

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Plasma *Cutting*



Gambar 2. 1 Plasma *Cutting* (Fractory, 2021)

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 nozzle, pada waktu yang sama busur listrik terbentuk melalui gas dari nozzle ke permukaan yang dipotong, kemudian mengubah sebagian dari udara menjadi Plasma. Di bidang industri Plasma *Cutting* banyak digunakan untuk memotong berbagai material seperti pelat besi, aluminium, baja, *stainless steel*, pelat tembaga. Plasma merupakan wujud fase zat ke 4 setelah fase padat, cair dan gas. Jika diberi panas maka es akan berubah wujud dari padat menjadi cair, dan jika diberi panas berlebih maka cairan akan berubah menjadi uap. Jika panas ditambahkan ke uap, maka akan berubah menjadi Plasma. Jika sejumlah energi

panas ditambahkan kedalam air, air akan menguap dan terurai menjadi dua gas, yaitu oksigen dan hidrogen (Cahyono, 2017).

2.2 Jenis-jenis Plasma *Cutting* dan Kelebihannya



Gambar 2. 2 Jenis Plasma *Cutting* (Millerwelds, 2023)

Adapun beberapa jenis-jenis Plasma *Cutting* dan kelebihannya adalah sebagai berikut:

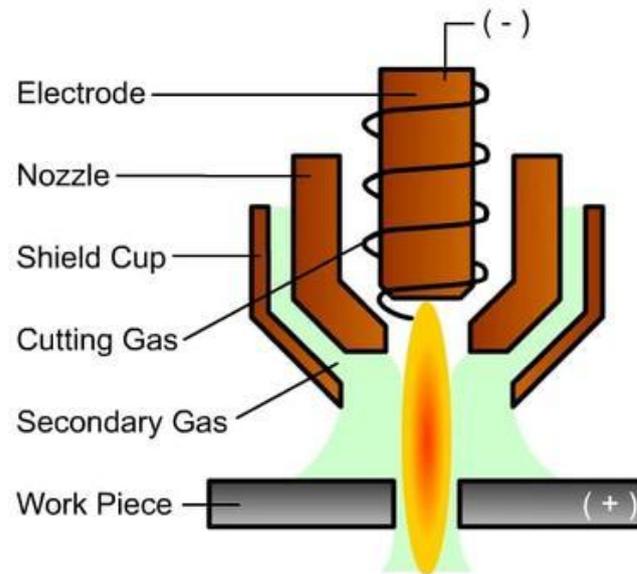
2.2.1 Air Plasma Cutting



Gambar 2. 3 Air Plasma Cutting (Megaperkakas, 2023)

Air Plasma Cutting merupakan salah satu cara pemotongan logam khususnya baja dengan efektifitas dan biaya yang relatif rendah, dengan hasil yang cukup memuaskan. 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 (Wibawa, I Wayan Suma, 2022).

2.2.2 Dual-Gas Arc Plasma Cutting



Gambar 2. 4 *Dual-Gas Arc Plasma Cutting* (Hypertherm, 2024)

Dual-Gas Arc Plasma Cutting merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk memotong logam seperti baja campuran, aluminium, baja karbon, tembaga, baja paduan, titanium dan lain-lain. *Dual gas Plasma Cutting* adalah jenis *Plasma Cutting* yang 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 (Ferry Budhi Susetyo, 2022).

2.2.3 Plasma *Cutting* Konvensional



Gambar 2. 5 Plasma *Cutting* Konvensional (Studiosteel, 2020)

Dalam dunia permesinan dibagi menjadi dua yaitu konvensional dan nonkonvensional. Plasma *Cutting* konvensional adalah salah satu dari macam-macam Plasma *Cutting* yang menggunakan aliran gas ionisasi berkecepatan tinggi untuk melelehkan dan menghapus logam. Plasma *Cutting* ini dapat memotong material yang umumnya terbuat dari logam, 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 (Tiyan, 2022).

2.2.4 *Underwater Plasma Cutting*



Gambar 2. 6 *Underwater Plasma Cutting* (ESAB, 2024)

Underwater Plasma Cutting memiliki mekanisme yang berbeda dengan pemotongan kering, *Underwater Plasma Cutting* merupakan pemotongan 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 (Mun & Cho, 2020).

