

TUGAS AKHIR

ANALISA GAYA TEKAN MESIN PEMBENTUKAN LOGAM PADA PEMBUATAN TUTUP MANGKOK DENGAN BAHAN PLAT BESI MENGGUNAKAN INSTRUMEN *LOAD CELL*

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

Disusun Oleh:

BAYU KURNIAWAN
13072330031



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Kurniawan
NPM : 1307230031
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Gaya Tekan Mesin Penekan Pembentukan Logam
Pada Pembuatan Tutup Mangkuk Dengan Bahan Plat Besi
Menggunakan Instrumen *Load Cell*
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, 18 September 2019

Mengetahui Dan Menyetujui:

Dosen Penguji I



Bekti Suroso. S.T., M. Eng

Dosen Penguji II



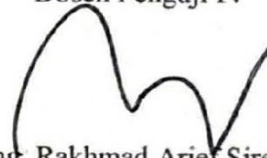
Chandra A Siregar. S.T., MT

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar.

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Bayu Kurniawan
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/ 04 Desember 1994
NPM : 1307230031
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ANALISA GAYA TEKAN PADA MESIN PEMBENTUKAN LOGAM PADA PEMBUATAN TUTUP MANGKOK DENGAN BAHAN ALUMINIUM MENGGUNAKAN INSTRUMEN *LOAD CELL*”

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 didugakuat ada ketidak sesuaian 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 18 September 2019

Saya yang menyatakan,



[Handwritten Signature]
Bayu Kurniawan

ABSTRAK

Pada prosedur manufaktur memiliki macam-macam proses diantaranya proses gaya tekan, gaya tekan adalah gaya yang diberikan oleh bidang pada benda yang arah gaya tekan normal selalu tegak lurus terhadap bidang. *Metal forming* adalah proses pembentukan logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan ukuran dari logam yang dikerjakan agar sesuai dengan benda kerja yang diinginkan (pembentukan logam) dibagi menjadi beberapa jenis yang salah satunya *deep drawing*. *Deep drawing* merupakan proses pengerjaan logam yang digunakan untuk membentuk lembaran atau plat menjadi suatu produk pembentukannya dengan melakukan penekanan terhadap bagian dari bakalan (*blank*) dengan sebuah penekan (*punch*) kedalam rongga cetakan (*die*) sampai terjadi aliran material masuk kedalam cetakan. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisa gaya tekan yang terjadi pada mesin penekan pembentuk logam pada pembuatan tutup mangkuk dengan bahan plat besi menggunakan instrumen *load cell* dan mengevaluasi hasil yang terjadi. Ada pun cara penelitian ini menggunakan *deep drawing*, serta menggunakan software arduino dengan sensor *load cell* sehingga dapat menganalisa karakteristik dari bahan plat besi dengan variasi ketebalan yaitu dengan ketebalan 0,2 mm dan 0,4 mm. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perubahan pada ketebalan dinding tutup mangkuk yang diakibatkan tekanan dan cetakan memiliki celah yang semakin berbeda akibat ketebalan specimen yang besar. Pada cetakan *punch* dan *die* semakin tebal specimen maka celah cetakan akan mengecil serta tekanan yang di berikan terhadap specimen akan semakin besar dan sebaliknya pula

Kata Kunci : Gaya Tekan, Tekanan, Mesin Deep Drawing, Load Cell, Plat Besi.

ABSTRACT

In manufacturing procedures have a variety of processes including the compressive force process, the compressive force is the force given by the field to the object in the direction of the normal compressive force is always perpendicular to the plane. Metal forming is the process of forming metal by using compressive forces to change the shape and size of the metal that is done to fit the desired workpiece (metal forming) divided into several types, one of which is deep drawing. Deep drawing is a metal working process that is used to form sheets or plates into a product of its formation by compressing the material from the blank (blank) with a punch (punch) into the mold cavity (die) until there is a material flow into the mold. This aims to analyze the compressive forces that occur on metal forming presses in the making of the mangosteen lid with an iron plate using a load cell instrument and evaluating the results. There is also a way of this research using deep drawing, and using Arduino software with load cell sensors so that it can analyze the characteristics of iron plate material with thickness variations, namely thickness of 0.2 mm and 0.4 mm. Based on these results it can be concluded that changes in the wall thickness of the bowl lid caused by pressure and mold have increasingly different gaps due to the thickness of the large specimen. in the punch and die molds the thicker the specimen the mold gap will decrease and the pressure applied to the specimen will be even greater and vice versa

Keywords: Compressive Force, Pressure, Deep Drawing Machine, Load Cell, Iron Plat

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 Gaya Tekan Pada Mesin Pembentukan Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkok Dengan Bahan Plat Besi Menggunakan Instrumen Load Cell” 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. Sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Rakhmad Arif Siregar. M.eng selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bekti Suroso, ST,.MT selaku Dosen Pembandingan I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar. ST ,. MT selaku Dosen selaku Pembanding II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Seketaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST,.MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Affandi, ST,.M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Bapak/ IbuDosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinnan kepada penulis.
9. Orang tua tercinta, ayahanda M Syuchrial Chamsah dan ibunda Nurliana yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Bapak/ Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Para sahabat tercinta , keluarga di rumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini

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 keteknikmesin.

Medan, 18 September 2019

BAYU KURNIAWAN
13072330031

DAFTAR ISI

HALAMAN 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 Penulisan	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Gaya	4
2.1.1. Macam-Macam Gaya	5
2.1.2. Gaya Membuat Benda Bergerak	6
2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Berbagai Gerak Benda	7
2.1.4. Pengaruh Gaya Terhadap Gerak Benda	8
2.1.5. Pengaruh Gaya Terhadap Bentuk Benda	10
2.2. Tekanan	11
2.2.1. Tekanan pada Benda Padat	11
2.3. Logam	13
2.3.1. Pengertian Logam (Non Ferro)	14
2.3.2. Macam-Macam Logam Ferro	15
2.3.3. Pembuatan logam	18
2.4. Definisi Deep Drawing	20
2.4.1. Proses Drawing	21
2.4.2. Variable Proses Drawing	25
2.5. Sensor Load Cell	28
2.5.1. Karakteristik Sensor Load Cell	29
2.5.2. Prinsip Kerja Sensor Berat (Load Cell)	30
2.5.3. Kalibrasi	30

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat Dan Waktu	31
3.1.1 Tempat	31
3.1.2 Waktu	31
3.2 Alat Dan Bahan	32
3.2.1 Alat	31
3.2.2 Bahan	33
3.3 Diagram Alir	35
3.4 Prosedur Pengujian	36
3.5 Gambar Set Up Alat	37
3.6 Metode Pengumpulan Data	38
3.7 Langkah Kerja Uji Tekan	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Data Hasil Penelitian	39
4.2 Hasil Uji Tekan Spesien Plat Besi	39
4.2.1 Hasil Uji Tekan Pada Specimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,2 Mm	39
4.2.2 Hasil Uji Tekan Pada Specimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,4 Mm	42
4.2.3 Data Hasil Perbandingan Pengujian Specimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,2 Mm Dengan Ketebalan 0,4 Mm	45
4.2.4 Gambar Hasil Pengujian	46
4.4 Pengkalibrasian Dan Pengujian Kekuatan Tekan	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABLE

Tabel 2.1. Jenis Dan Klasifikasi	14
Tabel 2.2. Jenis Material Dan Kecepatan Maksimal Draw Dies	21
Tabel 2.3. Karakteristi <i>Load Cell</i>	29
Tabel 3.1. Jadwal waktu pembuatan dan penelitian.	31
Tabel 4.1. Data Nilai Uji Tekan Spesimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,2 mm	41
Tabel 4.2. Data Nilai Uji Tekan Spesimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,4 mm	44
Tabel 4.3. Perbandingan Data Nilai Uji Tekan Pengujian Spesimen Plat Besi Ketebalan 0,2 mm Dengan Ketebalan 0,4 mm.	45
Tabel 4.1. Perbandingan Berat Beban Pada Timbangan Digital Dengan Load Cell	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blank Dan Draw Piece	21
Gambar 2.2 Proses Deep Drawing	22
Gambar 2.3 Bagian Utama Die Drawing	24
Gambar 2.4 Bentuk Load Cell	24
Gambar 2.5 Rangkaian Jembatan Wheat Stone Tanpa Beban	30
Gambar 3.1 Mesin Deep Drawing	32
Gambar 3.2 Arduino UNO	32
Gambar 3.3 LCD	33
Gambar 3.4 Load Cell	33
Gambar 3.5 Plat Besi	34
Gambar 3.6 Ukuran Trail Look	34
Gambar 3.7 Diagram Alir	35
Gambar 3.8 Spesimen Uji Tekan	36
Gambar 3.9 Set Up Alat Deep Drawing	37
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Specimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,2 mm	41
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Spesimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,4 mm	44
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pengujian Spesimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,2 mm Dan 0,4 mm.	45
Gambar 4.4 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 1 Dengan Ketebalan 0,2 Mm	46
Gambar 4.5 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 2 Dengan Ketebalan 0,2 Mm	47
Gambar 4.6 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 3 Dengan Ketebalan 0,2 Mm	47
Gambar 4.7 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 4 Dengan Ketebalan 0,4 Mm	48
Gambar 4.8 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 5 Dengan Ketebalan 0,4 Mm	48
Gambar 4.9 Gambar Hasil Pengujian Spesimen 6 Dengan Ketebalan 0,4 Mm	49
Gambar 4.10 Kalibrasi Menggunakan Timbangan Analog	49
Gambar 4.11 Pengkalibrasian Load Cell	51

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas Penampang	M
F	Gaya	N
P	Tekanan	n/m ²
Q	Grafitasi	m/s ²
W	Massa Benda	Kg

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri proses pengembangan produk merupakan sebuah mata rantai yang penting untuk mempertahankan eksistensi dan kelangsungan hidup perusahaan. Peningkatan kualitas produk dapat dicapai melalui desain yang dapat mempertimbangkan fungsi yang dibutuhkan dan dapat disesuaikan dengan aspek-aspek manufaktur, kualitas tersebut salah satunya adalah akurasi dan kepresisian yang tinggi suatu produk atau part dibutuhkan dalam dunia industri.

Pada prosedur manufaktur memiliki macam-macam proses diantaranya proses gaya tekan, gaya tekan adalah gaya yang diberikan oleh bidang pada benda yang arah gaya tekan normal selalu tegak lurus terhadap bidang. *Metal forming* adalah proses pembentukan logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan ukuran dari logam yang dikerjakan agar sesuai dengan benda kerja yang diinginkan (pembentukan logam) dibagi menjadi beberapa jenis yang salah satunya *deep drawing*

Deep drawing merupakan proses pengerjaan logam yang digunakan untuk membentuk lembaran atau plat menjadi suatu produk pembentukannya dengan melakukan penekanan terhadap bagian dari bakalan (*blank*) dengan sebuah penekan (*punch*) kedalam rongga cetakan (*die*) sampai terjadi aliran material masuk kedalam cetakan. Pada proses pada proses *deep drawing* bagian *flange* akan mengalami pengecilan diameter hal ini disebabkan oleh adanya tegangan tarik dalam arah radial selain itu juga adanya tegangan tekan dalam tangsial. Tegangan tangsial tekan ini dapat menimbulkan buckling pada *flange* bila ini terjadi maka akan terbentuk keriput (*wrinkling*)

Berdasarkan uraian diatas penulis ingin melakukan penelitian tentang analisa gaya tekan pada mesin penekan pembentuk logam pada pembuatan tutup mangkuk dengan bahan plat besi menggunakan *instrumen load cell*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah yaitu menganalisa hasil gaya tekan yang terjadi pada pembuatan tutup mangkuk dengan bahan plat besi ketebalan 0,2 mm dan 0,4 mm

1.3 Ruang Lingkup

Penulis membatasi masalah agar menghindari meluasnya permasalahan pada penelitian ini. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mencari gaya tekan yang efektif pada proses pembentukan logam dengan menggunakan plat besi ketebalan 0,2 mm dan 0,4 mm
2. Mengetahui gaya tekan yang terjadi pada proses pembentukan tutup mangkuk dengan menggunakan mesin pembentuk logam *instrumen loadcell*.

