



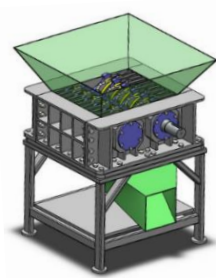
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Aryani dkk, (2019) dalam penelitiannya mengenai *desain of a plastic shredder machine*, menyampaikan bahwa mesin pencacah sampah plastik yang dibuat dengan pisau pemotongan jenis *two tooth*, transmisi yang digunakan jenis roda gigi dan menggunakan motor listrik dapat digunakan untuk mencacah sampah plastik jenis LDPE, HDPE, PP, PS. Kesimpulan berdasarkan perancangan mesin penghancur sampah plastik ini dapat menghasilkan serpihan kecil dengan ukuran panjang sekitar 10 mm dan lebar 1 mm. Gambar 2.1 menunjukan hasil desain dari mesin pencacah plastik tipe *shredder*.



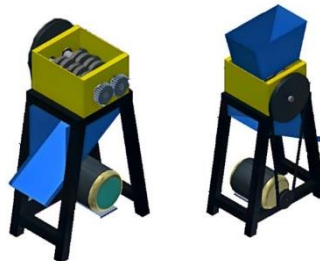
Gambar 2. 1 Desain mesin pencacah plastik tipe shredder (Aryani dkk, 2019)

Silitonga dkk, (2021) dalam penelitian tentang mesin pencacah plastik jenis PET (*polyethylene terephthalate*) skala industri rumah tangga (*home industry*). Dari hasil dari perancangan yang dilakukan, mesin ini memiliki dimensi tinggi 450 mm dan lebar 500 mm dengan 2 buah poros (satu poros sebagai penggerak dan satu poros digerakan melalui roda gigi) dan memiliki 28 pisau pencacah. Pada sistem transmisi menggunakan motor listrik 2 hp dengan *reducer* perbandingan 1:20, dan dari motor penggerak ke poros dihubungkan dengan transmisi sproket dan rantai. Dari hasil uji yang dilakukan 1kg gelas plastik dapat dicacah dalam waktu 2 menit dan 1 kg botol plastik dapat dicacah dalam waktu 1,5 menit dengan hasil cacahan berdimensi 10-20 mm. Gambar 2.2 menunjukan desain mesin pencacah plastik jenis PET.



Gambar 2. 2 Desain mesin pencacah plastik jenis PET (Silitonga dkk, 2021)

Wati dan Samudra, (2022) dalam penelitiannya tentang rancang bangun mesin pencacah sampah plastik dengan tipe gunting untuk plastik jenis *polypropylene* (PP). Dari hasil perancangan mesin pencacah menggunakan 10 buah mata pisau dengan spesifikasi berbentuk lingkaran yang setiap sisinya terdapat tiga cakar untuk mengait sampah plastik. Transmisi puli yang digunakan adalah tipe V alur tunggal dengan jenis penggerak dinamo 1 hp. Dari hasil uji kinerja mesin pencacah plastik dapat mencacah 1 ons plastik dengan ketebalan 0,3 mm dalam 25 detik menjadi 14,4 kg/jam dan sampah plastik dengan ketebalan 0,5 mm dalam waktu 20 detik menjadi 18 kg/jam. Gambar 2.3 merupakan gambar desain mesin pencacah sampah plastik dengan tipe gunting.



Gambar 2. 3 Desain mesin pencacah plastik tipe gunting (Wati dan samudra, 2022)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Plastik

Plastik meliputi berbagai bahan yang terbentuk dari molekul-molekul besar yang disebut polimer. Ribuan ragam plastik dibuat dengan menggabungkan berbagai bahan kimia untuk membentuk rantai molekul yang panjang. Salah satu metode penggolongan plastik adalah *termoplastik* (*thermoplastic*) dan *termoset* (*thermosetting*). Secara umum bahan-bahan *termoplastik* dapat dibentuk berulang-

ulang dengan pemanasan atau pencetakan karena struktur kimia dasarnya tidak berubah dari bentuk linier awalnya. Plastik *termoset* mengalami beberapa perubahan selajaringan dan menghasilkan suatu struktur yang molekul-molekulnya bersambungan silang dan membentuk satu jaringan molekul yang saling bersambungan (Mott Robert, 2004).

