

**ANALISIS IMPLEMENTASI ILMU FISIKA DALAM
PEMBUATAN ALAT DAPUR BERBAHAN DASAR
STAINLESS STEEL
PT CATERLINDO - *SIMPLY STAINLESS* INDONESIA**

Laporan Studi Ekskursi: Fisika



Disusun Oleh:

Kelompok Fisika XI MIPA 4

SMA Katolik St. Louis 1

Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7

Surabaya

2024

**ANALISIS IMPLEMENTASI ILMU FISIKA DALAM
PEMBUATAN ALAT DAPUR BERBAHAN DASAR
STAINLESS STEEL
PT CATERLINDO - *SIMPLY STAINLESS* INDONESIA**

Laporan Studi Ekskursi ini disusun untuk memenuhi Penilaian Kognitif dan
Psikomotorik Fisika dan Penilaian Kognitif Bahasa Indonesia Kelas XI SMA

Katolik St. Louis 1 Surabaya



Disusun Oleh:

Kelompok Fisika XI MIPA 4

SMA Katolik St. Louis 1

Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi Bidang Studi Fisika berjudul “Analisis Implementasi Ilmu Fisika Dalam Pembuatan Alat Dapur Berbahan Dasar *Stainless Steel* PT. Caterlindo - *Simply Stainless* Indonesia” yang disusun oleh:

Carolus Christopher / 29822 / 08
Chrysilla Goldie / 29848 / 09
Eliana Ingrid Haryanto / 29883 / 12
Fernando Anthony / 29908 / 13
Indira Gracia Widiono / 29945 / 16
Joseph Jason Gunawan / 30003 / 21
Krischnan Rooney Surya / 30043 / 25
Stefani Kusuma / 30153 / 32
Theola Kiara Orso / 30165 / 33

Telah disetujui dan disahkan oleh:

GURU PEMBIMBING	TANDA TANGAN	TANGGAL	NILAI
Irmina Indiyarti, S.Pd.			
Clementin Kortisarom Prijambodo, M.Pd.			
Sebastianus Noviyanto, M.Pd.			

Mengetahui,

Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya

Dra. Sri Wahjoeni Hadi, S.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat penyertaan-Nya sehingga laporan yang berjudul “Analisis Implementasi Ilmu Fisika Dalam Pembuatan Alat Dapur Berbahan Dasar *Stainless Steel* PT Caterlindo - *Simply Stainless* Indonesia” dapat disusun dan diselesaikan dengan tepat waktu. Laporan ini dibuat sebagai sarana untuk memenuhi penilaian kognitif dalam bidang studi Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, dan Fisika.

Studi Ekskursi adalah kegiatan tahunan yang diadakan oleh SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya. Kegiatan ini bertujuan untuk membantu para siswa SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya agar dapat memahami lebih dalam mengenai aplikasi ilmu pengetahuan alam yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.

Penyusunan laporan studi ekskursi ini tentu tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dan memberikan dukungan sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

1. Ibu Dra. Sri Wahjoeni Hadi, S., selaku kepala sekolah SMAK St. Louis 1 Surabaya.
2. Ibu Dahlia Adiati, S.Pd., selaku wakil kepala sekolah bidang kurikulum.
3. Ibu Pratita Nindya Dyana, M.Pd, selaku ketua panitia studi ekskursi dan wali kelas XI MIPA 4 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bantuan, dukungan, dan saran terkait penyusunan laporan ini.

4. Bapak Sebastianus Noviyanto, M.Pd., selaku guru bidang studi Bahasa Indonesia yang telah membimbing dalam penulisan laporan ini.
5. Ibu Clementin Kortisarom Prijambodo, M.Pd., selaku guru bidang studi Bahasa Inggris yang telah membimbing dalam penyusunan abstrak laporan.
6. Ibu Irmina Indiyarti, S.Pd., selaku guru bidang studi Fisika yang telah membimbing dalam menyempurnakan berbagai materi dalam laporan.
7. PT Caterlindo-*Simply Stainless* Indonesia, yang telah bersedia menjadi narasumber dalam Studi Ekskursi XI MIPA 4 SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya 2023/2024.
8. Orang tua peserta didik XI MIPA 4.
9. Peserta didik XI MIPA 4, yang telah mengikuti kegiatan studi ekskursi ini dengan baik.
10. Seluruh pihak yang turut serta mensukseskan penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, kami mengharapkan laporan ini dapat bermanfaat.

Surabaya, 6 Februari 2024

Penulis

**THE ANALYSIS OF PHYSICS LAW IMPLEMENTATION IN
MANUFACTURING STAINLESS STEEL-BASED
KITCHEN SETS
CATERLINDO COMPANY - SIMPLY STAINLESS
INDONESIA**

ABSTRACT

Ongkokusumo, C. C., Goldie, C., Haryanto, E. I., Anthony, F., Widiono, I. G., Gunawan, J. J., Surya, K. R., Kusuma, S., Orso, T. K. (2024). *Analisis Implementasi Ilmu Fisika dalam Pembuatan Alat Dapur Berbahan Dasar Stainless Steel PT Caterlindo - Simply Stainless Indonesia.*

Stainless steel is a corrosion-resistant and rustless alloy of iron, chromium, nickel, and sometimes molybdenum. Stainless steel is commonly employed to fabricate cutlery, pipes, and kitchen equipment. The application of physics law is necessary to turn stainless steel into useful goods. The present study explored the implementation of physics law at Caterlindo Company, the application of thermodynamic principle in affecting the operation of machines at Caterlindo Company, and the operation of laser machines at Caterlindo Company. With the aim of amassing required data, literature study, interview, and observation were used to assay the data that has been obtained. According to the research, making stainless steel products involved five steps: marking, bending, assembling, finishing, and packing. An analysis of the production machines revealed that a) physics law was implemented by Caterlindo Company to develop stainless steel-based products, b) heat and force, which was directly proportional to pressure, played essential roles in the operation of machines at Caterlindo Company, and c) laser machines at Caterlindo Company were operated using the principle of radiation and theory kinetic of gas with the help of nitrogen. In conclusion, physics law, which included thermodynamic and heat transfer principles, played a huge role in the production and development of stainless steel-based products at Caterlindo Company. In order to obtain even excelling results, it is recommended to conduct future experiments calculating the efficiency of each production machine.