1.4 .Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari analisa gaya tekan pada mesin penekan pembentukan logam pada pembuatan tutup mangkuk dengan bahan plat besi menggunakan instrument load cell :

1. Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa gaya tekan yang terjadi pada proses pembuatan tutup mangkuk menggunakan mesin penekan pembentuk logam dan *instrument load cell*

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisa gaya tekan pada pembuatan tutup mangkuk menggunakan mesin penekan pembentuk logam dan *instrument load cell*
2. Mengavaluasi hasil gaya tekan pada pembuatan tutup mangkuk dengan menggunakan mesin penekaan pembentuk logam dan *instrument load cell*

1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian analisa gaya tekan ini adalah :

1. Mampu memberikan kontribusi terhadap dan pengembangan gaya tekan pada mesin pembentukan logam
2. Dalam ilmu pengetahuan dapat dijadikan perencanaan ini sebagai tambahan informasi gaya tekan pada mesin pembentuk logam
3. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas yang berhubungan gaya tekan yang terjadi pada mesin pembentukan logam
4. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang diperoleh dibangku perkuliahan dengan yang ada dilapangan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Gaya

Dalam kehidupan sehari-hari secara tidak sadar kita mendapati kegiatan yang berhubungan dengan gaya. Pada saat kita membuka atau menutup pintu kita telah melakukan gaya yang berupa dorongan dan tarikan. Gerakan mendorong atau menarik yang menyebabkan benda bergerak disebut gaya. Gaya yang dikerjakan pada suatu benda akan mempengaruhi benda tersebut. Gaya terhadap suatu benda dapat mengakibatkan benda bergerak, berubah bentuk, dan berubah arah atau merubah bentuk benda. Sebagai contoh, pada saat kamu menendang bola maka bola akan bergerak dan berubah arahnya. Sedangkan contoh perubahan bentuk benda karena pengaruh gaya adalah ketika kamu bermain dengan plastisin. Kamu dapat membuat berbagai macam bentuk. Gaya tangan menyebabkan bentuk plastisin berubah sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Gaya tidak dapat dilihat tetapi pengaruhnya dapat dirasakan. Gaya tidak sama dengan tenaga (energi) meskipun keduanya saling berhubungan. Gaya juga dilakukan hewan atau mesin, misalnya sapi menarik gerobak dan lokomotif kereta api menarik rangkaian gerbong. Jadi dapat disimpulkan gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mempengaruhi keadaan suatu benda. Gaya dapat pula diartikan sebagai kemampuan melakukan usaha.

Besar kecilnya gaya yang bekerja pada suatu benda tidaklah sama. Hal ini bergantung pada besar gaya yang diberikan. Besar kecilnya gaya dapat diukur menggunakan alat yang bernama neraca pegas atau dynamometer. Sedangkan satuan gaya dinyatakan dalam satuan Newton yang ditulis dengan huruf N.

2.1.1. Macam-Macam Gaya

Gaya dapat dibagi menjadi beberapa macam, antara lain:

1. Gaya Gesek

Gaya gesek ditimbulkan oleh gesekan antara dua permukaan benda, misalnya ban mobil yang melaju di atas jalan beraspal. Mobil dapat berhenti ketika direm karena adanya gaya gesek antara permukaan ban

mobil dengan jalan. Bila ke dua benda saling bergesekkan, maka antara keduanya akan muncul gaya gesek. Gaya gesek bisa menguntungkan dan merugikan. Bila kita berjalan di jalan yang kering, antara sepatu dan jalan akan muncul gaya gesek. Gaya gesek ini membantu kita untuk bisa berjaalan. Bayangkan bila jalanan licin, maka gaya geseknya akan kecil dan kita akan kesulitan untuk berjalan.

2. Gaya Pegas

Gaya pegas yaitu gaya yang ditimbulkan oleh keelastisan suatu benda atau gaya yang dihasilkan oleh pegas ataupun kekuatan yang dihasilkan oleh karet/pegas yang diregangkan, misalnya pegas dan busur panah. Ketika anak panah dilepaskan dari busurnya, karet mampu mendorong anak panah dan anak panah akan melesat atau terlontar ke depan dengan cepat dan jauh. Anak panah itu meluncur karena adanya gaya pegas pada busur panah.

3. Gaya Gravitasi

Gaya gravitasi yaitu gaya ditimbulkan oleh tarikan bumi atau kekuatan bumi untuk menarik benda ke bawah. Bila kita melempar benda ke atas, baik dari kertas, pensil atau benda lain maka semua benda itu akan jatuh ke bawah. Benda dapat jatuh ke tanah disebabkan adanya gaya gravitasi bumi. Misalnya buah kelapa jatuh ke tanah. Berbeda bila di luar angkasa para astronot tidak merasakan gaya gravitasi, akibatnya mereka akan melayang-layang bila berada di luar angkasa.

4. Gaya Listrik Statis

Gaya listrik statis yaitu kekuatan yang dimiliki benda yang bermuatan listrik untuk menarik benda-benda disekitarnya atau gaya yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik. Kita dapat melakukan percobaan untuk membuktikan adanya gaya listrik statis. Coba kalian gosok-gosokkan penggaris plastik pada rambut kalian. Siapkan juga kertas yang disobek-sobek halus. Setelah digosokkan berulang kali pada rambut, dekatkan penggaris pada potongan-potongan kertas. Kalian akan melihat penggaris bisa menarik potongan kertas dengan gaya listrik statis. Contoh lain yaitu Kipas angin yang semula diam akan berputar setelah dialiri arus listrik.

5. Gaya Magnet

Gaya magnet yaitu gaya yang dihasilkan oleh magnet, misalnya dinamo sepeda. Magnet alam adalah sejenis logam yang pertama kali ditemukan di kota magnesia. Magnet memiliki kekuatan yang menarik jarum, paku, atau benda yang terbuat dari besi atau baja. Kekuatan ini disebut gaya magnet. Gaya magnet merupakan gaya tak sentuh atau gaya tak kontak. Gaya ini dapat bekerja meski tidak bersentuhan. Tidak semua benda mengalami gaya magnet. Benda yang menerima gaya magnet dikatakan bersifat magnetis. Benda yang menolak gaya magnet dikatakan bersifat non magnetis. Ada benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet. Ada benda yang ditarik lemah oleh magnet. Ada pula benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Berdasarkan sifat kemagnetannya, benda digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Feromagnetik, yaitu benda yang memiliki sifat kemagnetan kuat.
- b. Paramagnetik, yaitu benda yang memiliki sifat kemagnetan lemah.
- c. Diamagnetik, yaitu benda yang tidak memiliki sifat kemagnetan.

Dalam kehidupan sehari-hari magnet memberi banyak manfaat. Ada beberapa alat rumah tangga yang menggunakan magnet. Sebagai contoh adalah pintu kulkas (lemari es). Kompas, gunting jahit, dan tempat pensil bermagnet merupakan contoh lain pemanfaatan gaya magnet.

6. Gaya Otot

Gaya otot yaitu gaya yang dihasilkan oleh otot, misalnya tangan meremas benda dan tarikan dan dorongan yang kita lakukan saat membuka dan menutup pintu. Gaya ini juga sering dilakukan saat kita mengangkat beban atau sedang senam di sekolah. Apabila kita sering melakukan olahraga maka ototmu akan bertambah besar dan kuat.

2.1.2. Gaya Membuat Benda Bergerak

Setiap orang selalu bergerak, ketika berjalan, berlari, atau berputar menandakan bahwa orang itu sedang bergerak. Benda juga bergerak, benda yang dikenai gaya yang dapat bergerak.

1. Gaya Dorong

Pada saat bermain kasti kita melambungkan bola kasti ke arah lawan dengan cepat dan kencang. Lemparan tersebut membuat bola melambung di udara. Begitu juga pada saat menendang bola, tendangan membuat bola bergerak melambung atau menggelinding. Lemparan atau tendangan merupakan peristiwa dorongan yang memiliki kekuatan sehingga bola bergerak. Gaya yang menyebabkan bola terlempar karena mendapat dorongan dari tangan atau kaki kita disebut gaya dorong. Cepat atau lambat serta tinggi atau rendahnya lemparan bola tergantung pada kekuatan gaya dorong. Jika lemparan bola cepat dan tinggi, berarti gaya dorongnya lebih kuat. Jika lemparan bola lambat dan rendah berarti gaya dorongnya lemah.

2. Gaya tarik

Setiap upacara bendera hari senin, coba perhatikan petugas upacara yang bertugas menarik tali bendera. Pada saat menarik tali, bendera tampak bergerak perlahan menuju ujung tiang. Gaya yang menyebabkan benda bergerak ke ujung tiang karena tali bendera ditarik disebut gaya tarik. Cepat atau lambat bendera tersebut bergerak tergantung pada besar atau kecilnya gaya yang diberikan ketika menarik tali bendera.

2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Berbagai Gerak Benda

Adapun faktor yang mempengaruhi berbagai gerak benda terdiri atas 2, adalah :

1. Adanya Gaya Gravitasi Bumi

Semua benda yang dilemparkan ke atas, buah yang telah matang dan daun yang berguguran akhirnya akan jatuh ke tanah (bumi). Apa yang menyebabkan benda –benda tersebut jatuh? Menurut Newton, benda jatuh ke bumi karena ada tarikan bumi pada benda itu. Jika kita naik dan meloncat maka kita akan jatuh lagi ke bumi. Jadi benda yang jatuh seperti penerjun yang meloncat dari pesawat terbang akan bergerak turun dalam kecepatan yang makin bertambah karena ditarik ke bawah oleh gaya tarik bumi. Berbeda dengan contoh di atas, seorang astronot yang berada di

angkasa luar tidak jatuh ke bumi. Ia hanya melayang-layang karena kehilangan bobot meskipun sebenarnya ia dalam keadaan jatuh karena pengaruh gaya tarik bumi. Hal ini terjadi karena letak angkasa luar sangat jauh dari bumi sehingga pengaruh gravitasi bumi sangat kecil.

2. Adanya Gaya Gesek

Ketika kita melemparkan bola ke lantai yang datar, maka bola yang dilemparkan tadi akan bergerak lurus, berputar atau menggelinding membentur benda yang lain. Bola kemudian akan berhenti. Keadaan tersebut dapat terjadi karena adanya pengaruh gaya yang menahan gerakan bola tadi. Cepat atau lambatnya bola yang berputar atau menggelinding bergantung pada kuat lemahnya gaya yang diberikan pada bola

Gaya yang dapat menahan gerak benda agar benda itu tidak bergerak jika ditarik atau di dorong adalah gaya gesek. Gaya gesek terjadi jika dua permukaan benda saling bersentuhan. Benda sulit bergerak jika gaya geseknya besar, sebaliknya benda akan bergerak dengan mudah jika gaya geseknya kecil. Gaya gesek dapat diperkecil dengan cara menghaluskan permukaan kedua atau melicinkannya dengan menggunakan pelumas seperti oli, lilin, dan vaselin.