Menurut (Dorajatun dkk, 2007) dalam (Riyadi dkk, 2020) Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Plastik terbentuk melalui kondensasi organik atau penambahan polimer, dan sering kali diproduksi dengan menambahkan zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi sesuai kebutuhan. Plastik didesain dengan berbagai variasi sifat sehingga mampu menoleransi panas, keras, dan elastis. Komposisinya yang umum dan beratnya yang ringan membuat plastik menjadi pilihan favorit yang digunakan di hampir semua bidang industri. Plastik dibuat dari bahan kimia seperti karbon, silikon, hidrogen, nitrogen, oksigen, dan klorida. Kombinasi yang berbeda dari bahan kimia ini menghasilkan berbagai jenis plastik yang berbeda. Bahan dasar untuk membuat plastik berasal dari minyak, batu bara, dan gas alam.

2.2.2 Jenis-Jenis Plastik

Plastik diklarifikasikan ke dalam beberapa jenis dengan kode tertentu yang menunjukkan jenis dan kandungan yang ada di dalamnya. Kode plastik terdiri atas nomor 1 sampai dengan 7 yang terletak di tengah segitiga panah. Simbol kode ini didesain oleh *Society of the plastics Industry* (SPI) tahun 1988. Pengkodean plastik bertujuan untuk:

- a. Memudahkan konsumen dan pedaur ulang dalam penyortiran jenis plastik yang akan di daur ulang.
- b. Menyediakan system pengkodean plastik yang seragam bagi produsen plastik.

Berikut ini merupakan perincian jenis-jenis plastik berdasarkan produknya yaitu (Riyadi dkk, 2020):

1) *Polyethylene Terephthalate* (PET, PETE)

Polyethylene terephthalate adalah jenis plastik yang transparan dan fleksibel, dengan kelenturan serta kekuatan yang baik. Bahan baku pembuatan *polyethylene* berasal dari batu bara. *Polyethylene terephthalate* dianggap ramah

lingkungan karena produknya tahan lama dan dapat didaur ulang. Contohnya Kemasan minuman ringan, jus, air mineral, deterjen.



Gambar 2. 4 Kode plastik PET (Magristine, 2020)

2) *High Density Polyethylene* (HDPE)

Plastik HDPE adalah jenis plastik yang aman dan tidak berbahaya untuk digunakan oleh manusia. HDPE memiliki sifat yang kuat, keras, dan tahan terhadap suhu tinggi. Plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) juga mudah didaur ulang.



Gambar 2. 5 Kode plastik HDPE (Magristine, 2020)

3) *Polyvinyl Chloride* (PVC)

PVC adalah jenis plastik yang fleksibel dan mudah diproses, kini dianggap sebagai bahan plastik paling berbahaya. Kandungan zat beracun seperti cadmium, merkuri, timbal, dioksin, ftalat, dan bisphenol dalam PVC dapat menyebabkan kanker, reaksi alergi pada anak-anak, serta gangguan hormon.



Gambar 2. 6 Kode plastik PVC (Magristine, 2020).

4) *Low Density Polyethylene* (LDPE)

LDPE (*Low-Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang sulit didaur ulang. Plastik jenis ini dianggap cukup aman untuk digunakan dengan makanan dan minuman, seperti kotak *ice cream*, kantong sampah, plastik kemasan. Namun terdapat kandungan *etilen* yang dapat menyebabkan pencemaran pada saat proses produksi.



Gambar 2. 7 Kode plastik LDPE (Magristine, 2020)

5) *Polypropylene* (PP)

Polypropylene adalah jenis plastik yang sulit didaur ulang. Plastik ini memiliki daya tahan yang kuat, ringan, dan tahan lama, serta memiliki penampilan yang mengkilap, sehingga aman digunakan bersama makanan dan minuman.



Gambar 2. 8 Kode plastik PP (Magristine, 2020)

6) *Phstyrene* (PS)

Polystyrene (PS) adalah jenis plastik berbahan dasar *styrofoam* yang banyak digunakan untuk wadah makanan dan minuman sekali pakai. Ketika terkena makanan panas dan berminyak, PS dapat melepaskan *styrene*, yang dapat mengganggu kinerja saraf dan otak. Akibatnya, tingkat daur ulang PS ini rendah.