Keywords: stainless steel, physics law, laser machines, thermodynamics

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penulisan.....	3
D. Manfaat Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
A. <i>Stainless Steel</i>	4
B. Prinsip Termodinamika.....	5
C. Tekanan.....	8
D. Kalor.....	9
E. Modulus Young.....	11
F. Teori Kinetik Gas.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
A. Waktu Penelitian.....	16
B. Metode Pengumpulan Data.....	16
C. Teknik Analisis Data.....	16

D. Langkah-langkah Observasi.....	17
E. Rencana Penelitian.....	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
A. Gambaran Umum Perusahaan PT Caterlindo.....	19
B. Alur Produksi PT Caterlindo.....	22
C. Penerapan Prinsip Kalor dan Teori Kinetik Gas.....	26
D. Penerapan Prinsip Tekanan dan Modulus Young.....	29
E. Penerapan Prinsip Kalor pada mesin las.....	31
F. Penerapan Prinsip Termodinamika II.....	33
BAB V PENUTUP.....	34
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.a Skema <i>Kelvin Planck</i>	7
Gambar 2.b Skema <i>Clausius</i>	8
Gambar 2.c Grafik Elastisitas.....	12
Gambar 4.a Logo PT Caterlindo.....	19
Gambar 4.b <i>Showroom</i> PT Caterlindo.....	20
Gambar 4.c Struktur Organisasi PT Caterlindo.....	21
Gambar 4.d Dewan direksi PT Caterlindo.....	22
Gambar 4.e Contoh gambar pola <i>design</i>	22
Gambar 4.f Proses <i>uncoiling</i>	23
Gambar 4.g Gambar setelah proses <i>uncoiling</i>	23
Gambar 4.h Mesin <i>bending</i>	24
Gambar 4.i Proses <i>assembling</i>	24
Gambar 4.j Proses <i>finishing</i>	25
Gambar 4.k Gudang hasil produksi.....	26
Gambar 4.l Label produk.....	26
Gambar 4.m Proses pemograman mesin LVD Lynx FL-3015.....	27
Gambar 4.n Proses eksekusi mesin LVD Lynx FL-3015.....	27
Gambar 4.o Proses eksekusi mesin <i>bending</i>	30
Gambar 4.p Ilustrasi proses <i>welding Gas Tungsten Arc Welding</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.a Tahap Persiapan Studi Ekskursi.....	17
Tabel 3.b Tahap Pelaksanaan Studi Ekskursi.....	18

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan ilmu tentang zat dan energi (seperti panas, cahaya, dan bunyi) (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan memberi pemahaman baik secara kualitatif maupun kuantitatif tentang berbagai gejala atau proses alam dan sifat zat serta penerapannya (Wospakrik dalam Mundilarto, 2010). Kemudian (Herber Druxes, dkk, 1986) mengatakan bahwa fisika menguraikan dan menganalisis struktur dan peristiwa-peristiwa dalam alam, teknik dan dunia di sekeliling kita.

Pengaplikasian ilmu fisika dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari, seperti tutup panci menjadi panas saat dipakai untuk untuk menutup rebusan air, terjadinya angin darat dan angin laut, pakaian menjadi kering ketika dijemur akibat panas dari matahari, dan lain-lain. Hampir semua sektor kehidupan memanfaatkan ilmu fisika, termasuk teknologi dan industri. Salah satu industri yang mengedepankan pengimplementasian ilmu fisika adalah industri *stainless steel*.

Stainless steel merupakan baja dengan kandungan kromium minimal 10,5% dan sampai dengan 30% nikel dari berat keseluruhan. Kandungan kromium yang membentuk lapisan pelindung pada baja, memberikan perlindungan terhadap *stainless steel* agar dapat tahan terhadap korosi dan oksidasi. Hal ini membuat *stainless steel* tahan dari karat yang disebabkan oleh

air, resisten terhadap asam, dan tahan sampai suhu 1100 derajat celcius. Penggunaan *stainless steel* dalam dunia industri semakin meningkat dikarenakan karakteristiknya yang unggul dengan penampilannya yang menarik, tahan korosi, rendah perawatan, dan kekuatan tinggi. Dengan proses produksi yang baik, *stainless steel* dapat menjadi bahan baku yang baik untuk segala bidang, salah satunya adalah bidang rumah tangga.

Salah satu pabrik *stainless steel* eminen skala mancanegara adalah PT Caterlindo - *Simply Stainless*, sebuah perusahaan yang berdiri pada tahun 1997. PT. Caterlindo - *Simply Stainless* berlokasi di Jalan Industri Trosobo No. 18 (Raya Surabaya-Mojokerto km 24), Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur perlengkapan dapur yang terbuat dari *stainless steel* seperti meja, rak, wastafel, dan lain sebagainya. Sebelum menjadi sebuah produk, *stainless steel* diolah terlebih dahulu melalui proses pemotongan menggunakan mesin laser, pengelasan, dan *bending*. Proses pengolahan tersebut menggunakan mesin-mesin yang menerapkan ilmu fisika.

Oleh karena itu, penerapan ilmu fisika pada mesin-mesin yang digunakan PT Caterlindo - *Simply Stainless* Indonesia akan diamati melalui penelitian ini dan dinilai pengaruhnya dalam pembuatan alat dapur berbahan dasar *stainless steel*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pembuatan produk *stainless steel* di PT Caterlindo?
2. Bagaimana implementasi ilmu fisika pada mesin di PT. Caterlindo?

3. Bagaimana prinsip termodinamika mempengaruhi cara kerja mesin di PT Caterlindo?

C. Tujuan Penulisan

Dari rumusan masalah di atas dapat diperoleh tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui proses pembuatan produk *stainless steel* di PT Caterlindo.
2. Mengetahui implementasi ilmu fisika di PT Caterlindo.
3. Mengetahui prinsip termodinamika yang bekerja pada mesin di PT Caterlindo.

D. Manfaat Penulisan

Untuk penulis, berdasarkan tujuan diatas dapat diperoleh beberapa manfaat, yaitu:

1. Menambah wawasan dalam pengaplikasian mesin dalam industri.
2. Mengetahui manfaat pengaplikasian rumus fisika dalam suatu mesin atau produk di PT Caterlindo.
3. Mengetahui cara mengaplikasikan ilmu fisika dalam mesin.

Untuk pembaca, berdasarkan tujuan di atas dapat diperoleh beberapa manfaat, yaitu:

1. Hasil penelitian diharapkan berguna sebagai bahan evaluasi pengembangan ilmu fisika di Indonesia
2. Diharapkan bermanfaat bagi pembaca untuk mempelajari implementasi ilmu fisika pada mesin sebagai referensi penelitian yang relevan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Stainless Steel

Prof. Dr. Tjokorda Gede Tirta Nindha, S.T, M.T (2017) menyatakan bahwa *stainless steel* adalah baja (paduan berbasis besi) yang mengandung kromium kira-kira 10,5% massa total (kadang-kadang diklasifikasikan mengandung kromium kurang dari 12%). Dengan jumlah lebih dari jumlah kromium ini, stainless steel sangat tahan terhadap korosi dan oksidasi di lingkungan tertentu. Baja ini benar-benar disebut baja tahan korosi, atau *corrosion-resistant steels (CRES)*.

