

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian *Plasma Cutting*



Gambar 2. 1 Pengertian *plasma cutting* (Valdes, 2023)

*Plasma cutting* adalah proses yang digunakan untuk memotong baja atau logam. Pada prosesnya gas yang terkandung dalam udara yang dikompresi (78% nitrogen, 21% oksigen, 1% argon) ditiup dengan kecepatan tinggi keluar dari *nozzel*, pada waktu yang sama busur listrik terbentuk melalui gas dari *nozzle* ke permukaan yang dipotong, kemudian mengubah sebagian dari udara menjadi *plasma*. Dibidang industri *plasma cutting* banyak digunakan untuk memotong berbagai material seperti pelat besi, alumunium, baja, stainless steel, pelat tembaga (Maulidiansyah & Handaya, 2022).

### 2.1.1 Jenis –jenis *Plasma Cutting* Dan Kelebihannya

#### 1. *Air Plasma Cutting*



Gambar 2. 2 *Air plasma cutting* (megaperkakas, 2021).

*Air plasma cutting* adalah salah satu metode pemotongan logam yang menggunakan gas udara sebagai medium untuk membentuk plasma. Dalam proses ini, aliran udara bertekanan tinggi digunakan sebagai gas *plasma* hingga menghasilkan listrik bertekanan tinggi dan membentuk busur untuk memotong logam.

Keunggulan dari *air plasma cutting* adalah biaya operasionalnya yang lebih rendah karena penggunaan udara sebagai gas plasma yang lebih murah. Meskipun akurasi tidak sebaik *plasma cutting* dengan gas inert, metode ini tetap efektif untuk pemotongan logam dalam berbagai ketebalan.

#### 2. *Water Injection Plasma Cutting*



Gambar 2. 3 *Water injection plasma cutting* (ctemag, 2019).

*Water injection plasma cutting* merupakan varian khusus dari metode pemotongan plasma yang melibatkan penyuntikan air ke dalam aliran *plasma* untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi proses pemotongan. Dalam metode ini, air dimasukkan ke dalam nosel *plasma* bersamaan dengan gas *plasma* yang digunakan, seperti argon atau nitrogen sehingga mengurangi risiko kepanasan.

Air yang disuntikkan membentuk lapisan pelindung di sekitar busur plasma dan material yang dipotong sehingga membantu mendinginkan material dan mengurangi pembentukan asap atau debu.

### 3. *Dual Gas Plasma Cutting*



Gambar 2. 4 *Dual gas plasma cutting* (Grup, 2023)

*Dual gas Plasma Cutting* mengombinasikan dua gas dalam aliran *plasma*, yaitu oksigen dan nitrogen. Umumnya, oksigen digunakan untuk proses pemotongan, sementara nitrogen melindungi obor dan benda kerja dari oksidasi.

Metode ini menghasilkan potongan dengan tepi yang lebih bersih karena penggunaan nitrogen sebagai gas pelindung. Kelebihan lainnya dari metode ini adalah kemampuan pemotongan logam yang lebih tebal dan pengurangan risiko oksidasi pada material.

#### 4. *Plasma Cutting Konvensional*



Gambar 2. 5 *Plasma cutting konvensional* (studio steel, 2020)

*Plasma cutting konvensional* adalah salah satu dari macam-macam *plasma cutting* yang menggunakan aliran gas ionisasi berkecepatan tinggi untuk melelehkan dan menghapus logam. Proses ini cocok untuk memotong berbagai jenis bahan termasuk baja ringan, baja tahan karat, dan aluminium.

Kelebihan pemotongan *plasma konvensional* adalah biayanya yang lebih rendah dan kecepatan pemotongan yang baik. Meskipun kurang presisi dibandingkan metode lain, *plasma cutting konvensional* tetap menjadi pilihan ekonomis untuk pemotongan material dengan toleransi yang lebih rendah.

#### 5. *Underwater Plasma Cutting*



Gambar 2. 6 *Underwater plasma cutting* (laser ing, 2023).

Berikutnya merupakan *plasma cutting* yang dilakukan di bawah permukaan air untuk mengendalikan panas dan meminimalkan pembentukan asap. Proses ini

umumnya digunakan di galangan kapal dan aplikasi lepas pantai yang harus memastikan kontrol asap untuk perlindungan lingkungan.