2.1.4 . Pengaruh Gaya Terhadap Gerak Benda

Ketika kita berlari maka terjadi perpindahan, dimana kita berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Jadi yang dimaksud dengan gerak adalah perpindahan posisi benda dari tempat asalnya karena adanya gaya. Gaya dapat mengubah gerak suatu benda. Suatu benda dikatakan bergerak bila benda tersebut berubah posisi atau berubah tempatnya terhadap suatu titik acuan. Benda yang mula-mula diam bisa berubah menjadi bergerak setelah mendapatkan gaya. Benda yang sedang bergerak apabila mendapatkan gaya dapat mengakibatkan perubahan arah gerak benda.

Gaya mengakibatkan adanya perubahan pada benda. Dengan kata lain, gaya dapat mempengaruhi suatu benda. Adapun pengaruh gaya terhadap gerak benda adalah sebagai berikut:

1. Gaya Menggerakkan Benda Diam

Benda diam akan bergerak jika diberi gaya. Contohnya, bola akan melambung ke udara jika kita tendang. Lemari akan bergeser jika kita dorong. Sepeda akan berjalan jika kita kayuh. Batu akan bergerak jika kita lempar. Masih banyak banyak contoh lain yang membuktikan bahwa gaya dapat menggerakkan benda diam.

2. Gaya Membuat Benda Bergerak Menjadi Diam

Contoh benda yang bergerak adalah sepeda yang dikayuh, sepeda motor yang sedang bergerak, kelereng yang menggelinding dan sebagainya . Benda-benda yang bergerak tersebut dapat berhenti atau diam jika diberi gaya. Sepeda yang bergerak akan berhenti jika direm. Sepeda motor yang sedang bergerak akan berhenti jika direm. Kelereng yang menggelinding akan berhenti jika kita tahan dengan tangan atau kaki. Mengerem sepeda dan sepeda motor termasuk bentuk gaya. Begitu pula dengan menahan kelereng dengan tangan juga termasuk bentuk gaya. Dengan demikian, gaya dapat membuat benda bergerak menjadi diam.

3. Gaya Mengubah Kecepatan Gerak Benda

Perhatikan mobil yang sedang bergerak! Jika kamu amati, kecepatan mobil tersebut tidak akan sama. Kamu bisa melihatnya pada spidometer. Gerak mobil terkadang cepat dan terkadang lambat. Apakah yang menyebabkan kecepatan mobil tersebut berubah-ubah? Ketika jalan lengang, pengemudi akan menginjak gasnya. Akibatnya, mobil akan melaju kencang. Namun, ketika ada mobil yang lain di depannya, pengemudi akan menginjak rem. Akibatnya, laju mobil akan melambat. Injakan gas dan injakan rem termasuk bentuk gaya. Oleh karena itu, gaya dapat mempengaruhi kecepatan gerak benda.

4. Gaya Mengubah Arah Gerak Benda

Sepeda tidak hanya dapat berjalan lurus. Sepeda dapat kita belokkan ke arah yang dibutuhkan. Jika ingin mengubah arah sepeda, kita cukup membelokkan setangnya. Hasilnya, arah sepeda akan berubah. Begitu juga dengan orang yang bermain bola. Bola tidak hanya bergerak ke satu arah. Bola dapat bergerak ke segala arah. Namun, arah gerak bola tidak dapat berubah

dengan sendirinya. Arah gerak bola harus diubah oleh pemain bola. Caranya dengan menyundul atau menendang bola.

5. Gaya Dapat Mempengaruhi Keadaan Benda di Dalam Air

Mengapa perahu dapat terapung di air? Mengapa ketika melompat ke dalam kolam renang kita akan muncul lagi ke permukaan? Mengapa batu akan tenggelam jika dilemparkan ke dalam air? Di dalam air terdapat suatu gaya yang disebut gaya tekan ke atas. Gaya ini menyebabkan benda bisa mengapung di permukaan. Benda yang masuk ke dalam air akan dikenai gaya tekan ke atas, sehingga benda muncul kembali ke permukaan. Itulah sebabnya, ketika berenang kita tidak akan ke dasar kolam, melainkan berada di permukaan air. Namun, gaya tekan ke atas dipengaruhi oleh luas permukaan benda. Benda yang permukaannya lebar mendapat banyak gaya tekan ke atas. Akibatnya, benda itu akan mengapung di permukaan. Benda yang permukaannya sempit mendapat sedikit gaya tekan ke atas. Akibatnya, benda itu akan tenggelam. Inilah penyebab batu tenggelam ketika dilempar ke dalam air. Hal ini karena batu memiliki luas permukaan yang kecil. Keadaan benda di dalam air dipengaruhi oleh gaya tekan ke atas dan berat benda sebagai berikut :

- a. Jika gaya tekan ke atas lebih besar dari berat benda, maka benda akan terapung.
- b. Jika gaya tekan ke atas sama dengan berat benda, maka benda akan melayang.
- c. Jika gaya tekan ke atas lebih kecil dari berat benda, maka benda akan tenggelam.

2.1.5. Pengaruh Gaya terhadap Bentuk Benda

Selain Gaya dapat membuat benda bergerak, gaya juga dapat merubah bentuk benda. Bentuk suatu benda dapat berubah jika dikenai gaya. Perubahan bentuk tersebut tergantung pada besar kecilnya gaya. Beberapa contoh berikut menjelaskan bahwa gaya mengubah bentuk suatu benda:

1. Telur yang jatuh kebawah atau telur yang digoreng

Telur yang jatuh ke tanah langsung pecah karena berbenturan dengan tanah. Telur yang semula bulat menjadi pecah sehingga tampak kuning telur dan putih telurnya. Gaya tarik bumi juga mempercepat gerak telur yang jatuh ke tanah. Hal serupa juga ketika kita memecahkan telur untuk digoreng telur yang tadinya bulat menjadi berubah bentuk.

2. Pegas dan karet gelang

karet gelang dan Pegas/per akan berubah bentuk jika dikenai gaya, baik gaya tarik maupun gaya dorong. Karet gelang yang semula berbentuk lingkaran berubah bentuk ketika ditarik. Pegas yang tadinya pendek jika ditarik akan mengulur panjang dan jika di dorong atau dilepaskan akan kembali ke bentuk semula sama halnya dengan karet. Tarikan pada karet gelang dan pegas/per termasuk bentuk gaya begitu juga dengan contoh di atas lainnya. Dengan demikian, terbukti bahwa gaya dapat mengubah bentuk benda. Contoh-contoh di atas membuktikan bahwa gaya dapat merubah bentuk benda.

2.2 .Tekanan

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.

2.2.1. Tekanan Pada Benda Padat

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.

2.3. Logam

Logam ferro adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Untuk menghasilkan suatu logam paduan yang mempunyai 2 sifat yang berbeda dengan besi dan karbon maka dicampur dengan bermacam logam lainnya. Logam adalah elemen kerak bumi (mineral) yang terbentuk secara alami. Jumlah logam diperkirakan 4% dari kerak bumi. Logam dalam bidang keteknisian adalah besi. Biasanya dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan, pipa-pipa, alat-alat pabrik dan sebagainya.

Contoh dari logam yang sudah memiliki sifat-sifat penggunaan teknis tertentu dan dapat diperoleh dalam jumlah yang cukup adalah besi, tembaga, seng, timah, timbel nikel, aluminium, magnesium. Kemudian tampil logam-logam lain bagi penggunaan khusus dan paduan, seperti emas, perak, platina, iridium, wolfram, tantal, molybdenum, titanium, vanadium, anti monium (metalloid), khrom, vanadium, beryllium, dan lain-lain.

Logam adalah unsur kimia yang mempunyai sifat-sifat, yaitu :

- Dapat ditempa dan diubah bentuk
- Penghantar panas dan listrik
- Keras (tahan terhadap goresan, potongan atau keausan), kenyal (tahan patah bila dibentang), kuat (tahan terhadap benturan, pukulan martil), dan liat (dapat ditarik).

Yang dimaksud besi dalam bidang keteknisian adalah besi teknis, bukan besi murni, karena besi murni (Fe) tidak memenuhi pernyataan teknik, persyaratan teknik adalah kekuatan bahan, keuletan, dan ketertahanan terhadap pengaruh luar (korosi, aus, bahan kimia, suhu tinggi dan sebagainya).

Besi teknis selalu tercampur dengan unsure-unsur lain misalnya karbon (C), silicon (Si), mangan (Mn), Fosfor (P), dan belerang (S). Unsur-unsur tersebut harus dalam kadar tertentu, sesuai dengan sifat-sifat yang dikehendaki, secara garis besar besi teknik terbagi menjadi :

Table 2.1. Jenis Dan Klasifikasi Logam

No	Klasifikasi	Jenis	Bentuk	Pemakaian contoh alam Bangunan
1	Logam Mulia	Emas, Perak	Batangan	Aksesoris, Interior
2	Logam Setengah Mulia	Air Raksa	Cair	Patri
3	Logam Biasa Berat > 30 kg/dm ³	Nikel Kobalt	Butiran, Batangan	Campuran Baja, Kontruksi Luar Beton
4	Logam Biasa Ringan < 30 kg/dm ³	Besi Tuang Plumbum (timah hitam	Plat Blok	Pengunci, Penggantung Landasan Isolasi
5	Logam Campuran	Baja, Kuningan	Plat, Profil, Batangan, Tempa, Plat Blok,	Hubungan Dak Standar Dengan Atap, Kuda – Kuda Bangunan, Jembatan, Neraca, Tulang Beton, Dinding, Lantai, Penggantung, Kunci, Kran

2.3.1. Pengertian Non Logam (*Non Ferro*)

Logam Non-Ferro (*Non-Ferrous Metal*) ialah jenis logam yang secara kimiawi tidak memiliki unsur besi atau Ferro (Fe), oleh karena itu logam jenis ini disebut sebagai logam bukan Besi (*non Ferro*). Beberapa dari jenis logam ini telah disebutkan dimana termasuk logam yang banyak dan umum digunakan baik secara murni maupun sebagai unsur paduan. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam pengolahan bahan logam, menjadikan semua jenis logam digunakan secara luas dengan berbagai alasan, mutu produk yang semakin ditingkatkan, kebutuhan berbagai peralatan

pendukung teknologi serta keterbatasan dari ketersediaan bahan-bahan yang secara umum digunakan dan lain-lain.

Logam non Ferro ini terdapat dalam berbagai jenis dan masing-masing memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda secara spesifik antara logam yang satu dengan logam yang lainnya. Keberagaman sifat dan karakteristik dari logam Non Ferro ini memungkinkan pemakaian secara luas baik digunakan secara murni atau pun dipadukan antara logam non ferro bahkan dengan logam Ferro untuk mendapatkan suatu sifat yang baru yang berbeda dari sifat asalnya. Pengertian dari bahan bukan logam atau non logam adalah unsure kimia yang mempunyai sifat-sifat, yaitu :

- Elastis (karet), cair (bahan pelumas, dan tidak dapat menghantarkan arus listrik (bahan isolasi)).
- Peka terhadap api (bahan baker, tidak dapat terbakar (Asbes) dan mudah pecah (keramik).