Sama seperti pelapis kromium memberikan perlindungan untuk baja, kromium dalam stainless steel memberikan ketahanan terhadap korosi. Kromium ini menyebabkan lapisan oksida kaya kromium "*passive*" terbentuk di permukaan baja. Ini adalah lapisan tak terlihat yang melekat pada permukaan baja. Tidak seperti baja berlapis atau dilukis, jika stainless steel tergores, oksidasi kromium oksida pasif di udara, sehingga melindungi baja dari korosi atau oksidasi. Jenis *stainless steel* yang digunakan oleh PT Caterlindo terbagi menjadi dua, yaitu:

1. *Stainless Steel 201*

Menurut M. Idris, *Stainless steel* tipe 201 adalah jenis stainless steel yang mengandung unsur besi, kromium, dan nikel dalam proporsi tertentu. *Stainless 201* termasuk dalam kategori *austenitic stainless steel*, tetapi dengan kandungan nikel yang lebih rendah dan sedikit unsur lain yang

ditambahkan seperti mangan dan nitrogen. *Stainless* 201 sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap korosi dan pembentukan seperti peralatan rumah tangga, pembuatan alat-alat dapur, tabung untuk industri minuman dan makanan, dan komponen untuk kendaraan dan mesin. Namun, perlu diperhatikan bahwa *stainless* 201 mungkin tidak cocok untuk digunakan dalam lingkungan yang sangat asam atau basa, karena ketahanannya terhadap korosi rendah.

2. *Stainless Steel* 304

Stainless steel tipe 304 adalah tipe *stainless steel* yang paling sering digunakan dalam pembuatan alat dapur karena kualitasnya yang *food grade*. Tipe *stainless steel* ini juga sering dikenal sebagai 18-8 *stainless* karena memiliki kandungan 18% kromium dan 8% nikel. Selain karena kualitasnya yang *food grade*, tipe *stainless steel* ini juga mudah untuk dibentuk, dilas, dan memiliki ketahanan korosi paling tinggi daripada tipe *stainless steel* yang lain bahkan pada suhu yang sangat rendah. Kemampuannya antara lain dapat menahan korosi yang disebabkan oleh berbagai macam zat kimia dari buah-buahan, daging, dan susu. Pada umumnya, tipe *stainless steel* ini dapat digunakan sebagai wastafel, meja, tempat minum, kulkas, kompor, dan berbagai jenis alat perkakas serta peralatan memasak.

B. Prinsip Termodinamika

Termodinamika berasal dari Bahasa Yunani dan terdiri dari dua kata, yakni "*thermos*" yang berarti panas dan "*dynamic*" yang berarti dinamis atau perubahan. Jadi, termodinamika dalam segi bahasa berarti perubahan atau

pergerakan energi panas. Termodinamika merupakan salah satu teori fisika yang membahas mengenai hubungan antara energi dan kerja dari suatu sistem.

Konsep ilmu dari termodinamika adalah untuk mengubah kalor menjadi energi yang meliputi proses dari aliran energi dan akibat yang dihasilkan oleh perpindahan energi tersebut. Dari perpindahan energi ini mengakibatkan adanya perbedaan suhu. Termodinamika erat hubungannya dengan fisika energi, panas, kerja, entropi, dan juga kespontanan proses. Termodinamika juga berhubungan dengan mekanika statik, yakni cabang ilmu fisika yang mempelajari suatu pertukaran energi dalam bentuk kalor dan kerja, sistem pembatas, dan lingkungan. Contoh penerapan termodinamika dalam kehidupan sehari-hari adalah sistem kerja AC, mobil, *refrigerator*, dan lainnya.

Hukum 1 termodinamika berbunyi: “Energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, namun dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya.” Artinya, jumlah energi internal suatu sistem adalah tetap. Namun, energi tersebut dapat berubah menjadi bentuk energi lainnya seperti usaha dan juga panas. Sehingga, hukum 1 termodinamika disebut juga sebagai hukum kekekalan energi. Hukum 1 termodinamika dapat dituliskan dalam persamaan:

$$\Delta U = Q - W$$

Keterangan:

Q = kalor yang diterima atau dilepas (J)

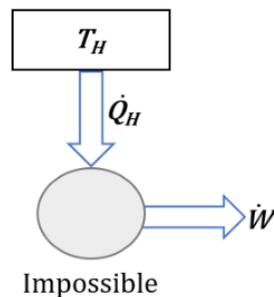
W = usaha (J)

ΔU = perubahan energi (J)

Hukum pertama termodinamika berfokus pada konservasi energi. Ini tidak menjelaskan batasan atau kemungkinan terjadinya suatu proses. Suatu

proses yang memenuhi hukum pertama termodinamika mungkin dapat dicapai atau tidak dapat dicapai dalam kenyataan. Faktanya, kemungkinan terjadinya suatu proses ditentukan oleh hukum pertama dan kedua termodinamika.

Menurut Kelvin Planck: “Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam satu siklus, menerima kalor dari sebuah reservoir dan mengubah kalor itu menjadi energi atau usaha seluruhnya.”



Gambar 2.a Skema *Kelvin Planck*

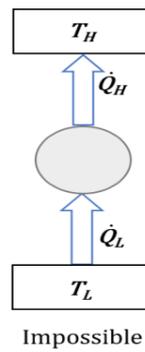
Keterangan:

T_H : suhu tinggi

Q_H : kalor masuk

W : usaha yang dihasilkan

Menurut Clausius: “Tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin yang bekerja dalam suatu siklus yang mengambil kalor dari reservoir bersuhu rendah dan memberikannya kepada reservoir bersuhu tinggi, tanpa melibatkan usaha dari luar.”



Gambar 2.b Skema *Clausius*

Keterangan:

T_H : suhu tinggi

T_L : suhu rendah

Q_L : kalor masuk

Q_H : kalor keluar

C. Tekanan

Dalam ilmu fisika, tekanan merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan, atau dengan definisi lain tekanan adalah gaya persatuan luas. Tekanan sebanding dengan gaya yang bekerja pada suatu benda. Artinya semakin besar gaya, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Tekanan berbanding dengan luas bidang tekan. Artinya semakin kecil luas bidang tekanannya, semakin besar gaya yang dihasilkan. Tekanan dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

P: tekanan (N/m^2)

F: gaya (N)

A: luas bidang tekanan (m^2)

D. Kalor

Kalor didefinisikan sebagai energi yang berpindah dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah. Kalor muncul jika terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan akibat adanya perbedaan suhu atau perubahan wujud zat. Kalor berkaitan dengan kalor jenis dan satu kalori menyatakan banyak kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 kg air sehingga suhunya naik sehingga suhunya naik sebesar 1 C. Terdapat tiga bentuk dari perpindahan kalor, yakni:

1. Konduksi (hantaran)

Konduksi adalah perpindahan panas antara benda atau zat padat yang tidak diikuti oleh perpindahan partikel-partikelnya. Perpindahan panas terjadi pada benda yang suhunya lebih tinggi ke yang lebih rendah. Laju perpindahan panas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu luas permukaan yang saling bersentuhan, suhu awal yang dimiliki benda, dan konduktivitas benda atau tingkat kemudahan benda untuk berkonduksi.