2.2.5 Plasma Arc Cutting



Gambar 2. 7 Plasma Arc Cutting (Grill, 2024)

Plasma Arc Cutting merupakan proses yang digunakan untuk memotong logam dengan menggunakan Plasma, dengan menggunakan Plasma Arc Cutting metode pemotongan menjadi sangat efisien dan menawarkan keuntungan besar dalam hal kecepatan potong dan biaya awal jika dibandingkan dengan *oxy-fuel Cutting* dan *water jet Cutting*. Kelebihan utama dari metode ini adalah hasil pemotongannya yang menghasilkan presisi tinggi. Selain itu, proses ini juga efisien dalam memotong material yang lebih tebal dibandingkan dengan metode pemotongan termal lainnya. Metode ini sering digunakan dalam konstruksi bangunan dan pembuatan kendaraan. Sedangkan untuk kelemahannya yakni sangat tinggi tingkat kebisingannya, resiko sengatan listrik, radiasi Plasma yang tinggi, dan besarnya jumlah asap dan gas (Setyarto, 2023).

2.2.6 CNC Plasma Cutting



Gambar 2. 8 CNC Plasma Cutting (Modernmachinery, 2024)

Seiring berkembangnya teknologi *Mesin Plasma Cutting* yang semula digerakkan secara manual dapat dimodifikasi agar pergerakannya lebih stabil dan konstan, yaitu dengan menggunakan sistem CNC. CNC Plasma Cutting dapat memberikan presisi tinggi dan otomatisasi sehingga mengurangi risiko kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi produksi. Kemampuan untuk memotong berbagai bentuk dan pola membuatnya ideal untuk produksi massal dan proyek dengan kebutuhan desain yang rumit (Rizkiawan & Sumbodo, 2020).

2.2.7 Robotic Plasma Cutting



Gambar 2. 9 Robotic Plasma Cutting (Robotmaster, 2024)

Robot saat ini digunakan dalam proses manufaktur seperti pemotongan Plasma, Macam-macam Plasma Cutting terakhir adalah *robotic Plasma Cutting* yang mirip dengan pemotongan Plasma CNC, tetapi obor pemotongan dipasang pada lengan robotik. Umumnya, metode ini digunakan dalam proses manufaktur otomatis karena memberikan peningkatan produktivitas dan efisiensi dalam pemotongan bentuk-bentuk kompleks dengan tingkat presisi tinggi. Kelebihan *robotic Plasma Cutting* mencakup fleksibilitas dan kecepatan dalam pemotongan bentuk yang kompleks. Penggunaan robot sangat membantu dalam meningkatkan konsistensi pemotongan dan menangani proyek-proyek dengan tingkat kerumitan yang tinggi (Alontseva, 2020).

2.3 Cara Menggunakan Plasma Cutting

Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan mesin 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 kontrol 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 (Kawanlana, 2023).

2.4 Penggunaan Plasma *Cutting*

Mesin Plasma *Cutting* dapat digunakan untuk memotong bahan konduktif, seperti baja karbon, baja tahan karat (*Stainless Steel*), aluminium, tembaga, kuningan, dan logam cor. Bahan-bahan tersebut memiliki perilaku yang berbeda ketika mengalami pemanasan dan pendinginan intens dari pemotongan Plasma. Dalam hal ini mesin Plasma *Cutting* yang dimaksud yaitu Multipro cut 65 G-SB yang dirancang untuk memotong logam dengan maksimal ketebalan 40mm (Benziro, 2019).

2.5 Pengertian Kompresor

Kompresor adalah mesin yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan dan dapat memampatkan gas atau udara. Untuk menghasilkan tenaga, kompresor umumnya menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Udara bertekanan yang dihasilkan kompresor biasanya diaplikasikan untuk penggerak sistem pneumatik, percepatan dengan teknik *air brush*, ataupun mengisi angin pada ban. Dalam kegiatan kali ini menggunakan kompresor dengan jenis Lakoni Fresco 130x (Setiawan & Riyanto, 2019).

2.5.1 Fungsi Kompresor

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

1. Mengisi udara pada ban.
2. Menyuplai udara pada penyelam.
3. Menyuplai udara bersih dengan tekanan tinggi untuk mengisi silinder atau tabung gas.
4. Menyuplai udara untuk alat-alat *spray* atau *air brush*.
5. Menyuplai udara bersih bertekanan pada sistem kontrol Heating, Ventilaiton, dan *Air Conditioning* (HVAC) *pneumatic* di bangunan-bangunan perkantoran atau sekolah.
6. Menghasilkan udara bertekanan dalam volume besar untuk keperluan proses industri skala besar, contohnya sistem *purge* pada pabrik semen (Klop mart, 2019).