Gambar 2. 9 Kode plastik PS (Magristine, 2020)

7) Lainnya (*Polycarbonate* atau ABS)

Jenis plastik ini mengandung racun berbahaya, yaitu *Bisphenol-A* (BPA), sehingga tidak disarankan untuk digunakan dengan makanan atau minuman. Plastik ini sangat sulit, bahkan tidak mungkin, untuk didaur ulang.



Gambar 2. 10 Kode plastik *otxer* (Magristine, 2020)

2.2.3 Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik merupakan suatu alat pengolah sampah plastik yang dibuat untuk memotong sampah plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran dengan massa tertentu sehingga dapat dimanfaatkan atau didaur ulang (Laksono, 2023). Menurut Dirgantara (2017), mesin pencacah plastik memiliki berbagai jenis yang fungsinya menyesuaikan jenis plastik yang digunakan diantaranya sebagai berikut:

a. Mesin Pencacah *Crusher*

Mesin pencacah jenis ini menggunakan sistem gunting, dimana terdapat dua buah mata pisau yang terdiri dari pisau gerak dan pisau tetap. Kelebihan mesin *crusher* diantaranya kerjanya cepat, dapat mengatur dimensi hasil cacahan dan pemotongannya maksimal, tetapi hanya dapat digunakan untuk material yang tidak keras.

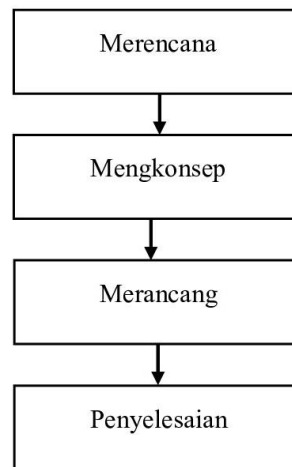
b. Mesin Pencacah *Shredder*

Mesin ini cocok digunakan untuk jenis limbah plastik yang keras dan tebal. Kekurangan mesin yaitu kerjanya lambat dibandingkan dengan mesin *crusher*.

2.2.4 Metode Perancangan VDI 222

Metode *Verein Deutsche Ingenieure* (VDI) 2222 (Persatuan Insinyur Jerman) adalah pendekatan sistematis terhadap desain yang merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang terus berkembang akibat dari kegiatan riset (Pahl dkk, 2007).

Metode perancangan VDI 2222 yang terstruktur bertujuan untuk memudahkan perancang dalam memahami sistem perancangan tanpa perlu menguasainya secara mendalam. Metode ini mempermudah proses desain produk, mendukung pemula dalam belajar, dan meningkatkan produktivitas perancang dalam mencari solusi yang paling optimal (Harsokoesoemo, 2004). Metode VDI 2222 terdiri dari 4 tahap penting dalam proses perancangan yaitu Merencana, Mengonsep, Merancang, dan Menyelesaikan. Gambar 2.10 berikut merupakan diagram alir metode perancangan menurut VDI 2222.



Gambar 2. 11 Diagram alir VDI 2222

Urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 sebagai berikut (Adi dkk, 2023):

a. Merencana

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi masalah pada proses produksi terkait mesin dan produk yang dibuat. Selain itu, perlu dibuat daftar tuntutan untuk pembuatan desain.

b. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

c. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

d. Penyelesaian

Pada tahap terakhir ini, penyelesaian rancangan akhir mesin dilakukan dengan pembuatan gambar rakitan. Hasil akhir rancangan didokumentasikan dalam bentuk gambar 3D dan 2D.

2.2.5 Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari beberapa batang yang dihubungkan satu sama lain di ujungnya menggunakan pen-pen luar atau las, sehingga membentuk rangka yang kokoh. Gaya luar dan reaksinya dianggap

terletak pada bidang yang sama dan hanya bekerja pada titik-titik pen (Pratam dkk, 2021).