Besar aliran panas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{L}$$

Keterangan:

Q = kalor (J)

t = waktu (s)

k = konduktivitas termal (W/mK)

A = luas penampang (m^2)

ΔT = perbedaan suhu (K)

L = panjang benda (m)

Hukum konduksi panas menyatakan bahwa tingkat perpindahan panas melalui sebuah materi berbanding lurus dengan gradien negatif pada suhu dan luas yang terletak pada sudut siku gradien tersebut (Fourier, 1822). Berdasarkan hukum tersebut, rumus perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dalam:

$$q = -kA\left(\frac{dT}{dx}\right)$$

Keterangan:

Q = laju perpindahan kalor

k = konduktivitas termal bahan

A = luas permukaan bidang hantaran

$\frac{dT}{dx}$ = gradien suhu ke arah perpindahan kalor

2. Konveksi (aliran)

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara zat padat dengan fluida yang bersentuhan dengan diikuti perpindahan zat perantaranya. Proses ini dapat terjadi pada zat berbentuk cair maupun gas. Perpindahan panas konveksi dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Konveksi bebas, yaitu apabila gerakan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan gradien temperatur.
- b. Konveksi paksa, didefinisikan sebagai gerakan mencampur disebabkan karena suatu alat tertentu dari luar ikatan.

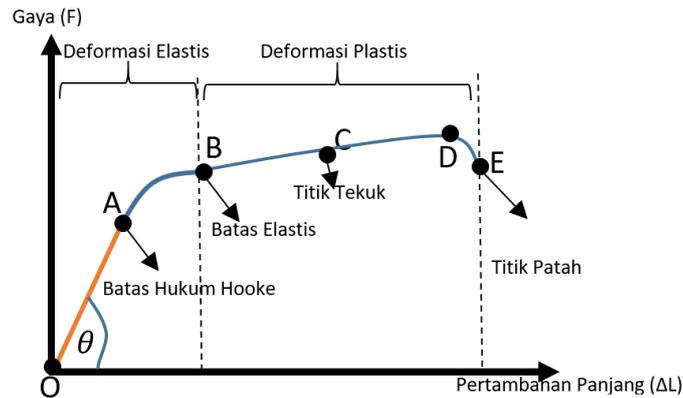
3. Radiasi (pancaran)

Radiasi merupakan perpindahan zat yang terpancar dalam bentuk partikel melalui suatu ruangan yang kemudian diserap oleh zat lain. Pada hakikatnya, semua benda menyerap zat yang terpancar. Apabila sejumlah energi mengenai sebuah permukaan, sebagian energi tersebut akan dipantulkan sebagian lainnya diserap dan sebagian lagi akan menembus bahan. Dengan demikian, bahan yang memiliki karakteristik sempurna untuk proses radiasi adalah benda hitam.

Beberapa faktor yang memengaruhi proses radiasi adalah suhu yang dimiliki oleh benda. Ketika suhu suatu benda lebih tinggi, semakin banyak energi yang dipancarkan. Sifat permukaan benda pun menjadi penentu dalam proses radiasi. Jika permukaan bendanya lebih kasar, energi yang diradiasikan akan lebih besar daripada permukaan yang halus. Demikian pula dengan luas permukaan. Semakin besar luas permukaan suatu benda, radiasinya akan lebih besar. Faktor terakhir adalah faktor tegangan. Seperti faktor lainnya, tegangan yang lebih besar akan mengeluarkan energi yang lebih besar.

E. Modulus Young

Jesse Russell dan Ronald Cohn (2012) mendefinisikan modulus young sebagai ukuran kekakuan bahan elastis dan merupakan besaran yang digunakan untuk mengkarakterisasi bahan.



Gambar 2.c Grafik Elastisitas

Grafik menunjukkan grafik yang linear sampai titik A. Pada daerah ini apabila gaya atau tegangan dihentikan maka benda akan kembali seperti semula. Apabila tegangan diperbesar sampai titik B, maka grafik tidak linear lagi. Jika tegangan diperbesar lagi melampaui batas titik B, maka benda tidak akan kembali ke dimensi semula. Jika tegangan diperbesar lagi sampai benda mencapai titik C, akhirnya benda akan patah. Perbandingan tegangan dan regangan pada grafik yang linear tersebut adalah konstan, besarnya konstanta disebut modulus young. Modulus Young dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{FL_0}{A\Delta L}$$

Keterangan:

E = Konstanta Modulus Young (N/m^2)

F = Gaya (N)

L_0 = Panjang mula-mula (m)

A = Luas permukaan (m^2)

ΔL = Perubahan panjang benda (m)

F. Teori Kinetik Gas

Teori kinetik gas adalah teori yang menjelaskan sifat-sifat makroskopis gas seperti tekanan, suhu, dan volume (Clausius, K., 1857). Berdasarkan teori kinetik gas, gas terbentuk dari molekul-molekul gas yang bergerak secara acak dengan arah gerak konstan. Molekul gas bergerak dengan cepat dan saling bertumbukan dengan molekul lainnya. Hubungan sifat-sifat makroskopis gas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PV = nRT$$

Keterangan:

P = tekanan (Pa)

V = volume (m^3)

n = jumlah mol

R = tetapan gas ($8.31 JK^{-1}mol^{-1}$)

T = suhu (K)

Dari persamaan di atas, terdapat tiga hukum yang muncul. Hukum-hukum tersebut mengacu pada perubahan ketiga sifat makroskopis gas. Ketiga hukum tersebut antara lain:

1. Hukum Boyle

Hukum Boyle berbunyi “Apabila suhu dari suatu gas yang ada di sebuah ruangan tertutup dijaga konstan (isothermal), maka tekanan gas tersebut akan berbanding terbalik dengan volumenya”. Perubahan yang terjadi pada gas hanya tekanan dan volume. Kondisi tersebut biasa disebut isothermis.

Persamaan Hukum Boyle dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Keterangan:

P_1 = tekanan awal gas (Pa)

V_1 = volume awal gas (m^3)

P_2 = tekanan akhir gas (Pa)

V_2 = volume akhir gas (m^3)

2. Hukum Charles

Hukum Charles berbunyi “Apabila tekanan gas yang berada di dalam suatu ruangan tertutup bersifat konstan, maka suhu mutlaknya akan berbanding lurus dengan volume gas tersebut”. Perubahan yang terjadi pada gas hanya volume dan suhu. Kondisi tersebut biasa disebut isobarik. Persamaan Hukum Boyle dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Keterangan:

V_1 = volume awal gas (m^3)

T_1 = suhu awal gas (K)

V_2 = volume akhir gas (m^3)

T_2 = suhu akhir gas (K)

3. Hukum Gay-Lussac

Hukum Gay-Lussac berbunyi “Tekanan suatu gas akan berbanding lurus dengan suhu absolutnya pada keadaan volume yang konstan”. Perubahan yang terjadi pada gas hanya tekanan dan suhu. Kondisi tersebut biasa disebut isokhorik/isovolumik. Persamaan Hukum Gay-Lussac dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Keterangan:

P_1 = tekanan awal gas (Pa)

T_1 = suhu awal gas (K)

P_2 = tekanan akhir gas (Pa)

T_2 = suhu akhir gas (K)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Senin, 5 Februari 2024 pukul 09.00-12.00 WIB, bertempat di PT. Caterlindo, Jl. Industri Bringin Bendo No. 18, Sidorogo, Trosobo, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

1. Studi pustaka, menurut Mestika Zed (2003), dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat serta mengolah bahan penelitian.
2. Observasi, yaitu dengan mencatat informasi sesuai dengan yang disaksikan pada saat pengamatan.
3. Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data melalui proses tanya jawab lisan yang berlangsung satu arah dengan narasumber untuk memperoleh informasi.

C. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis secara kualitatif. Menurut Sugiyono (2018) data kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari orang-orang dan perilaku yang diamati.

D. Langkah-Langkah Observasi

Langkah-langkah observasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data melalui internet tentang perusahaan yang akan dikunjungi dan mempelajari teori yang dapat digunakan dalam penelitian dari berbagai macam jurnal, artikel, dan referensi literasi lainnya.
2. Berkunjung ke lokasi dan melakukan observasi secara langsung di PT Caterlindo-*Simply Stainless* Indonesia.
3. Melakukan wawancara dengan narasumber untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam pembuatan laporan penelitian.
4. Mengolah dan menganalisis data yang telah didapat.
5. Membuat kesimpulan dari penelitian.

E. Rencana Penelitian

1. Persiapan

Kegiatan	Tanggal
Sosialisasi studi ekskursi	27 November 2023
Pencarian perusahaan	28 November 2023 - 8 Januari 2024
Pengumpulan nama dan kontak perusahaan	9 Januari 2024
Pembagian perusahaan	17 Januari 2024
Penyusunan proposal	18 - 31 Januari 2024

Tabel 3.a Tahap Persiapan Studi Ekskursi

2. Pelaksanaan

Kegiatan	Tanggal
Kunjungan industri	5 Februari 2024
Penyusunan laporan ilmiah	6 Februari 2024
Penyelesaian laporan ilmiah dan pembuatan <i>PowerPoint</i>	7 Februari - 3 Maret 2024
Presentasi studi ekskursi	4 - 5 Maret 2024
Revisi laporan ilmiah	16 - 22 Maret 2024
Pengumpulan laporan ilmiah	23 Maret 2024
Revisi akhir dan pencetakan laporan ilmiah	5 - 9 April 2024
Penilaian laporan ilmiah	16 April 2024

Tabel 3.b Tahap Pelaksanaan Studi Ekskursi

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Perusahaan PT Caterlindo

PT Caterlindo adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *stainless steel*. Perusahaan yang berlokasi di Jalan Industri Trosobo No. 18 (Raya Surabaya-Mojokerto KM 24), Kecamatan Taman, Kabupaten Mojokerto ini sudah berdiri sejak 1997 dengan status perusahaan penanaman modal asing (PMA). PT Caterlindo juga merupakan joint venture dengan CI Group, Perth-Australia. PT Caterlindo memiliki misi yang ingin dicapai, yaitu:

1. Membangun dan menjaga kepercayaan masyarakat dengan memberikan kualitas terbaik.
2. Mengembangkan sumber daya manusia yang tangguh dan termotivasi untuk selalu melakukan perbaikan.
3. Menciptakan lingkungan kerja yang kondusif untuk memaksimalkan produktivitas kerja.

Sedangkan visinya ada satu, yaitu:

1. Menjadi perusahaan yang terbaik di dunia dalam pembuatan modular sistem *stainless steel*.



Gambar 4.a Logo PT Caterlindo

PT Caterlindo telah berhasil mencapai pasar internasional dan mengekspor hasil produksinya ke berbagai negara di seluruh dunia. Di antaranya ke Australia, Amerika Serikat, Inggris, Papua Nugini, Selandia Baru, Thailand, dan beberapa negara lainnya. Produk yang diekspor bergerak di bidang manufaktur perlengkapan dapur yang terbuat dari *stainless steel* seperti meja, rak, wastafel, *trolley*, dan lain sebagainya. Fokus penjualan PT Caterlindo didominasi pada ekspor ke luar negeri, sekitar 95% dari total produksi, dan 5% sisanya untuk pasar lokal. Namun sejak 2012, PT Caterlindo mengembangkan area penjualannya untuk memenuhi permintaan dalam negeri. Hal ini dikarenakan adanya perkembangan ekonomi dan bisnis di dalam negeri. Permintaan tersebut berasal dari perusahaan dan waralaba ternama di Indonesia, seperti rumah makan Ikan Bakar Cianjur (IBC), perusahaan susu fermentasi Yakult, perusahaan es krim Campina, suatu ajang pencarian bakat Hell's Kitchen, brand minuman lokal Cincau Station, dan berbagai mitra usaha lainnya. Berikut ini adalah *showroom* PT Caterlindo.

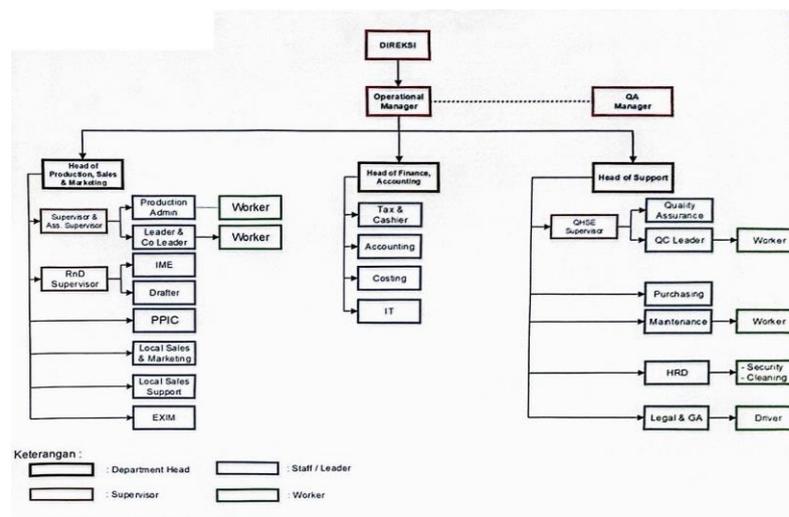


Gambar 4.b *Showroom* PT Caterlindo

PT Caterlindo berkomitmen untuk mengimplementasikan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) dalam setiap proses produksi yang diperlombakan

setiap bulan, divisi yang memenuhi 5R akan mendapatkan penghargaan selama 1 tahun. PT Caterlindo juga menerapkan standarisasi internasional untuk menjamin keamanan produk-produknya, salah satunya seperti ISO. Standar internasional yang diterapkan PT Caterlindo diperlukan agar produk-produk PT Caterlindo memiliki kualitas tinggi dan memiliki daya saing saat diekspor.