2.6 Pengertian Aluminium



Gambar 2. 10 *Aluminium* (Loftis Steel, 2024)

Aluminium terdiri dari beberapa kelompok yang dibedakan berdasarkan jenis paduan yang membentuknya. Setiap paduan memberikan sifat yang berbeda pada aluminium. Aluminium seri 5052 adalah jenis paduan yang utamanya mengandung magnesium (Mg) sebagai komponen utama, di mana angka kedua, ketiga, dan keempat menunjukkan unsur paduan lainnya yang ada dalam campuran tersebut. Paduan ini memiliki ketahanan korosi yang sangat baik, namun tetap mempertahankan sifat mekanis yang tinggi. Material ini banyak digunakan pada aplikasi dengan suhu rendah, seperti peralatan rumah tangga dan *Air Conditioning* (Tarmizi & Hutapea, 2016).

2.6.1 Sejarah Aluminium

Pada tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oested pada tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroul di Prancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisis dari garam

yang terfusi. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya pada urutan yang kedua setelah baja dan besi, yang tertinggi diantara logam *non ferrous*. Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik serta sifat sifat lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap ketentuan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, An, Ni, secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat yang baik lainnya (Sofia, 2023).

2.6.2 Jenis-Jenis Paduan Aluminium

Paduan Aluminium ada beberapa macam jenis, yaitu :

1. Paduan seri (1xxx)

Paduan seri (1xxx) merupakan jenis paduan Al-murni dengan tingkat kemurniannya sekitar 90% hingga 99,9%. Aluminium paduan Al-murni memiliki sifatnya yang baik dan memiliki ketahanan korosi, serta konduksi listrik yang membuat sifatnya mampu terhadap las, akan tetapi ada yang kurang cukup baik yaitu dilihat dari segi kekuatannya yang terbilang masih cukup rendah.

2. Paduan seri (2xxx)

Paduan seri (2xxx) merupakan jenis dari paduan Al-Cu yang cukup mampu diperlakukan panas, melalui pengelasan *deposisi* atau *elektropating* untuk sifat mekaniknya. Paduan Al-Cu merupakan jenis paduan yang mempunyai daya hantar korosimya rendah jika dibandingkan dengan jenis paduan lainnya.

Paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, dengan melalui tahap pengerasan endapan atau penyepuhan. Paduan ini banyak digunakan dalam kontruksi pesawat terbang dan juga digunakan dalam pembuatan paku keling.

3. Paduan seri (3xxx)

Paduan seri (3xxx) merupakan jenis paduan Al-Mn yang tidak bisa diperlakukan panas sebagai akibatnya menaikkan kekuatannya hanya bisa diusahakan melalui pengerjaan dingin. Paduan ini mempunyai sifat yang seragam dengan jenis aluminium murni dalam hal ketahanannya terhadap korosi, sedangkan mengenai kekuatannya, jenis paduan Al-Mn jauh lebih unggul.

4. Paduan seri (4xxx)

Paduan seri (4xxx) merupakan jenis paduan Al-Si yang tidak bisa diperlakukan panas, paduan Al-Si pada keadaan cair memiliki sifat sanggup mengalir yang cukup baik dan pada mekanisme pembekuannya nyaris tidak ada terjadinya keretakan. Dikarenakan sifat-sifatnya, maka paduan Al-Si cukup dipakai menjadi bahan logam las pada pengelasan paduan aluminium baik cor maupun paduan tempa.

5. Paduan seri (5xxx)

Paduan seri (5xxx) ialah jenis paduan Al-Mg yang tidak bisa diperlakukan panas, namun memiliki karakter yang cukup baik pada daya tahan korosi, terpenting korosi terhadap air laut, dan pada sifat mampu lasnya. Paduan Al-Mg cukup besar dipakai dalam tangki-tangki penyimpanan gas alam cair dan

oksigen cair. Paduan Al-Mg memiliki ketahanan korosi dan ringan, dengan seperti itu paduan Al-Mg bisa dipakai dalam pekerjaan konstruksi terpenting untuk wilayah yang berkorosif.

6. Paduan seri (6xxx)

Paduan seri (6xxx) merupakan jenis paduan Al-Mg-Si yang bisa diperlakukan panas serta memiliki sifat sanggup terhadap pemotongan. Penambahan unsur Mg yang lebih sedikit pada aluminium membuat penguatan sedikit terjadi, melainkan apabila secara simultan mengandung (Si) lalu dapat dikeraskan dengan dilakukannya penguatan panas sehabis perlakuan pelarutan. Hal itu terjadi karena adanya paduan (Mg, Si) yang berfungsi sebagai zat murni yang membuat kesinambungan dalam komposisi biner semu dengan aluminium. Adapun kelemahan dari paduan Al-Mg-Si adalah kekuatannya kurang apabila digunakan untuk bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya. Paduan Al-Mg-Si diperlukan untuk rangka konstruksi.