Dilihat dari segi struktur atau bentuk, rangka memiliki beberapa fungsi penting, antara lain harus mampu menempatkan dan menopang mesin, transmisi, dan sistem kelistrikan, serta komponen-komponen lain yang ada pada suatu mesin. Oleh karena itu, konstruksi rangka harus dibuat kokoh, kuat, dan baik dalam segi bentuk dan dimensinya (Saleh & Budiman, 2020).

Perancangan rangka dan struktur mesin sebagian besar merupakan seni dalam menempatkan komponen-komponen mesin. Perancang harus memenuhi persyaratan teknis yang diperlukan oleh struktur itu sendiri. Beberapa parameter yang harus dipertimbangkan dalam perancangan meliputi kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, biaya manufaktur, berat, dan ukuran (Mott Robert, 2004). Berikut ini merupakan rumus perhitungan mekanika teknik yang digunakan pada bagian rangka.

- a. Menghitung gaya yang bekerja (Popov, 1974)

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} F &= \text{gaya (N)} \\ m &= \text{massa (kg)} \\ g &= \text{gravitasi (9.8 m/s}^2\text{)} \end{aligned}$$

- b. Menghitung momen yang bekerja (Popov, 1974)

$$M = F \times d \quad (2.2)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} M &= \text{momen (Nmm)} \\ F &= \text{gaya (N)} \\ d &= \text{panjang dari titik ke titik (mm)} \end{aligned}$$

- c. Menghitung tegangan lentur (Popov, 1974)

$$\sigma_{beban} = \frac{M_{maks}}{I} C \quad (2.3)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} \sigma_{beban} &= \text{Tegangan lentur beban (N/mm}^2\text{)} \\ M_{maks} &= \text{Momen lentur maksimal (Nmm)} \end{aligned}$$

I = Momen inersia (mm^4)

C = Jarak sumbu netral (mm)

d. Menghitung tegangan geser (Popov, 1974)

$$\tau_{beban} = \frac{V_{maks}}{A} \quad (2.4)$$

Keterangan:

τ_{beban} = Tegangan geser beban (N/mm^2)

V_{maks} = Gaya vertikal maksimal (N)

A = Luas penampang (mm^2)

e. Menghitung tegangan lentur yang diijinkan (Popov, 1974)

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma}{sf} \quad (2.5)$$

Keterangan:

σ_{ijin} = Tegangan lentur yang diijinkan (N/mm^2)

σ = Tegangan luluh (N/mm^2)

sf = Faktor keamanan beban yang diijinkan

f. Menghitung tegangan geser yang diijinkan (Popov, 1974)

$$\tau_{ijin} = \frac{\sigma}{sf1 \times sf2} \quad (2.6)$$

Keterangan:

τ_{ijin} = Tegangan geser yang diijinkan (N/mm^2)

σ = Tegangan luluh (N/mm^2)

$sf1$ = Faktor keamanan menurut harga bahan

$sf2$ = Faktor keamanan menurut beban yang dikenakan

2.2.6 Transmisi Puli dan Sabuk

Transmisi puli dan sabuk digunakan untuk mentransfer daya atau putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan dengan jarak tertentu. Contohnya, memindahkan putaran dari poros motor listrik ke poros utama mesin bubut atau mesin bor. Alat transmisi ini biasanya terdiri dari sepasang roda/puli yang dihubungkan oleh sabuk atau ban mesin. Puli atau roda sabuk terbuat dari besi tuang, baja tuang, aluminium, atau logam campuran. Puli terdiri dari puli penggerak, puli yang digerakkan, dan puli penekan atau puli perantara. Masing-masing puli dipasang pada poros penggerak dan poros yang digerakkan

menggunakan perlengkapan seperti pasak atau baut penjamin lainnya (Wulanyani dkk, 2016).

Sabuk-V terbuat dari kain dan benang, biasanya katun rayon atau nilon, yang diresapi karet dan memiliki penampang trapesium. Tenunan tetoron atau bahan serupa digunakan sebagai inti sabuk untuk menahan tarikan yang besar. Sabuk-V dililitkan di sekitar alur puli yang berbentuk V. Bagian sabuk yang melilit puli mengalami lengkungan, sehingga lebar bagian dalamnya bertambah besar. Gaya gesekan juga meningkat karena bentuk baji, menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah.

