

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KETEBALAN PELAT ALUMINIUM TERHADAP GAYA
TEKAN PADA PROSES PEMBENTUK LOGAM**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SUAIB AULIA NASUTION
1307230044



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Suaib Aulia Nasution
NPM : 1307230044
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan
Pada Proses Pembentuk Logam.
Bidang ilmu : Konstruksi 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, 24 September 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Bekti Suroso, S.T., M.Eng.

Dosen Penguji II



H. Muharnif M, S.T., M.sc

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Dr. Eng. Rakhmad Arif Siregar

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Afandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Suaib Aulia Nasution
Tempat /Tanggal Lahir: Pasar Hilir/24 September 1994
NPM : 1307230044
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan Pada Proses Pembentuk Logam”,

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 orisinal 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/keserjanaan 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 Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 24 September 2020

Saya yang menyatakan,



Muhammad Suaib Aulia Nasution

ABSTRAK

Mesin (deep drawing) adalah suatu mesin pembentuk logam yang menggunakan meja cetakan, dimana proses pembentukan material benda kerja terjadi karena adanya tekanan hidrolik yang dibantu dengan tenaga motor. Pada proses pengujian mesin deep drawing ini sendiri memiliki jenis berbagai spesimen logam yang berbeda dilakukan pada suatu cetakan. Selain itu alat penekan logam harus disesuaikan dengan specimen yang digunakan. Aluminium (dalam bentuk bauksit) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh gaya tekan yang terjadi pada proses pembuatan mangkok berbahan aluminium menggunakan mesin pembentuk logam dengan daya 5 ton (deep drawing). Proses pengambilan data dari pengujian specimen aluminium yang dilakukan, dapat dilihat dari tekanan yang diberikan pada hidrolik pada mesin deep drawing dan sensor load cell yang sudah di kalibrasikan. Pada pengujian specimen 1 berdiameter 160 mm dengan ketebalan 0,5mm didapat gaya tekanan sebesar 1300N pada saat specimen 1 tercetak menjadi mangkok dengan kedalaman 20 mm dan memiliki lipatan sebanyak 4 lipatan pada dinding. Pada specimen 2 berdiameter awal 160 mm dengan ketebalan 0,5 mm didapatkan gaya tekanan sebesar 2250N dan pada saat specimen 2 tercetak menjadi mangkok dengan kedalaman 30 mm didapat lipatan sebanyak 6 lipatan pada dinding. Pada specimen 3 berdiameter 160mm dengan ketebalan 0,6mm didapat gaya tekanan sebesar 2950N dan pada saat specimen 3 tercetak menjadi mangkok dengan kedalaman 20 mm didapat lipatan sebanyak 7 lipatan pada dinding. Pada specimen 4 berdiameter 160mm dengan ketebalan 0,6mm didapat gaya tekanan sebesar 4200N dan pada saat specimen 4 tercetak menjadi mangkok dengan kedalaman 30 mm didapat lipatan sebanyak 7 lipatan dan sobek pada dinding specimen. Hal ini di karenakan semakin tebal pelat specimen dan semakin dalam spesimen yang akan dibuat maka semakin banyak kerutan dan lipatan sobek yang terjadi, kerutan lipatan sobek ini terjadi pada dinding di akibatkan dari cetakan yang kurang rata.

Kata kunci : End deep drawing, Tebal pelat, Pengaruh.

ABSTRACT

Machine (deep drawing) is a metal forming machine that uses a mold table, where the process of forming workpiece material occurs due to hydraulic pressure aided by motor power. In the process of testing this deep drawing machine itself has various types of different metal specimens carried out on a mold. In addition metal presses must be adjusted to the specimen used. Aluminum (in the form of bauxite) is a mineral derived from acid magma that undergoes a residual weathering and sedimentation process. The purpose of this study was to determine the effect of compressive forces that occur in the process of making aluminum bowls using a metal forming machine with 5 tons of power (deep drawing). The process of taking data from the aluminum specimen testing conducted, can be seen from the pressure applied to the hydraulics on the deep drawing machine and the calibrated load cell sensor. In testing specimen 1 with a diameter of 160mm with a thickness of 0.5mm, a pressure force of 1300N is obtained when specimen 1 is printed into a bowl with a depth of 20 mm and has four folds in the wall. In specimen 2 with an initial diameter of 160 mm with a thickness of 0.5 mm a pressure force of 2250N was obtained and when specimen 2 was printed into a bowl with a depth of 30 mm a fold of 6 folds was obtained on the wall. In specimen 3 with a diameter of 160mm with a thickness of 0.6mm, a pressure force of 2950N was obtained and when specimen 3 was printed into a bowl with a depth of 20 mm a fold of 7 folds was obtained on the wall. In specimen 4 with a diameter of 160mm with a thickness of 0.6mm a pressure force of 4200N was obtained and when specimen 4 was printed into a bowl with a depth of 30 mm a fold of 7 folds was found and was torn at the specimen wall. this is because the thicker the specimen plate and the deeper the specimen to be made, the more wrinkles and tear creases occur, these creases occur in the walls of the specimen and these folds result from flat molds

Keywords: End deep drawing, plate thickness, Influence.

.
.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan Pada Pembentukan Logam” 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 terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji serta selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Mesin UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng, Rakhmat Arif Siregar, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bekti Suroso, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak H. Muharnif M,S.T., Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T dan Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T, selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.

7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda H. M. Syahril Nst, dan Ibunda Hj. Normasani Rkt yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Para keluarga dirumah: Nadiroh Nst, Ainun Jariah, Abdul Haris Nst, Almira Shabitha, dan Fitri Nanda Sari Hsb, yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.
10. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Nur Syahputra, Amir Hamjah Hrp, Muhammad Prayogi, Alhadi Syafari, Alfiansyah Lubis, Selamat Junaidi dan Teman-teman Seperjuangan A-1 pagi dan A-2 siang Teknik Mesin Angkatan 2013 dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebutkan satu per satu, Juga teman – teman seperjuangan satu kost.

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 teknik Mesin.

Medan, 24 september 2020

Muhammad Suaib Aulia Nst

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Aluminium	5
2.1.1. Klasifikasi Aluminium	6
2.1.2. Sifat-Sifat Aluminium	6
2.1.3. Ciri-ciri Aluminium	8
2.1.4. Paduan Aluminium	8
2.2. Teori Elastisitas Dan Plastisitas Pelat	9
2.2.1. Tegangan	10
2.2.2. Regangan	11
2.2.3. Deformasi	11
2.3. Pengaruh Tebal Pelat	13
2.4. Gaya	13
2.4.1. Macam-Macam Gaya	13
2.4.2. Sifat – Sifat Gaya	14
2.5. Gaya Tekan	14
2.6. Pengertian <i>Deep Drawing</i>	15
2.6.1. Variabel Proses <i>Deep Drawing</i>	17
2.7. Sensor Berat	20
2.7.1. Karakteristik Sensor (<i>Load Cell</i>)	21
2.7.2. Prinsip Kerja Sensor Berat (<i>Load Cell</i>)	22
2.7.3. Kalibrasi	23

BAB 3	METODOLOGI	24
3.1	Tempat dan Waktu	24
3.1.1.	Tempat	24
3.1.2.	Waktu	24
3.2	Diagram Alir Penelitian	25
3.3	Alat Dan Bahan	26
3.3.1.	Alat Yang Digunakan	26
3.3.2.	Bahan Yang Digunakan	30
3.4	Prosedur Pengujian Specimen	32
3.5	Pengamatan Dan Pengumpulan Data	35
3.5.1	Pengamatan	35
3.6	Metode Pengumpulan Data	35
3.6.1	Pengambilan Data	36
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Pengujian Specimen	37
4.1.1	Specimen Sebelum Pengujian	37
4.1.2	Specimen Sesudah Pengujian	40
4.2	Hasil Penelitian	43
4.2.1	Pengujian Pertama	43
4.2.2	Pengujian Kedua	44
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1.	Kesimpulan	47
5.2.	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
SURAT KETENTUAN PEMBIMBING		
BERITA ACARA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Ketahanan Aluminium	7
Tabel 2.2	: Sifat Mekanik Alusminium	7
Tabel 2.3	: Jenis Material Dan Kecepatan Maksimal <i>Draw Dies</i>	20
Tabel 2.4	: Karakteristik Sensor <i>Load cell</i>	21
Tabel 3.2	: Cara Mengukur Kedalaman Tekanan	34
Tabel 3.3	: Mencatat Hasil Penekanan	35
Tabel 3.1	: Jadwal Waktu Pembuatan Dan Penelitian Pembentu logam	25
Tabel 4.1	: Uji Tekan Pada Pelat Aluminium Dengan Tebal Pelat 0,5 mm	44
Tabel 4.2	: Uji Tekan Pada Pelat Aluminium Dengan Tebal Pelat 0,5 mm	44
Tabel 4.3	: Uji Tekan Pada Pelat Aluminium Dengan Tebal Pelat 0,6 mm	44
Tabel 4.4	: Uji Tekan Pada Pelat Aluminium Dengan Tebal Pelat 0,6 mm	44
Tabel 4.5	: Hasil Rata – Rata Setelah Dilakukan Pengujian Tekan Pada Pelat Aluminium	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Alumunium Batang (Ingot)	5
Gambar 2.2	: Diagram Tegangan – Rengangan	12
Gambar 2.3	: Skematik <i>Deep Drawing</i>	16
Gambar 2.4	: Macam – Macam Bentuk <i>Draw Piece</i>	17
Gambar 2.5	: <i>Cylindrical Drawing</i>	19
Gambar 2.6	: Bentuk Fisik <i>Load Cell</i>	20
Gambar 2.7	: Rangkaian Jembatan <i>Wheastone</i>	23
Gambar 3.1	: Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2	: Mesin <i>Deep Drawing</i>	26
Gambar 3.3	: <i>Load Cell</i>	27
Gambar 3.4	: Jangka Sorong	27
Gambar 3.5	: Arduino	28
Gambar 3.6	: LCD	28
Gambar 3.7	: <i>Pressure Gauge</i>	29
Gambar 3.8	: Gunting Pelat	29
Gambar 3.9	: Specimen Alumunium	30
Gambar 3.10	: Specimen Alumunium Ketebalan 0.5mm Setelah digunting	31
Gambar 3.11	: Spesimen Alumunium Ketebalan 0.6mm Ssetelah digunting	31
Gambar 3.12	: Ukuran <i>Traiload Blank</i>	32
Gambar 3.13	: Spesimen Uji Tekan	32
Gambar 3.14	: Pemasangan <i>Load cell</i>	33
Gambar 3.15	: Cetakan	34
Gambar 3.16	: Merekam Hasil Perekaman	34
Gambar 4.1	: Sebelum Diuji Pada Specimen 1 Tebal 0.5mm	37
Gambar 4.2	: Sebelum Diuji Pada Specimen 2 Tebal 0.5 mm	37
Gambar 4.3	: Sebelum Diuji Pada Specimen 3 Tebal 0.5 mm	38
Gambar 4.4	: Sebelum Diuji Pada Specimen 4 Tebal 0.5 mm	38
Gambar 4.5	: Sebelum Diuji Pada Specimen 5 Tebal 0.6 mm	39
Gambar 4.6	: Sebelum Diuji Pada Specimen 6 Tebal 0.6 mm	39
Gambar 4.7	: Sebelum Diuji Pada Specimen 7 Tebal 0.6 mm	40
Gambar 4.8	: Sebelum Diuji Pada Specimen 8 Tebal 0.6 mm	40
Gambar 4.9	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 1 Kedalaman 20 mm Tebal 0,5 mm	41
Gambar 4.10	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 2 Kedalaman 20 mm Tebal 0,5 mm	41