Kelebihan pemotongan *underwater plasma cutting* adalah kontrol asap yang lebih baik dan pengurangan risiko keterpengaruhannya panas pada material. Proses ini juga dapat membantu dalam mengurangi suara dan getaran selama pemotongan (Kawan Lama Sejahtera, 2023).

### 2.1.2 Cara kerja *plasma cutting*

#### 1. Sambungkan *Plasma Cutting* pada Saluran Listrik

Proses pemotongan dimulai dengan menghubungkan perangkat *plasma cutting* pada sumber listrik yang memadai. Arus listrik tinggi menjadi elemen kunci dalam memicu proses ini, karena berfungsi sebagai pendorong utama untuk membentuk *plasma*. Penting untuk memastikan bahwa tempat pemotongan memiliki daya aliran listrik yang cukup kuat sesuai dengan kebutuhan perangkat, sehingga memastikan proses berjalan secara optimal.

#### 2. Selang kompresor dihubungkan ke mesin *Plasma Cutting*

Setelah perangkat terhubung dengan listrik, gas pembawa, yang umumnya berupa angin kompresor, mengalir melalui *nozzle plasma* pada alat pemotong. Gas ini berfungsi sebagai medium untuk menciptakan plasma saat terkena arus listrik tinggi. Oleh karena itu, pemilihan jenis gas dan tekanan yang tepat menjadi faktor kritis dalam mencapai kualitas plasma yang diinginkan.

### 3. Terhubungnya Listrik dan Stang *torch nozzle* ke permukaan

Arus listrik tinggi yang telah berhasil melewati *nozzle* plasma kemudian menciptakan busur listrik antara *nozzle* dan permukaan benda kerja yang akan dipotong. Busur listrik ini menyebabkan gas pembawa terionisasi sehingga mengubahnya menjadi plasma panas. Pengaturan jarak antara *nozzle* dan benda kerja, serta arus listrik menjadi faktor penting dalam membentuk plasma dengan suhu optimal.

### 4. Gas Berubah Menjadi *Plasma* Panas

Setelah busur listrik yang terbentuk, gas pembawa akan terionisasi dan sebagai hasilnya gas tersebut kemudian berubah menjadi plasma panas. Plasma ini seharusnya memiliki suhu yang mencapai ribuan derajat *celsius* sehingga nantinya cukup panas untuk melelehkan material logam yang akan dipotong. Pengendalian suhu plasma merupakan aspek kunci untuk mencapai pemotongan yang efektif dan menghindari kerusakan pada perangkat pemotong.

### 5. *Plasma* Panas Mencairkan Material Hingga Terpotong

Pada akhirnya, plasma panas yang dihasilkan secara terkendali dapat diarahkan ke benda kerja. Energi tinggi dari *plasma* ini digunakan untuk melelehkan dan membentuk celah pemotongan pada benda kerja. Pengendalian gerakan pemotong dan kecepatan pemotongan menjadi faktor utama untuk mencapai hasil pemotongan yang akurat, bersih, dan sesuai dengan pola yang diinginkan.

## 2.2 Pengertian Kompresor



Gambar 2. 7 Pengertian kompresor (binaindojaya, 2020).

Kompresor udara merupakan perangkat yang mengubah listrik menjadi energi kinetik dengan mengompresi dan melakukan menekan udara, yang menurut perintah, dapat disemburkan kilat. Selain itu, kompresor udara juga menjadi salah satu alat utama untuk melakukan beberapa pekerjaan lain seperti memberikan suplai udara untuk berbagai alat *spray* ataupun air *brush*, menjadi sebuah gerinda udara, dan lain sebagainya (Fredo Zakaria dkk., 2020).

### 2.2.1 Fungsi Kompresor

Fungsi utama kompresor adalah meningkatkan tekanan gas atau udara. Udara bertekanan ini kemudian dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti yang disebutkan di atas.

1. Menyimpan udara bertekanan: Tanki penyimpanan kompresor digunakan untuk menyimpan udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor.
2. Mendistribusikan udara bertekanan: Udara bertekanan dapat didistribusikan ke berbagai lokasi melalui pipa dan selang.