Sebagian besar transmisi menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan harganya murah. Kecepatan sabuk biasanya dirancang hingga 20 m/s, dengan maksimum mencapai 30 m/s. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan sekitar 500 kW (Sularso & Suga, 2004). Berikut ini merupakan beberapa persamaan yang digunakan untuk perancangan sistem transmisi pada mesin pencacah plastik.

a. Perhitungan daya dan momen perencanaan (Sularso & Suga, 2004)

$$P_d = f_c \times P \quad (2.7)$$

Dimana:

$$P_d = \text{Daya rencana} \quad (\text{kW})$$

$$f_c = \text{Faktor koreksi}$$

$$P = \text{Daya nominal} \quad (\text{kW})$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n} \quad (2.8)$$

Dimana:

$$T = \text{Torsi} \quad (\text{kg.mm})$$

$$P_d = \text{Daya rencana} \quad (\text{kW})$$

$$n = \text{Putaran} \quad (\text{rpm})$$

b. Perhitungan perbandingan puli (Sularso & Suga, 2004)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \quad (2.9)$$

Dimana:

- i = Velocity Ratio
 n_1 = Putaran poros pertama (rpm)
 n_2 = Putaran poros kedua (rpm)
 D_p = Diameter puli yang digerakan (mm)
 d_p = Diameter puli penggerak (mm)

c. Perhitungan kecepatan keliling sabuk (Sularso & Suga, 2004)

$$v = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} \quad (2.10)$$

Dimana:

- v = Kecepatan keliling (m/s)
 d_p = Diameter puli pada motor (mm)
 n_1 = Putaran motor listrik (rpm)

d. Perhitungan panjang keliling sabuk (Sularso & Suga, 2004)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4 \times c} (D_p - d_p)^2 \quad (2.11)$$

Dimana:

- L = Panjang sabuk (mm)
 C = Jarak sumbu poros (mm)
 D_p = Diameter puli yang digerakan (mm)
 d_p = Diameter puli penggerak (mm)

e. Perhitungan jarak sumbu poros (Sularso & Suga, 2004)

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8 \times (D_p - d_p)^2}}{8} \quad (2.12)$$

$$b = 2L - \pi(D_p + d_p) \quad (2.13)$$

Dimana:

- b = Panjang sabuk V standar
 L = Panjang sabuk (mm)
 C = Jarak sumbu poros (mm)
 D_p = Diameter puli yang digerakan (mm)
 d_p = Diameter puli penggerak (mm)

f. Perhitungan sudut kontak (Sularso & Suga, 2004)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \quad (2.14)$$

Dimana:

θ = Sudut kontak

C = Jarak sumbu poros (mm)

D_p = Diameter puli yang digerakan (mm)

d_p = Diameter puli penggerak (mm)

2.2.7 Proses Produksi

Proses produksi diartikan sebagai cara, metode, dan teknik yang digunakan untuk mengubah sumber-sumber yang ada (tenaga kerja, mesin, bahan, dan dana) menjadi suatu hasil. Produksi adalah kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Riansyah & Darajatun, 2022).

Menurut Sofjan Assauri (2008), proses produksi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu:

- a. Proses produksi yang berkelanjutan (*Continuous processes*) adalah proses di mana operasi berlangsung dalam jangka waktu yang panjang tanpa ada perubahan dalam pengaturan dan penggunaan mesin serta peralatannya. Proses ini biasanya diterapkan di pabrik yang memproduksi barang untuk pasar.
- b. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent processes*) adalah proses di mana terdapat waktu singkat dalam persiapan peralatan untuk perubahan yang tepat, sehingga dapat menghadapi variasi produk yang berganti-ganti. Proses ini biasanya terlihat di pabrik yang memproduksi barang berdasarkan pesanan.

2.2.8 Proses Gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan di mana lubang dibuat pada benda kerja. Proses ini melibatkan pembuatan lubang berbentuk lingkaran dengan menggunakan alat potong khusus yang disebut mata gurdi atau mata bor. Sementara itu, proses bor (boring) adalah suatu proses pemesinan yang bertujuan untuk memperbesar ukuran lubang atau memperbaiki kerataan permukaan dalam lubang. Proses bor tidak hanya dilakukan dengan menggunakan mesin gurdi, tetapi juga dapat dilakukan menggunakan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor (Widarto,

2008). Berikut merupakan rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu proses penggurdian.

a. Kecepatan pemotongan (Widarto, 2008)

$$V_C = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.15)$$

Dimana:

V_C = kecepatan pemotongan (m/menit)

d = diameter gurdi (mm)

n = putaran *spindle* (rpm)

b. Gerakan makan per mata potong (Widarto, 2008)

$$f_z = \frac{v_f}{z \times n} \quad (2.16)$$

Dimana:

f_z = gerakan makan per mata potong (m/putaran)

v_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

z = jumlah mata potong

n = putaran *spindle* (rpm)

c. Panjang akhir pemakanan (Widarto, 2008)

$$l_n = \frac{\frac{d}{2}}{\tan k_r} \quad (2.17)$$

Dimana:

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

$\frac{d}{2}$ = jari-jari mata gurdi (mm)

$\tan k_r$ = sudut mata potong utama atau $\frac{1}{2}$ sudut mata potong

d. Panjang pemakanan atau penggurdian (Widarto, 2008)

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad (2.18)$$

Dimana:

l_t = panjang total pemakanan (mm)

l_v = panjang awal pemakanan (mm)

l_w = panjang pemakanan (mm)

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

e. Waktu pemotongan (Widarto, 2008)

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (2.19)$$

Dimana:

t_c = panjang total pemakanan (mm)

l_t = panjang total pemakanan (mm)

v_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

2.2.9 Proses Pengelasan

Sambungan las adalah penggabungan dua atau lebih logam yang terjadi melalui proses difusi. Difusi pengelasan merupakan metode pengelasan yang menghasilkan sambungan antara dua material melalui perpindahan atom-atom pada antarmuka material tersebut. Proses ini biasanya dilakukan pada suhu tinggi, sehingga atom-atom memiliki energi kinetik yang memadai untuk bergerak dan menyebar di antara permukaan yang disatukan. Proses difusi pada sambungan las bisa terjadi dalam kondisi padat atau cair. Dalam terminologi pengelasan, kondisi padat dikenal sebagai SSW (*solid state welding*) atau *pressure welding*, sedangkan kondisi cair disebut LSW (*liquid state welding*) atau *fusion welding* (Kurniati, 2015).

2.2.10 *Welding Symbol* (simbol las)


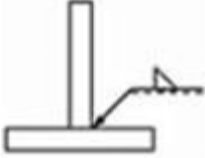


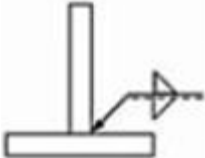
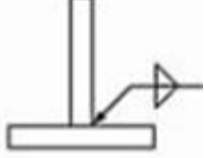

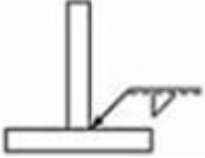

Welding symbol adalah simbol-simbol khusus yang digunakan pada gambar teknik untuk menunjukkan di mana lasan harus ditempatkan, jenis sambungan yang akan digunakan, serta ukuran dan jumlah logam las yang harus didepositkan di sambungan. Ada dua jenis standar pengelasan untuk simbol pengelasan yaitu, ISO (*international organization for standardization*) dan AWS (*american welding society*) (Gregory, E. N., & Armstrong, 2005).

ISO (*international organization for standardization*), yang digunakan di sebagian besar negara di dunia, memiliki garis identifikasi berupa garis putus-putus di atas atau di bawah garis referensi untuk menunjukkan sisi seberang dari titik yang ditunjukkan oleh panah. Jika simbol las berada di garis referensi, kampuh las ada pada titik panah. Jika simbol las berada di garis identifikasi, kampuh las ada di seberang titik panah.

AWS (*american welding society*), menetapkan bahwa jika simbol diletakkan di bawah garis referensi, maka lokasi kampuh las berada pada titik yang ditunjukkan oleh panah. Namun, jika simbol berada di atas garis referensi, maka lokasi kampuh las berada di sebelah atau seberang dari titik yang ditunjukkan oleh panah.

Pada Tabel 2.1, ditunjukkan perbandingan antara simbol pengelasan yang diinginkan (*desired weld*), simbol pengelasan menurut standar ISO dan simbol pengelasan menurut standar AWS.







Tabel 2. 1 Perbandingan simbol pengelasan ISO dan AWS

<i>Desired weld</i>	ISO	AWS
		
		
		













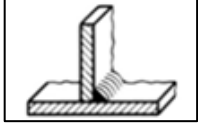



a. Simbol dasar

Simbol dasar menyatakan jenis dan bentuk las yang dibuat. Pada Tabel 2.2, ditunjukkan berbagai macam simbol las dasar yang digunakan dalam berbagai konstruksi pengelasan (Siswanto, 2018).

Tabel 2. 2 Simbol dasar pengelasan

No	Jenis lasan	Ilustrasi	Simbol
1	Las tepi		
2	Las tumpul I		
3	Las tumpul – V tunggal		




Tabel 2. 2 Simbol dasar pengelasan (lanjutan)

No	Jenis lasan	Ilustrasi	Simbol
4	Las lancip tunggal		
5	Las tumpul – V tunggal dengan kaki		
6	Las lancip tunggal dengan kaki		
7	Las tumpul – U tunggal		
8	Las tumpul – J tunggal		
9	Las penguat belakang		
10	Las sudut		
11	Las sumbat		

b. Simbol pelengkap

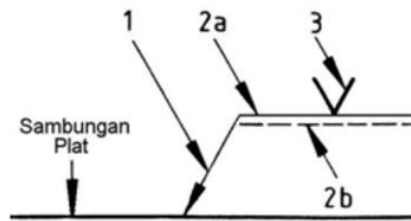
Simbol dasar dapat dilengkapi dengan simbol tambahan yang menunjukkan bentuk permukaan las. Dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2. 3 Simbol tambahan

No	Bentuk permukaan las	Simbol
1	Las permukaan dasar	
2	Las permukaan cembung	
3	Las permukaan cekung	

c. Penggambaran simbol pada benda kerja

Dalam satu penandaan pengelasan ISO, simbol pengelasan dilengkapi dengan garis panah (*arrow line*), garis referensi ganda, ukuran pengelasan dan simbol pengelasan. Garis referensi ganda terdiri dari sebuah garis tipis lurus (garis referensi) dan sebuah garis putus-putus (garis identifikasi) ditunjukkan pada Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2. 12 Garis pada simbol pengelasan ISO

Keterangan:

1 = garis panah (*arrow line*)

2a = garis referensi

2b = garis identifikasi

3 = simbol las

d. Ukuran pengelasan

Ukuran pengelasan terdiri dari ukuran utama dan ukuran panjang lasan. Ukuran utama ditempatkan sebelum simbol pengelasan, sedangkan ukuran panjang lasan ditempatkan sesudah simbol pengelasan seperti pada Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2. 13 Ukuran pengelasan

Keterangan:

s = ukuran utama

l = ukuran panjang lasan

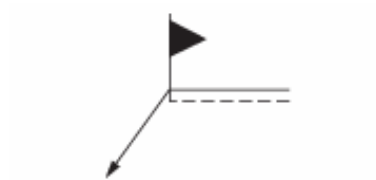
e. Tanda pelengkap

Jika pengelasan dilakukan sekeliling benda kerja, maka ditambahkan simbol lingkaran pada pertemuan garis panah (*arrow line*) dan garis referensi seperti pada Gambar 2.14 berikut ini.



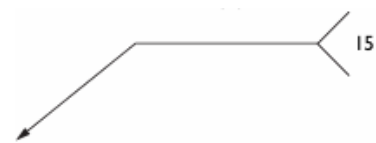
Gambar 2. 14 Pengelasan keliling

Jika pengelasan dilakukan pada saat benda kerja dipasang di lapangan (tidak dilakukan di sektor las), maka ditambahkan simbol berupa bendera yang ditempatkan pada pertemuan garis panah dan garis referensi seperti pada Gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2. 15 Pengelasan di lapangan

Jika jenis proses pengelasan perlu diinformasikan pada gambar, informasi tersebut dituliskan dalam bentuk nomor proses pengelasan (ISO 4063) dan diletakkan di belakang dua garis cabang pada ujung garis referensi seperti pada Gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2. 16 Petunjuk proses pengelasan