Gambar 4.11	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 3 Kedalaman 30 mm Tebal 0,5 mm	41
Gambar 4.12	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 4 Kedalaman 30 mm Tebal 0,5 mm	41
Gambar 4.13	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 5 Kedalaman 20 mm Tebal 0,6 mm	42
Gambar 4.14	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 6 Kedalaman 20 mm Tebal 0,6 mm	42
Gambar 4.15	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 7 Kedalaman 30 mm Tebal 0,6 mm	42
Gambar 4.16	: Hasil Uji Tekan Pada Specimen 8 Kedalaman 30 mm Tebal 0,6 mm	43
Gambar 4.17	: Gaya Tekan 1300 dan 2950 Pada Kedalaman Tekanan 20 mm	46
Gambar 4.18	: Gaya Tekan 2250 dan 4200 Pada Kedalaman Tekanan 30 mm	46
Gambar 4.19	: Perbandingan Rata-Rata Tekanan Dari Pengujian Pertama Dan Kedua	47

DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
ϵ_{eng}	= <i>Engineering strain</i>	(MPa)
F	= Gaya	(N)
A ₀	= Luas permukaan awal	(mm ²)
σ	= True stress	(MPa)
Δl	= Perubahan panjang	(mm)
l_0	= Panjang mula-mula	(mm)
l	= Panjang setelah diberi gaya	(mm)
P	= Beban	(N)
A	= Luas permukaan	(mm ²)
L	= Panjang awal	(mm)
E	= Modulus Elastisitas	(N/m ²)
P	= Tekanan	(N/m ²)
A	= Luas bidang tekan	(mm ²)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu proses yang digunakan untuk mengetahui sifat yang mampu membentuk material yaitu dengan proses penekanan. Gaya tekan adalah gaya yang di berikan oleh bidang pada benda yang arah gaya tekan normal selalu tegak lurus terhadap bidang. *Metal forming* merupakan suatu proses pembentukan logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan ukuran dari logam yang di kerjakan agar sesuai dengan benda kerja yang di inginkan. Dalam proses *stretching* terdapat beberapa variabel proses keberhasilan dan kemaksimalan proses *stretching* dapat berlangsung salah satunya yaitu faktor gesekan dan penekanan, pada proses *stretching* gaya gesek selalu timbul karena adanya kontak antara benda kerja dengan penekanan selama berlangsungnya proses tersebut. Selain itu ketebalan pelat juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam proses penekanan dimana Semakin tebal pelat maka dibutuhkan gaya tekan yang semakin tinggi dalam proses penekanan tersebut (Abdillah, 2008).

Aluminium adalah unsur kimia, dengan lambang *Al*, dengan nomor atom 13. Aluminium juga termasuk logam berlimpah. Meski aluminium bukan merupakan jenis logam berat, tetapi merupakan elemen yang berjumlah besar, sekitar 80% dari permukaan bumi. Aluminium juga merupakan konduktor yang baik untuk listrik karna ringan dan kuat. Aluminium juga merupakan konduktor yang baik untuk panas, karna dapat ditempa menjadi lembaran serta ditarik menjadi kawat dan menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang serta tahan korosi.

Deep Drawing merupakan salah satu proses pembentukan logam yang banyak digunakan untuk membentuk komponen otomotif, proses ini dilakukan dengan menekan pelat yang diletakan di atas permukaan sebuah cetakan sehingga pelat akan berubah bentuk sesuai dengan bentuk cetakannya. Pembentukan lembar atau pelat logam sebuah proses yang bertujuan agar pelat atau material mengalami pembentukan tetap sehingga terbentuk komponen dari desain yang diinginkan. Industri baja di Indonesia merupakan salah satu bagian penting dalam industri

manufaktur yang saat ini dikembangkan terutama dari segi kuantitatif dan kualitatif produk baja yang dihasilkan.

Maka dari itu penulis melakukan penelitian menggunakan mesin *deep drawing* bagaimanakah pengaruh ketebalan pelat aluminium dengan ketebalan 0,5 dan 0,6 terhadap tekanan yang diberikan oleh mesin *deep drawing*.

1.2. Rumusan Masalah

Maka perumusan diperoleh adalah:

1. Bagaimana pengaruh tebal pelat aluminium terhadap gaya tekan yang diberikan oleh mesin *deep drawing* dengan ketebalan specimen 0,5 mm dan 0,6 mm.
2. Ketebalan manakah yang mendapat tekanan yang tertinggi pada proses pembentukan specimen 0,5 mm dan 0,6 mm.

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 pembentukan logam atau pelat dengan menggunakan mesin pembentuk logam (*deep drawing*).
2. Membahas tekanan yang terjadi pada bahan aluminium setelah melakukan penekanan.
3. Bahan yang digunakan adalah aluminium dengan ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pengaruh tebal pelat aluminium dengan ketebalan pelat 0,5 mm dan 0,6 mm terhadap gaya tekan pada pembentukan logam.
2. Untuk mengetahui ketebalan manakah yang mendapatkan tekanan tertinggi pada pembentukan logam dengan pelat aluminium.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian analisa gaya tekan ini adalah

:

1. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang luas serta mengembangkan pola pikir tentang penggunaan pelat aluminium menggunakan mesin *deep drawing* yang kemudian mampu memberikan gagasan inovasi yang lebih baik.
2. Sebagai suatu penerapan pada pembelajaran tentang gaya tekan pada mesin penekan.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang teori gaya tekan dan pengaruh tebal pelat aluminium pada pembentukan logam.
4. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan menambah pengetahuan dan pengalaman penulis agar dapat mengembangkan ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik Mesin.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematik penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab penulis menjelaskan tentang teori yang digunakan seperti karakteristik, gambar berupa skema perencanaan komponen utama.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu percobaan, material yang diuji, bentuk tiap komponen utama.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang berisi tentang spesifikasifatik dan menguraikan hasil pengujian dan perhitungan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SURAT KETENTUAN PEMBIMBING

BERITA ACARA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aluminium

Aluminium (dalam bentuk bauksit) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik pula. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lain sehingga membentuk aluminium paduan . Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga , tetapi juga dipakai untuk peralatan industri dan lain sebagainya. Aluminium merupakan suatu metal reaktif, dan tidak terjadi secara alami.

Aluminium ditemukan pada tahun 1890 oleh sir Humphery Davy sebagai suatu unsure dan pertama kali direduksi menjadi logam oleh Hans Cristian Orsted pada tahun 1825 . sumber unsur ini tidak bebas, biji utamanya adalah bauksit. Penggunaan aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, mobil, kerangka pesawat terbang dan berbagai produk peralatan rumah tangga.

Dalam proses pembuatannya aluminium terbagi menjadi dua tahap yaitu proses bayer yang merupakan proses pemurnian biji bauksit untuk memperoleh aluminium oksida (alumina) dan proses *hall-heroult* merupakan proses peleburan aluminium oksidasi untuk menghasilkan aluminium murni.



Gambar 2.1. Aluminium batang (*ingot*)

Aluminium mentah mempunyai kekuatan rendah dan ketahanan tinggi (yang ideal untuk kertas perak). Kekuatan meningkat dengan campuran logam, contoh : dengan Si, Mg, Cu, Zn.

Aluminium sangat reaktif, tetapi dapat melindungi dirinya sendiri secara efektif dengan suatu lapisan oksida tipis/encer. Permukaannya dapat berupa "*anodised*", untuk menghambat karatan dan untuk memberi efek hias.

Kelebihan Aluminium:

- a. Kekuatan tinggi untuk perbandingan berat
- b. Kekakuan tinggi untuk perbandingan berat
- c. Elektrik tinggi dan keterhantaran termal
- d. Mudah untuk dibentuk
- e. Mudah untuk mendaur ulang.

2.1.1. Klasifikasi Aluminium

Aluminium secara garis besar terbagi menjadi dua bagian utama yaitu aluminium murni dan aluminium paduan .

1. Aluminium Murni

Aluminium didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa, umumnya mencapai kemurnian 99,85%. Dengan mengelektrolisa kembali dapat dicapai kemurnian 99,99%. Tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa.

2. Aluminium paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silicon ,magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuan.

2.1.2. Sifat Sifat Aluminium

Adapun sifat sifat aluminium antara lain :

1. Penghantar panas yang baik
2. Penghantar listrik yang baik
3. Tahan korosi
4. Bahan ringan

Aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik pada beberapa korosi lingkungan karena permukaan aluminium mampu membentuk lapisan (alumina) bila bereaksi dengan oksigen. Struktur Kristal yang dimiliki aluminium adalah struktur Kristal FCC (*face centered cubic*), sehingga aluminium tetap ulet walaupun pada temperature yang sangat rendah.

Tabel 2.1 Ketahanan aluminium

No	Sifat sifat	Kemurnian Al (%)	
		99,996	>99,0
1	Masa jenis (20°C)	2,6989	2,71
2	Titik cair	660,2	653-657
3	Panas jenis (cal/g. °C) (100 °C)	0,226	0,2997
4	Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
5	Tahanan listrik koefisien temperatur (°C)	0,00429	0,0115
6	Koefisien pemuaian (20-100 °C)	23,68x10 ⁻⁶	23,5x10 ⁻⁶
7	Jenis Kristal	<i>Fcc</i>	<i>Fcc</i>

Sumber : (Tata Surdia, 2005)

Seperti logam murni lainnya, aluminium memiliki kekuatan rendah yang tidak bisa langsung diaplikasikan karena tahanan deformasi dan patahannya kurang tinggi. Oleh karena itu diperlukan adanya penambahan elemen lain. Kedalaman aluminium, sifat aluminium tergantung dari interaksi komposisi kimia dan struktur mikro, perlakuan panas dan proses deformasi.

Tabel 2.2 Sifat sifat mekanik aluminium

No	Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
		99,996		>99,0	
		Dianil	75% dirol dingin	Dianil	1118
1	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
2	Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
3	Perpanjangan%	48,8	5,5	35	5
4	Kekerasan brinell	17	27	23	44

Sumber : (Tata Surdia, 2015)

2.1.3. Ciri-Ciri Aluminium:

- Aluminium merupakan logam yang berwarna perak-putih
- Aluminium dapat dibentuk sesuai dengan keinginan karena memiliki sifat plastis yang cukup tinggi.
- Merupakan unsur metalik yang paling berlimpah dalam kerak bumi setelah silisium dan oksigen.

2.1.4. Paduan Aluminium

Paduan aluminium dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu aluminium *wrought alloy* (lembaran) dan aluminium *casting alloy* (batang cor). Aluminium (99,99%) memiliki berat jenis sebesar 2,7 g/cm³, densitas 2,685 kg/m³, dan titik leburnya pada suhu 6600 °C, aluminium memiliki *strength to weight ratio* yang lebih tinggi dari baja. Sifat tahan korosi aluminium diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida aluminium dari permukaan aluminium. Lapisan oksida ini melekat kuat dan rapat pada permukaan, serta stabil (tidak bereaksi dengan lingkungan sekitarnya) sehingga melindungi bagian dalam.