7. Paduan seri (7xxx)

Paduan seri (7xxx) merupakan jenis paduan Al-Zn yang bisa diperlakukan panas, sifatnya sanggup las dan memiliki kemampuan ketahanannya terhadap korosi kurang cukup baik. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih berdasarkan 504 Mpa, sebagai akibatnya paduan Al-Zn dinamakan *ultra duralium* yang jarang dipakai buat kerangka pesawat. Berbeda menggunakan kekuatan tariknya, sifat sanggup las dan kemampuan terhadap korosi kurang cukup baik. Jenis paduan Al-Zn-Mg saat ini sudah banyak dipakai pada rancangan las,

diakrenakan jenis paduan ini akan lebih baik berdasarkan dalam paduan Al-Zn (Wisnujati & Sepriansyah, 2018)

2.6.3 Fungsi Aluminium

Stainless steel digunakan dalam berbagai macam fungsi, berikut beberapa contoh fungsinya:

1. Industri Kimia

Stainless steel mempunyai banyak fungsi, salah satunya dalam industri kimia. Memiliki sifat yang tahan terhadap korosi, *stainless steel* telah dikembangkan untuk digunakan pada industri tersebut.

2. Dunia Medis

Selain di industri kimia, *stainless steel* juga memberikan fungsi yang sangat bermanfaat di dunia medis. Itu karena bahan tersebut tahan terhadap korosi dan mudah disterilkan.

3. Kebutuhan Konstruksi dan Arsitektur

Umumnya, jenis *stainless steel* untuk dunia konstruksi haruslah memiliki fleksibilitas, kekuatan, dan ketahanan terhadap korosi. Dengan sifat tersebut, material ini pun kerap digunakan dalam konstruksi modern (Santoso, 2015)

2.6.4 Kelebihan dan Kekurangan Aluminium

Berikut kelebihan dan kekurangan dari Aluminium:

1. Kelebihan Aluminium

- a. Ringan: Aluminium memiliki sifat yang ringan bahkan lebih ringan dari magnesium dengan densitas $1/3$ dari densitas besi. Kekuatan dari paduan

aluminium dapat mendekati dari baja karbon dengan kekuatan tarik 700 Mpa (100 ksi). Kombinasi ringan dengan kekuatan yang cukup baik membuat aluminium sering diaplikasikan pada kendaraan bermotor, pesawat terbang, dan alat-alat konstruksi seperti tangga.

- b. Mudah dalam pembentukannya: Aluminium merupakan salah satu logam yang mudah untuk dibentuk dan difabrikasi seperti *forging*, *bending*, *rolling*, *casting*, *drawing*, dan *machining*. Struktur kristal yang dimiliki aluminium adalah struktur kristal FCC (*Face Centered Cubic*), sehingga aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah.
- c. Tahan terhadap korosi: Aluminium dapat tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Hal ini dikarenakan permukaan aluminium mampu membentuk lapisan alumina (Al_2O_3) bila bereaksi dengan oksigen.
- d. Konduktifitas panas tinggi: Konduktifitas panas tinggi pada aluminium tiga kali lebih besar dari besi, maupun dalam pendinginan dan pemanasan. Sehingga aplikasi banyak digunakan pada radiator mobil, koil pada evaporator, alat penukar kalor, alat-alat masak, maupun komponen mesin.
- e. Konduktifitas listrik tinggi: Konduktifitas listrik tinggi pada aluminium sangat baik bahkan dua kali lebih besar dari pada tembaga dengan perbandingan berat yang sama. Sehingga sangat cocok digunakan pada kabel transmisi listrik.

f. Tidak beracun: Aluminium tidak memiliki sifat beracun pada tubuh manusia, sehingga sering digunakan dalam industri makanan seperti kaleng minuman dan kaleng makanan serta pipa-pipa penyalur pada industri makanan dan minuman.

2. Kelemahan Aluminium

- a. Biaya: Umumnya Aluminium harganya lebih mahal daripada jenis baja lainnya seperti carbon steel. Hal ini membuatnya kurang ekonomis untuk diterapkan di beberapa aplikasi.
- b. Kualitas yang kurang baik: Aluminium relatif lunak, sehingga mudah tergores dan penyok jika tidak ditangani dengan benar.
- c. Penampilan permukaan: Permukaan profil Aluminium rentan terhadap goresan yang dapat mempengaruhi penampilannya (Wibowo, A. H., Hadi, S. P., & Purnaweni, 2018)