2.3.2. Macam-Macam Logam Ferro

Dalam ilmu logam, jenis-jenis logam digolongkan menjadi 3 kelompok dan penjelasannya sebagai berikut:

1. Logam Berat (Besi/Baja, Nikel, Tembaga, dan Timah)
 - a. Besi/Baja

Merupakan bahan yang sering digunakan dan dipakai dalam dunia industri yang merupakan sumber paling besar. Besi dan baja mempunyai sifat yang bervariasi, artinya memiliki sifat dari yang lunak sampai yang paling keras dan tajam sebagai alat pemotong (pisau). Untuk itulah besi kaya akan sifat-sifat, dari unsur besi dapat dibuat berbagai jenis struktur logam. Kandung besi dan baja kira-kira 0,25% Si, 0,3-1,5% Mn dan unsur pengotor lain seperti P, S dan lain-lain.

- b. Nikel

Nikel memiliki warna putih keperak-perakan, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis, dan merupakan konduktor yang agak baik terhadap panas dan listrik. Dalam skala besar, nikel dimanfaatkan sebagai pembuatan baja tahan karat dan alloy lain yang bersifat tahan korosi dan

juga dimanfaatkan untuk membuat uang koin, melapisi senjata dan ruangan besi. Nikel ditemukan banyak dalam meteorit dan menjadi ciri komponen yang membedakan meteorit lainnya. Meteorit besi atau siderit dapat mengandung allot besi dan nikel berkadar 5-25%.

c. Tembaga

Tembaga dalam dunia industri, sebagian besar digunakan sebagai kawat atau bahan untuk penukar panas dalam memanfaatkan hantaran listrik dan panasnya yang baik. Potensial elektroda standarnya positif (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu²⁺), tembaga tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen dapat terlarut sedikit. Tembaga berwarna merah muda yang lunak dan dapat ditempa serta liat. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. (Petrucci, 1989).

d. Timah

Timah merupakan logam putih keperakan, logam yang mudah ditempa dan bersifat fleksibel, memiliki struktur kristalin, akan tetapi bersifat mudah patah jika didinginkan. Timah dibawah suhu 13,2⁰C dan tidak memiliki sifat logam sama sekali. Timah biasa disebut sebagai timah putih disebabkan warnanya putih mengkilap, dan memiliki struktur Kristal tetragonal. Tingkat resistansi transformasi dari timah putih ke timah hitam dapat ditingkatkan dengan pencampuran logam lain pada timah seperti seng, bismuth, atau galium.

2. Logam Ringan (Aluminium, Magnesium, dan Natrium)

a. Aluminium

Adalah logam yang paling banyak terdapat dikerak bumi dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi. Aluminium (dalam bentuk bauksit) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual yaitu proses pengkonsentrasian mineral bahan galian di tempat.

b. Magnesium

Magnesium merupakan unsur logam alkali tanah yang berwarna putih perak, kurang reaktif dan mudah dibentuk atau ditempa ketika dipanaskan. Magnesium tidak bereaksi dengan oksigen dan air pada suhu kamar, tetapi dapat bereaksi dengan asam. Pada suhu 800°C magnesium bereaksi dengan oksigen dan memancarkan cahaya putih terang. Di alam magnesium banyak terdapat pada lapisan-lapisan batuan dalam bentuk mineral seperti carnallite, dolomite dan magnesite yang membentuk batuan silikat. Selain itu dalam bentuk garam seperti magnesium klorida (Hafiyah, 2011).

c. Kalsium

Kalsium merupakan logam alkali tanah yang reaktif, mudah ditempa dan dibentuk serta berwarna putih perak. Kalsium bereaksi dengan air dan membentuk kalsium hidroksida dan hydrogen. Di alam kalsium ditemukan dalam bentuk senyawa-senyawa seperti kalsium karbonat (CaCO_3) dalam batu kalsit, kalsium sulfat (CaSO_4) dalam batu pualam putih atau gypsum, kalsium fluoride (CaF_2) dalam fluorit serta kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dalam batuan fosfat dan silikat. Kalsium bereaksi lambat dengan oksigen di udara pada temperatur kamar tetapi terbakar hebat pada pemanasan. Kalsium terbakar hanya menghasilkan oksidanya (Sunardi, 2008).

3. Logam Mulia (Emas, Perak dan lain-lain)

a. Emas

Emas murni atau *pure gold* adalah suatu logam yang mengandung 99.5 % atau lebih Au (Aurum) di dalamnya. Logam campur emas adalah logam mulia yang dicampur dengan logam yang kurang mulia. Logam yang dipakai disini adalah emas (Au) 24 karat dan logam lainnya seperti perak (Ag), tembaga (Cu), platina (Pt), palladium (Pd) dan seng (Zn). Logam mulia digunakan untuk inlay, mahkota dan jembatan karena daya tahannya terhadap karat dan korosi.

b. Perak

Perak termasuk logam mulia karena tidak mengalami proses korosif, namun perak bisa mengalami proses oksidasi. Proses oksidasi pada perak mengakibatkan lapisan kehitaman pada permukaan perak yang biasa disebut

"tarnish". Namun proses oksidasi ini tidak mengakibatkan kerusakan pada unsur tersebut, beda hal-nya dengan proses korosi pada logam besi (Fe). Untuk keperluan pengolahan menjadi perhiasan, perak biasanya dilapisi dengan unsur lain yang lebih tahan terhadap oksidasi seperti Rhodium. Dengan lapisan ini, perhiasan perak menjadi tahan oksidasi serta penampilannya lebih berkilau.

Sedangkan jenis logam berdasarkan bahan dasar yang membentuknya dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. Logam Besi (ferrous) yaitu suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Jenis-jenis logam ini antara lain yaitu besi tuang, besi tempa, baja lunak, baja karbon sedang, baja karbon tinggi, serta baja karbon tinggi dan campuran.
2. Logam Bukan Besi (non-ferrous) yaitu logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Jenis-jenis logam ini antara lain yaitu tembaga (Cu), Aluminium (Al), Timbal (Pb), dan Timah (Sn).

2.3.3 Pembuatan Logam

Proses penyelesaian logam dan non logam dari bentuk bijih besi (raw material) menjadi barang yang dapat digunakan. Hampir semua logam dibuat mula-mula dalam bentuk balok "ingot" (ingot casting) hasil proses pemurnian logam dari bijihnya, yang kemudian merupakan bahan baku untuk proses selanjutnya. Proses ini menyangkut penyelesaian suatu bahan yang mula-mula dicetak dalam suatu cetakan kemudian dengan proses lain dibentuk, dipotong, dihaluskan, disambung atau dirubah sifat phisisnya menjadi produk yang dikehendaki.

Pada dasarnya, proses pembuatan benda kerja logam dapat dikelompokkan menjadi :

1. Proses pengecoran.

Proses pengecoran adalah suatu proses pembuatan yang pada dasarnya merubah bentuk logam dengan cara mencairkan logam,

kemudian dimasukkan kedalam suatu cetakan dengan dituang atau ditekan. Di dalam cetakan ini logam cair akan membeku dan menyusut.

2. Proses pembentukan

Proses pembentukan logam adalah suatu proses pembuatan yang pada dasarnya dilakukan dengan memberikan gaya luar (menekan, memampatkan, menarik) hingga berubah bentuk secara plastis. Bahan logam sebelumnya dapat dipanaskan terlebih dahulu sampai mencapai batas tertentu atau logam tetap dingin dalam arti dibawah batas temperatur tertentu. Kondisi pertama disebut proses pengerjaan panas (Hot Working Process), sedang yang terakhir disebut proses pengerjaan dingin (Cold Working Process).

3. Proses pemotongan

Proses pemotongan logam adalah proses pembuatan yang menggunakan mesin-mesin perkakas potong untuk mendapatkan bentuk yang digunakan dengan membuang sebagian material, sedang perkakas potongnya dibuat dari bahan yang lebih keras dari pada logam yang dipotong.

4. Proses penyambungan atau penyatuan.

Proses ini sering diartikan pengelasan, tetapi sebenarnya pengelasan tersebut merupakan bagian dari proses penyambungan. Pada dasarnya proses ini dapat dilakukan tanpa atau dengan mencairkan logam yang disambung, dengan atau tanpa logam pengisi, dengan atau tanpa tekanan dan dengan perekat atau adhesive. Contoh proses ini antara lain : pengelasan, solder, pengelingan dan lain-lain.

5. Proses perlakuan phisis.

Proses perlakuan phisis adalah proses pengerjaan dengan jalan merubah sifat-sifat phisis dari logam tanpa adanya perubahan bentuk fisik, seperti : proses perlakuan panas (Heat Treatment), benturan peluru (Shot Peening) dan lain-lain.

6. Proses penyelesaian atau pengerjaan akhir.

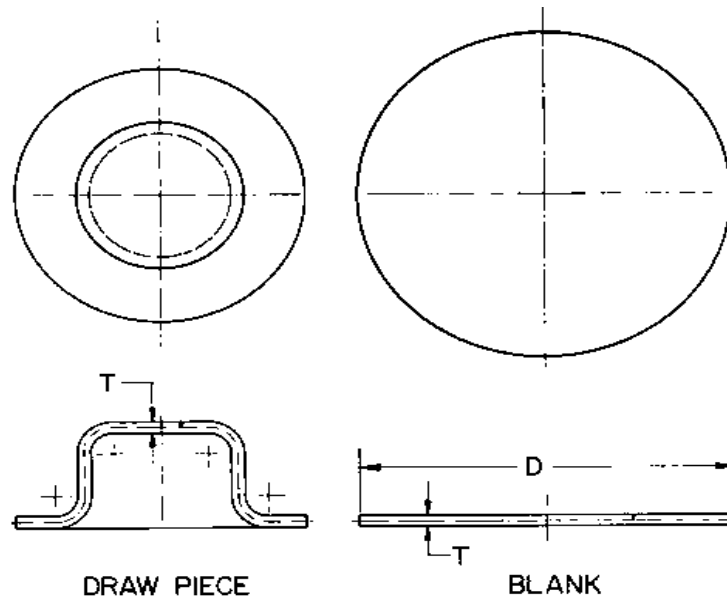
Proses ini digunakan untuk memberikan kondisi permukaan tertentu dari benda jadi (produk), sehingga terjadi perubahan dimensi yang

sangat kecil. Secara keseluruhan, bentuk dan ukuran boleh dikata tidak mengalami perubahan yang berarti. Kondisi permukaan tertentu yang dimaksud adalah antara lain bewarna mengkilat, pemeliharaan-pencegahan dari perubahan unsur serta bentuk permukaan, melalui proses pengecatan, proses anoda, pelapisan permukaan dengan unsur tertentu dan lain-lain.