Unsur unsur paduan dalam aluminium antara lain :

a. Al-Cu dan Al-Cu-Mg

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4-5% Cu . pada fasa penguatan penguatan terjadi penyusutan yang besar , resiko yang besar pada kegetasan panas dan mudah terjadi retakan pada coran . Sebagai paduan Al-Cu-Mg paduan yang mengandung 4%Cu dan 0,5%Mg dapat mengeras dengan sangat cepat dalam beberapa hari oleh penguatan pada temperature biasa setarlah pelarutan.

b. Paduan Al-Mn

Mn adalah unsure yang memperkuat aluminium tanpa mengurangi ketahanan korosi , dapat ditahan untuk membuat paduan yang tahan korosi pada Al 1,2% Mn 1,0% dinamakan paduan 3003 dan 3004 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

c. Paduan Al-Si

Pada paduan ini adanya perlakuan silumi yang memodifikasi struktur sehingga adanya perbaikan sifat sifat mekanik nya . paduana Al-Si sanagat baik kecairan nya mempunyai permukaan bagus sekali , tanpa kegetasan paanas, dan sangat baik untuk paduan coran , mempunyai tahan korosi , hantaran listrik serta hantaran panas yang baik . Paduan Al 12% dan Si 29% sangat banyak digunakan untuk paduan cor cetak .

d. Paduan Al-Mg

Dalam paduan Al-Mg secara praktis penambahan Mg tidaklah terlalu banyak Memiliki tahana korosi yang baik dan sejak lama disebut hidronalium paduan dengan 2-3%Mg dapat mudah ditempa , dirol dan diekstrusi .

e. Paduan Al-Mg-Si

Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al pegerasan penuaan sangat jarang terjadi, tetapi apabila mengandung Si maka dapat dikeraskan dengan penuan panas. Paduan pada system ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan di bandingkan dengan paduan paduan lain tetapi baik untuk mampu bentuk tinngi pada temperature biasa .

f. Paduan Al-Mg-Zn

Pada paduan ini telah banyak diketahui sejak lama bahwa site mini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah pelarutan. tetapi sejak lama tidak dipakai karena mempunyai sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan . Al-5,5%, Zn 2,5%, Mn 1,5% sekarang dinamakan paduan 7075 paduan ini mempunyai kekuatan tinggi diantara paduan-paduan lainnya. penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan kontruksi pesawat terbang.

2.2. Tori Elastisitas Dan Plastisitas Pelat

Hal-hal dalam pemilihan material seperti lembaran pelat untuk pembuatan komponen yang harus diperhatikan adalah sifat-sifatmaterial antara lain; kekuatan (*strength*), keliatan (*ductility*),kekerasan (*hardness*), dan kekuatan lelah (*fatigue strength*). Sifatmekanik material untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, struktur molekul berada dalam ke seimbangan. Gaya luar pada proses penarikan, tekanan, pemotongan, penempaan, pengerolan, dan pembengkokan, akan mengakibatkan material mengalami tegangan.

Sebuah pelat 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 permanendisebabkan 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 pelat mengakibatkan aliran deformasi permanen yang disebut plastisitas. Teori plastis terbagi menjadi dua kategori:

1. Teori fisik

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

2. Teori matematis

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

2.2.1 Tegangan

Tegangan adalah besaran pengukuran intensetas 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 :

$$\sigma_{eng} = \frac{F}{A_0} \quad (2.1)$$

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

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2.2)$$

2.2.2 Regangan

Regangan didefinisikan sebagai perubahan ukuran atau bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau yang menekan pada material. Apabila suatu spesimen struktur material diikat pada jepitan mesin pengujian dan diberikan beban serta terjadi pertambahan panjang, dan perubahan panjang mengalami perubahan panjang secara serempak, maka dapat digambarkan pengamatan pada grafik dimana ordinat menyatakan beban atau gaya yang diberikan pada pengujian tarik dan absis menyatakan pertambahan panjang.

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.

$$\varepsilon_{eng} = \frac{l-l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

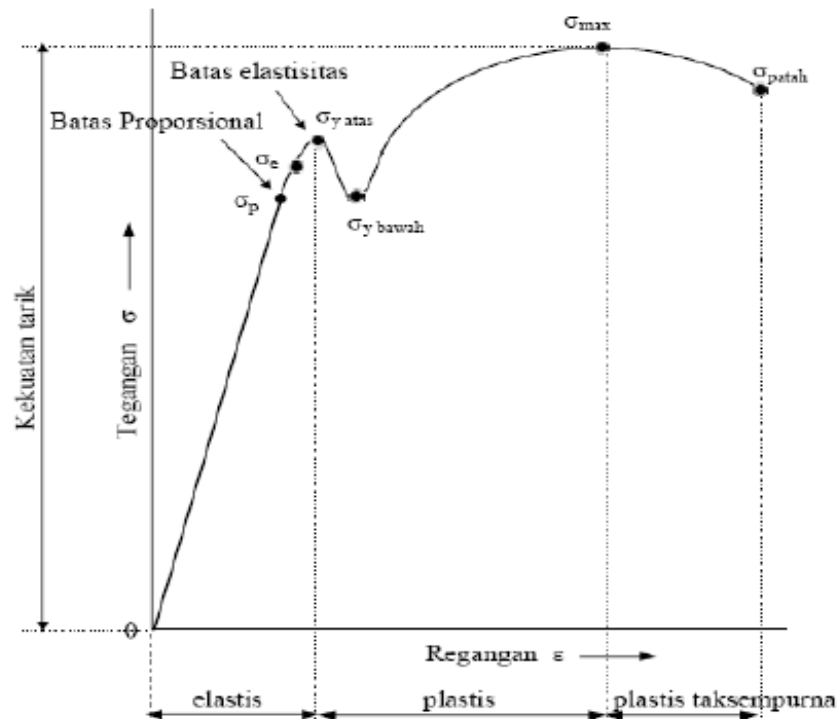
2.2.3 Deformasi

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. Penambahan beban pada bahan yang telah mengalami kekuatan tertinggi tidak dapat dilakukan, karena pada kondisi ini bahan telah mengalami deformasi total. Jika beban tetap diberikan maka regangan akan bertambah dimana material seakan menguat yang disebut dengan penguatan regangan (*strain hardening*) yang selanjutnya benda akan mengalami putus pada kekuatan patah (Singer, 1995).

Hubungan tegangan-regangan dapat dituliskan sebagai berikut :
Sehingga deformasi (δ) dapat diketahui :

$$\delta = \frac{PxL}{AxE} \quad (2.4)$$

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 pelat tidak 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 2.2. Diagram Tegangan-Regangan

Menurut Z. Marcianak, J.L.Duncan, S.J, Hu, 2002, *Mechanich of Sheet Metal Forming*, LaserWord Private Limited, Chennai, India.

2.3. Pengaruh Tebal Pelat

Semakin tebal pelat maka dibutuhkan gaya tekan yang semakin tinggi dalam proses penekanan tersebut. Selain itu ketebalan blank juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam proses *stretching*. Proses *stretching* adalah salah satu metode metal forming yang digunakan untuk melihat sifat mampu bentuk material melalui proses penekanan dan menghasilkan lengkungan penampang dari sheet. (Abdillah, 2008).

Gaya tekan yang dibutuhkan sebanding dengan tebal blank dikarenakan tinggi atau rendahnya nilai *tensile strength* dipengaruhi oleh luas permukaan material (Boedisoesetyo, 2006). Adapun hubungan antara gaya gesek dengan gaya tekan, dimana semakin besar gaya gesek maka gaya tekan yang dibutuhkan pada proses *stretching* semakin besar (Abdillah, 2008).

2.4 Gaya

Gaya adalah besaran vektor yang berarti memiliki besar serta arah. Gaya tergantung pada massa benda dengan percepatan sehingga mereka saling terkait sesuai persamaan berikut (hukum kedua Newton tentang gerak): $Gaya = Massa \times \text{kecepatan}$.

Pengukuran gaya dapat dilakukan dengan alat yang disebut dinamometer atau neraca pegas. Untuk melakukan sebuah gaya diperlukan usaha (Tenaga), semakin besar gaya yang hendak dilakukan, maka semakin besar pula Usaha (tenaga) yang harus dikeluarkan.

2.4.1. Macam – Macam Gaya

Adapun macam – macam gaya dengan benda, dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Gaya Sentuh

Gaya Sentuh adalah gaya yang bekerja dengan sentuhan. Artinya Suatu gaya akan menghasilkan efek apabila terjadi sentuhan dengan benda yang akan diberikan gaya tersebut, apabila tidak terjadi sentuhan, maka gaya tidak akan bekerja pada benda.

b. Gaya Tak Sentuh

Gaya Tak

Sentuh adalah gaya yang akan bekerja tanpa terjadinya sentuhan. Artinya Efek dari

gaya yang dikeluarkan oleh sumber gaya tetap dapat dirasakan oleh benda walaupun mereka tidak bersentuhan.

2.4.2. Sifat – Sifat Gaya

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa gaya memiliki beberapa sifat berikut :

1. Dapat mengubah arah gerak benda
2. Dapat mengubah bentuk benda
3. Dapat mengubah posisi benda dengan cara menggerakkan atau memindahkannya.

2.5. Gaya Tekan

Pernakah kalian merasakan tekanan? Untuk mencoba merasakannya, kalian coba tekankan belpoin pada telapak tanganmu secara tegaka lurus, bedakah rasa tekanan dengan menggunakan bagian runcingnya dengan bagian kepala belpoin?

Tekanan juga dapat kalian rasakan tanpa sengaja, misalnya ketika naik bus. Pada saat naik bus kota yang berdesak-desakan, kaki kita sering terinjak. Mana yang lebih sakit, terinjak seseorang yang memakai sepatu berhak tinggi atau terinjak seseorang yang memakai sandal? Kaki terinjak berarti menerima tekanan.

Kita ketahui bahwa semakin besar berat massa benda, maka semakin besar tekanannya. Semakin kecil luas permukaan suatu benda, semakin besar tekanannya.

Besar gaya tekan benda sama dengan gaya berat benda tersebut :

$$F = W = m.g \quad (2.1)$$

Setiap benda padat yang mempunyai gaya akan memberikan tekanan pada tempatnya sebesar gaya tiap satuan luas. Misalkan, kita menjatuhkan sebuah balok pada tanah yang lembek, balok tersebut akan meninggalkan bekas pada tanah. Bekas tersebut akan makin dalam jika balok dijatuhkan dari tempat yang lebih tinggi. Bekas tersebut menunjukkan bahwa tanah tertekan oleh balok yang jatuh. Tekanan tersebut makin besar jika balok dijatuhkan dari tempat yang lebih tinggi.

Besarnya tekanan pada balok sebanding dengan gaya dan berbanding terbalik dengan luas alas. Hal itu dirumuskan :

$$p = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Besarnya tekanan sebanding dengan besarnya gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekannya. Ini berarti semakin besar gayanya semakin besar tekanannya, semakin luas bidang tekannya, semakin kecil tekanannya.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa tekanan suatu benda merupakan hasil bagi gaya tekan dengan luas permukaan tempat gaya tersebut bekerja.

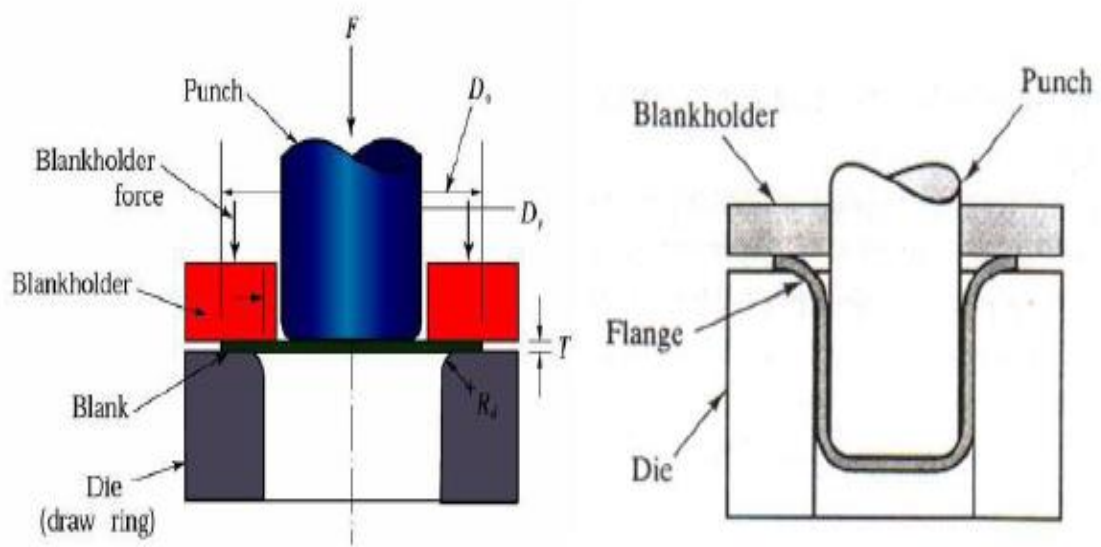
Satuan tekanan dalam Sistem Internasional adalah N/m^2 . Satu Pascal tekanan adalah suatu gaya sebesar satu Newton per meter persegi. Bila zat padat seperti balok diberi gaya dari atas akan memberikan tekanan. Pada tekanan zat padat berlaku :

1. Bila balok yang sama ditekan pada tanah yang lembek akan lebih besar tekanannya atau akan lebih dalam tekanannya disbanding ditanah yang tidak lembek.
2. Semakin besar luas alas bidang tekannya, maka tekanannya makin kecil.
3. Semakin kecil luas alas bidang tekannya, maka tekanannya makin besar

2.6. Pengertian *Deep Drawing*

Deep drawing adalah proses pembentukan plat lembaran menjadi benda bentuk mangkuk atau box dengan alat bantu berupa punch dan dies forming, tanpa terjadi perubahan ketebalan material yang berarti dari tebal plat asalnya. Ketika kedalaman produk lebih dari diameter maka disebut *deep drawing*. Ketika kedalam produk kurang dari diameter ini disebut gambar dangkal (*Shallow Drawing*).

Pada proses (*Deep Drawing*), luas lembaran yang digunakan lebih besar dari pada luas produk akhir. Sehingga setelah terbentuk produk akhir akan tersisa bagian flens untuk di potong sesuai tinggi mangkuk yang di rancang, Skematika *deep drawing* ditunjukkan pada seperti gambar 2.3. dibawah ini :



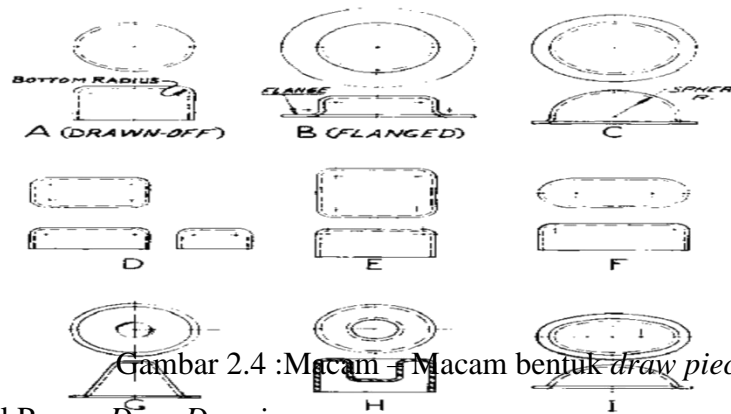
Gambar 2.3. Skematik *Deep Drawing* ([https:// Faraland.Wood Press.com](https://Faraland.Wood Press.com))

Proses diawali dengan pembuatan *blank* yang dilakukan secara otomatis. *flank holder* akan menjepit dengan besar gaya tertentu. Kemudian penekan (*punch*) bergerak turun untuk mendesak atau menekan *blank* sampai berbentuk mangkok.

Pada proses deep drawing bagian *flange* (*flens*) akan mengalami pengecilan diameter, hal ini disebabkan oleh adanya tegangan tarik dalam arah radial. Selain itu juga ada tegangan dalam arah tangensial. Tegangan tangensial ini dapat menimbulkan *buckling* pada *flange*. Bila ini terjadi maka akan terbentuk *wrinkling* (keriput) pada flange dan selanjutnya proses deep drawing akan gagal karena *flange* yang keriput tidak akan dapat mengalir radius dies. Oleh karena itu *wrinkling* harus dihindari memberikan tegangan tekan pada permukaan *flange*.

Gaya tekanan ini diberikan oleh *blank holder* (pemegang bakalan) Adanya *blank holder* dapat pula di anggap sebagai penghalang terjadinya penebalan *flange*.

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*, menunjukkan beberapa jenis produk (*draw piece*) hasil *drawing*, seperti pada gambar (2.4).



Gambar 2.4 :Macam – Macam bentuk *draw piece*

2.6.1 Variabel Proses *Deep Drawing*

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

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.

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*).

3. Penekanan

Proses penekanan terjadi setelah proses *straightening*, proses ini merupakan proses terakhir yang menentukan bentuk dari bagian bawah produk *drawin* besarnya gaya tekan yang dilakukan dipengaruhi oleh :

- 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.

- *Drawability*

Drawability adalah kemampuan bahan untuk dilakukan proses *deep drawing*, sedangkan nilainya ditentukan oleh *Limiting drawing ratio* (*maks* β), batas maksimum *maks* β adalah batas dimana bila material mengalami proses penarikan dan melebihi nilai limit akan terjadi cacat sobek (*cracking*).

- 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*. .

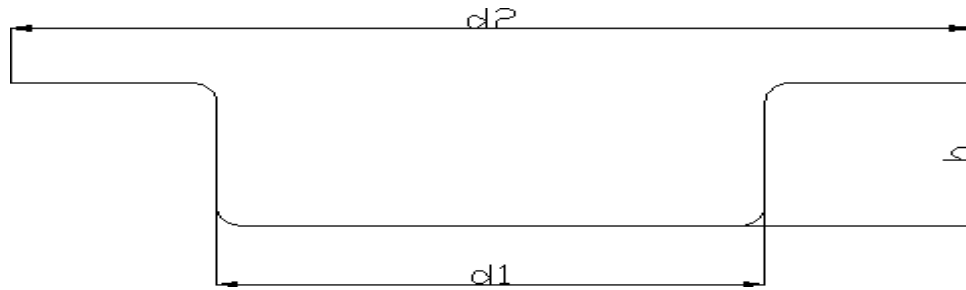
- Tegangan Maksimum material

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.

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 pada gambar (2.5).



Gambar 2.5. *Cylindrical Drawing*

5. *Clearance*

Clearance atau kelonggaran adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *deep drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada 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.

6. *Strain Ratio*

Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan yang tinggi maka kemungkinan terjadi sobekan akan lebih kecil.

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. Tabel berikut adalah kecepatan maksimal beberapa jenis material yang biasa digunakan untuk *sheet metal drawing* (Mohammad Yusa' Shofiyanto, 2009).

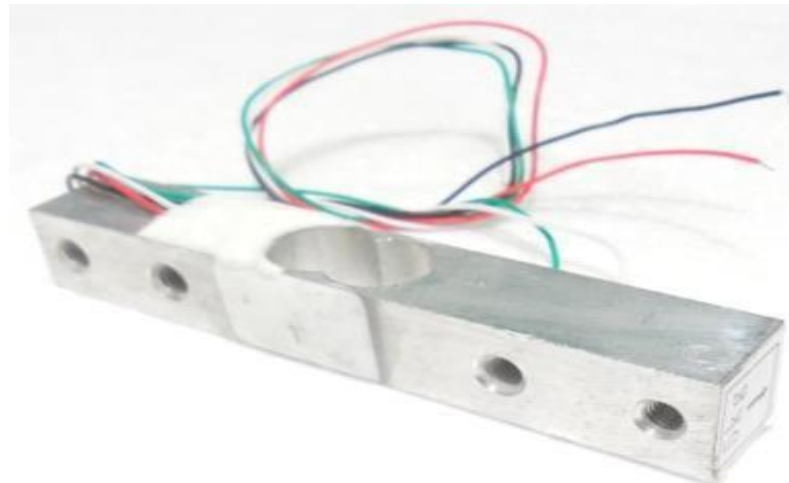
Tabel 2.3. Jenis material dan kecepatan maksimal *Draw Dies*

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

Sumber: (D. Eugene Ostergaard ;1967 :131)

2.7. Sensor Berat (*Load Cell*)

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada system timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatantimbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahanbaku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. (www.ricelake.com *Load Cell and Weight (America Module H : 2010)*)



Gambar 2.6 Bentuk fisik *Load Cell*

Keterangan gambar 2.6 :

- Kabel merah adalah input tegangan sensor
- Kabel hitam adalah input ground sensor

- Kabel hijau adalah output positif sensor
- Kabel putih adalah output ground sensor

Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 2 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC
3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Input atau output resistansi rendah 3
5. Non lineritas 0.05%
6. Range temperatur kerja -10°C - +50°C

2.7.1 Karakteristik Sensor *Load Cell*

Tabel 2.4. Karakteristik Sensor *load cell*

Mekanik	
Bahan Dasar	Aluminium Alloy
<i>Load Cell Type</i>	<i>Strain Gauge</i>
Kapasitas	2 kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7mm
Lubang Pemasangan	M5 (ukuran baut)
Panjang Kabel	550mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2MM)
No. Urutan Kabel	4

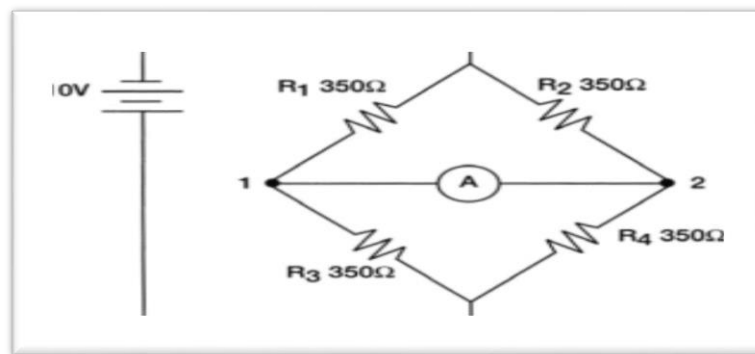
Elektrik	
Presisi	0,05%
Rata-Rata Output	1.0±0,15mv/V
Non-Linieritas	0,05% FS
Hysteresis	0,05% FS
<i>Creep</i> (per 30 menit)	0,1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10 °C)	0,05% FS
Efek Temperatur Pada Span (per 10°C)	0,05% FS
Keseimbangan Nol	±1,5% FS
<i>Input</i> Impedansi	1130±10 Ohm
<i>Output</i> Impedansi	1000±10 Ohm
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	≥5000 Mohm
Kebutuhan Voltase	5 VDC
Toleransi Jarak Temperatur	-10 to ~ +40°C
Pengoperasian Jarak Temperatur	-20 to ~ +50°C
<i>Safe Overload</i>	120% Kapasitas
<i>Ultimate Overload</i>	150% Kapasitas

Pada keterangan Gambar 2.6 adalah konfigurasi kabel dari sensor *load cell*. yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih

adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV.

2.7.2 Prinsip Kerja Sensor Berat (*Load Cell*)

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*. Prinsip kerja load cell berdasarkan rangkaian Jembatan *Wheatstone I* dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini :



Gambar 2.7. Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban

2.7.3 Kalibrasi

Kalibrasi adalah suatu kegiatan pengukuran secara konvensional untuk mengetahui akurasi, presisi dan ketidakpastian peralatan atau instrumen ukur, inspeksi dan uji dengan membandingkan terhadap standar atau bahan ukurnya yang telah tertelusur (*tracability*) ke standar Nasional ataupun Internasional yang di gunakan dalam. Contoh, thermometer dapat di kalibrasi sehingga kesalahan indikasi atau koreksi dapat di tentukan dan di sesuaikan (melalui konstanta kalibrasi), sehingga thermometer menunjukkan temperatur yang sebenarnya dalam celcius pada titik tertentu di timbangan digital.

Aspek yang paling penting dalam kalibrasi dan sangat penting dalam pengendalian kualitas dan pengaruh pada jaminan kualitas produk.