Mengontrol tekanan udara: Kompresor dilengkapi dengan pengatur tekanan yang digunakan untuk mengontrol tekanan udara yang keluar dari kompresor (Efendi, 2022).

### 2.3 Pengertian Plat Baja SS400

Baja SS400 adalah salah satu spesifikasi baja yang dibuat berdasarkan standart Industri Jepang yaitu JIS G3101 (*Rolled Steel for General Structures*) SS disini diartikan sebagai "*Structural Steel*" alias baja kontruksi bukan baja "*Stainless Steel*" yang artinya baja SS400 adalah baja karbon rendah tetapi memiliki kekuatan tinggi, baja SS400 adalah baja umum (*Mild Steel*) dimana komposisi kimianya hanya karbon (C) 0.22, Manganese (Mn) 0.60-1.40, Silikon (Si) 0.35, Sulfur (S) 0.050 dan Posfor (P) 0.040 yang dipakai untuk aplikasi konstruksi umum (*General Purpose Structural Steel*) .Misalnya untuk jembatan (*Bridge*), plat kapal laut, oil tank, dan lain-lain, baja SS400 yaitu baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17 %C) atau Low C Steel material ini tidak dapat dikeraskan (*hardening*) atau perlakuan panas (*Heat Treatment*) melalui proses *quench* dan temper.

Material ini hanya bisa dikeraskan melalui pengerasan permukaan (*Surface Hardening*) seperti karburisasi (*Carburizing*), Nitriding atau Carbonitriding dimana kekerasan permukaan bisa mencapai 10 hingga 20 mikron tergantung parameter prosesnya dan plat baja SS400 ini memiliki kekuatan tarik sebelum diuji minimal 245 MPa. Dari komposisi kimia (*Chemical Composition*) unsur-unsur yang terdapat dalam material baja SS400 tidak menunjukkan ciri khas yang dipunyai material baja

tahan karat yang memiliki kadar krom (Cr) dan Nikel (Ni).Perbedaan presentase karbon pada adonan logam baja karbon sebagai satu cara mengklasifikasikan baja.

### 2.3.1 Spesifikasi Baja

Berikut spesifikasi baja SS400 sesuai standar yang telah ditentukan:

KRAKATAU posco		Mill Test Certificate		Certificate No. : 170714-FPQ3IN-0016A1-0001 Date of Issue : Aug, 16, 2021										
Order No. : Q851029506	Supplier :	PO No. : Q851029506	Commodity : PLATE											
Customer :	Spec & Type : SS400													
Site	Product No.	Quantity	Weight (kg)	Heat No.	Tensile Test		Chemical Composition							
					Y <sub>P</sub> (MPa)	T <sub>S</sub> (MPa)								
							C (%)							
							S (%)							
							Mn (%)							
							P (%)							
							Si (%)							
							Cr (%)							
							Ni (%)							
							Other							
0000012000	PK0211101	1	2,611	000002	T	363	441	31	L	0.1888	0.142	0.312	0.0148	0.0082
0000012000	PK0211101	1	2,611	000002	T	293	446	30	L	0.1888	0.142	0.312	0.0148	0.0082
0000012000	PK0211101	1	2,611	000003	T	283	446	28	L	0.2084	0.164	0.218	0.0148	0.0081
0000012000	PK0211101	1	2,611	000003	T	325	448	31	L	0.2084	0.164	0.218	0.0148	0.0081
	Sub Total (300)	4	10,444 (kg)											
0000012000	PK0209702	1	3,200	000001	T	280	431	30	L	0.2001	0.147	0.320	0.0136	0.0026
0000012000	PK0209601	1	3,200	000001	T	280	431	30	L	0.2001	0.147	0.320	0.0136	0.0026
0000012000	PK0209601	1	3,200	000001	T	291	437	31	L	0.2001	0.147	0.320	0.0136	0.0026
	Sub Total (300)	3	9,600 (kg)											
0000012000	PK0209802	1	3,967	000002	T	284	451	31	L	0.2001	0.164	0.320	0.0148	0.0025
	Sub Total (300)	1	3,967 (kg)											
0000012000	PK0207901-2000	3	13,002	000001	T	280	451	30	L	0.2001	0.147	0.320	0.0136	0.0026
	Sub Total (300)	3	13,002 (kg)											
0000012000	PK0209201	1	5,322	000004	T	281	442	30	L	0.2223	0.150	0.298	0.0121	0.0088
0000012000	PK0209201-0902	2	10,644	000004	T	280	442	30	L	0.2223	0.150	0.298	0.0121	0.0088
0000012000	PK0209201-0902	2	10,644	000004	T	280	442	30	L	0.2223	0.150	0.298	0.0121	0.0088
0000012000	PK0209201-0902	2	10,644	000004	T	280	442	30	L	0.2223	0.150	0.298	0.0121	0.0088
	Sub Total (300)	7	37,254 (kg)											
0000012000	PK0209101	1	3,342	000008	T	283	433	28	L	0.2227	0.151	0.317	0.0134	0.0025
0000012000	PK0209101-0104	2	6,684	000008	T	280	433	28	L	0.2227	0.151	0.317	0.0134	0.0025
0000012000	PK0209101-0104	2	6,684	000008	T	280	433	28	L	0.2227	0.151	0.317	0.0134	0.0025
	Sub Total (300)	5	16,698 (kg)											
	Sub Total	21	61,492 (kg)											