2.4. Definisi *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).

Deep *drawing* dan *drawing* pada intinya merupakan satu jenis proses produksi, namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indeks ketinggian, proses *deep drawing* mempunyai indeks ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan *drawing*. Selain itu terdapat proses produksi 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. Artikel ini akan mengenalkan lebih lanjut tentang proses *drawing*, proses *drawing* yang dimaksudkan dalam artikel ini adalah proses *drawing* yang mempunyai kesamaan 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*, seperti gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2.1 Blank Dan Draw Piece

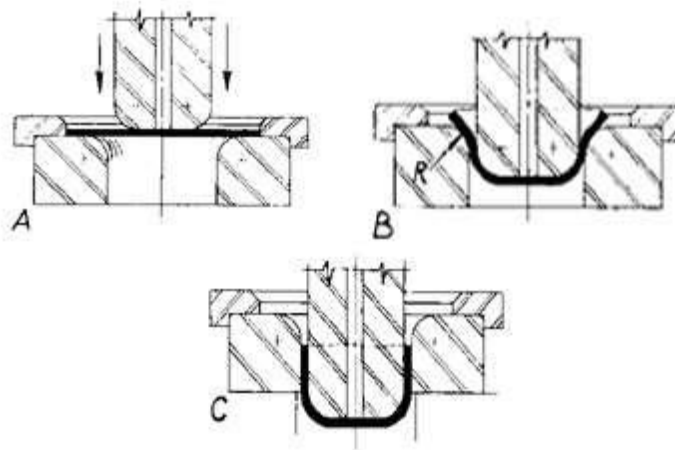
2.4.1. Proses *Drawing*

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 :

- Strain rate yang diperlukan
- Benda yang akan dibuat
- Material yang diinginkan
- Ketebalan benda yang akan dibuat

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 Proses *Drawing*



Gambar 2.2 Proses *Drawing*

1. Kontak Awal

Pada gambar 2.A *punch* bergerak dari atas ke bawah, *blank* dipegang oleh *nest* agar tidak bergeser ke samping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari die set saling menyentuh lembaran logam (*blank*) saat kontak awal terjadi belum terjadi gaya- gaya dan 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 *Blank holder* akan mengalami *compression* arah radial mengikuti bentuk dari *die*.

5. *Tension*

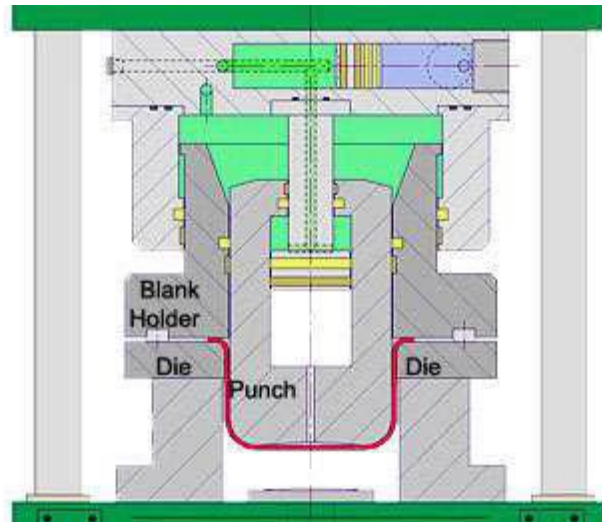
Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil *drawing*, bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalami cacat sobek (*tore*), pembentukan bagian bawah cup merupakan proses terakhir pada proses *drawing*.

6. 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*. Dalam satu unit *die set* terdapat komponen utama yaitu :

- a. *punch*
- b. *blank holder*
- c. *die*

sedangkan komponen lainnya merupakan komponen tambahan tergantung dari jenis *die* yang dipakai. Bentuk dan posisi dari komponen utama tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini :



Gambar 2.3 Bagian Utama *Die Drawing*

- *Blank holder*

Berfungsi memegang *blank* atau benda kerja berupa lembaran logam, pada gambar diatas *blank holder* berada diatas benda kerja, walaupun berfungsi untuk memegang benda kerja, benda kerja harus tetap dapat bergerak saat proses *drawing* dilakukan sebab saat proses *drawing* berlangsung benda kerja yang dijepit oleh *Blank holder* akan bergerak ke arah pusat sesuai dengan bentuk dari *die drawing*. Sebagian jenis *blank holder* diganti dengan *nest* yang mempunyai fungsi hamper sama, bentuk *nest* berupa lingkaran yang terdapat lubang didalamnya, lubang tersebut sebagai tempat peletakan dari benda kerja agar tidak bergeser ke samping.

- *Punch*

Punch merupakan bagian yang bergerak ke bawah untuk meneruskan gaya dari sumber tenaga sehingga *blank* tertekan ke bawah, bentuk *punch* disesuaikan

dengan bentuk akhir yang diinginkan dari proses *drawing*, letak *punch* pada gambar 2.3 berada di atas *blank*, posisi dari *punch* sebenarnya tidak selalu diatas tergantung dari jenis *die drawing* yang digunakan.

- *Die*

Merupakan komponen utama yang berperan dalam menentukan bentuk akhir dari benda kerja *drawing (draw piece)*, bentuk dan ukuran *die* bervariasi

sesuai dengan bentuk akhir yang diinginkan, konstruksi *die* harus mampu menahan gerakan, gaya geser serta gaya *punch*. Pada *die* terdapat radius tertentu yang berfungsi mempermudah reduksi benda saat proses berlangsung, lebih jauh lagi dengan adanya jari-jari diharapkan tidak terjadi sobek pada material yang akan di *drawing*.

2.4.2. Variabel Proses *Drawing*

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

1. Gesekan

Saat proses *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 *drawing* juga meningkat, beberapa faktor yang mempengaruhi gesekan antara lain:

- 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.

- 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.

- 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.

- Kekasaran Permukaan *punch*, *die* dan *blank holder*

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

2. Bending dan *straightening*

Pada proses *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 :

- Radius *Punch*

Radius *punch* disesuaikan dengan besarnya radius *die*, radius *punch* yang tajam akan memperbesar gaya bending yang dibutuhkan untuk proses *drawing*.

- 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.

3. Penekanan

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

- *Drawability*

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

- 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.

- 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.

- 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*.

- 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.

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.

5. Kelonggaran

Kelonggaran atau *clearence* adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, maka besar *clearence* 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 *clearence* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan. (Donaldson,1986:73)

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.

7. Kecepatan *Drawing*

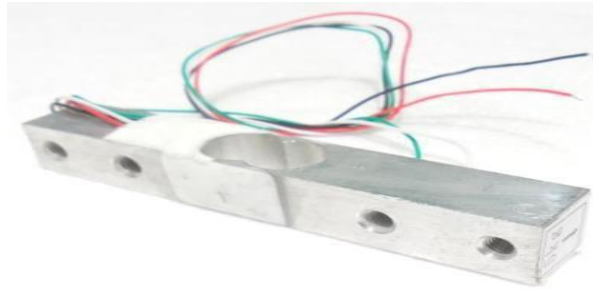
Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga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

Tabel 2.2 : Jenis material dan kecepatan maksimal *draw dies*

Material	Kecepatan
Alumunium	0,762 m/s
<i>Brass</i>	1,02 m/s
<i>Copper</i>	0.762 m/s
<i>Stell</i>	0,279 m/s
<i>Stainless steel</i>	0,203 m/s

2.5 Sensor *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 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.



Gambar 2.4 Bentuk fisik *load cell*

Keterangan gambar :

- 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

2.5.1 Karakteristik Sensor *Load Cell*

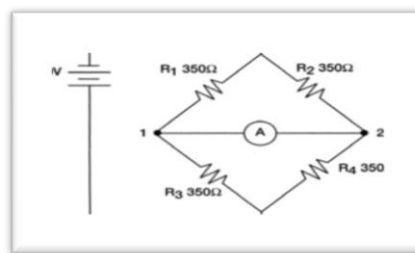
Tabel 2.2. Karakteristik Sensor *Load Cell*

Mekanik	
Bahan Dasar	Alumunium 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

Pada keterangan Gambar 2.4 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.

2.5.2 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 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* Tanpa Beban

2.5.3 Kalibrasian

Kalibrasi pada umumnya, menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran agar dengan besaran dari standar yang di gunakan dalam akurasi tertentu. Contohnya, 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.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

3.1.1. Tempat

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

Penelitian ini dilaksanakan sejak disetujuinya judul tugas akhir ini pada bulan April 2018 – Sep 2019

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	April	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep
1	Mulai						
2	Studi literature						
3	Penentuan variabel penelitian dan spesifikasi benda uji						
4	Persiapan material dan peralatan						
5	Pembuatan benda uji						
6	Pengujian tekan						
7	Pengolahan data						
8	Hasil dan analisa data						
9	Seminar dan sidang						

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

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

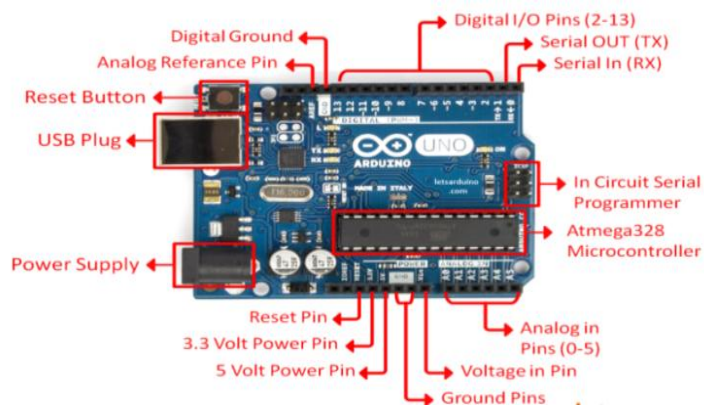
(Punch) ke dalam rongga cetakan (Dies) sampai terjadi aliran material masuk ke dalam cetakan (Dies). Dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Mesin Pembentuk Logam (Deep Drawing)

2. Arduino

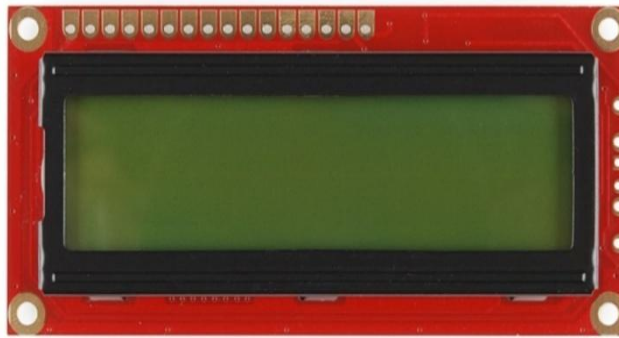
Arduino adalah pengendali mikro single board yang besipat open source, di turunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan pengguna untuk membuat suatu program dan sangat ekonomis. Dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Arduino

3. Lcd (*liquid crystal display*)

Lcd (*liquid crystal display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama, dan untuk menampilkan nilai hasil pengujian, dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. lcd (*liquid crystal display*)

4. Load Cell

Load cell merupakan komponen utama pada system timbangan digital. Dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Load Cell

3.2.2. Bahan

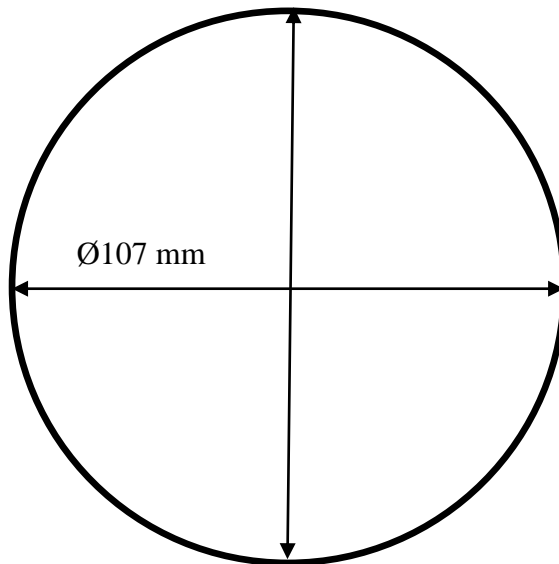
1. Plat Besi

Berfungsi sebagai *trayload bank* atau spesimen uji pada proses pembuatan mangkok dengan mesin pembentuk logam (*deep drawing*) *trayload blank*. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