- Periode kalibrasi (program kalibrasi ulang)
- Akurasi, presisi dan ketidakpastian hasil kalibrasi

- Mampu telusuri hasil kalbirasi

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu.

3.1.1 Tempat

Tempat perakitan alat dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl Kapten Mukhtar Basri. No.3 Glugur Darat II, Medan Timur.20238

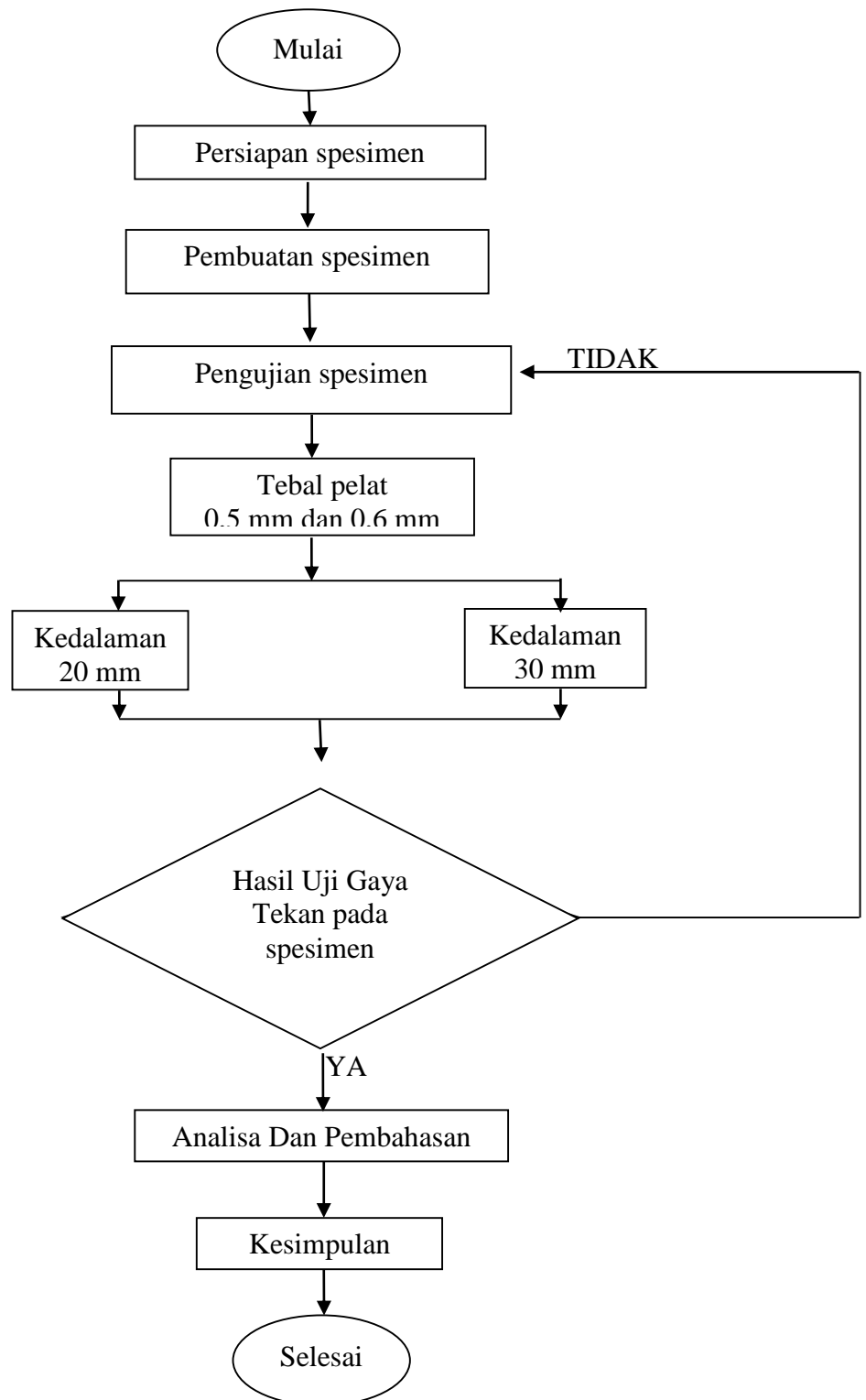
3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Study Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jadwal waktu pembuatan dan penelitian pembentukan logam

No	Kegiatan	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan
1	Mulai	■					
2	Studi literature	■	■	■	■		
3	Persiapan material dan peralatan		■	■	■		
5	Pembuatan benda uji			■	■		
6	Pengujian tekan				■	■	
7	Pengolahan data					■	
8	Hasil						■
9	Seminar dan sidang						■

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3. Alat Dan Bahan

3.3.1. Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari :

1. Mesin *Deep Drawing*

Deep drawing atau biasa disebut *drawing* adalah proses perubahan bentuk logam dari bahan lembaran yang berbentuk lingkaran dengan diameter tertentu yang ditekan pada sebuah cetakan yang juga berbentuk lingkaran dengan kedalaman tertentu. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mesin *Deep Drawing*

2. Alat Ukur Gaya Tekan

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. *Load cell* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Load Cell

Load cell dengan spesifikasinya :

- Model : PST
- Kapasitas : 5000 Kg

3. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat yang digunakan untuk mengukur panjang dan ketebalan sebuah benda dengan tingkat ketelitian mencapai 0,1 milimeter. Jangka sorong yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Jangka Sorong

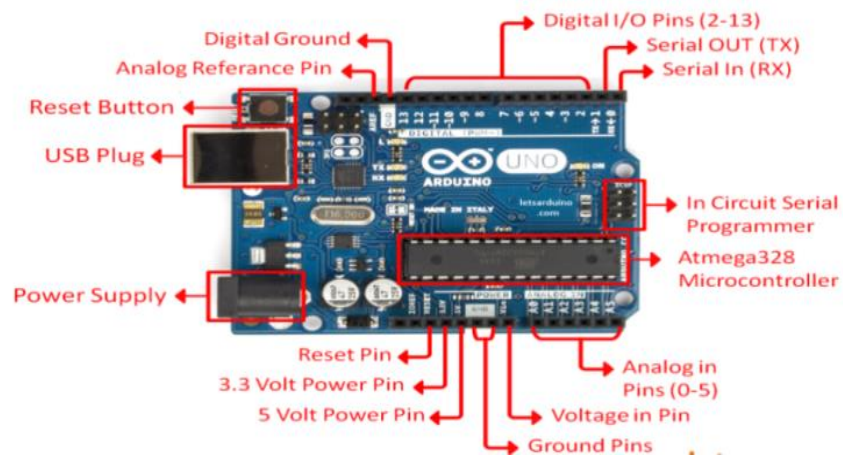
Jangka Sorong dengan spesifikasinya :

- Model : Caliver

- Jenis ukuran : Metrik (mm) dan inch
- Resolusi : 0,0005"/0.001 mm
- Ukuran : 0-150mm / 0-6"
- Display : LCD

4. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single board yang besipat open source,di turunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan pengguna untuk membuat suatu program dan sangat ekonomis. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Arduino

5. LCD

LCD (*liquid crystal display*) adalah suatu perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. LCD dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 LCD

6. Pressure Gauge

Pressure Gauge berfungsi untuk mengukur tekanan fluida yang bisa berupa gas atau cair. *Pressure gauge* ini dipakai untuk mengukur dan mengetahui tekanan yang diberikan. *Pressure gauge* dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. *Pressure Gauge*

Pressure gouge dengan spesifikasi :

- Model : Jaguar
- Kapasitas : 250 bar dan 3500 psi

7. Gunting Plat

Gunting ini berfungsi untuk memotong atau menggunting spesimen yang akan diuji.



Gambar 3.8. Gunting Pelat

3.3.2. Bahan Yang Digunakan

1. Specimen Aluminium Lembaran (*Sheet*)

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah specimen dari aluminium dengan ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm, Specimen bisa dilihat pada gambar 3.9.



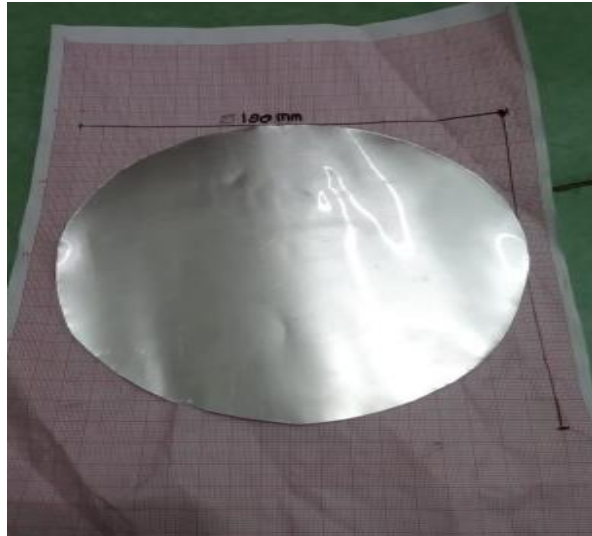
Gambar 3.9 Specimen Aluminium Lembaran

Aluminium dengan spesifikasinya :

- Aluminium lembaran (*sheet*)
- Kode 0,2 s/d 0.8 : AA1100.
- Ukuran standar 1 x 2m 1200 x 2400mm dan 1220 x 2440mm.

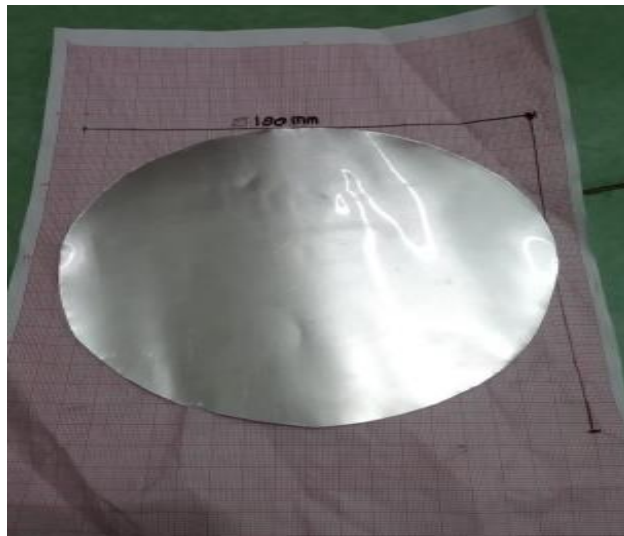
2. Spesimen 0,5 mm Sebelum Diuji

Bahan specimen setelah digunting dengan ketebalan 0,5 mm dan diameter Ø 160 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Spesimen 0.5mm setelah digunting

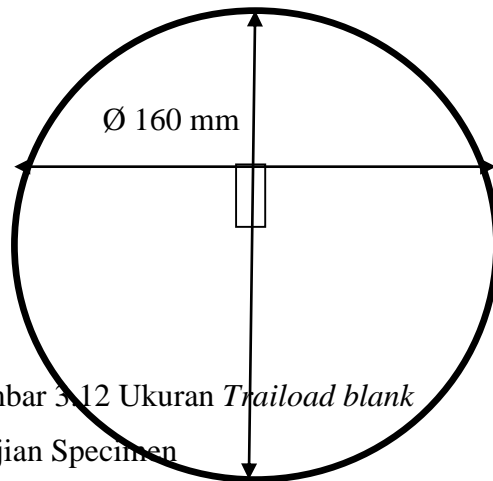
3. Bahan spesimen 2 setelah digunting dengan ketebalan 0,6 mm dan diameter \varnothing 160 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Spesimen 0,6mm setelah digunting

4. *Trailod blank*

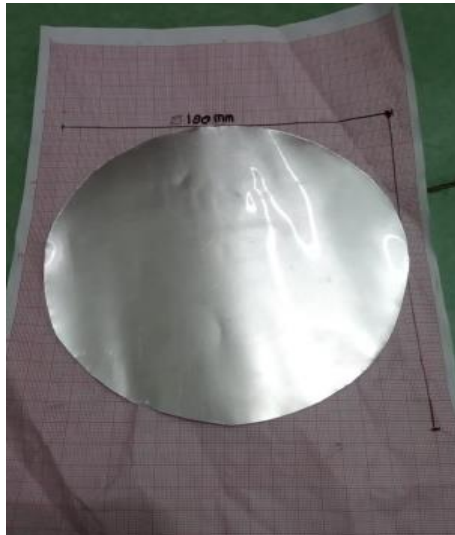
Penentuan ukuran sekitar \varnothing 160 mm, berada di posisi tengah spesimen
Dapat dilihat pada gambar 3.12 dengan ukuran \varnothing 160 mm dibawah ini.