Gambar 2. 8 Spesifikasi baja SS400 (Dokumentasi Pribadi)

### 2.3.2 Jenis-jenis Baja

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Baja karbon rendah, baja tersebut lebih kuat tetapi kemampuan regangannya kurang. Komposisi baja karbon rendah Karbon (C) 0,03%, Sulfur (S) 0,05% maks, Manganese (Mn) 0,7%, Fosfor (P) 0,05% maks, Silisium (Si) 0,2%.
2. Baja karbon sedang mengandung Karbon (C) 0,43 ÷ 0,5%, Fosfor (P) 0,05% maks, Manganese (Mn) 0,06 ÷ 0,09%, Sulfur (S) 0,05% maks, Silikon (Si) 0,15 ÷ 0,3%

3. Baja karbon tinggi mengandung Karbon (C)  $0,5\% \div 0,8\%$ , baja ini memiliki kekuatan tarik, kekerasan, dan ketahanan terhadap korosi lebih tinggi tetapi kemampuan regangnya kurang, tidak mudah dilas, lebih sulit dibentuk dengan mesin.

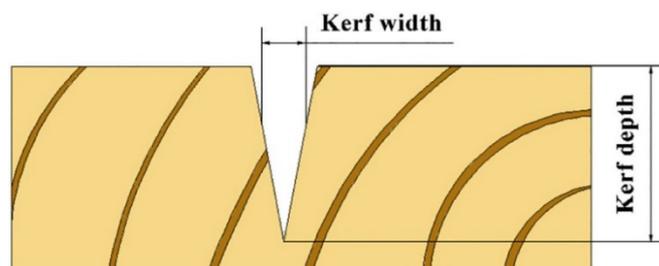
## 2.4 Persyaratan *Cutting*

Berikut ini merupakan persyaratan pemotongan agar didapatkan kualitas hasil potong yang baik dan memenuhi standar:

### 2.4.1 Lebar Garitan

Lebar garitan (*kerf width*) merupakan area yang paling penting dalam potongan karena keberhasilan potongan bergantung pada struktur geometri yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran *kerf width*. Maka, hasil potong juga akan semakin baik. Namun, tingkat keberhasilan *kerf width* pemotongan diukur berdasarkan objek yang terpotong dan menghasilkan lebar potongan di area pola yang dilalui oleh jalur sinar radiasi *cutting* (Gadallah dan Abdu, 2015).

Area *kerf width* diukur menggunakan *microscope* dengan perbesaran tertentu. Karakteristik kualitas lebar garitan juga disebut sebagai area karakteristik geometris potongan. Area ini diukur pada bagian celah yang dihasilkan dari hasil pemotongan (Lee dan Suk, 2020).



Gambar 2. 9 Lebar garitan (Guo dkk., 2021).