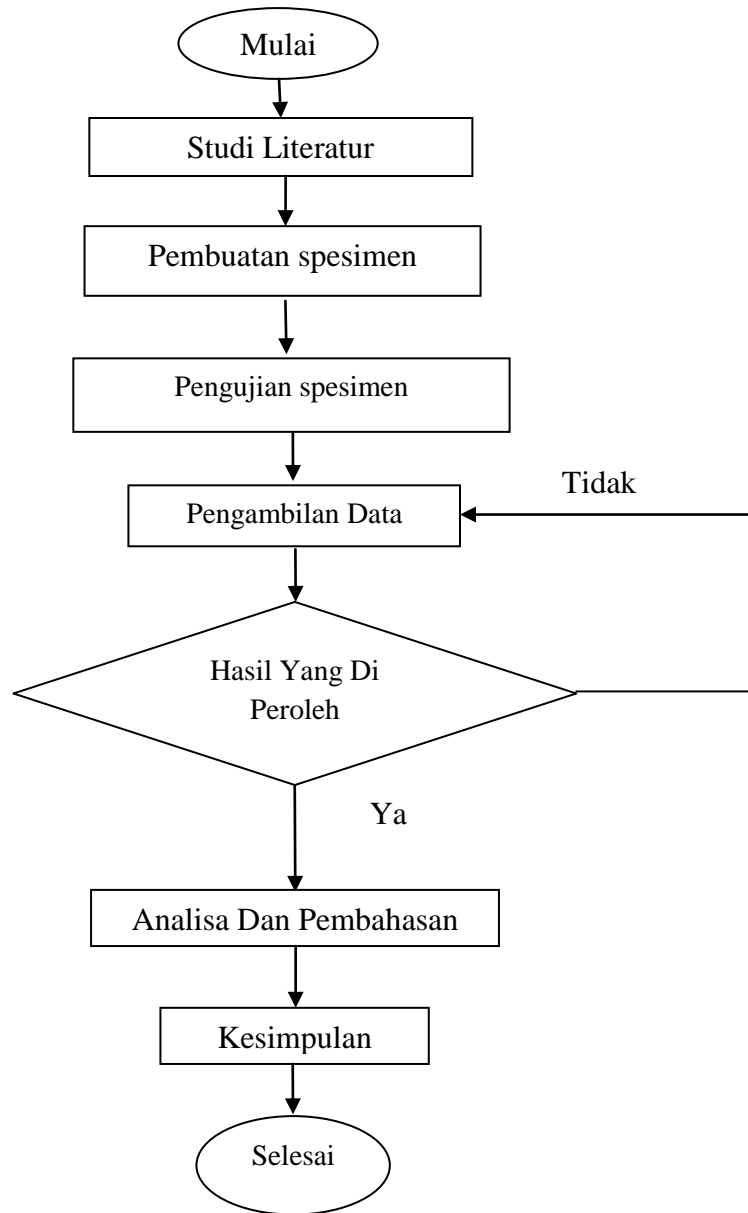
Gambar 3.5 Plat Besi

Pada ukuran traiload blank 107 mm, dan dapat dilihat pada gambar 3.6 dengan ukuran \varnothing 107 mm dibawah ini.



Gambar 3.6. Ukuran Traiload Blank

3.3. Diagram Alir



Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian

3.4. Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini melakukan uji tekan, adapun langkah langkah prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

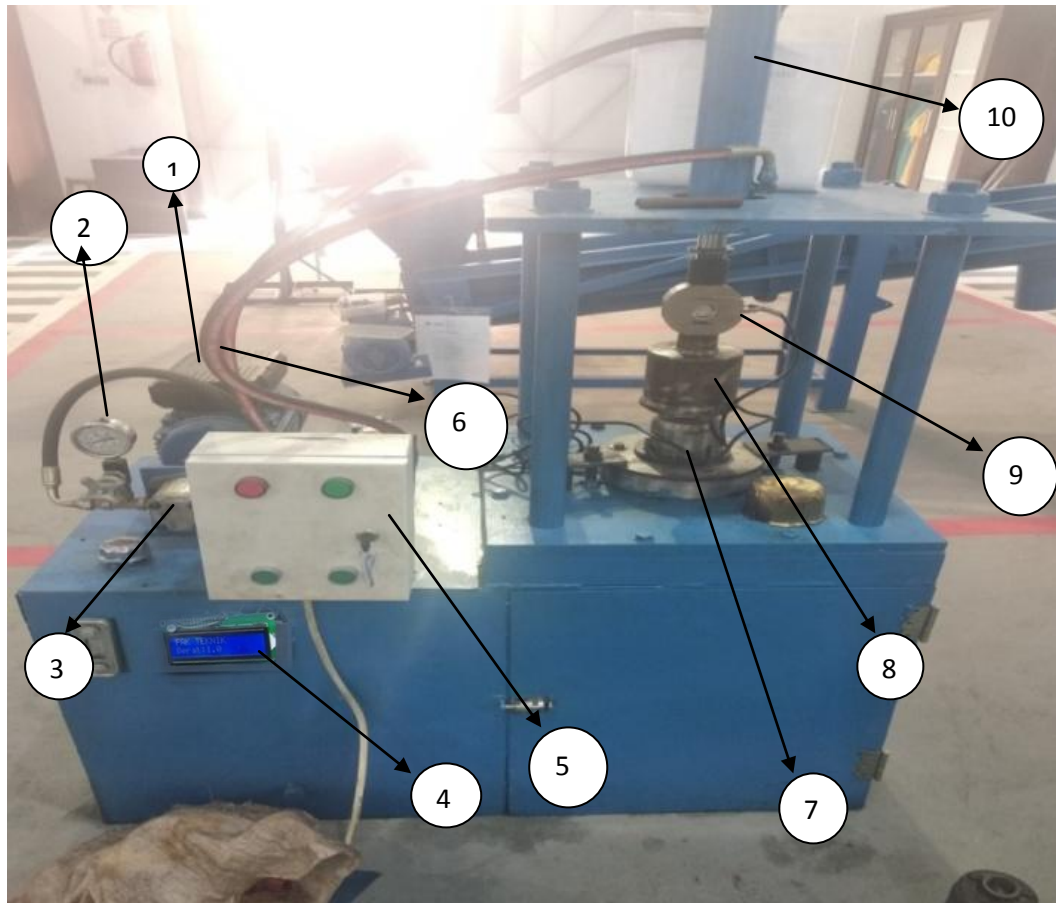
1. Menyiapkan specimen logam sebanyak 6 (enam) spesimen.
Membubut semua specimen plat besi untuk mengurangi diameter agar terjadi stress dan strein.



Gambar 3.8. Spesimen Uji Tekan

2. Tandai material untuk pengujian pertama.
3. Memasang specimen logam pada mesin uji tekan..
4. Menghidupkan mesin untuk memulai pengujian.
5. Saat material tertekuk matikan mesin bersamaan.
6. Ulangi langkah 1- 6 untuk pengujian tekan pada material selanjutnya.
7. Apabila telah selesai matikan semua alat dan rapikan kembali.

3.5. Gambar Set Up Alat



Gambar 3.9 Set Up Alat Deep Drawing

Keterangan :

1. Motor listrik
2. *Pressure gauge*
3. Pompa *hidrololik*
4. Lcd
5. Kotak panel
6. Selang hidrololik
7. *Die*
8. *Punch*
9. *loadcell*
10. *Hidrololik*

3.6. Metode Pengumpulan Data

Tahap pengujian data dilaksanakan setelah seluruh tahap persiapan selesai. Ada pun tahapan dalam pengujian ini adalah:

1. Tahapan persiapan

- a. Persiapkan personal computer untuk mengetahui batas kekuatan tekan pada saat pengujian tekan berlangsung.
- b. Siapkan bahan yang digunakan pada saat pengujian tekan.
- c. Mempersiapkan kunci chuck (cekam) untuk membuka dan mengunci chuck (cekam) saat melakukan percobaan.

2. Tahapan Pengambilan Data

Pengujian yang dilakukan pada plat besi 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 uji tekan.

3.7. Langkah Kerja Uji Tekan

Langkah-langkah pengujian tekan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian tanda pada setiap specimen untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan data.
2. Mensetting mesin uji tekan pada pencekam atas mesin uji tekan.
3. Memasang specimen aluminium pada mesin uji tekan.
4. Menjalankan mesin uji tekan.
5. Setelah terjadi deformasi, hentikan proses pembebanan secepatnya.
6. Melepaskan specimen plat besi setelah ditekan.
7. Setelah selesai matikan mesin uji tekan. Mesin uji tekan ini berjalan secara manual, sehingga meskipun specimen uji tekan mencapai batas optimal hingga patah, alat ini akan terus berjalan. Karena itu diperlukan operator yang selalu berada disisi mesin untuk mengontrol proses pengujian tekan. Melakukan proses yang sama dengan langkah di atas pada specimen 2, 3, 4, 5 dan 6.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Proses pengambilan data dari pengujian spesimen aluminium yang dilakukan dapat dilihat dari tekanan yang diberikan pada hidrolik pada mesin deep drawing dan sensor *load cell* yang sudah di kalibrasi. Dari studi eksperimen, maka data pengujian di dapat dengan studi eksperimen dibagi menjadi 2, yaitu :

- Data pengujian tekan pada spesimen dengan ketebalan 0,2 mm dan berdiameter 107 mm.
- Data pengujian tekan pada spesimen dengan ketebalan 0,4 mm dan berdiameter 107 mm

4.2 Hasil Uji Tekan Spesimen Plat Besi

4.2.1 Hasil Uji tekan Spesimen Plat Besi dengan ketebalan 0,2 mm

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

$$F_1 = 3172 N$$

$$F_2 = 3258 N$$

$$F_3 = 3336 N$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4}(88,5)^2$$

$$A_1 = \frac{3,14}{4}(7832,25)$$

$$A_1 = 6148,3 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,0061483 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} (88,4)^2$$

$$A_2 = \frac{3,14}{4} (7814,56)$$

$$A_2 = 6106,7 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,0061067 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} (d)^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} (88,6)^2$$

$$A_3 = \frac{3,14}{4} (7849,96)$$

$$A_3 = 6134,4 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 0,0061344 \text{ m}^2$$

Maka tekanan pada plat besi dengan ketebalan 0,2 mm adalah :