Gambar 3.12 Ukuran *Traiload blank*

3.4. Prosedur Pengujian Specimen

1. Menyiapkan spesimen pelat aluminium dengan mempunyai 2 ketebalan yaitu 0,5 mm dan 0,6 mm sebanyak 8 (delapan) lembar.
2. Menggunting spesimen aluminium dengan diameter Ø 160 mm.



Gambar 3.13 Specimen uji

3. Pemasangan sensor *load cell* dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Pemasangan *Load cell*

4. Menghubungkan lcd ke *load cell*.
5. Menyalakan mesin *deep drawing*.
6. Melakukan pengukuran kedalaman tekanan sebelum pengujian dengan cara yaitu:
 1. Mengukur dan memberi tanda pada cetakan dengan kedalaman 20 mm , 30 mm menggunakan jangka sorong
 2. Melakukan penekanan kosong
 3. Menghidupkan stopwatch saat menyentuh cetakan kemudian didapatkan waktu (*sekon*) pada penekanan kedalaman 20 mm, dan 30 mm dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Cara mengukur kedalaman tekanan

No	Kedalaman (mm)	Waktu (s)
1	20	8
2	30	11

7. spesimen pada cetakan dengan ketebal 0,5 dan 0,6 dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Cetakan

8. Melakukan pengujian untuk pengambilan data pada spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm, kedalaman 20 mm, dan 30 mm.
9. Melakukan pengujian untuk pengambilan data pada spesimen aluminium dengan ketebalan 0,6 mm. kedalaman 20 mm, dan 30 mm.
10. Rekam tekanan yang dihasilkan dari dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. Merekam hasil penekanan

11. Mencatat hasil dari perekaman tekanan dengan tebal pelat 0,5 mm dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3. Mencatat hasil penekanan

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan (N)
1	20	0,5
2	30	0,5

12. Mencatat hasil dari perekaman tekanan dengan tebal pelat 0,6 mm dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4. Mencatat hasil penekanan

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan (N)
1	20	0,6
2	30	0,6

13. Setelah selesai melakukan pengujian spesimen matikan mesin *deep drawing* dan rapikan serta bersihkan mesin kembali.

3.5. Pengamatan Dan Pengumpulan Data

3.5.1. Pengamatan

Pada penelitian yang akan diamati adalah :

1. Alat Ukur Gaya Tekan (*Load Ceel*)
2. Waktu
3. Hasil Pembuatan Magkok

3.6. Metode Pengumpulan Data

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian gaya tekan pada proses *deep drawing* dalam penggunaan dua jenis ketebalan pelat aluminium.

1. Menguji mesin *deep drawing* tanpa ada specimen.

2. Melakukan pengujian untuk pengambilan data pada alat ukur gaya tekanan (*Load Ceel*) dengan nilai ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm.
3. Melakukan pengujian untuk pengambilan data *Pressure Gauge* dengan nilai ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm

3.6.1. Pengambilan Data

Pengambilan data berupa gaya tekan *Load Ceel*, kemudian di operasikan oleh mesin *deep drawing* dengan tebal specimen yang berbeda.

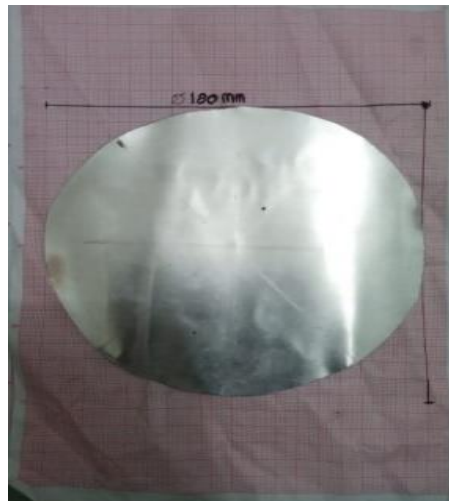
Pengujian yang dilakukan pada pelat alumunium dengan pengujian tekan ialah atas dasar ketersediaan sarana dan prasarana Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri, No 3 Medan. Pengujian dilakukan dengan mesin ujitekan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

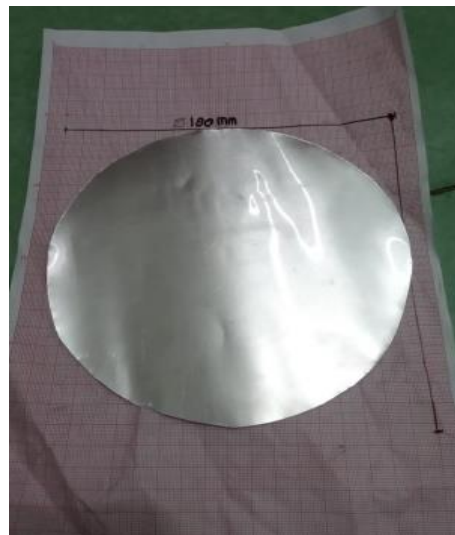
4.1. Hasil Pengujian Specimen.

4.1.1. Spesimen sebelum pengujian.

Bentuk spesimen sebelum pengujian menggunakan pelat aluminium dengan ukuran tebal 0.5 mm diametr 160 mm sebanyak 4 lembar, dapat dilihat pada gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4



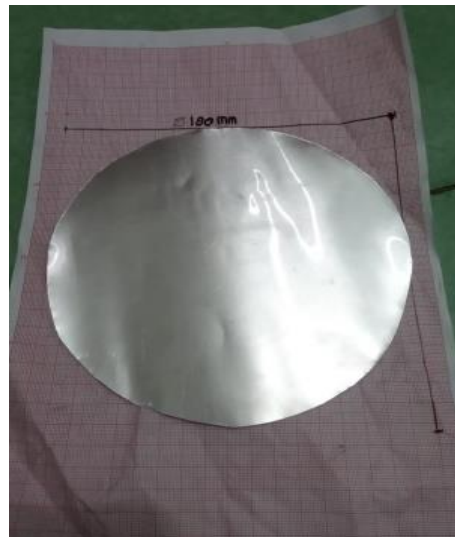
Gambar 4.1 Sebelum diuji pada spesimen 1 tebal 0,5 mm



Gambar 4.2 Sebelum diuji pada spesimen 2 tebal 0,5 mm

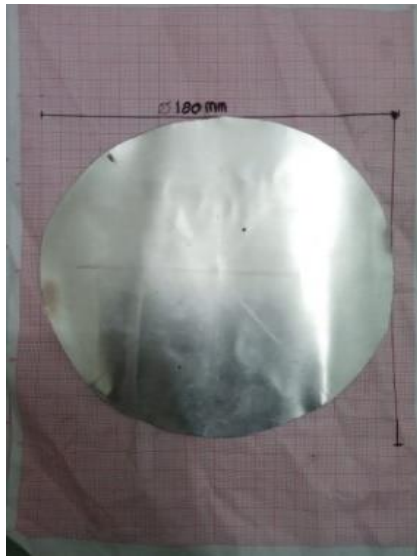


Gambar 4.3 Sebelum diuji pada spesimen 3 tebal 0,5 mm

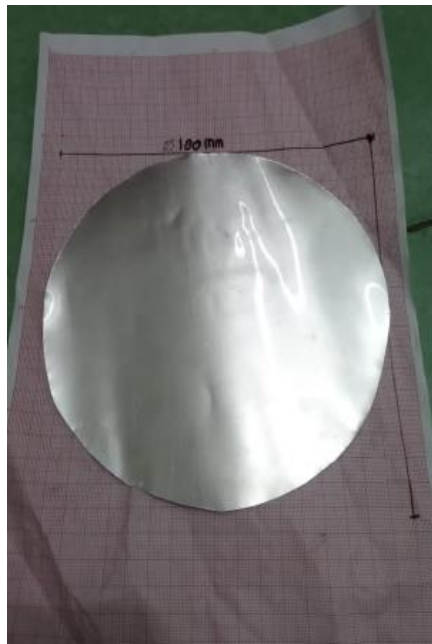


Gambar 4.4 Sebelum diuji pada spesimen 4 tebal 0,5 mm

Bentuk spesimen sebelum pengujian menggunakan pelat aluminium dengan ukuran tebal 0.6 mm diameter 160 mm sebanyak 4 lembar, dapat dilihat pada gambar 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8



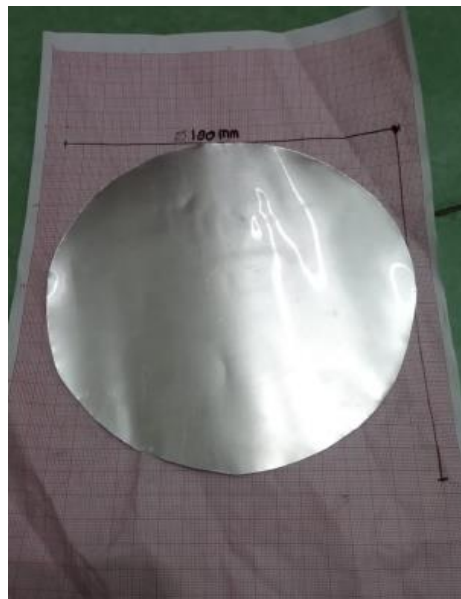
Gambar 4.5 Sebelum diuji pada specimen 5 tebal 0,6 mm



Gambar 4.6 Sebelum diuji pada specimen 6 tebal 0,6 mm



Gambar 4.7 Sebelum diuji pada specimen 7 tebal 0,6 mm



Gambar 4.8 Sebelum diuji pada specimen 8 tebal 0,6 mm

4.1.2 Specimen Sesudah Pengujian

Bentuk spesimen sesudah dilakukan pengujian dengan tebal pelat 0,5 mm pada material aluminium mengalami perubahan bentuk diameter menjadi 88 mm dan memiliki kerutan dan lipatan dapat dilihat pada gambar 4.9, 4.10, 4.11, dan 4.12.



Gambar 4.9 Hasil uji tekan pada spesimen 1 kedalaman 20 mm tebal 0,5 mm



Gambar 4.10 Hasil uji tekan pada spesimen 2 kedalaman 20 mm tebal 0,5 mm



Gambar 4.11 Hasil uji tekan pada spesimen 3 kedalaman 30 mm tebal 0,5 mm



Gambar 4.12 Hasil uji tekan pada spesimen 4 kedalaman 30 mm tebal 0,5 mm

Bentuk spesimen sesudah dilakukan pengujian dengan tebal pelat 0,6 mm pada material aluminium mengalami perubahan bentuk diameter menjadi 90 mm dan memiliki kerutan dan lipatan dapat dilihat pada gambar 4.13, 4.14, 4.15, dan 4.16.



Gambar 4.13 Hasil uji tekan pada spesimen 5 kedalaman 20 mm tebal 0,6 mm



Gambar 4.14 Hasil uji tekan pada spesimen 6 kedalaman 20 mm tebal 0,6 mm



Gambar 4.15 Hasil uji tekan pada spesimen 7 kedalaman 30 mm tebal 0,6 mm



Gambar 4.16 Hasil uji tekan pada spesimen 8 kedalaman 30 mm tebal 0,6 mm

Dari hasil pengujian tekan pada spesimen dapat disimpulkan bahwa pelat dengan ketebalan 0,5 mm memiliki kerutan dan lipatan, dan pada ketebalan 0,6 mm memiliki lebih banyak kerutan, lipatan yang terjadi pada pelat tebal 0,5 mm sebanyak 4 lipatan dengan kedalaman 20 mm hal ini di karenakan tekanan lebih rendah dibandingkan dengan pelat tebal 0,6 mm dengan kedalaman 30 mm, kemudian pada tebal pelat 0,5 mm dengan kedalaman 30 mm memiliki lipatan sebanyak 6 lipatan hal ini dikarena tekanan lebih tinggi dibandingkan dengan pelat ketebalan 0,5 mm kedalaman 20 mm. Kemudian pada ketebalan 0,6 mm lebih banyak kerutan dibanding ketebalan 0,5 pada kedalaman 20 mm dan 30 mm hal ini di karenakan semakin tebal pelat spesimen dan semakin dalam tekanan spesimen yang akan dibuat maka semakin banyak kerutan dan lipatan terjadi sobek, lipatan sobek ini terjadi pada dinding spesimen di akibatkan dari cetakan yang kurang rata.

4.2. Hasil Penelitian

4.2.1. Pengujian Pertama

Berikut adalah hasil setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,5 mm

Table 4.1 Uji tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,5 mm.

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan (N)
1	20	0,5	1200
2	30	0,5	2100

Pada tabel 4.1 data hasil pengujian tekan dengan ketebalan pelat 0,5 mm di dapatlah hasil hasil tekanan tertinggi yaitu pada kedalaman 30 mm dengan gaya tekan 2100 N.

Berikut adalah hasil setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,5 mm.

Table 4.2 Uji tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,5 mm.

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan N
1	20	0,5	1400
2	30	0,5	2400

Pada tabel 4.2 data hasil pengujian tekan di dapatlah hasil tekana yang tertinggi yaitu pada kedalaman 30 mm dengan gaya di dapat 2400 N.

4.2.2 Pengujian kedua

Berikut adalah hasil setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,6 mm

Table 4.3 Uji tekan pada pelat aluminium denga tebal pelat 0,6 mm.

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan
1	20	0,6	2900
2	30	0,6	4300

Pada tabel 4.3 data hasil dari pengujia tekan dengan ketebalan yang berbeda sehingga didaplah tekanan tertinggi yaitu pada kedalaman 30 mm dengan tebal 0,6 mm dengan gaya tekan 4300 N.

Berikut adalah hasil setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium dengan tebal pelat 0,6 mm

Table 4.4 Uji tekan pada pelat aluminium denga tebal pelat 0,6 mm.

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan (N)
1	20	0,6	3000
2	30	0,6	4100

Pada tabel 4.3 dan 4.4 data hasil pengujian didapatkan tekanan yang tertinggi yaitu pada kedalaman 30 mm dengan gaya tekan yang didapat adalah 4100 N

Dari hasil pengujian pertama dan kedua didapatkan tekanan rata-rata sebagai berikut:

Rata-rata untuk tebal pelat 0,5 mm

Kedalaman 20 mm dengan ketebalan pelat 0,5 mm

$$1200 + 1400 \div 2 = 1300$$

Hasil rata rata uji tekan didapat sebesar 1300 N

Kedalaman 30 mm dengan ketebalan pelat 0,5 mm

$$2100 + 2400 \div 2 = 2250$$

Hasil rata rata uji tekan didapat sebesar 2250 N

Rata rata untuk tebal pelat 0,6 mm

Kedalaman 20 mm dengan ketebalan pelat 0,6 mm

$$2900 + 3000 \div 2 = 2950$$

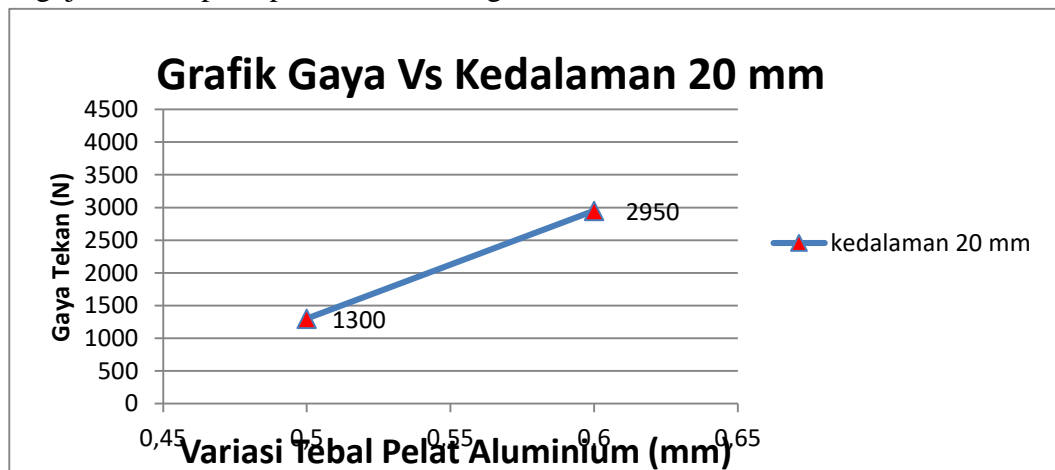
Hasil rata rata uji tekan didapat sebesar 2950 N

Kedalaman 30 mm dengan ketebalan pelat 0,6 mm

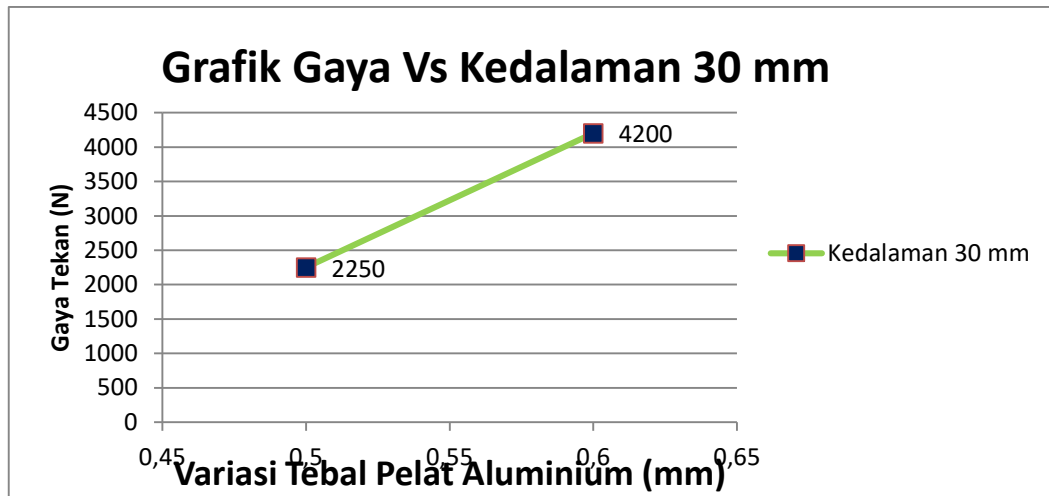
$$4300 + 4100 \div 2 = 4200$$

Hasil rata rata uji tekan didapat sebesar 4200 N

Berikut adalah hasil gambar gaya tekan dan kedalaman setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium grafik 4.17 dan 4,18.



Gambar 4.17. Grafik Gaya Tekanan 1300 dan 2950 pada Kedalaman Tekanan 20 mm.



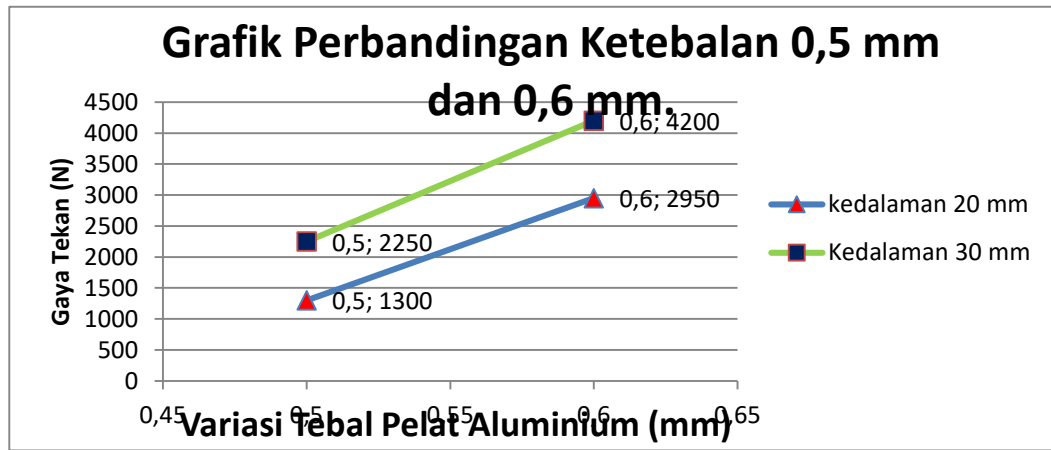
Gambar 4.18. Grafik Gaya Tekanan sebesar 2250 dan 4200 pada kedalaman Tekanan 30 mm.

Berikut hasil rata-rata setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium kemudian dibuat dalam bentuk tabel 4,5.

Table 4.5 hasil rata-rata setelah dilakukan pengujian tekan pada pelat aluminium

No	Kedalaman (mm)	Tebal Pelat (mm)	Gaya Tekan (N)
1	20	0,5	1300
2	30	0,5	2250
3	20	0,6	2950
4	30	0,6	4200

Kemudian hasil rata-rata dari pengujian pertama dan kedua dibuat dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar. 4.19. Perbandingan rata-rata tekanan dari pengujian pertama dan kedua menunjukkan bahwa menaikkan nilai tekan dapat mengurangi cacat kerut dan lipatan pada dinding spesimen, grafik 4.19. menunjukkan apabila tekanannya makin besar maka cacat kerut dan lipatan berkurang, tetapi jika tekanan terlalu besar akan menyebabkan sobekan (fracture).

Berdasarkan hasil dari gambar grafik 4.19 didapat tekanan yang tertinggi yaitu pada kedalaman spesimen 30 mm tebal pelat 0,6 mm dengan gaya tekan di dapat 4200 N, pada kedalam 20 mm dengan tebal pelat 0,5 di dapat lipatan sebanyak 4 lipatan pada dinding, kedalaman 30 mm dengan tebal pelat 0,5 mm di dapat lipatan sebanyak 6 lipatan pada dinding spesimen, kedalaman 20 mm dengan tebal pelat 0,6 mm di dapat lipatan sebanyak 7 lipatan pada dinding spesimen. Kemudian pada kedalaman 30 mm dengan tebal pelat 0,6 mm didapat lipatan sebanyak 7 lipatan dan sobek pada dinding sesimen. Proses penekanan dilakukan hingga pelat sampai terbentuk dan mengalami kerutan dan lipatan sobek. Kerutan dan lipatan sobek yang terjadi disebabkan konsentrasi tegangan yang terpusat pada daerah kontak antara pelat dengan *punch*.

ketebalan pelat secara dominan mempengaruhi proses penekanan, dimana semakin tebal pelat maka dibutuhkan gaya penekan yang lebih besar. Dari hasil pengujian ini didapatlah pengaruh ketebalan pelat yaitu pada ketebalan 0,6 mm karena lebih banyak kerutan dan lipatan sobek Selain itu ketebalan blank juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pembentukan logam.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa gaya tekan pada mesin penekan pembentuk logam pada pembuatan mangkok dengan bahan aluminium dengan menggunakan instrument *load cell* yang dilakukan di Fakultas Teknik UMSU (Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara) di dapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan hasil pengujian tekan pada aluminium, tekanan mempengaruhi aluminium pada tekanan yang semakin tinggi. Apabila tekanan yang di hasilkan hidrolik semakin besar maka semakin bagus pula hasil pengujian yang di dapat, sebaliknya apabila tekanan semakin rendah/kecil maka hasil pengujian yang di dapat dalam uji tekan aluminium akan kurang baik hasilnya.
2. Berdasarkan hasil uji tekan aluminium penyebab terjadinya penurunan/tidak bagus hasil uji tekan pada aluminium adalah pada uji coba spesimen 0,5 mm dan 0,6 mm, terdapat pada pengujian yang pertama dan kedua, disebabkan karena kurang maksimalnya tekanan yang di buat pada penekanan aluminium untuk membuat cetakan mangkok.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka kita dapat menyimpulkan bahwa dalam pengujian ini kita dapat mengaplikasikan cara pengerjaan *load cell*, arduino/sensor tekanan, sebagai salah satu pengetahuan yang baik dalam ssdunia kerja nanti.

5.2 Saran

Dari hasil analisa gaya tekan pada mesin pembentukan logam pada pembuatan mangkok dengan bahan aluminium menggunakan instrumen *load cell*. maka penulis mensaranka sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan untuk lebih mempelajari lagi dalam menggunakan software *load cell* dalam menggambar dan menganalisa kalibrasi pada *load cell*.
2. Perlu dikaji ulang dalam pengujian cetakan mangkok dalam menggunakan *instrument load cell*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2008) Mengatasi Gejala *Earing* Pada Proses *Deep Drawing*, *TRAKSI*, 8, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Ahmad Hasnan, S, 2006 “*Mengenal Proses Deep Drawing*”, Jakatra
- Bagus Surya Majanasastra, (2016). “*analisa sifat mekanik dan struktur micro hasil proses hydro forming material tembaga (CU) 84800 DAN ALUMINIUM (AL6063)*”. Program Studi Teknik Mesin- Universitas Islam Bekasi
- Bayu, K.(2019) Analisa Gaya Tekanan Pada Mesin Penekan Pembentuk Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkok Dengan Bahan Pelat Besi Menggunakan Instrumen *Load cell*, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Boedisoesetyo, E. (2006). Nilai koefisien Pengerasan Regangan dan Anisotropi Normal Tembaga, *Rotasi*, 8, Teknik Mesin *POLINES.S*
- Surdia Tata, dan Saito Shinroku (1999). *Aluminium dan paduannya. Buku pengetahuan bahan Teknik* PT. praditiya Paramita, Jakarta vol.134
- Shofianto, Muhammad Yusa: 2009 *Simulasi Proses Deep Drawing Dengan Pelat Jenis Tailored Blank* Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Subagio. (2010). ”analisa pengaruh kalibrasi dan pengendalian kualitas produk terhadap customer. di PT. AMA. Universitas Bogor.
- <https://aluminium-specials.Word-press.com/keunggulan-dan-kelemahan-aluminium/> diakses pada tanggal 13 SEPTEMBER 2018.
- https://www.google.com/amp/s/forland.word-press_-2013/metal-forming diakses tanggal 26 AGUSTUS 2018.
- <https://www.ricelake.com-loadceel.and weight.Amerika module H.2010>. di akses tanggal 07 SEPTEMBER 2018.
- <http://www.scribd.com/document/241869771/sifat-aluminium-pdt#> diunduh 14 SEPTEMBER 2018

LAMPIRAN

Load Cell

1. Spesifikasi *load cell* sebagai berikut :

Spesifikasi *Load Cell*

<i>Material</i>	<i>Metal</i>
<i>Model</i>	<i>PST</i>
<i>Type</i>	<i>Weighthing</i>
<i>Physical properties of material</i>	<i>Conductors</i>
<i>Process</i>	<i>Film</i>
<i>Output Signal</i>	<i>Analog</i>
<i>Protection grade</i>	<i>IP67</i>
<i>Linearity</i>	± 0.02 (%F.S.)
<i>Delaying</i>	± 0.02 (%F.S.)
<i>Repeatability</i>	± 0.02 (%F.S.)
<i>Sensitivity</i>	2.0mv/v
<i>Drifting</i>	± 0.02 (%F.S.)
<i>Resolution</i>	± 0.02 (%F.S.)
<i>Input impedance</i>	400 \pm 20 Ω
<i>Measuring range (optinal)</i>	300 kg, 5000 kg
<i>Thread</i>	M20 (5000)
<i>Weight</i>	1458 g (<i>load cell</i> 5000 kg))

Gamabar load cell



Kalibrasi

Gambar kalibrasi menggunakan timbangan digital



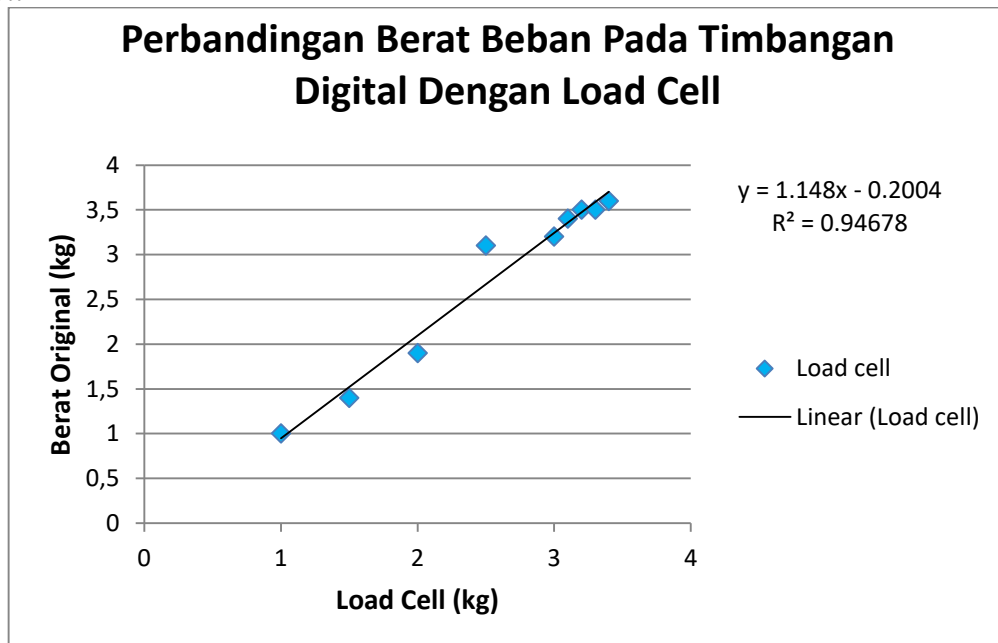
Gambar kalibrasi menggunakan timbangan *load cell*



Perbandingan Berat Beban
Tabel Perbandingan berat beban pada timbangan

Berat original (Kg)	Digital (Kg)	Load Cell (Kg)
1	1,0	1,0
		1,1
		1,2
1,5	1,5	1,4
		1,5
		1,6
2	2,0	1,9
		2,0
		2,1
2,5	2,5	2,4
		2,5
		2,5
3	3,0	3,1
		3,2
		3,2
3,1	3,1	3,3
		3,3
		3,4
3,2	3,2	3,5
		3,5
		3,5
3,3	3,3	3,6
		3,6
		3,6
3,4	3,4	3,6
		3,7

Dari data tabel diatas perbandingan berat beban timbangan digital dengan *load cell*



Gambar. grafik kalibrasi

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan Pada Pembentukan Logam

Nama : Muhammad Zuaib Aulia Nasution

NPM : 1307230044

Dosen Pembimbing1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing2 : Dr.Eng.Rakhmad Arief Siregar

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	19/07/2018	- Pembacaan spesifikasi tugas	ke
	24/08/2018	- Pembacaan pendahuluan	ke
	08/08/2018	- Pembacaan tugas pustaka	ke
	20/09/2019	- Pembacaan Metode	ke
	29/09/2019	- Lanjut ke pembuat	2 ke
	5/10/19	- Pembacaan grafik bab 9	ke
	12/10/19	- Pembacaan metode, draft ini, lanjutan	ke
	19/10/19	- Kembali ke pemb	ke
		Acc semua	ke.



Unggul, Cerdas dan Berprestasi

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://teknik.umsu.ac.id> E-mail: teknik@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1363/II.3AU/UMSU-07/F/2018

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 30 Agustus 2018 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD SUAIB AULIA NASUTION
Npm : 1307230044
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (SEPULUH)
Judul Tugas Akhir : STUDI GAYA PADA PEMBENTUKAN TEKAN PLAT STENLIS STEEL DAN ALUMINIUM
Pembimbing I : KHAIRUL UMURANI, ST.,MT
Pembimbing II : Dr. Eng RAKHMAD ARIEF SIREGAR

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 18 Zulhijah 1439 H
30 Agustus 2018 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

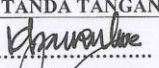
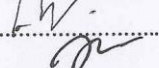
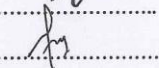
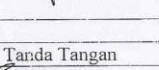
Cc. File

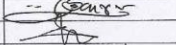

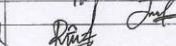

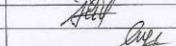
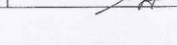
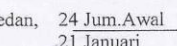
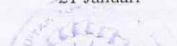
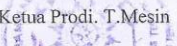

* JUDUL BARU *

PENGARUH KETEBALAN PELAT ALUMINIUM TERHADAP GAYA
TEKAN PADA PROSES PEMBENTUKAN LOGAM.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Suaib Aulia Nst
 NPM : 1307230044
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan Pada Proses Pembentukan Logam.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:	
Pemanding – I	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:	
Pemanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230265	BASYARUDDIN	
2	1307230122	Ahmad Charry	
3	1507230128	AHMAD IKHSAN	
4	1307230116	AFBAR Rizky	
5	1507230188	DANI TIRTA DEWA SURYA	
6	1507230039	Muhammad Farid Arafid	
7	1307230285	Oki Aulia Kusuma	
8	1307230221	Salamat Jurnadi	
9	1307230222	Amit Hamjoni Kenaboy	
10	1407230248	M. Nur Syah Putra	

Medan, 24 Jum.Awal 1441 H
21 Januari 2020 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T.M.T



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

NAMA : Muhammad Suaib Aulia Nst
NPM : 1307230044
Judul T.Akhir : Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan
Pada Proses Pembentukan Logam.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

tidak pada sidang tugas akhir!

.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 24 Jum.Awal 1441 H
21 Januari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

[Handwritten Signature]
Bekti Suroso.S.T.M.Eng

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

NAMA : Muhammad Suaib Aulia Nst
NPM : 1307230044
Judul T.Akhir : Pengaruh Ketebalan Pelat Aluminium Terhadap Gaya Tekan
Pada Proses Pembentukan Logam.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Lihat buku serpi
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :


.....
.....
.....

Medan 24 Jum.Awal 1441 H
21 Januari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembimbing- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Suaib Aulia Nasution
NPM : 1307230044
Tempat /Tanggal Lahir : Panyabungan, 24 September 1994
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : JL.HM.Yamin - Gg Ketoprak.NO 27.
Nomor HP : 082273268284
Email : Suaib.aulia.nanda@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : H. M Syahril Nst.
Ibu : Hj Normasani Rkt.

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2006 : SD N 076 NEGERI, Panyabungan Mandailing Natal.
2006-2009 : Madrasah Tsanawiyah MUSTHFAWIYAH Purba baru.
Mandailing Natal.
2009-2012 : Madrasah Aliyah MUSTHFAWIYAH Purba baru.
Mandailing Natal.
2013-2020 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.