Sebagai perusahaan yang berbentuk perseroan terbatas, PT Caterlindo memiliki struktur organisasi sebagai berikut.



Gambar 4.c Struktur organisasi PT Caterlindo

Perusahaan PT Caterlindo dipimpin oleh suatu dewan direksi. Di bawah dewan direksi, terdapat *operational manager* dan QA manager yang membawahi tiga departemen dalam perusahaan. Departemen tersebut terdiri dari departemen *production, sales, and marketing*, departemen *tax and accounting*, dan departemen *support*. Setiap departemen dilengkapi dengan pengawas atau *supervisor* dan setiap departemen akan terbagi lagi dalam beberapa divisi fungsional sesuai dengan pembagian tugas masing-masing staf dan pekerja (*worker*).



Gambar 4.d Dewan direksi PT Caterlindo

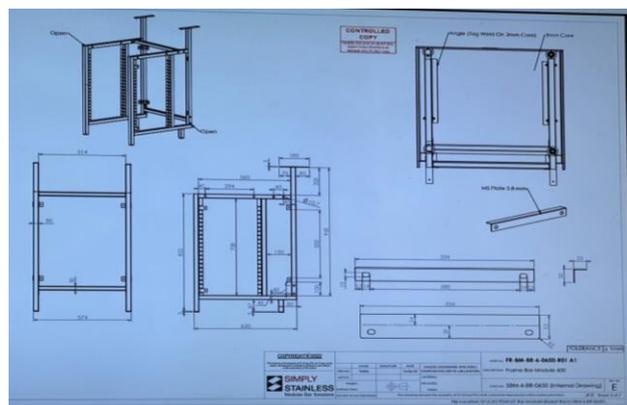
B. Alur Produksi PT Caterlindo

Proses produksi di PT Caterlindo dibagi menjadi lima tahap, yaitu tahap *marking*, tahap *bending*, tahap *assembling*, *finishing*, dan *packing*.

1. *Marking*

Salah satu tahap awal dari pengolahan *stainless steel* oleh PT Caterlindo adalah *marking*. Proses *marking* adalah proses pemotongan plat sampai pembentukan pola untuk produk. Proses *marking* terdiri atas tiga tahap, yaitu:

- a. *Design* atau pembuatan pola potong menggunakan *software CAD Solidworks Sheet Metal*.



Gambar 4.e Contoh gambar pola *design*

- b. *Uncoiling* adalah proses mengubah *stainless steel* dari gulungan besar menjadi lembaran. Dikarenakan pemasokan *stainless steel* lembaran yang tidak pasti, PT Caterlindo memutuskan untuk melakukan *import stainless steel* dalam bentuk gulungan agar bisa mendapatkan jumlah *stainless steel* yang lebih banyak dalam waktu singkat.



Gambar 4.f Proses *uncoiling*



Gambar 4.g Gambar setelah proses *uncoiling*

- c. Pemrograman *CNC (Computer Numerical Control) laser* menggunakan *software CADMAN*.
- d. *Laser execution* atau pemotongan menggunakan mesin LVD Lynx FL-3015.

2. *Bending*

Proses *bending* adalah proses tekuk, dimana *stainless steel* yang telah dipotong akan ditekuk menggunakan mesin penekuk sesuai dengan pola hasil marking untuk membentuk produk. Setiap produk akan ditekuk dengan derajat tertentu sesuai dengan *setting-an*.



Gambar 4.h Mesin *bending*

3. *Assembling*

Assembling adalah proses pengelasan. Hasil tekuk *bending* dan *support part* dari hasil proses *marking* akan disatukan melalui proses *assembling* ini menjadi satu produk yang utuh menggunakan *Gas Tungsten Arc Welding*.



Gambar 4.i Proses *assembling*

4. *Finishing*

Finishing adalah proses penghalusan dan pemolesan produk hasil las. Setelah seluruh bagian digabungkan menjadi satu, produk akan dihaluskan untuk menghaluskan sudut-sudut yang tajam dan memulihkan warna *stainless steel* yang menghitam dengan menggunakan mesin gerinda tangan, sedangkan sudut-sudut yang tidak dapat dijangkau oleh mesin gerinda akan diberi cat semprot (Pylox) untuk mengembalikan warna asli *stainless steel*.



Gambar 4.j Proses *finishing*

5. *Packing*

Produk yang telah jadi akan dikemas pada proses packaging menggunakan karton. Kemudian, produk akan masuk ke tempat penyimpanan sebagai tempat sementara sebelum produk menuju ke tangan distributor untuk disalurkan ke konsumen. Tempat penyimpanan tertata dengan rapi dan setiap produk diberi label sehingga produk-produk PT Caterlindo teratur dengan baik.



Gambar 4.k Gudang hasil produksi



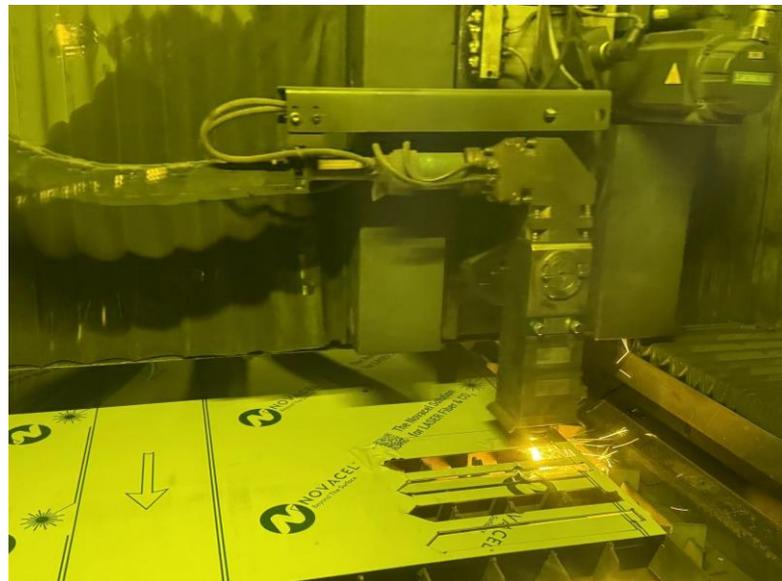
Gambar 4.l Label produk

C. Penerapan Prinsip Kalor dan Teori Kinetik Gas pada Mesin Laser

Mesin laser di PT Caterlindo bekerja menggunakan prinsip fisika kalor yaitu radiasi dan teori kinetik gas. Mesin LVD Lynx FL-3015 digunakan pada proses *laser execution* atau pemotongan lembaran *stainless steel* dengan kekuatan dari 1000 hingga 4000 watt. Mesin laser ini diprogram menggunakan dapat digunakan untuk memotong lembaran dan tabung logam dari berbagai jenis bahan logam dengan ketebalan yang bervariasi.



Gambar 4.m Proses pemrograman mesin LVD Lynx FL-3015



Gambar 4.n Proses eksekusi mesin LVD Lynx FL-3015

Proses pemotongan atau *laser execution* menggunakan prinsip perpindahan kalor tanpa perantara atau radiasi. Ketika lembaran *stainless steel* dipotong, terjadi konversi energi listrik menjadi panas oleh cahaya dalam mesin

LVD Lynx FL-3015. Konsep radiasi ini serupa dengan ketika daun dipotong menggunakan kaca pembesar melalui cahaya matahari.

Pada proses laser cutting, proses pemotongan logam atau metal dilakukan dengan tekanan dan konsentrasi nitrogen yang tinggi. Proses ini membuat besi menguap. Peristiwa tersebut sesuai dengan Hukum Gay-Lussac yang menyatakan bahwa pada volume konstan, tekanan dan suhu suatu gas berbanding lurus. Tekanan gas yang tinggi pada proses laser cutting membuat suhu yang dihasilkan cukup tinggi sehingga membuat besi menguap.

Terdapat dua gas yang berperan dalam proses *marking*, yaitu nitrogen dan oksigen. Nitrogen berfungsi untuk membantu pemotongan *stainless steel* dengan mesin LVD Lynx FL-3015, yaitu dengan mencegah proses pembakaran yang mengarah ke laser untuk menguapkan bahan dengan cepat demi memperoleh kualitas pemotongan yang lebih presisi. Selain itu, nitrogen juga berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa pelelehan plat di tepi lembaran.

Penggunaan gas nitrogen didukung oleh kemampuannya dalam mencegah terjadinya oksidasi besi. Gas ini menciptakan ruang bebas oksigen dalam proses operasi mesin laser dan menghambat terjadinya korosi atau perkaratan. Apabila tidak didukung oleh keberadaan nitrogen, dapat terjadi penurunan kualitas produk karena penumpukan lapisan karbon tempat pemotongan. Selain itu, penggunaan nitrogen memungkinkan PT Caterlindo untuk menentukan sendiri kemurnian gas yang diperlukan dengan biaya yang terjangkau dan produksi yang efisien.

Gas kedua yang berperan penting dalam proses *marking* adalah oksigen, di mana terjadi proses pembakaran yang melibatkan reaksi kimia oksigen

dengan besi yang melepaskan banyak energi kuantum dan cahaya. Gas oksigen mendapatkan tambahan panas dari proses oksidasi dan hal tersebut digunakan untuk grafir atau menempelkan logo “*Simply Stainless*” pada produk. Pada umumnya, oksigen digunakan untuk material besi karbon/*mild steel* dengan ketebalan hingga 12 mm.

D. Penerapan Prinsip Tekanan dan Modulus Young pada Mesin Bending

Tekanan merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan, atau dengan definisi lain tekanan adalah gaya persatuan luas. Prinsip tekanan adalah salah satu ilmu fisika yang paling banyak digunakan, salah satunya pada mesin *bending* di PT Caterlindo. Prinsip tekanan ini berperan penting dalam proses penekukan pada stainless steel sehingga dapat menjadi produk-produk yang mampu bersaing di pasar lokal maupun internasional.

Modulus Young adalah ukuran kekakuan suatu bahan elastis yang merupakan ciri dari suatu bahan. Modulus Young juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan dan regangan. Modulus Young setiap jenis bahan berbeda-beda dan bersifat tetap.

Jika suatu benda terus diberikan gaya hingga melewati batas Modulus Young, maka benda itu akan mengalami deformasi plastis. Dalam ilmu fisika dan material, deformasi plastis adalah kemampuan bahan padat untuk mengalami deformasi permanen. Deformasi plastis terjadi ketika tegangan yang diterapkan pada material melebihi batas elastisnya. Bahan tidak akan kembali ke bentuk aslinya setelah tegangan dihilangkan.

Setelah melalui proses pemotongan, *stainless steel* akan masuk ke mesin *bending* di mana besi akan dibengkokkan dengan mesin khusus hingga melewati batas deformasi plastis, dimana benda menjadi sukar kembali ke bentuk semula.



Gambar 4.o Proses eksekusi mesin *bending*

Bisa kita lihat, bahwa mesin *bending* memiliki ujung yang runcing, dimana hal ini bertujuan untuk memperkecil A atau luas permukaan sentuh. Dengan mengecilnya luas permukaan sentuh, maka nilai P (tekanan) dan F (gaya) yang dihasilkan akan semakin besar. Seperti yang sudah disinggung di awal, nilai F yang besar akan membuat *stainless steel* berubah bentuk melebihi batas Modulus Young-nya, sehingga *stainless steel* mengalami deformasi plastis.

Terdapat 2 jenis mesin *bending* yang digunakan di PT Caterlindo, yaitu mesin press Hydrabend yang memiliki ujung berbentuk kotak, digunakan untuk memipihkan *stainless steel*. Tujuan dari mesin press Hydrabend adalah untuk membuat *stainless steel* lebih pipih sehingga lebih mudah dibentuk. Setelah

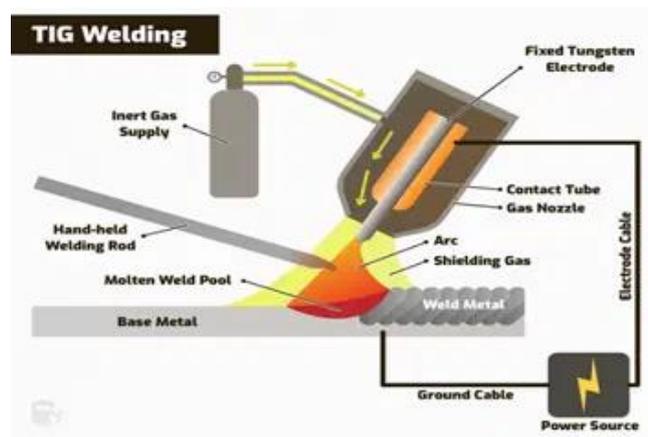
melewati mesin press, benda akan diproses menggunakan mesin selanjutnya, yaitu mesin *bending*. Mesin bending inilah yang akan membuat benda mengalami deformasi plastis.

E. Penerapan Prinsip Kalor pada Mesin Las

Prinsip kerja dari *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) ini dimulai saat terjadinya perpindahan ion akibat adanya beda potensial antara batang elektroda Tungsten dan kabel pengantar listrik (pada diagram di bawah disebut sebagai *ground cable*). Tungsten dipilih sebagai elektroda karena memiliki titik leleh yang sangat tinggi, yaitu 3,422 °C atau 6,192 °F. Hal ini membuatnya tidak akan meleleh pada proses pengelasan, sehingga menghindari terjadinya kontaminasi dengan *stainless steel* yang dilas. Kemudian, elektroda Tungsten ini akan dilindungi dengan gas inert, biasanya Argon atau Helium. PT Caterlindo sendiri menggunakan Argon sebagai gas inertnya. Gas inert ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontak antara logam panas dan udara di sekitar, terutama Oksigen untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada hasil las. Terkadang, penambahan *filler metal* (pada diagram di bawah disebut sebagai *hand-held welding rod*) diperlukan untuk mengisi hasil las yang tidak/kurang sempurna.

Mesin las PT Caterlindo bersumber dari listrik dan juga argon. Listrik dihantarkan menuju mesin las melalui mesin ampere. Mesin ampere menampung listrik dalam jumlah tertentu lalu dihantarkan pada mesin las melalui kabel. Listrik dari mesin ampere tersebut dihantarkan menuju setiap bagian mesin las dalam bentuk energi panas. Dilihat dari aliran listrik yang merupakan hantaran, konsep fisika perpindahan kalor dari mesin ampere

menuju mesin las adalah konduksi, yaitu perpindahan yang memanfaatkan adanya zat padat yang bersifat konduktor. Zat padat yang menjadi perantara perpindahan panas tersebut antara lain tembaga pada kabel yang menghubungkan mesin ampere dengan mesin las serta baja dan aluminium pada mesin las. Tembaga, baja, dan aluminium merupakan benda padat yang bersifat konduktor. Selain listrik, terdapat gas argon yang menjadi sumber tenaga mesin las. Pada dunia industri, disebutkan bahwa argon diproduksi dengan cara distilasi fraksi udara cair.



Gambar 4.p Ilustrasi proses welding *Gas Tungsten Arc Welding/Tungsten Inert Gas (TIG)*

Argon memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Kelarutan air mirip dengan oksigen.
2. Tidak memiliki warna dan bau.
3. Sangat mudah terbakar dalam kondisi apapun.
4. Dalam suatu temperatur ruang tidak akan membentuk senyawa yang sifatnya stabil.
5. Secara kimia memiliki sifat inert.

PT Caterlindo memiliki las argon yang setiap meja kerjanya terdapat tabung argon. Argon yang digunakan terdiri dari dua tipe dengan fungsi yang berbeda. Tipe pertama sebagai pendingin dan tipe kedua untuk penguapan. Penggunaan dua tipe argon bertujuan memanaskan plat sekaligus mendinginkan plat. Penggunaan kedua argon harus secara bersamaan agar plat besi tetap lurus.

F. Penerapan Prinsip Termodinamika II

Ketiga mesin yang kami analisis yaitu mesin laser, *bending*, dan las yang digunakan dalam proses pembuatan alat dapur berbahan *stainless steel* di PT Caterlindo semuanya menerapkan prinsip Hukum II Termodinamika. Hukum Termodinamika ke II membatasi perubahan energi mana yang dapat berlangsung dan perubahan energi mana yang tidak dapat berlangsung. Pembatasan yang sesuai dengan prinsip kerja mesin-mesin di PT Caterlindo adalah menurut Kelvin dan Planck.

Rumusan tentang hukum II termodinamika tentang mesin kalor menurut Kelvin dan Plank berbunyi: “Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam satu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar.”

Dapat dibuktikan bahwa teori menurut Kelvin dan Plank mengenai mesin kalor sesuai dan diterapkan secara nyata pada mesin laser, *bending*, dan las. Terlihat pada setiap mesin yang memiliki efisiensi tertentu dan tidak mungkin mencapai 100% dikarenakan kalor yang diserap sebagian akan diubah menjadi usaha sesuai dengan efisiensi mesin.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan kami di PT Caterlindo, kelompok kami dapat menyimpulkan bahwa di PT Caterlindo menggunakan 2 tipe *stainless steel*, yaitu *stainless steel 201* dan *304*. Pembuatan produk rumah tangga menggunakan *Stainless Steel* dan melalui 5 proses yang sudah terstruktur dengan baik, yaitu *marking, bending, assembling, finishing* dan *packing*. Teknik analisis data yang kami gunakan adalah analisa secara kualitatif. PT Caterlindo menggunakan mesin LVD Lynx FL-3015 dalam proses pemotongan lembaran *stainless steel*. Mesin laser ini dapat digunakan untuk memotong lembaran dan tabung logam dari berbagai jenis bahan logam dengan ketebalan yang bervariasi. Proses pemotongan ini menggunakan prinsip radiasi dan teori kinetik gas. Setelah dipotong, *stainless steel* akan dibengkokkan dengan mesin khusus sehingga benda akan sukar untuk dikembalikan ke bentuk semula. Setelah itu, *stainless steel* akan dirakit dengan cara di las lalu dipoles dengan menggunakan *polisher* untuk menghaluskan sudut-sudut yang tajam. Yang terakhir, produk akan di *packing* dengan dimasukkan ke kardus dan ditutup, lalu disimpan di gudang sampai barang siap dikirimkan dari distributor ke konsumen.

B. Saran

Adapun saran dari kelompok kami yang bermanfaat sebagai acuan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Para peneliti lain diharapkan untuk dapat meneliti semua mesin yang ada di PT Caterlindo dan menganalisis prinsip fisika yang diimplementasikan.
2. Peneliti harus memahami kajian yang akan diteliti dengan memperbanyak studi literatur yang berkaitan dengan fokus kajian yang akan diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Din Aswan Amran Ritonga, M. Idris. “Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Benda Jatuh.” *Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan 2016* 06, no. 2 (2017) : 210
- Prof. Dr. Tjokorda Gde Tirta Nindha, ST, MT. “Diktat Material dan Proses *STAINLESS STEEL*.” Teknik Mesin Universitas Udayana, 2017
- Claire Yu Yan, “6.3 *The second law of thermodynamics: Kelvin-Planck and Clausius statements*” <https://pressbooks.bccampus.ca>. Diakses pada Selasa, 6 Februari 2024 <https://pressbooks.bccampus.ca/thermo1/chapter/6-3-the-second-law-kevin-planck-and-clausius-statements/>
- Seitovirta, Mika. 2013. Handbook of Stainless Steel. Swedia: Outokumpu Oyj.
- Foster, Bob. 2000. Fisika SMU Kelas 2B Tengah Tahun Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika Edisi Kelima Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2017. Fisika Untuk SMA/MA Kelas X/. Cimahi: Penerbit Erlangga.
- Sutrisno. 1984. Fisika Dasar: Gelombang dan Optik. Bandung: ITB.

LAMPIRAN



Gulungan Stainless Steel



Stainless Steel setelah melalui mesin laser



Stainless Steel setelah melewati proses penekukan



Area kerja di PT Caterlindo



Area penyimpanan barang



Foto kelompok Studi Ekskursi Fisika