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$P_1 = \frac{3172}{0,0061483}$$

$$P_1 = 516292,8 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} P_1 &= 516292,8 \text{ Pa} \\ &= 516,292 \text{ kPa} \\ &= 0,16 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$P_2 = \frac{3366}{0,0061067}$$

$$P_2 = 551197,8 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 551197,8 \text{ Pa} \\ &= 551,197 \text{ kPa} \\ &= 0,55 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_3 = \frac{F_3}{A_3}$$

$$P_3 = \frac{3258}{0,0061344}$$

$$P_3 = 531103,2 \frac{N}{m^2}$$

$$P_3 = 531103,2 Pa$$

$$= 531,103 \text{ kPa}$$

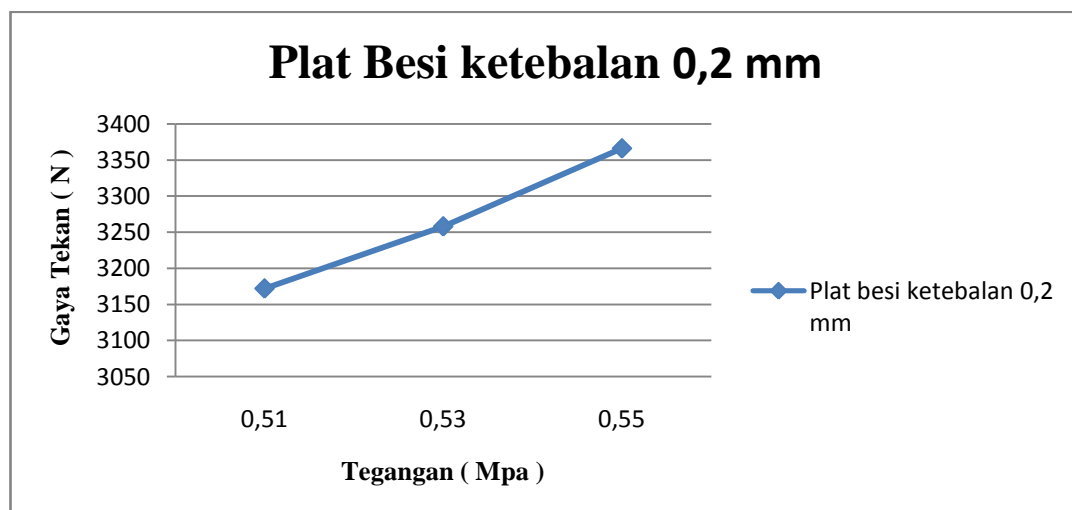
$$= 0,53 \text{ Mpa}$$

Berikut adalah table data hasil pengujian pada specimen plat besi dengan ketebalan 0,2 mm :

Table 4.1 data nilai uji tekan dengan specimen plat besi dengan ketebalan 0,2 mm

No	Gaya Tekan (N)	Tegangan (Mpa)
1	3172	0,51
2	3258	0,53
3	3366	0,55

Dari data nilai hasil pengujian diatas pada table 4.1 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Grafik pengujian plat besi dengan ketebalan 0,2 mm

Dari gambar 4.1 pada gaya tekan 3172 N menghasilkan tegangan 0,51 Mpa, gaya tekan 3258N menghasilkan tegangan 0,53 Mpa dan gaya tekan 3366 N menghasilkan tegangan 0,55 Mpa. Maka dari hasil tersebut didapat range dengan nilai minimal berada pada gaya tekan 3172 N dengan tegangan 0,51 Mpa dan maksimal berada pada gaya tekan 3366 N dengan tegangan 0,55 Mpa. untuk mendapatkan range yang terbaik berada pada nilai maksimal.

4.2.2 Hasil Uji Tekan Spesimen Plat Besi Dengan Ketebalan 0,4 mm

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

$$F_1 = 3054 \text{ N}$$

$$F_2 = 3151 \text{ N}$$

$$F_3 = 3254 \text{ N}$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4}(88,9)^2$$

$$A_1 = \frac{3,14}{4}(7903,21)$$

$$A_1 = 6204 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,006204 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4}(88,6)^2$$

$$A_2 = \frac{3,14}{4}(7849,96)$$

$$A_2 = 6162,2 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,0061622 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} (88,9)^2$$

$$A_3 = \frac{3,14}{4} (7903,21)$$

$$A_3 = 6204 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 0,006204 \text{ mm}^2$$

Maka tekanan pada ketebalan 0,4 mm

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$P_1 = \frac{3151}{0,006204}$$

$$P_1 = 507898,1 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} P_1 &= 507898,1 \text{ Pa} \\ &= 507,898 \text{ Kpa} \\ &= 0,50 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$P_2 = \frac{3241}{0,0061622}$$

$$P_2 = 525948,5 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 525948,5 \text{ Pa} \\ &= 525,948 \text{ Kpa} \\ &= 0,52 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_3 = \frac{F_3}{A_3}$$

$$P_3 = \frac{3054}{0,006204}$$

$$P_3 = 492263,0 \text{ N/m}^2$$

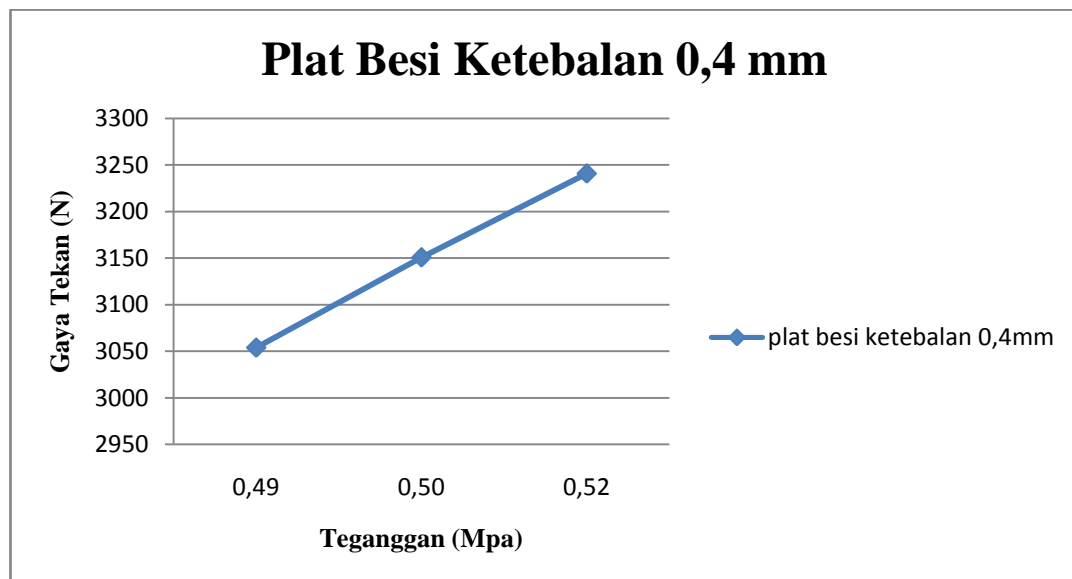
$$\begin{aligned}
 P_3 &= 492263,0Pa \\
 &= 492,263kPa \\
 &= 0,49 Mpa
 \end{aligned}$$

Berikut adalah table data hasil pengujian pada specimen plat besi dengan ketebalan 0,4 mm :

Table 4.2 Data nilai uji tekan dengan specimen plat besi dengan ketebalan 0,4 mm

No	Gaya Tekan (N)	Tegangan (MPa)
1	3054	0,49
2	3151	0,50
3	3241	0,52

Dari data nilai hasil pengujian diatas pada table 4.2 maka diperoleh grafik dapat dilihat pada gambar 4.2 :



Gambar 4.2 Grafik pengujian plat besi dengan ketebalan 0,4 mm

Dari gambar 4.2 pada gaya tekan 3054 N menghasilkan tegangan 0,49 Mpa, gaya tekan 3151N menghasilkan tekanan 0,50 Mpa dan gaya tekan 3241 N menghasilkan tegangan 0,52 Mpa. Maka dari hasil tersebut didapat range dengan nilai minimal berada pada gaya tekan 3054 N dengan tegangan 0,49 Mpa dan

maksimal berada pada gaya tekan 33241 N dengan tegangan 0,52 Mpa. untuk mendapatkan range yang terbaik berada pada nilai maksimal

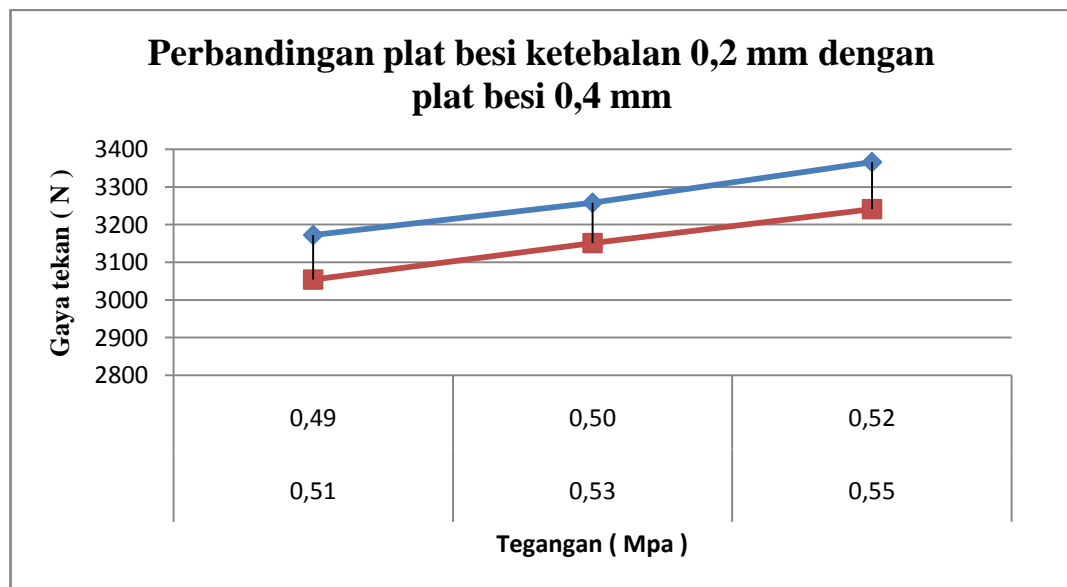
4.2.3 Data Hasil Perbandingan Uji Tekan Pada Spesimen Plat Besi Ketebalan 0,2 mm Dengan Plat Besi Ketebalan 0,4 mm

Dari hasil pengujian maka didapat data perbandingan plat besi ketebalan 0,2 dan 0,4 pada table 4.3 :

Table 4.3 Perbandingan data nilai uji tekan dengan specimen plat besi dengan ketebalan 0,4

Ketebalan (mm)	Gaya Tekan (N)			Tekanan (MPa)		
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
0,2	3172	3258	3366	0,51	0,53	0,55
0,4	3054	3151	3241	0,49	0,50	0,52

Dari data perbandingan diatas pada table 4.3. maka diperoleh grafik dan dapat dilihat pada gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Grafik perbandingan pada pengujian plat besi ketebalan 0,2 mm dengan ketebalan 0,4 mm

Dari gambar 4.3 perbandingan hasil dari 2 spesimen plat besi Maka di dapatkan hasil minimal pada spesimen plat besi 0,4 mm dengan gaya tekan 3054 N menghasilkan tegangan 0,49 Mpa dan hasil nilai maksimal berada pada spesimen 0,2 mm dengan gaya tekan 3366 menghasilkan tekanan 0,55 Mpa. Berdasarkan fenomena di atas didapatkan bahwa celah cetakan yang terkecil berada pada spesimen 0,4 mm dan celah cetakan yg lebih besar pada spesimen 0,2 mm. dan di dapat hasil range yang terbaik pada ketebalan plat 0,4 mm pada d gaya tekan 3054 N dengan tekanan 0,49 Kpa.

