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis, antara lain :

1. Membahas mengenai proses pembentukan mangkok dengan menggunakan mesin pembentuk logam (*deep drawing*).
2. Membahas regangan yang terjadi pada bahan kuningan saat penekanan berlangsung dengan menggunakan sensor strain gauge.
3. Bahan yang digunakan adalah kuningan dengan ketebalan 0,2 dan 0,3 mm

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum :

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki besar regangan yang terjadi pada proses pembuatan mangkok berbahan kuningan dengan menggunakan mesin penekan pembentuk logam dengan daya 5 ton (*deepdrawing*).

Tujuan Khusus :

1. Menguji mesin penekan pembentuk logam dengan kapasitas daya 5 ton.
2. menguji regangan spesimen kuningan menggunakan sensor *strain gauge* pada proses pembuatan mangkok, menggunakan mesin penekan pembentuk logam dengan bahan kuningan.
3. Mengamati hasil pengujian proses pembuatan mangkok menggunakan mesin penekan pembentuk logam dengan bahan kuningan, untuk mengetahui regangan yang terjadi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

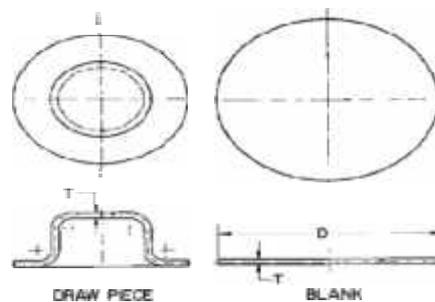
1. Agar dapat memberikan kontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.
2. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas sarjana yang berhubungan dengan proses pembuatan mangkok dengan menggunakan mesin pembentuk logam (*Deep Drawing*).
4. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku perkuliahan dengan yang ada di dunia permesinan perkakas dalam hal cairan pendingin.
5. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan menambah pengetahuan serta pengalaman penulis agar dapat mengembangkan ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengetian Deep Drawing

Deep Drawing atau biasa disebut drawing adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan definisi menurut P.CO Sharma seorang professor production technology drawing adalah Proses *drawing* adalah proses pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung (*hallow shape*) (P.C. Sharma 2001 : 88)

Perbedaan *Deep drawing* dan *drawing* pada intinya merupakan satu jenis proses produksi namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indek ketinggian, proses *deep drawing* mempunyai indek ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan *drawing*. Selain itu terdapat proses praduksi yang berbeda dengan proses *drawing* tetapi juga diberi istilah *drawing*, proses tersebut berupa penarikan, seperti pada pembuatan beberapa jenis bentuk kawat, untuk membedakan kedua proses tersebut (penarikan dan pembuatan bentuk silinder) beberapa ahli memberikan istilah yang lebih khusus, yaitu *rod drawing* atau *wire drawing* untuk proses pembentukan kawat. Pembahasan ini akan mengenalkan lebih lanjut tentang proses *drawing*, proses *drawing* yang dimaksudkan dalam artikel ini adalah proses *drawing* yang mempunyaikesamaan arti dengan *deep drawing* bahan dasar dari proses *drawing* adalah lembaran logam (*sheet metal*) yang disebut dengan *blank*, sedangkan produk dari hasil proses *drawing* disebut dengan *draw piece*, (gambar 2.1)



Gambar 2.1 : Blank dan draw piece

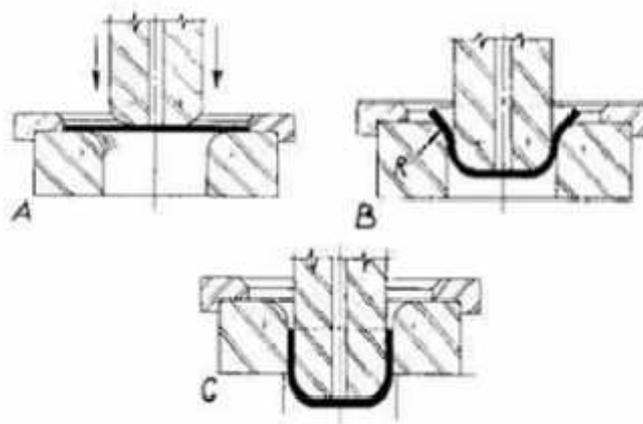
2.2. Landasan Teori

2.2.1 Proses Drawing

Proses *drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh *punch*. pengertian dari *sheet metal* adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam (*sheet metal*) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan. Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan, pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari

1. Strain rate yang diperlukan
2. Benda yang akan dibuat
3. Material yang diinginkan
4. Ketebalan benda yang akan dibuat
5. Kedalaman benda

Pada umumnya berbebagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses *drawing* seperti stainless stell, alumunium, tembaga, perak, emas, baja. Maupun titanium. Gambaran lengkap proses *drawing* dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Proses Drawing

1. Kontak Awal

Pada gambar 2.A, *punch* bergerak dari atas ke bawah, *blank* dipegang oleh *die* agar tidak bergeser ke samping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari *dieset* saling menyentuh lembaran logam (*blank*) saat kontak awal terjadi belum terjadi gayutan gesekan dalam proses *drawing*

2. Bending

Selanjutnya lembaran logam mengalami proses bending seperti pada gambar 2. B, *punch* terus menekan kebawah sehingga posisi *punch* lebih dalam melebihi jari-jari (R) dari *die*, sedangkan posisi *die* tetap tidak bergerak ataupun berpindah tempat, kombinasi gaya tekan dari *punch* dan gaya penahan dari *die* menyebabkan material mengalami peregangan sepanjang jari-jari *die*, sedangkan daerah terluar dari *blank* mengalami kompresi arah radial. Bending merupakan proses pertama yang terjadi pada rangkaian pembentukan proses *drawing*, keberhasilan proses bending ditentukan oleh aliran material saat proses terjadi.

3. Straightening

Saat *punch* sudah melewati radius *die*, gerakan *punch* ke bawah akan menghasilkan pelurusan sepanjang dinding *die* (gambar 2. C), lembaran logam akan mengalami peregangan sepanjang dinding *die*. Dari proses pelurusan sepanjang dinding *die* diharapkan mampu menghasilkan bentuk silinder sesuai dengan bentuk *die* dan *punch*.

4. Compression

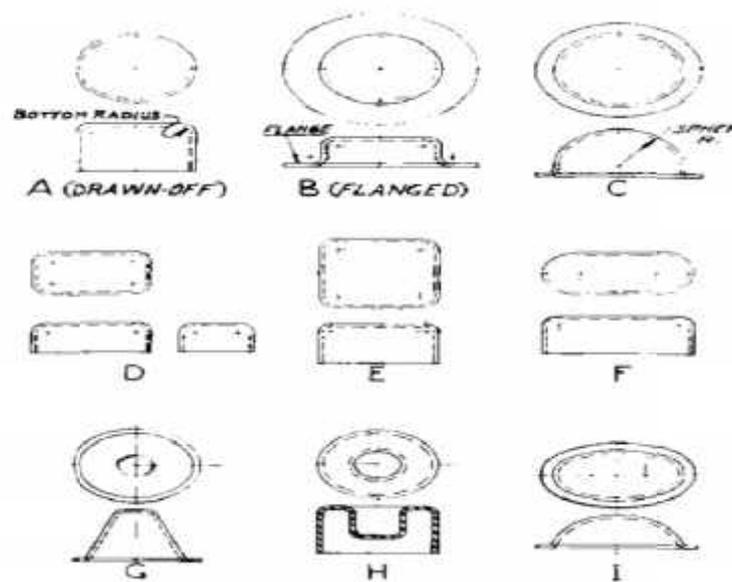
Proses *compression* terjadi ketika *punch* bergerak kebawah, akibatnya *blank* tertarik untuk mengikuti gerakan dari *punch*, daerah *blank* yang masih berada pada *blankholder* akan mengalami *compression* arah radial mengikuti bentuk dari *die*.

5. Tension

Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil *drawing*, bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalamicacat sobek (*tore*), pembentukan bagian bawah cup merupakan proses terakhir pada proses *drawing*.

2.2.2 Komponen Utama Die Set

Proses *drawing* mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lain, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan memiliki bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu, sehingga *die* yang digunakan dalam juga mempunyai bentuk khusus, proses pembentukan berarti adalah proses *non cutting* logam. Produk yang dihasilkan dari *drawing* bervariasi tergantung dari desain *die* dan *punch*, gambar 2.3 menunjukkan beberapa jenis produk (*draw piece*) hasil *drawing*.



Gambar 2.3 :Macam bentuk *draw piece*.

2.2.3. Variabel Proses Deep Drawing

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses *deep drawing*, variabel yang mempengaruhi proses *deep drawing* antara lain:

2.2.3.1. Gesekan

Saat proses *deep drawing* berlangsung gesekan terjadi antara permukaan *punch*, *dies drawing* dengan *blank*, gesekan akan mempengaruhi hasil dari produk yang dihasilkan sekaligus mempengaruhi besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan *drawing*,

semakin besar gaya gesek maka gaya untuk proses *deep drawing* juga meningkat, beberapa faktor yang mempengaruhi gesekan antara lain :

2.2.3.1.1. Pelumasan

proses pelumasan adalah salah satu cara mengontrol kondisi lapisan tribologi pada proses *drawing*, dengan pelumasan diharapkan mampu menurunkan koefisien gesek permukaan material yang bersinggungan.

2.2.3.1.2. Gaya *Blank Holder*

Gaya *blank holder* yang tinggi akan meningkatkan gesekan yang terjadi, bila gaya *blank holder* terlalu tinggi dapat mengakibatkan aliran material tidak sempurna sehingga produk dapat mengalami cacat.

2.2.3.1.3. Kekasaran Permukaan *Blank*

Kekasaran permukaan *blank* mempengaruhi besarnya gesekan yang terjadi, semakin kasar permukaan *blank* maka gesekan yang terjadi juga semakin besar. Hal ini disebabkan koefisien gesek yang terjadi semakin besar seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan.

2.2.3.1.4. Kekasaran Permukaan

punch, die dan *blank holder* Sepertihalnya permukaan *blank* semakin kasar permukaan *punch, die* dan *blank holder* koefisien gesek yang dihasilkan semakin besar sehingga gesekan yang terjadi juga semakin besar.

2.2.3.2 Bending dan *straightening*

Pada proses *deep drawing* setelah *blank holder* dan *punch* menempel pada permukaan *blank* saat kondisi *blank* masih lurus selanjutnya terjadi proses pembengkokan material (*bending*) dan pelurusan

sheet sepanjang sisi samping dalam *dies* (*straightening*). Variabel yang mempengaruhi proses ini adalah :

2.2.3.2.1. Radius *Punch*

Radius *punch* disesuaikan dengan besarnya radius *die*, radius *punch* yang tajam akan memperbesargaya bending yang dibutuhkan untuk proses *deepdrawing*.

2.2.3.2.2 Radius *Die*

Radius *die* disesuaikan dengan produk yang pada nantinya akan dihasilkan, radius *die* berpengaruh terhadap gaya pembentukan, bila besarnya radius *die* mendekati besarnya tebal lembaran logam maka gaya bending yang terjadi semakin kecil sebaliknya apabila besarnya radius *die* semakin meningkat maka gaya bending yang terjadi semakin besar.

2.2.3.3. Penekanan

Proses penekanan terjadi setelah proses *straghtening*, proses ini merupakan proses terakhir yangmenentukan bentuk dari bagian bawah produk *drawing*, besarnya gaya tekan yang dilakukan dipengaruhi oleh :

2.2.3.3.1 Keuletan logam

Semakin ulet lembaran logam *blank* semakin besar kemampuan *blank* untuk dibentuk ke dalam bentuk yang beranekaragam dan tidak mudah terjadi sobek pada saat proses penekanan, keuletan logam yang kecil mengakibatkan *blank* mudah sobek

2.2.3.3.2 Ketebalan *Blank*

Ketebalan blank mempengaruhi besar dari gaya penekanan yang dibutuhkan, semakin tebal *blank* akan dibutuhkan gaya penekanan yang besar sebaliknya bila *blank* semakin tipis maka dibutuhkan gaya yang kecil untuk menekan *blank*.

2.2.3.3.3 Tegangan Maksimum material

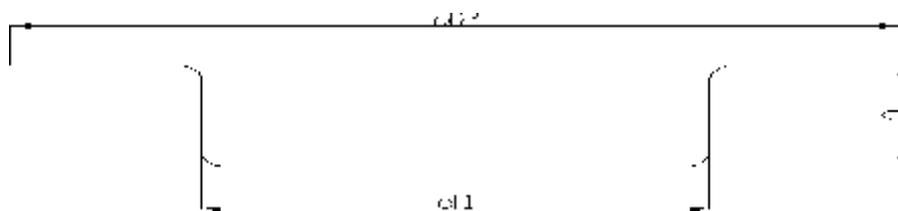
Material *blank* yang mempunyai tegangan maksimum besar mempunyai kekuatan menahan tegangan yang lebih besar sehingga produk tidak mudah mengalami cacat, material dengan tegangan maksimum kecil mudah cacat seperti sobek dan berkerut.

2.2.3.3.4 Temperatur

Dengan naiknya temperatur akan dibutuhkan gaya penekanan yang kecil hal ini disebabkan kondisi material yang ikatan butirannya semakin meregang sehingga material mudah untuk dilakukan deformasi.

2.2.3.4. Diameter *blank*

Diameter *blank* tergantung dari bentuk produk yang akan dibuat, apabila material kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan bentuk produk tidak sesuai dengan yang diinginkan, namun bila material *blank* terlalu berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk seperti kerutan pada pinggiran serta sobek pada daerah yang mengalami bending. Kombinasi dari *drawing*, aliran material dan *handling* pada proses pembentukan material sehingga bentuk jadi tidak akan menimbulkan masalah selama proses, agar tidak terjadi kekurangan material Berikut adalah rumus untuk mencari ukuran blank yang terdapat bahu (flange) seperti gambar berikut :



Gambar 2.4 *Cylindrical Drawing*

2.2.3.5. Clearance

Clearance atau Kelonggoran adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *deep drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, maka besar *clearance* tersebut 7 % - 20 % lebih besar dari tebal lembaran logam, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing*) dan bila besar *clearance* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan. *Clearance* cetakan didekati dengan persamaan yang disarankan oleh Oehler dan Kaiser, persamaan ini hanya untuk *deep drawing* circular tanpa *ironing* (Sumber G.Sach, Principles and Methods of Sheet-Metal Forming, (1951, hal 125)

$$U_d = S_0 + 0,07 \sqrt{10 \cdot S_0} \text{ for steel sheet}$$

$$U_d = S_0 + 0,02 \sqrt{10 \cdot S_0} \text{ for aluminium sheet}$$

$$U_d = S_0 + 0,04 \sqrt{10 \cdot S_0} \text{ for other non ferrous metal}$$

$$U_d = S_0 + 0,02 \sqrt{10 \cdot S_0} \text{ for high temperature alloys}$$

Karena bahan yang digunakan adalah *other non ferrous metal* yaitu *Copper*, maka rumus yang dipakai adalah :

$$U_d = S_0 + 0,04 \sqrt{10 \cdot S_0} \text{ for other non ferrous metal} \quad (2.1)$$

2.2.3.6. Strain Ratio

Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan yang tinggi maka kemungkinan terjadinya sobekan akan lebih kecil. Batasan maksimum dari limit drawing ratio (maksimum) dapat diperoleh pada tabel 2.1. untuk beberapa material dengan berbagai harga .

Tabel 2.1 Harga maksuntuk beberapa material

Material	<i>maks</i>
Steel sheet depending on quality	1,8-2,2
Alumunium.Choper. AL. Cu. Mg. Sheets	2,1-3,0
Brass sheet depending on press strain	1.7-2,2

Bahan yang digunakan adalah *copper*, maka diperoleh drawing ratio maksimum () adalah 2,1 sedang limit drawing ratio (maks) pada proses pembuatan mangkok denganmesin dep drawing adalah

$$s_{maks} = (d_0/d_1) \quad (2.2)$$

2.2.3.7. Kecepatan *Deep Drawing*

Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidaksesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing material juga berbeda. Tabel2.2 berikut adalah kecepatan maksimal beberapa jenis material yang biasa digunakan untuk *sheet metal drawing*.

Tabel 2.2 : Jenis material dan kecepatan maksimal *draw dies*
(*D. Eugene Ostergaard ;1967 : 131*)

Material	Kecepatan
Alumunium	0,762 (m/s)
Brass	1,02 (m/s)
Copper	0,762 (m/s)
Stainles Steel	0,203 (m,s)

2.2.4. Teori Elastisitas dan Plastisitas Plat

Dalam pemilihan material seperti lembaran plat untuk pembuatan komponen yang harus diperhatikan adalah sifat-sifat material antara lain; kekuatan (*strength*), ketangguhan (*ductility*), kekerasan (*hardness*), dan kekuatan lelah (*fatigue strength*). Sifat mekanik material untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, struktur molekul berada dalam keseimbangan. Gaya luar pada proses penarikan, tekanan, pemotongan, penempaan, pengerolan, dan pembengkokan, akan mengakibatkan material mengalami tegangan.

Sebuah plat yang dikenai beban dari luar, maka plat akan mengalami *defleksi*. Pada beban luar yang tidak terlalu besar *defleksi* plat akan kembali ke bentuk seperti semula setelah bebanyang diberikan dilepas. Plat tidak akan terjadi deformasi permanen disebabkan karena gaya elastis plat. Hal ini yang disebut sifat elastisitas material. Peningkatan beban yang melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) yang dimiliki plat akan mengakibatkan aliran deformasi plat dimana plat tidak akan kembali ke bentuk seperti semula atau plat mengalami deformasi permanen (*permanent set*) yang disebut plastisitas. Langkah pertama dari analisis aliran plastis adalah menentukan kriteria luluh (*yield criterion*). Peningkatan pembebanan yang melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) yang dimiliki plat mengakibatkan aliran deformasi permanen yang disebut teori plastis. teori plastis dibagi menjadi dua kategori.

2.2.4.1. Teori fisik

Teori fisik menjelaskan aliran bagaimana logam akan menjadiplastis. Meninjau terhadap kandungan mikroskopik material seperti halnya pengerasan kristal atom dan dislokasi butir kandungan material saat mengalami tahap plastisitas.

2.2.4.2. Teori matematis

Teori matematis berdasarkan pada fenomena logis alami dari material dan kemudian dideterminasikan ke dalam rumus yang digunakan untuk acuan perhitungan pengujian material tanpa mengabaikan sifat dasar material.

2.2.5. Tegangan

Tegangan adalah besaran pengukuran intensitas gaya atau reaksi dalam yang timbul persatuan luas. Tegangan menurut Marciniak (2002) dibedakan menjadi dua yaitu, *engineering stress* dan *true stress*. *Engineering stress* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\dagger = \frac{P}{A} \quad (2.3)$$

Sedangkan *True stress* adalah tegangan hasil pengukuran intensitas gaya reaksi yang dibagi dengan luas permukaan sebenarnya (*actual*). *True stress* dapat dihitung dengan :

$$\dagger = \frac{F}{A,} \quad (2.4)$$

2.2.6. Regangan (Strain)

Regangan didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau yang menekan pada material dinyatakan :

$$\epsilon = L / L \quad (2.5)$$

$$\Delta l = \nu . l \quad (2.6)$$

Batasan sifat elastis perbandingan regangan dan tegangan akan linier dan berakhir sampai pada titik mulur. Hubungan tegangan dan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai pada batasan fase sifat plastis. Menurut Marciniak (2002) regangan dibedakan menjadi dua, yaitu : *engineering strain* dan *true strain*.

Engineering strain adalah regangan yang dihitung menurut dimensi benda aslinya (panjang awal). Sehingga untuk mengetahui besarnya regangan yang terjadi adalah dengan membagi perpanjangan dengan panjang semula.

$$V_{eng} = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2.7)$$

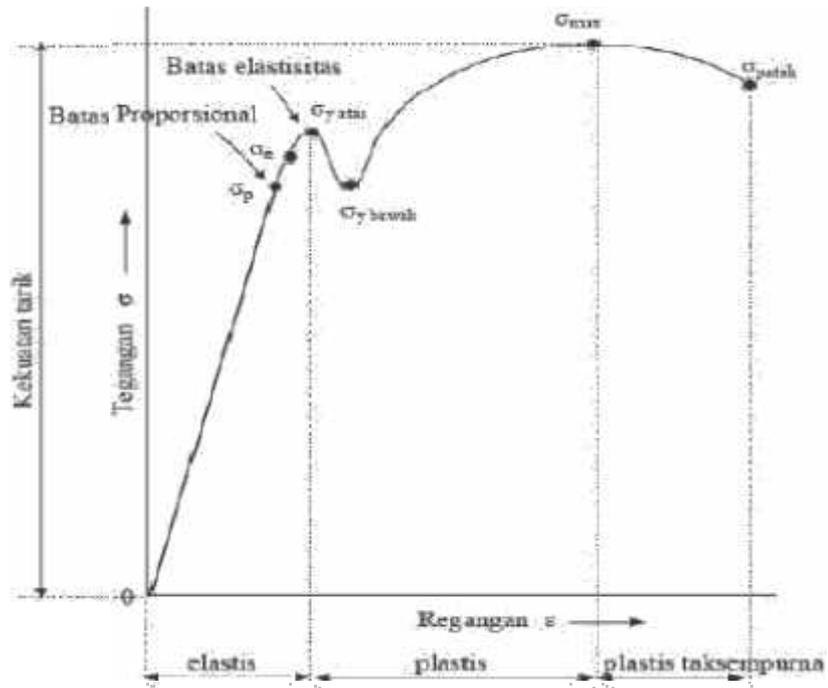
True strain regangan yang dihitung secara bertahap (*increment strain*), dimana regangan dihitung pada kondisi dimensi benda saat itu (sebenarnya) dan bukan dihitung berdasarkan panjang awal dimensi benda. Maka persamaan regangan untuk *true strain* () adalah :

$$v = \int dV = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l} = \ln \frac{l}{l_0} \quad (2.8)$$

2.2.7. Deformasi

Deformasi atau perubahan bentuk terjadi apabila bahan dikenai gaya. Selama proses deformasi berlangsung bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja. Sebesar apapun gaya yang bekerja pada bahan, bahan akan mengalami perubahan bentuk dan dimensi. Perubahan bentuk secara fisik pada benda dibagi menjadi dua, yaitu deformasi plastis dan deformasi elastis.

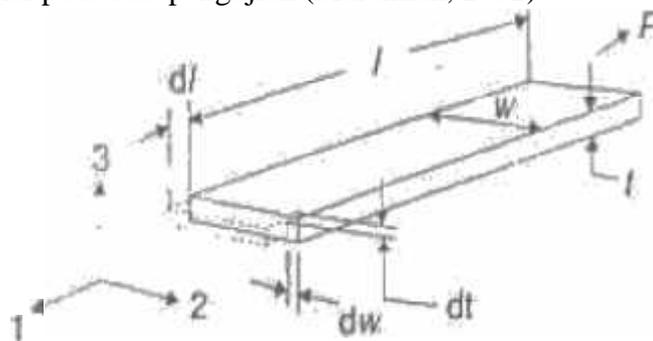
Pada awal pembebanan akan terjadi deformasi elastis sampai pada kondisi tertentu bahan akan mengalami deformasi plastis. Pada awal pembebanan bahan di bawah kekuatan luluh bahan akan kembali ke bentuk semula, hal ini dikarenakan sifat elastis bahan. Peningkatan beban melebihi kekuatan luluh (*yield point*) yang dimiliki plat akan mengakibatkan aliran deformasi plastis sehingga plat tidak akan kembali ke bentuk semula, hal ini bisa dilihat dalam diagram tegangan-regangan berikut :



Gambar 2.5 Diagram tegangan regangan.

2.2.8. Perubahan ketebalan

Kondisi regangan dan tegangan pada saat material mulai terdeformasi mengalami beberapa tahap (*increment*) disetiap bagian elemen (plat). Hal ini berdasarkan pada prinsip tiga arah peregangan material pada saat pengujian (Marciniak, 2002)



Gambar 2.6 Komponen Variabel dalam Perhitungan regangan suatu elemen.

2.2.9. Perbandingan tegangan dan regangan (*Stress and strainratio*)

Perbandingan tegangan dan regangan pada kondisi material terdeformasi menggunakan konstanta perbandingan dan

(Marciniak, 2002) Prinsip yang digunakan untuk tegangan yang bekerja pada suatu elemen pada saat pengujian adalah $\sigma_1 > \sigma_2$ dan $\sigma_3 = 0$

2.3 Teori Bahan kuningan

Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara elektrik. Yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga.

Komponen kedua dari kuningan adalah seng. Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan, Beberapa kuningan juga mengandung persentase kecil dari bahan lain untuk menghasilkan karakteristik tertentu, Hingga 3,8% menurut beratnya. Timbal dapat ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan. Penambahan timah meningkatkan ketahanan terhadap korosi, Membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang dalam proses yang disebut penempaan. Arsenik dan antimony kadang-kadang ditambahkan ke dalam kuningan yang mengandung seng lebih dari 20% untuk menghambat korosi. Bahan lain yang dapat digunakan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu mangan, silikon, dan fosfor.

untuk berbagai jenis kuningan biasanya tercermin dari warna atau bahan yang digunakan. Sebagai contoh: kuningan merah mengandung seng sebesar 15% dan memiliki warna kemerahan, sedangkan kuningan kuning mengandung seng kuningan sebesar 35% dan memiliki warna kekuningan. Kuningan Cartridge mengandung seng 30% dan digunakan untuk membuat kartrid untuk senjata api.

kuningan Angkatan Laut mengandung seng 39,7% dan digunakan dalam berbagai aplikasi di kapal laut.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Tempat pembuatan mesin pembentuk logam dilaksanakan di bengkel bubut karya mandiri. Dan prosen pengujian mesin pembentuk logam dilaksanakan di,kampus Univesitas Muhammadiyah Sumatea Utara. Jl Kapten Mukhtar Basri. No.3 Glugur Darat II, Medan Timur.20238.

Waktu pembelian bahan dan pembuatan mesin pencetak logam dimulai dari tanggal 27 April 2018 s/d 7 November 2018.

Tabel 3.1 Jadwal waktu pembuatan dan pengelola data

NO	KEGIATAN	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
1	STUDI LITERATUR								
2	DESAIN RANCANGAN								
3	PENYEDIAAN MATERIAL								
4	PENYEDIAAN KOMPONEN								
5	PEMOTONGAN MATERIAL								
6	PEMBUATAN PANEL								
7	PEMBUATAN MESIN								
8	PENGUJIANDA N PENGOLAHAN DATA								

Didalam melakukan proses analisa regangan pada saat pembuatan mangkok dengan menggunakan mesin deep drawing adalah sebagai berikut.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

3.2.1.1. Mesin Pembentuk Logam (Deep Drawing)

Merupakan mesin pembentuk logam yang digunakan untuk membentuk lembaran / plat menjadi seperti mangkok, panci dan lain-lain, pembentukannya dilakukan dengan menekan bagian tengah dari bakalan dengan sebuah penekan (Punch) ke dalam rongga cetakan (Dies) sampai terjadi aliran material masuk ke dalam cetakan (Dies).

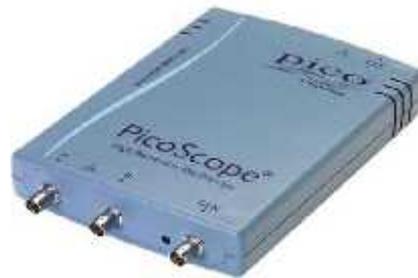


Gambar 3.1 Mesin pembentuk logam(*deep drawing*)

3.2.1.2. Picoscope

Picoscope merupakan alat *oscilloscope* yang dapat disambungkan dengan laptop atau PC Desktop yang digunakan untuk membaca nilai voltase yang dihasilkan V_{out} dari *Bridge box*. Dengan menggunakan picoscope dapat mempermudah dalam memperoleh data saat melakukan percobaan pengujian regangan. *Output* dari picoscope ini dapat langsung dilihat dengan menggunakan *personal computer* (PC) yang telah

terhubung langsung dan memiliki aplikasi picoscope, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2

Picoscope

3.2.1.3. Laptop (Pc)

Laptop digunakan sebagai alat untuk membaca hasil grafik yang di transfer dari Picoscope.



Gambar 3.3 Laptop

3.2.1.4. Bridge box

Bridge box terdiri dari papan sirkuit cetak, 6 resistor dengan nilai hambatan 700 ohm(), 2 konektor BNC, Baterai 9 volt, dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bridge box

3.2.1.5 Strain Gauge

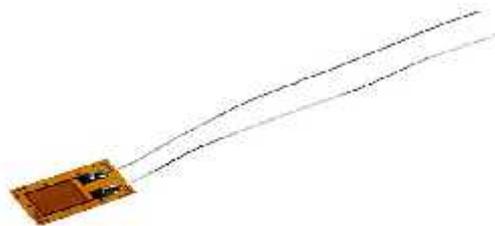
Digunakan sebagai pengukur regangan atau tegangan pada suatu spesimen, dengan cara ditempelkan pada spesimen tersebut dengan perekat yang isolatif terhadap arus listrik, maka material (strain gauge) akan menghasilkan resistansi yang sebanding terhadap resistansi bentuknya, dengan

Resistansi : $350 \pm 0,1$

Sensitif Coefficient : 2.0-2.20

Accuracy Rating : $2.11\% \pm 1\%$

Operating temperature : $-30- 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Gambar 3.5 Strain gauge

3.2.2. Bahan

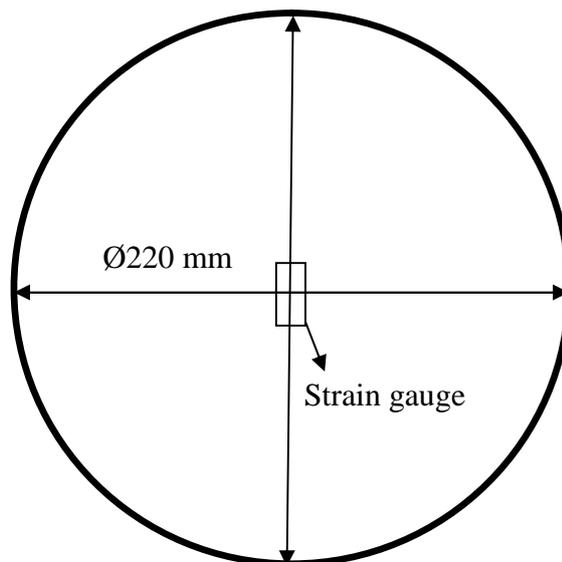
3.2.2.1. Plat Kuningan

Berfungsi sebagai *traiload bank* atau spesimen uji pada proses pembutan mangkok dengan mesin pembentuk logam (*deep drawing*)



Gambar 3.6 Plat kuningan

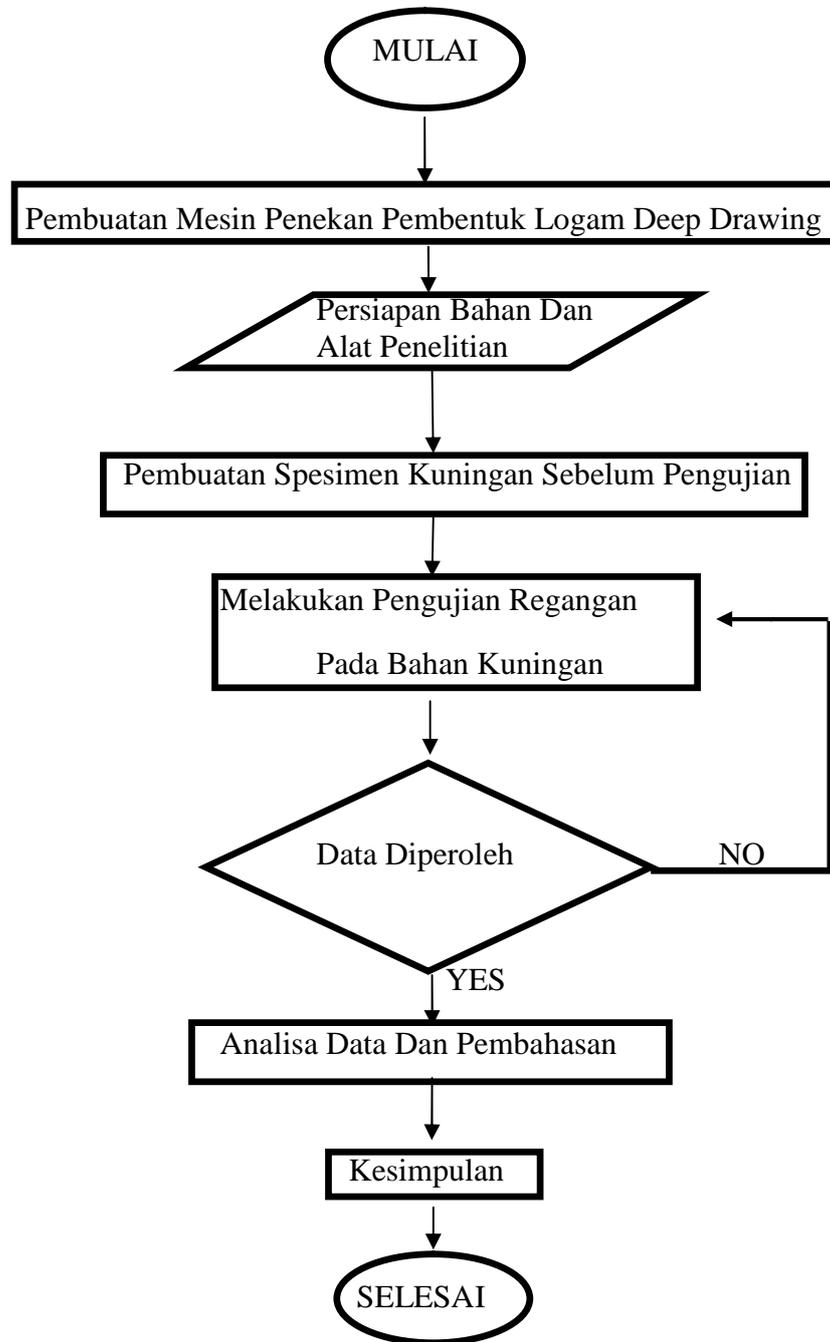
Penentuan ukuran sekitar \varnothing 220 mm, dengan penempatan Strain Gauge berada di posisi tengah spesimen (*Trailod blank*). Dapat dilihat pada gambar 3.7 dengan ukuran \varnothing 220 mm dibawah ini.



Gambar 3.7 Ukuran trailod blank

3.3 Diagram Alir

Agar penelitian dapat berjalan sistematis, maka diperlukan rancangan penelitian atau langkah-langkah penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

3.3.1 Keterangan Diagram Alir Penelitian

3.3.1.1. Pembuatan mesin penekan pembentuk logam

Tempat pembuatan mesin pembentuk logam dilaksanakan di bengkel bubut karya mandiri, jl. Marendal Medan Amplas, Waktu mulai penyediaan komponen dan material pada bulan Juli sampai September, dan pembuatan mesin pencetak logam dimulai daritanggal 1oktober 2018 s/d 7 November 2018.



Gambar 3.9 Pembuatan Mesin penekan pembentuk logam

3.3.1.2. Persiapan alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat proses pengujian berlangsung antara lain

1. Mesin penekan pembentuk logam
(*deepdrawing*)
2. Bahan (spesimen) kuningan
3. Sensor Strain Gauge
4. Picoscope
5. Bridge box
6. Kabel penghubung bnc
7. Laptop

3.3.1.3. Pembuatan spesimen kuningan

Pada saat pengujian proses pembuatan mangkokspesimen menggunakan ketebalan yaitu 0,2 mm dan 0,3 dengan bahan plat kuningan (*traiload blank*), dengan ukuran yang di tentukan yaitu D 220 mm.

3.3.1.3 Mempersiapkan mesin penekan pembentuk logam

Sebelum melakukan pengujian sebaiknya melakukan pengecekan semua komponen mesin diantaranya, motor listrik, hidrolik, selenoid valve, selang hidrolik, preasure, dan oli hidrolik, pastikan semua komponen berjalan dengan baik.

3.3.1.4. Melakukan pengujian pada bahan kuningan

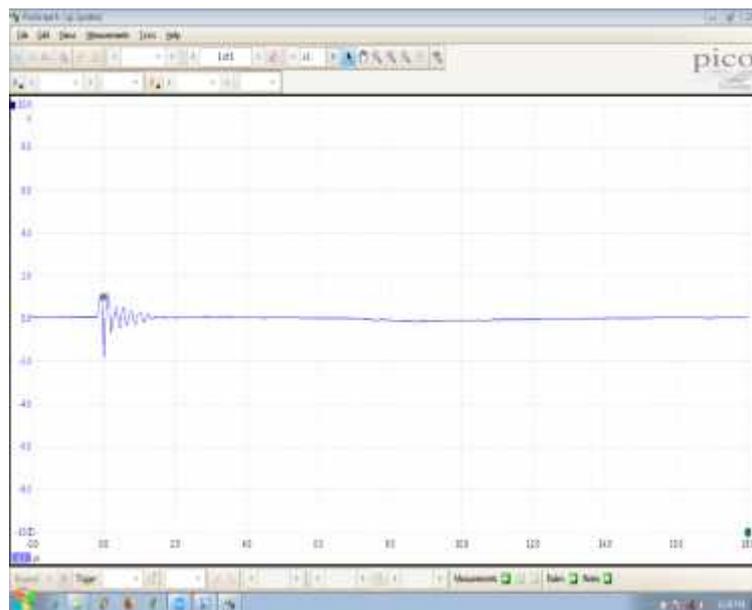
Posisikan spesimen tepat berada di antara *punch* dan *die* dan spesimen uji berada di tengah agar tidak terjadi penekanan miring, sebelum melakukan pengujian dilakukan pengolesan pelumas agar agar tidak terjadi lengket dan penekanan berjalan dengan lancar.

3.3.1.5. Pengujian regangan

Pengujian dilakukan dengan penempatan strain gauge berada di tengah spesimen dengan menghadap ke atas dengan penekana mengarah ke bawah, *Strain Gauge* di sambungkan ke dalam *bridge box*, dari *bridge box* di sambungkan ke *pico scope* menggunakan kabel bnc. Setelah dari *pico scope* data berupa *voltase* dan *time* berbentuk grafik akan di transfer ke dalam laptop untuk di baca hasilnya.



Gambar 3.10 Proses pemasangan spesimen dan pengujian

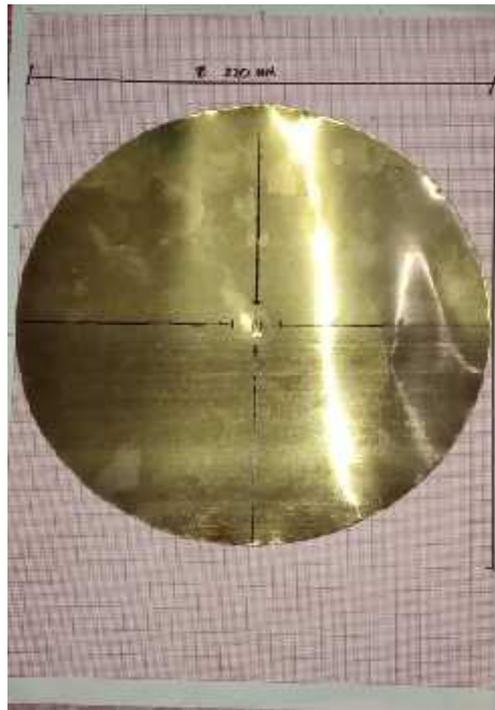


Gambar 3.11 Grafik hasil pengujian strain gauge

3.4 Prosedur Pengujian Mesin

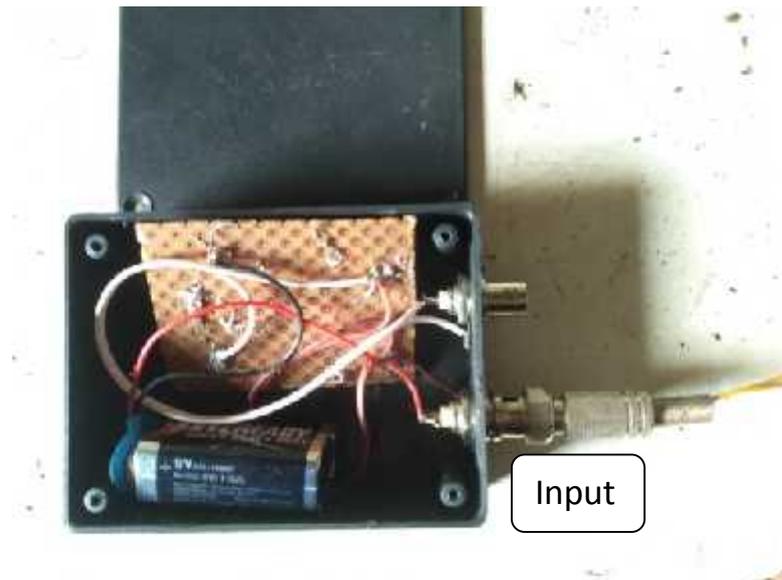
Proses pengujian mesin pembentuk logam dilakukan di kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun proses yang dilakukan pada saat pengujian adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah kuningan (brass sheet) dengan tebal 0.2 mm dan 0.3 mm dengan kadar tembaga antara 60-90%
2. Bahan kuningan (brass sheet) di variasikan dengan ukuran yang ditentukan. Yaitu \varnothing 245 mm dengan tebal 0.2 dan 0.3 mm
3. Pemasangan sensor strain gauge dengan resistansi 350 pada spesimen uji, strain gauge diposisikan berada di tengah spesimen uji dapat dilihat pada gambar 3.12 di bawah ini



Gambar 3.12 Gambar spesimen kuningan yang telah di pasang strain gauge

4. Mengukur kembali tahanan strain gauge dengan menggunakan multi tester.
5. Menghubungkan kabel strain gages pada input bridge box, dapat dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Pemasangan *Bridge Box*

6. Menghubungkan kabel *bridge box* ke input *oscilloscope*, dapat dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Pemasangan *Oscilloscope*

7. Menghubungkan output *oscilloscope* pada PC (laptop) menggunakan kabel *usb*, dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar3.15 Pemasangan output *Oscilloscope* pada laptop

Keterangan gambar

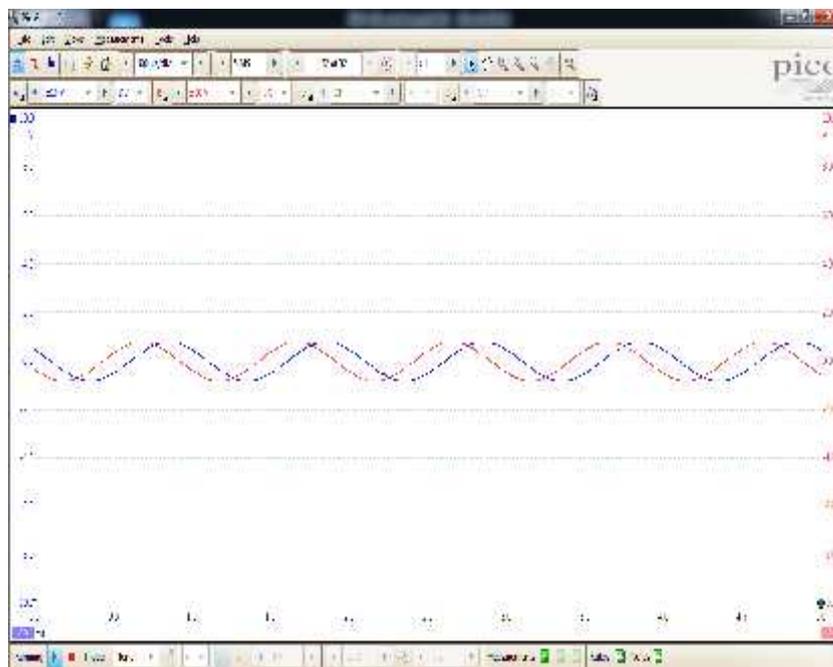
1. Punch
2. Spesimen kuningan
3. Strain gauge
4. Die

5. Leptop
6. Bridge box
7. Picoscope
8. Klik kiri dua kali pada ikon desktop picoscope untuk membukak program gambar 3.16



Gambar 3.16 Logo aplikasi PicoScope 6

9. Penyetelan *software picoscope* pada laptop yang akan menghasilkan grafik regangan dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.18 Penyetelan Software picoscope

10. Mengatur daya baterai menjadi $\pm 10V$ arus dc pada channel A(biru) dan mengatur daya baterai $\pm 10V$ arus DC pada channel B(merah) dapat dilihat pada gambar 3.19



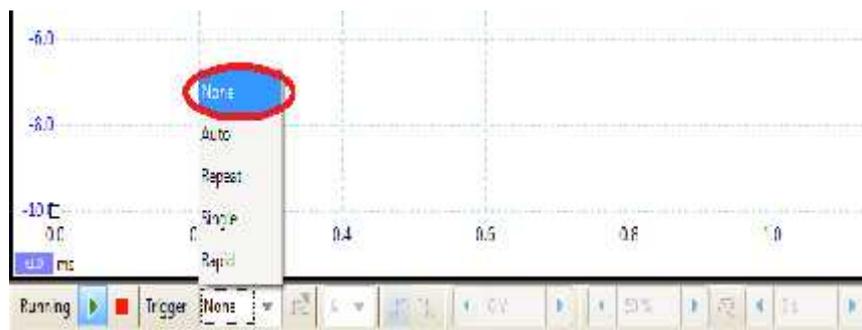
Gambar 3.19 Mensetting daya baterai

11. Mengatur jarak waktu menjadi $200\mu s/div$ sebagai titik awal dapat dilihat pada gambar 3.20



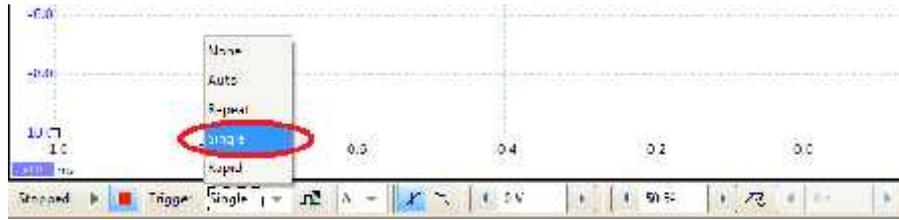
Gambar3.20 Mensetting jarak waktu

12. None akan digunakan untuk melihat sinyal pada waktu belum ditentukan dapat dilihat pada gambar 3.21



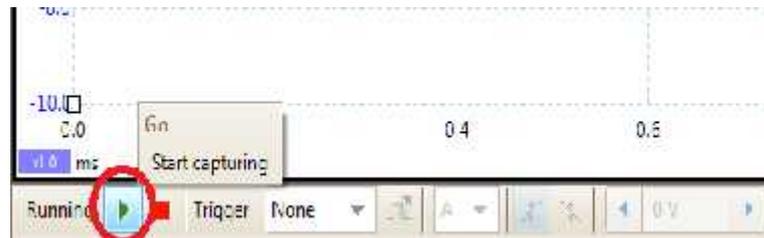
Gambar3.21 Penyetelan none

13. Single mendapat kan hasil gelombang channel A dan channel B saat penekanan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.22



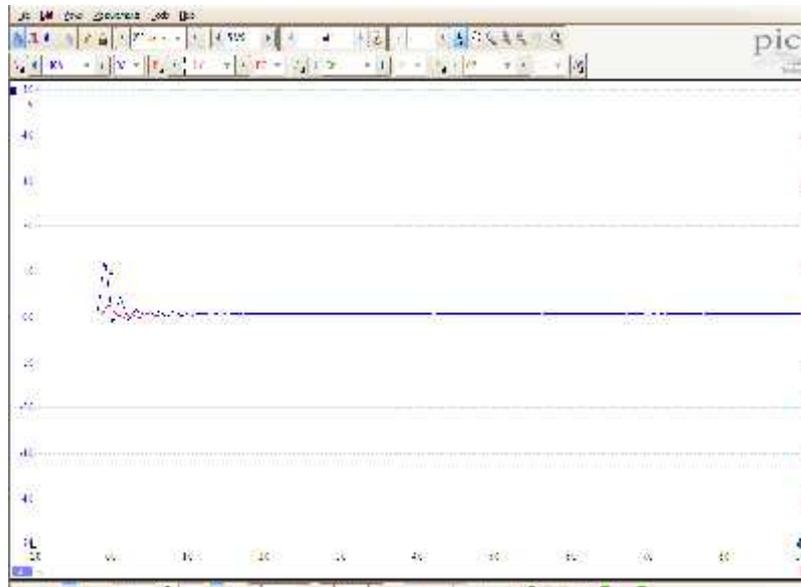
Gambar3.22 penyetelan single

14. Running Untuk memulai merekam gelombang channel A dan channel B dapat dilihat pada gambar 3.23



Gambar3.23 penyetelan running

15. Hasil data grafik voltase vs waktu setelah selesai pengujian regangan, dapat dilihat pada gambar 3.24



Gambar 3.24 Grafik voltase vs waktu

16. Setelah selesai pengujian non aktifkan *software*, *oscilloscope*, dan *bridge box*.

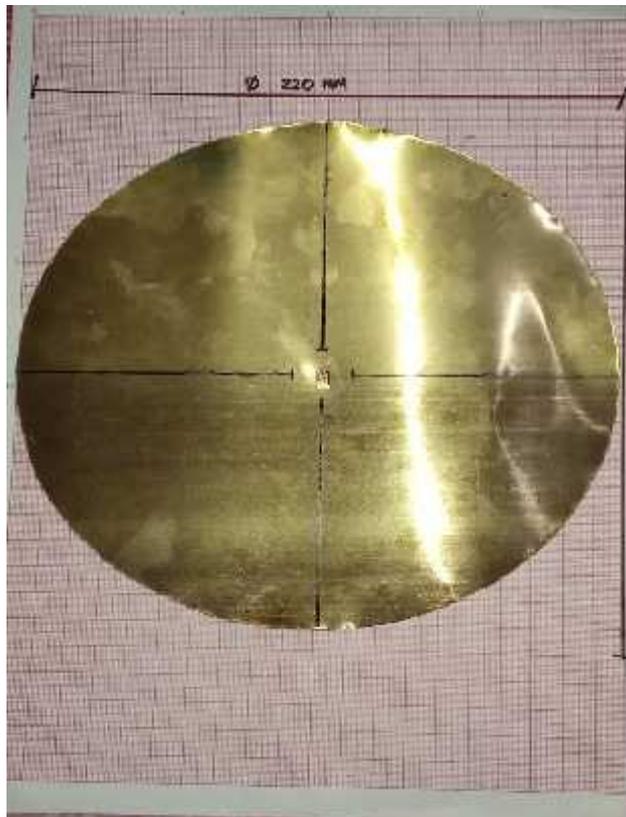
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

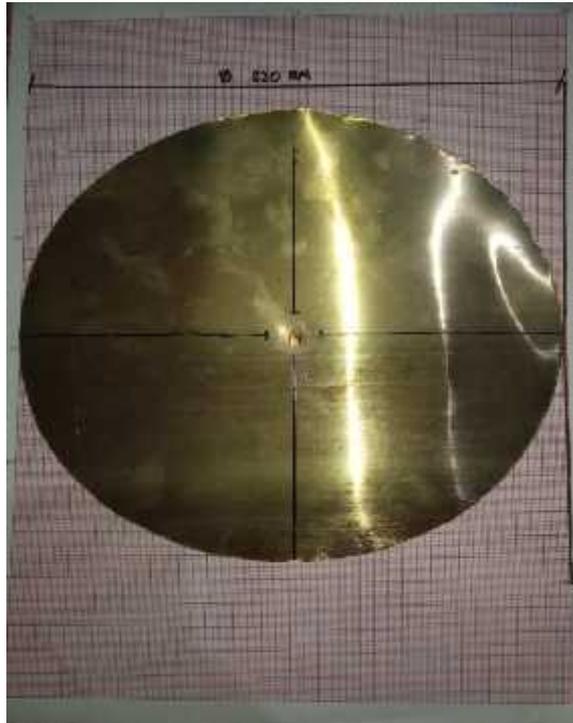
4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Spesimen sebelum pengujian

Bentuk spesimen sebelum pengujian adalah lebaran plat kuningan (traiload blank), dengan ukuran tebal 0.2 mm dan 0.3 mm dengan diameter 220 mm yang telah dipasang strain gauge, dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Spesimen kuningan tebal 0.2 mm



Gambar 4.2 Spesimen kuningan tebal 0.3 mm

4.1.2 Spesimen kuningan tebal 0.2 mm sesudah pengujian

Bentuk spesimen sesudah proses pengujian dilakukan mengalami perubahan bentuk sesuai dengan ukuran pans yaitu tinggi = 80 mm dan \emptyset = 85 mm dapat dilihat pada gambar 4.3 , 4.4 dan 4.5.



Gambar 4.3 Gambar produk spesimen 0.2 setelah pengujian tampak atas.



Gambar 4.4 Gambar produk spesimen 0.2 setelah pengujian tampak samping.



Gambar 4.5 Gambar produk spesimen kuningan 0.2 setelah pengujian pada bagian bawah

4.1.3 Spesimen kuningan tebal 0.3 mm sesudah pengujian

Bentuk spesimen sesudah proses pengujian dilakukan mengalami perubahan bentuk sesuai dengan ukuran pans yaitu tinggi = 80 mm dan \varnothing = 85 mm dapat dilihat pada gambar 4.6 , 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.6 Gambar produk spesimen kuningan 0.3 setelah pengujian tampak dari atas



Gambar 4.7 Gambar produk spesimen kuningan 0.3 setelah pengujian tampak dari samping

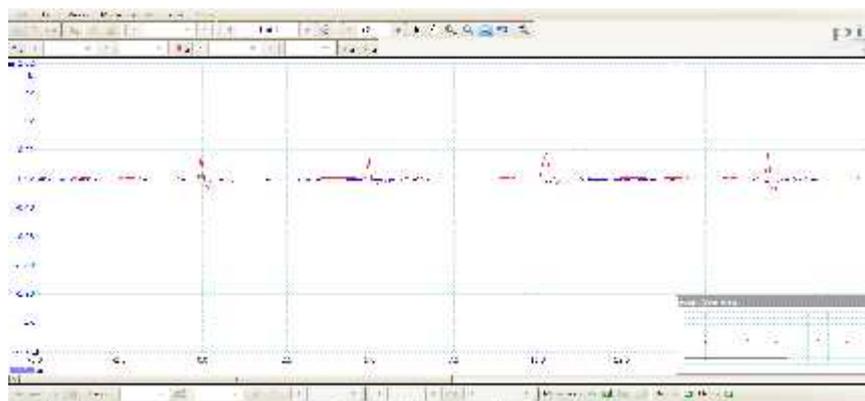


Gambar 4.8 Gamabar produk spesimen kuningan 0.3 setelah pengujian pada bagian bawah.

4.2. Prosedur Pembuatan Grafik Regangan

4.2.1. Grafik voltase Vs Waktu

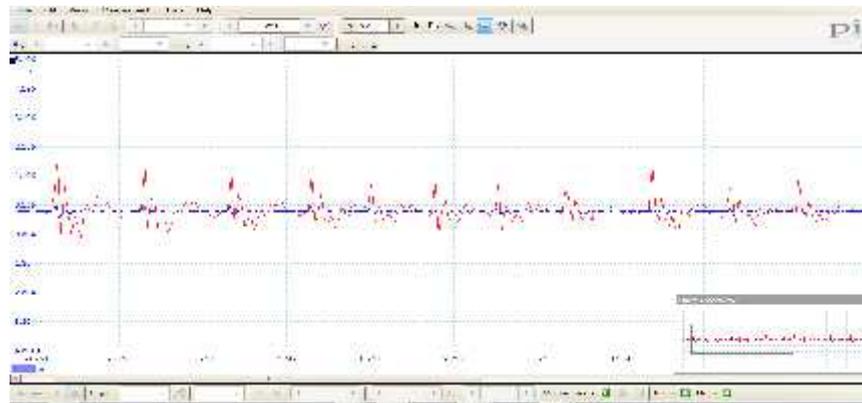
Setelah dilakukan pengujian pada spesimen 1, spesimen 2, spesimen 3, spesimen 4, pada bahan kuningan maka didapatkan Grafik voltase Vs waktu hasil dari pengujian menggunakan software picoscope dapat di lihat pada gambar 4.9, 4.10, 4.11, 4,12, dibawah ini.



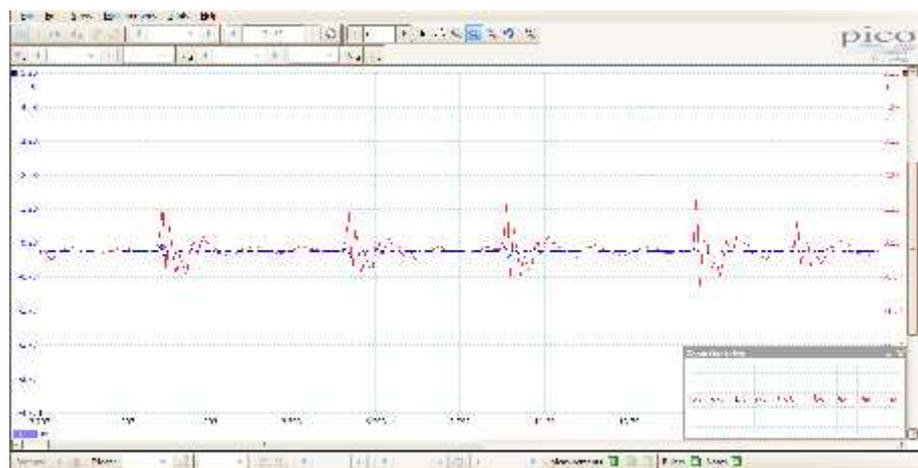
Gambar 4.9, Grafik volt vs waktu pegujian regangan 1 spesimen kuningan tebal 0,2 mm



Gambar 4.10, Grafik volt vs waktu pegujian 2 spesimen kuningan tebal 0,2 mm



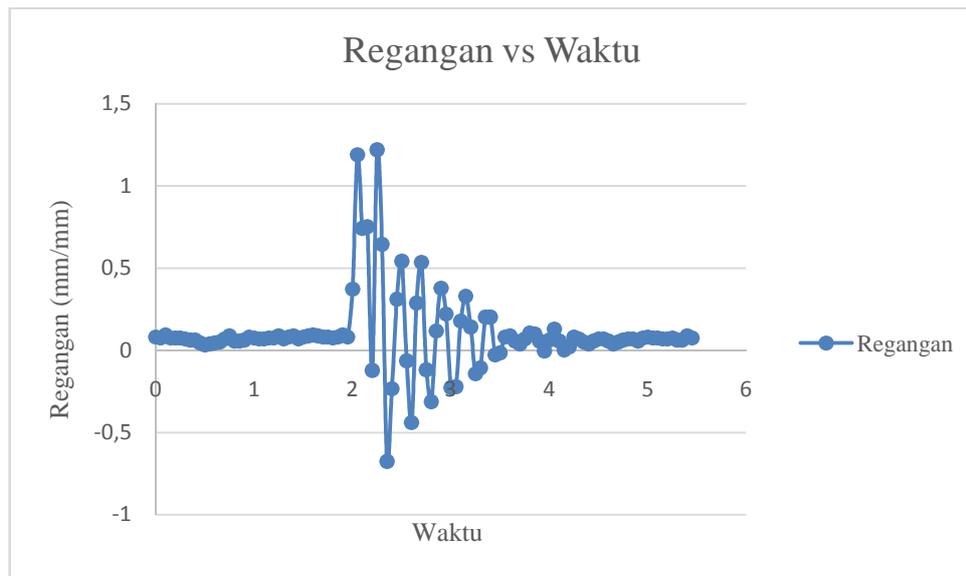
Gambar 4.11, Grafik volt vs waktu pegujian 3 spesimen kuningan tebal 0,3 mm



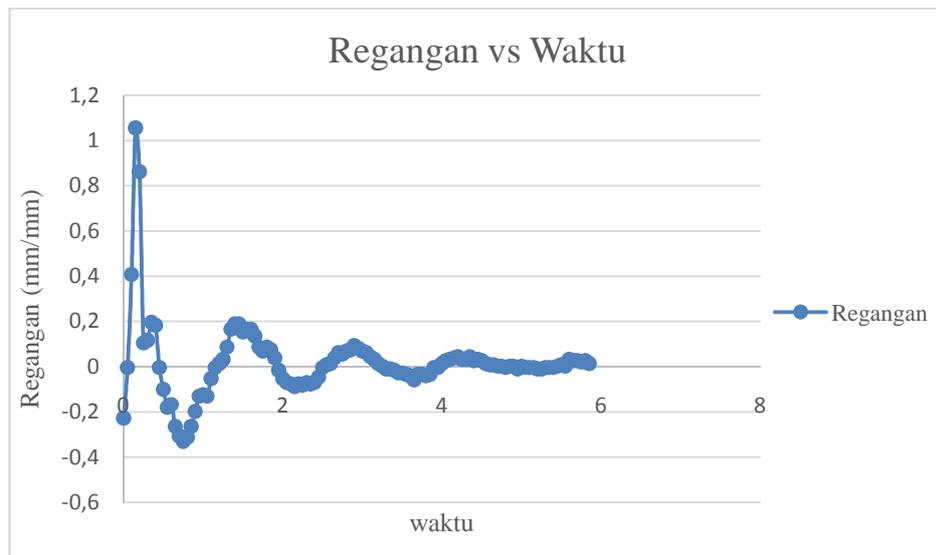
Gambar 4.12, Grafik volt vs waktu pegujian 3 spesimen kuningan tebal 0,3 mm

4.2.2. Grafik Regangan vs Waktu

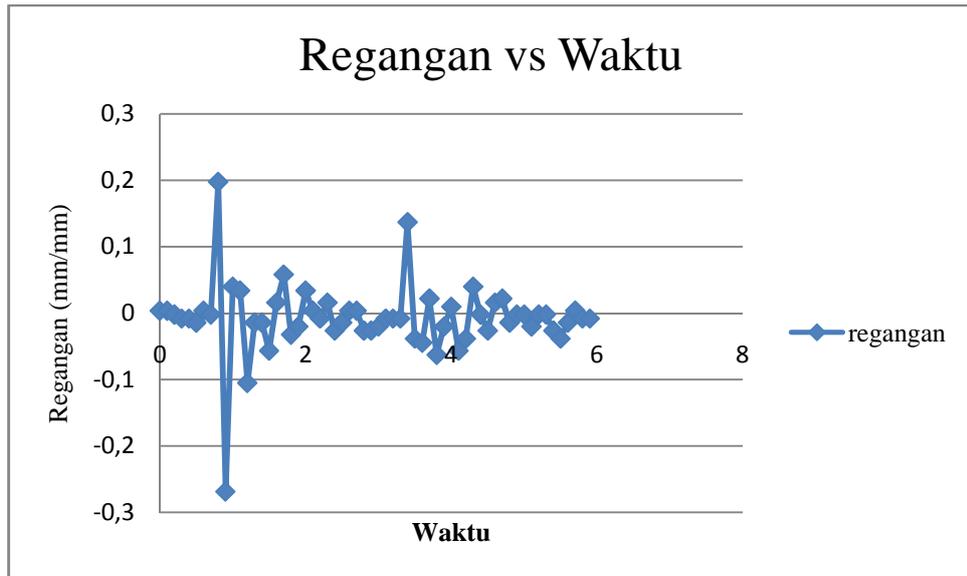
Setelah hasil grafik dari voltase dan waktu diolah dalam microsoft excel maka di dapatkan grafik dari regangan vs waktu Berikut adalah hasil grafik regangan dan waktu setelah dilakukan pengujian (Uji tekan) pada bahan kuningan , dengan hasil gaya *maximum force* yang di dapat sebesar 4252,194 kgf pada saat pengujian. Dapat di lihat pada gambar 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 dibawah ini.



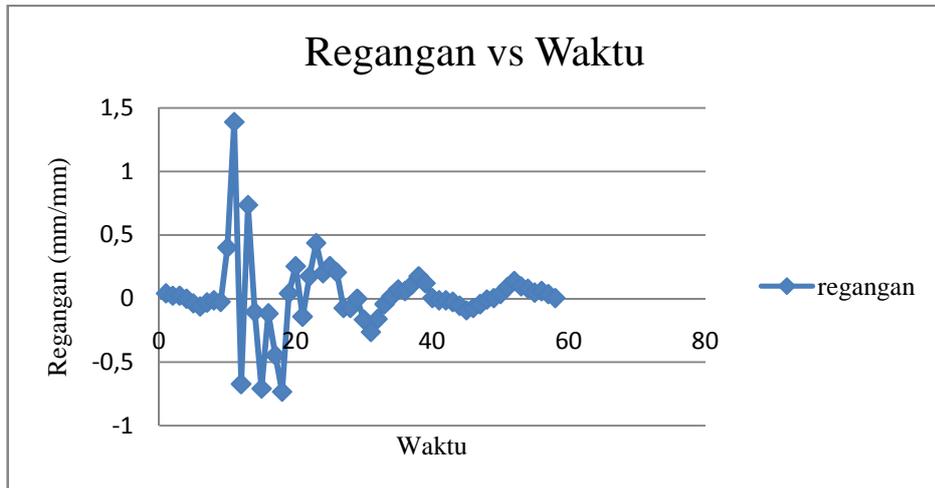
Gambar 4.13 Grafik pengujian 1 bahan kuningan tebal 0,2 mm



Gambar 4.14 Grafik pengujian 2 bahan kuningan tebal 0,2 mm



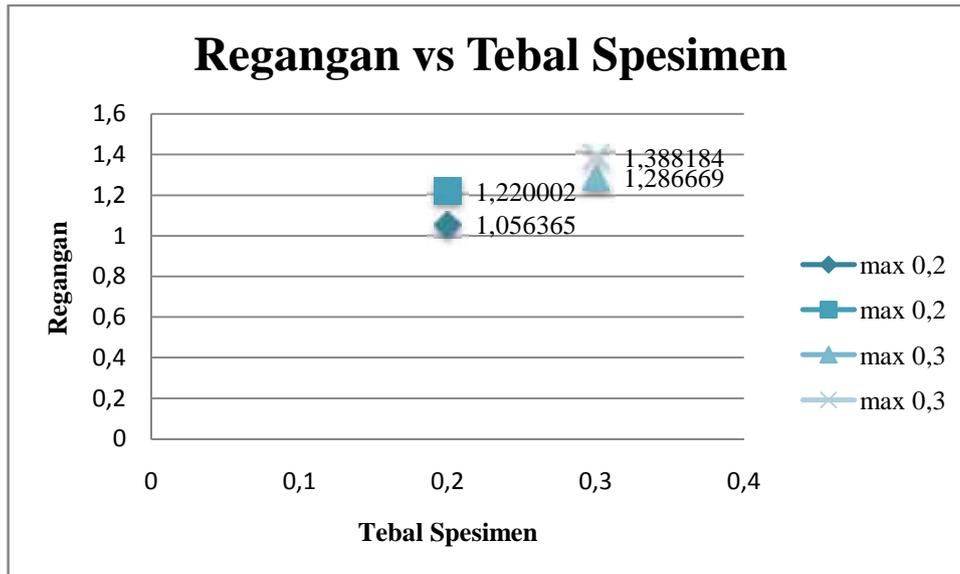
Gambar 4.15 Grafik pengujian 3 bahan kuningan tebal 0,3 mm



Gambar 4.16 Grafik pengujian 4 bahan kuningan tebal 0.3 mm

4.2.3. Grafik Regangan4 Spesimen

Dari hasil grafik regangan4 spesimen (uji tekan) di dapatkan grafik perbandingan dengan data regangan tertinggi adalah specimen4 tebal 0,3mm (1,388184)



Gambar 4.17 Grafik regangan perbandingan 4 spesimen

4.3. Pembahasan dan hasil perhitungan pengujian regangan spesimen kuningan

4.3.1 Pembahasan Pengujian Regangan Spesimen Kuningan

$$\begin{aligned}
 1. \quad D_o &= h \times 2 + d_1 \\
 &= 70 \times 2 + 80 \\
 &= 220 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad \text{Limit drawing ratio} \\
 &= \frac{D}{d_1} = \frac{2}{8} = 2.75
 \end{aligned}$$

3. Penentuan clearance

$$U_d = S_o + 0,04\sqrt{10 \cdot S_o}$$

$$U_d = 0,2 + 0,04 = 0,24$$

4. Perhitungan cracking

$$\begin{aligned}
 F_{cr} &= f \cdot d_m \cdot S_o \cdot \uparrow \text{ max} \\
 &= 3,14 \times 220 \times 0,2 \times 195 \\
 &= 26,94
 \end{aligned}$$

5. Blank holder force

$$\begin{aligned}
 P_{BH} &= 10^{-3} \times C \times \left[(S - 1)^3 + \frac{0,006 \times d_o}{S_o} \right] \times \uparrow \text{ max} \\
 &= 10^{-3} \times 2,5 \times \left[(3,0 - 1)^3 + \frac{0,006 \times 245}{0,2} \right] \times 195
 \end{aligned}$$

$$= 11N / mm^2$$

4.3.2. Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas pompa} = 3 \text{ cc/rev}$$

$$\text{Tekanan maksimal (P)} = 250\text{bar} = 254.925 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Putaran pompa max} = 4500 \text{ rpm}$$

$$\text{Putaran pompa min} = 600 \text{ rpm}$$

4.3.3 Motor Listrik

Motor yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

$$\text{Putaran motor (n)} = 1400 \text{ rpm}$$

$$\text{Daya motor} = 2 \text{ Hp}$$

4.3.4 Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

$$\text{Diameter piston (D)} = 55 \text{ mm} = 5.5 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter rod piston (d)} = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$$

a. Luas penampang silinder hidrolik :

$$A \text{ (luas penampang)} = \left(\frac{1}{4} \cdot f (D^2 - d^2) \right)$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \cdot 3.14 (5.5^2 - 3^2) \right)$$

$$A = 0,785 (30.25 - 9)$$

$$= 16.68 \text{ cm}^2$$

b. Gaya maksimal pada silinder hidrolik

$$\text{Tekanan pompa hidrolik (P)} = 250 \text{ bar} = 254.925 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Luas penampang (A)} = 16.68 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \times A$$

$$= 254.925 \text{ kgf/cm}^2 \times 16.68 \text{ cm}^2$$

$$= 4252.194 \text{ kgf}$$

4.4 Hasil perhitungan pengujian regangan spesimen kuningan

Berikut data yang di ketahui :

$$L_0 = 220 \text{ mm}$$

$$L_i = 225 \text{ mm}$$

$$r = 110 \text{ mm}$$

$$t_0 = 0,2 \text{ mm}$$

$$F = 4252.194 \text{ kgf} \times 9,8\text{N} = 41.671\text{N}$$

Data spesimen pengujian pertama dengan ketebalan spesimen 0.2 mm padapercobaan diatas maka di dapat hasil perhitungan sebagai berikut:

Luas penampang

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 110 \times 110 \\ &= 37,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tegangan

$$\begin{aligned} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{41.671}{37,99} \\ &= 1,09 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{\Delta l}{l_0} \\ &= \frac{2}{2} \\ &= 1,02\text{mm/mm} \end{aligned}$$

Modulus elastisitas

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{1,0}{1,0} \\ &= 1,06 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Data spesimen pengujian kedua dengan ketebalan spesimen 0.3 mm padapercoabaan di atas maka di dapat hasil perhitungan sebagai berikut :

Luas penampang

$$\begin{aligned}A &= \pi r^2 \\&= 3,14 \times 110 \times 110 \\&= 37,99\text{mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{A} \\&= \frac{40,6}{37,9} \\&= 1,07 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Regangan

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\&= \frac{223}{220} \\&= 1,01\text{mm/mm}\end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\&= \frac{1,07}{1,01} \\&= 1,07 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada mesin deep drawing pada pembuatan mangkok dengan bahan kuningan menggunakan instrument strain gauge, maka kesimpulan yang dapat di ambil adalah sebagai berikut

1. Tekanan maksimal (P) = 250bar = 254.92 kgf/cm² Putaran pompa max = 4500 rpm ,Putaran pompa min = 600rpm
2. Dari hasil uji proses *deep drawing* dengan pelat *tailoredblank* diperoleh informasi bahwa pada bagian atas *cup* (sisa)terdapat cacat *wrinkling* yang sebelumnya tampak pada hasil eksperimen. Cacat *wrinkling* yang terjadi pada hasil eksperimen terjadi karenapegas pada *blank holder*di lepas, sehingga *blank holder* tidak mampu menjepit *blank* dengan baik.
3. Dari hasil pengujian eksperimen diperoleh informasi bahwa selama proses *deep drawing* dengan pelat *tailored blank bahan kuningan* ditemukan bahwa pada pelat dengan ketebalan 0,2 mm (pelat tipis) terjadi cacat *wrinkling* pada dinding *cup*.Sedangkan pada pelat yang lebih tebal hanya sedikit *wrinkling*. Hal ini terjadi karena pada ketebalan 0,2 masih terdapat celah (*clearance*) antara *punch*, *blank*, dan *dies* sehingga terjadi regangan positif (tarik) dan regangan negatif (tekan) yang mengakibatkan cacatkerut.
4. Sensor Strain Gauge berfungsi seperti yang di harapkan, pada saat beberapa kali percobaan tidak ada satu pun pengijian yang gagal, melainkan bahan spesimen uji yang terjadi *wrinkling*.
5. Dari hasil pengujian di dapatkan hasil regangan tertinggi dari ke empat spesimen adalah: spesimen1= 1,056365mm/mm spesiemen 2 = 1,220002 mm/mm spesimen 3= 1,28669 mm/mm, dan spesimen ke 4 = 1,388184 mm/mm regangan tertinggi terjadi pada spesimen ke empat yaitu = 1,388184 mm.mm

5.2 Saran

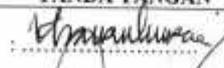
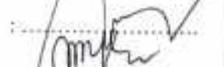
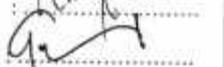
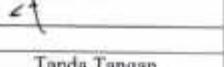
1. Pada saat melakukan pengujian seharusnya tidak ada ada suara berisik, kar sensor sangat sensitif
2. Pemasangan sensor harus hati-hati dan teliti karna harus steril dari benda lain ataupun benda tajam yang dapat merusak sensor Strain Gauge.
3. Pastikan semua komponen berfungsi dengan baik sebelum pengujian, karna jika tidak di periksa terlebih dahulu saat sebelum pengujian, akan terjadi kegagalan pada pengujian.
4. Leptop yang digunakan pada saat pengujian seharusnya harus leptop yang baik, dan tidak ada masalah. Sebab jika laptop mati mendadak pengujian dinyatakan tidak berhasil atau gagal.
5. Perlunya ada kerja sama yang baik pada team, karna pada saat pengujian dibutuhkan lebih dari satu orang untuk berjalan lancar nya pengujian pada mesin *deep drawing*

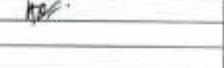
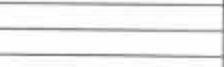
DAFTAR PUSTAKA

- MECHANICS OF MATERIAL EIGHT EDITION R.C.HIBBELER .Boston, Indianapolis, New York, San Francisco
- Mechanics of Sheet Metal Forming,Z. Marciniak The Technical University of Warsaw, Poland,J.L. Duncan The University of Auckland, New Zealand S.J. Hu The University of Michigan,USA.
- P.C.Sharma ; 2002; *A Textbook of Production Engineering*; S. Chand & Company Ltd, New Delhi.
- G.Sach, *Prinsiples And Methods* of sheet-metal forming.Rinhold Publishing Corporation. New York 1951.
- Budiarto.2001. Press Tool 3 (Proses Drawing). Bandung: PoliteknikManufaktur Bandung
- Eguia, V. M., Coello, J., Martinez, A., Manjabacas, M.C, Calatayud, A., (2011), "LearningStrategis For Deep drawing Processes In The European Higher Education Area Context,Material Science Forum Trans Tech Publications, Vol. 692, hal 74-82.
- Metal forming handbook / Schuler. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ;Budapest ; Hong Kong ; London ; Milan ; Paris ; Santa Clara ; Singapore Tokyo:Springer,1998,Dt.Ausgu.d.T.: Handbuchder Umform technik,ISBN 3-540-61185-1
- Prof. Dr. Ing. Dorel Banabic, Technical University of Cluj-Napoca, Research Centre on Sheet MetalForming– CERTETA27 Memorandumului, 400114 Cluj Napoca Romania.
- Boljanovic,Vukota.Sheetmetal forming processes and die design/Vukota Boljanovic.p. cm. ISBN 0-83 1 1-3 182-9 1.Sheet-metal work.2. Dies (Metal-working).
- SoegiatmoRahardjo, Wisnu Tri Yulianto, UniversitasMuhammadiyah Jakarta, JurusanTeknikMesin,<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/download/78/60/diaksespada> tanggal 07 Februari 20019.
- [https://www.researchgate.net/publication/326669241_Timbangan_menggunakan Strain Gauge Rangkaian Full Bridge dengan IC HX711/diakses](https://www.researchgate.net/publication/326669241_Timbangan_menggunakan_Strain_Gauge_Rangkaian_Full_Bridge_dengan_IC_HX711/diakses) pada tanggal07 Februari 2019

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta seminar
 Nama : Ahmad Al Farobi
 NPM : 1407230237
 Judul Tugas Akhir : Analisa Tegangan Proses Pembuntan Mangkok Menggunakan Mesin Penekan Logam Pengguna Bahan Kuningan Menggunakan Instrumen Staingauge.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurai.S.T.MT	
Pembimbing – II	: DR.Rakhmad Arief. Srg.M.Eng	
Pembanding – I	: M.Yani.S.T.M.T	
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230306	MUHAMMAD HANON PULUNGAT	
2	1407230124	MUHAMMAD AKBAR	
3	1407230173	SATRIA BEVAN AFIF	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 09 Rajab 1440 H
 14 Mei 2019 M


 Kaprodi Teknik Mesin

 Afandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Ahamad Al Farobi
NPM : 1407230237
Judul T.Akhir : Analisa Tegangan Proses Pembuatan Mangkok Menggunakan Mesin Penekan Logam Pengguna Bahan Kuningan Menggunakan Instrumen Stainsgauge.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T



KEPUTUSAN

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
hilang pada staff sistem yg harus diperbaiki
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 09 Ramadhan 1440 H
14 Mei 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi T.Mesin

[Signature]
Affandi S.T.M.T



Dosen Pembanding - I

[Signature]
M.Yani S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA :Ahmad Al Farobi
NPM :1407230237
Judul T.Akhir :Analisa Tegangan Proses Pembuatan Mangkok Menggunakan
Mesin Penekan Logam Pengguna Bahan Kuningan Menggunakan
Instrumen Stainsgauge.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : DR.Rahmad Arief Srg.M.Eng
Dosen pembeding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembeding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

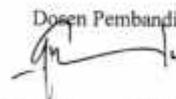
- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
lihat buku tugas akhir
.....
.....
.....
- 3 Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 09 Ramadhan 1440 H
14 Mei 2019 M

Diketahui :
Ketua Jurusan T.Mesin


Affandi S.T.M.T

Dosen Pembeding - II


Chandra A Siregar.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Regangan Pada Pembuatan Mangkok Menggunakan Mesin Pembentuk Logam Dengan Bahan Kuningan Pada Kondisi Penekanan Kering Dengan Menggunakan Instrument Strain Gauge

Nama : Ahmad Alfarobi

NPM : 1407230237

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Dr. Eng Rakhmad A Siregar

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
15	11-2018	- Pemberian tugas	le.
20	11-2018	- Perbincangan pendahuluan	le.
20	12-2018	- Perbincangan per samaan	le.
15	01-2019	- Perbincangan metode	le.
25	01-2019	- Perbincangan Analisa data	le.
03	02-2019	- Lanjut ke pembimbing 2	le.
15	02-2019	- perbincangan	↑
27	02-2019	- perbincangan	↑
20	03-2019	- kembal ke pemb 1 All senior	↑

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ahmad Alfarobi
NPM : 1407230237
Tempat/ Tanggal Lahir : Simaninggir, 26 Desember 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Platina 2 Martubung
Kecamatan : Medan Labuhan
Kabupaten : Deli Serdang
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 081375712429
E-mail : achmadalfaroby12@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Muhammad Rasyid Nasution, L.c
Ibu : Nurani Dalimunthe

PENDIDIKAN FORMAL

2002-2008 : SDNEGERI 142568 SIMANINGGIR
2008-2011 : MTS MUHAMMADIYAH 8 SIABU
2011-2014 : SMKNEGERI 2 PANYABUNGAN
2014-2019 : Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