4.2.4. Gambar Hasil Pengujian

Adapun gambar hasil pengujian spesimen plat besi dengan ketebalan 0,2 mm dan 0,4 mm, dapat dilihat dibawah ini :

- Spesimen 1

Pada pengujian spesimen 1 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,2 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3172 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok, maka diameter awal spesimen berubah menjadi $88,5\text{mm}^2$ dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 gambar hasil pengujian spesimen 1 dengan ketebalan 0,2 mm

- Spesimen 2

Pada pengujian spesimen 2 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,2 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3366 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok. maka diameter awal spesimen berubah

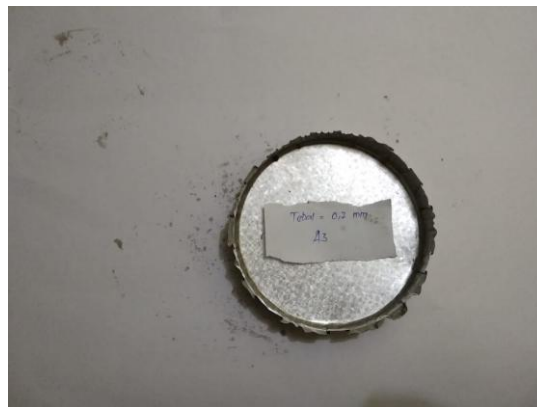
menjadi $88,2 \text{ mm}^2$ dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Gambar hasil pengujian spesimen 2 dengan ketebalan 0,2 mm

- Spesimen 3

Pada pengujian spesimen 3 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,2 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3258 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok. maka diameter awal spesimen berubah menjadi $88,4 \text{ mm}^2$ dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Gambar hasil pengujian spesimen 3 dengan ketebalan 0,2 mm

- Spesimen 4

Pada pengujian spesimen 4 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,4 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3151 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok, maka diameter awal spesimen berubah

menjadi $88,9\text{mm}^2$ dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Gambar hasil pengujian spesimen 4 dengan ketebalan 0,4 mm

- Spesimen 5

Pada pengujian spesimen 5 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,4 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3241 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok, maka diameter awal spesimen berubah menjadi $88,6\text{ mm}^2$ dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gambar hasil pengujian spesimen 5 dengan ketebalan 0,4 mm

- Spesimen 6

Pada pengujian spesimen 6 berdiameter 107 mm dengan ketebalan 0,4 mm didapatkan gaya tekan sebesar 3054 N dan pada saat pencetakan spesimen menjadi tutup mangkok, maka diameter awal spesimen berubah

menjadi 88,9 mm² dengan terjadi pengkerutan pada dinding tutup mangkok dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Gambar hasil pengujian spesimen 6 dengan ketebalan 0,4 mm

4.4 Pengkalibrasian Dan Pengujian Kekuatan Tekanan

Pengukuran dan pengujian load cell dikatakan dengan melakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk menentukan deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrument alur ukur. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil berat beban antara timbangan digital dan load cell. Load cell menggunakan tegangan 5 V yang bersumber dari Pin 5 V Arduino. Setelah kalibrasi berhasil selanjutnya adalah melakukan pengukuran dan pengujian load cell dengan membandingkan berat beban yang diterima antara sistem yang dibuat dengan timbangan digital.



Gambar 4.10 Kalibrasi Menggunakan Timbangan Analog

Gambar 4.10 merupakan prosedur pengujian kalibrasi load cell dengan timbangan digital. Proses kalibrasi dilakukan dengan menentukan skala atau beban yang akan diukur. Beban yang diukur untuk proses kalibrasi adalah 1 kg dan kalibrasi

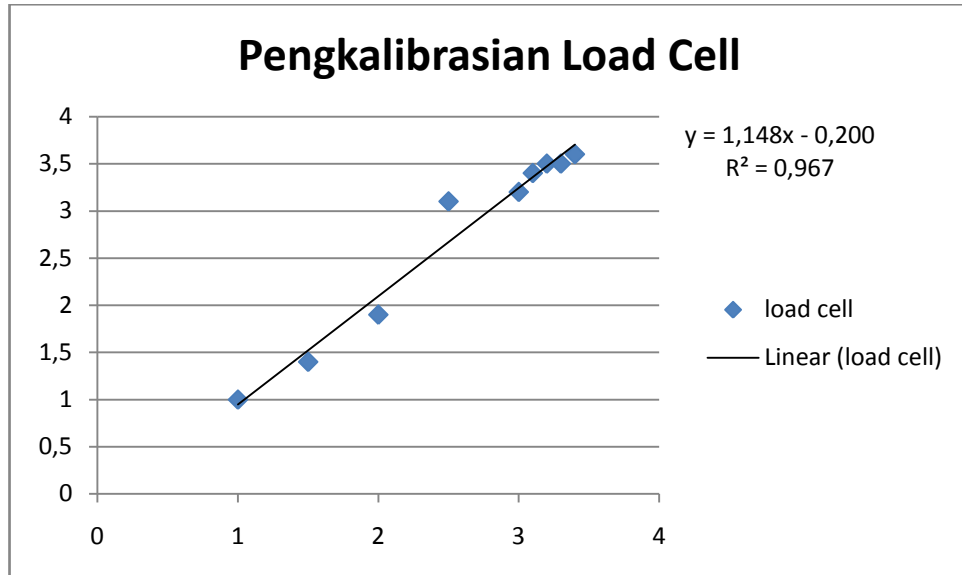
dengan berat terukur oleh load cell adalah 1 kg, sehingga didapat persentase persamaan nilai sebesar 97 % pada load cell.

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji sifat-sifat dari suatu bahan. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan pada penelitian ini ialah menguji kekuatan tekan. Pengujian kekuatan tekan dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tekan dari bahan plat besi. Pengujian dilakukan Di laboratorium Program Study Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 4.4 Perbandingan berat beban pada timbangan digital dengan load cell

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
		3,4
		3,5
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
		3,7

Dari table 4.4 maka dibuat dalam bentuk grafik pengkalibrasian load cell seperti gambar 4.11



Gambar 4.11 Grafik kalibrasi loadcell

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa gaya tekan pada mesin pembentukan logam pada pembuatan tutup mangkok dengan bahan aluminium menggunakan instrumen *load cell* yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik UMSU (Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara) didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, mendapatkan hasil, perubahan pada ketebalan dinding tutup mangkok yang diakibatkan tekanan dan cetakan memiliki celah yang semakin berbeda akibat ketebalan specimen yang besar. pada cetakan jantan dan betina semakin tebal specimen maka celah cetakan akan mengecil serta tekanan yang diberikan terhadap specimen akan semakin besar dan sebaliknya pula
2. Berdasarkan hasil uji tekan plat besi penyebab terjadinya kerut pada dinding tutup mangkok dengan ketebalan 0,2mm lebih banyak kerutan dan lipatan, dibandingkan dengan ketebalan 0,4mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak celah antara specimen dengan dinding cetakan maka kerutan yang akan terjadi pada mangkok akan semakin besar, begitu juga sebaliknya, semakin kecil jarak celah antara specimen dengan dinding cetakan maka kerutan yang akan terjadi pada mangkok akan semakin kecil.

5.2. Saran

Dari hasil analisa gaya tekan pada mesin pembentukan logam pada pembuatan tutup mangkok dengan bahan plat besi 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 tutup mangkok dalam menggunakan *instrument load cell*

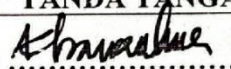
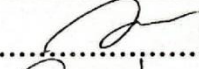
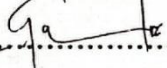
DAFTAR PUSTAKA

- Arduino*, [Online : [https://forum.arduino.cc/index.php?.topic = 476382.0](https://forum.arduino.cc/index.php?.topic=476382.0), diakses 10 agustus 2018
- Budiarto. 2001. *Press Tool 3 (Proses Drawing)*. Bandung: Politeknik Manufaktur BANDUNG http://www.academia.edu/5450815/BAB_2_PENGUKURAN_TUKANAN Diakses 18 agustus 2018
- Eugene, D, ostergaard ; 1967 ; *Die Deep Drawing ; Prentice Hall; New Jersey*. Diakses 10 agustus 2018.
- Eugene, D, Ostergaard ;1967; *Advanced Die Making*; Prentice Hall; New Jersey. Harma, P.C.; 2002; *A Textbook of Production Engineering*; S. Chand & Company Ltd, New Delhi [online : <http://www.teledometalspinning.com> : September 2005 Diakses 19 agustus 2018]
- 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.Diakses 18 agustus 2018]
- Harma ,P.C. ;2002 A textbook of production engineering, S. Chand & Company ltd. New delhi. Diakses 10 agustus 2018
- Komponen utama die set [online : <https://www.thefabricator.com>, diakses 20 agustus 2018.
- Ramses Y. Hutahaean, (2010). Mekanisme dan Dinamika Mesin, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Theryo, R, S., (2009) panduan Teknologi prees dies, penerbit kanisius, Yogyakarta diakses 10 agustus 2018

LAMPIRAN

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


Peserta Seminar
 Nama : Bayu Kurniawan
 NPM : 1207230031
 Judul Tugas Akhir : Analisa Gaya Tekan Pada Mesin Pembentuk Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkuk Dengan Bahan Plat Besi Menggunakan Instrument Load Cdi

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 : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 18 Muharram 1440 H
18 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

: 
Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Bayu Kurniawan
NPM : 1207230031
Judul T.Akhir : Analisa gaya Tekan Pada Mesin Pembentuk Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkuk Dengan Bahan Plat Besi Menggunakan Instrument Load Cdi.

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 : Chandra A siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

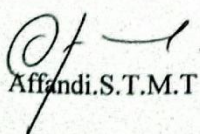
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

titik pada masalah tugas akhir


3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 18 Muharram 1440H
18 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I


Bekti Suroso.S.T.M.Eng

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

NAMA : Bayu Kurniawan
NPM : 1207230031
Judul T.Akhir : Analisa gaya Tekan Pada Mesin Pembentuk Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkuk Dengan Bahan Plat Besi Menggunakan Instrument Load Cdi.

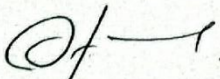
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : Chandra A siregar.S.T.M.T


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 18 Muharram 1440H
18 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Gaya Tekan Pada Mesin Penekan Pembentuk Logam Pada Pembuatan Tutup Mangkuk Dengan Bahan Plat Besi Menggunakan Instrumen Load Cell.

Nama : Bayu kurniawan
 NPM : 1307230031

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

Dosen Pembimbing 2 : Dr.Eng.Rahmat Arief Siregar

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian spesifikasi tugas	te
		- Perbaikan Antas belakang	u
		- Perbaiki fungsi pemroses	u
		- Perbaiki Messole	te
		- Ret Listrik ke pemaly 2	te.
30/4		- perbaiki bob 3 & bob A	f
2/7		- sambutan kalibrasi	f
20/8		- perbaiki operasi	f
7/9		- kembalikan ke pemb 1	f
		De, Semince	te.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Bayu Kurniawan
NPM : 1307230031
Tempat /Tanggal Lahir : Medan 04 Desember 1994
Agama : Islam
Alamat : Jl Cemara Gg. Pinang No 5
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Anak Ke : 2 Dari 2 Bersaudara
No. Hp : 081264969437
Telp : -
Setatus Perkawinan : Belum Menikah
Email : bayukenta@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : M Syuchriyal Chamsah
Ibu : Nurliana

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SD NEGERI 060870 MEDAN
2007 – 2010 : SMP NEGERI 24 MEDAN
2010 – 2013 : SMK NEGERI 5 MEDAN
2013 – 2019 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA