

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pemotongan**

Prinsip pemotongan dengan panas, yaitu pemanfaatan reaksi baja dalam keadaan berpijar dengan zat asam murni<sup>1</sup>. Reaksi kedua zat tersebut menghasilkan panas yang dahsyat sehingga dengan mudah dan cepat mencairkan baja. Untuk memijarkan baja, terlebih dahulu baja dipanaskan dengan nyala pemanasan pendahuluan dari brander potong. Sebagai media pemanas, digunakan campuran gas pembakar sebagaimana halnya brander las atau solder keras. Adapun jenis nyala adalah jenis nyala oksidasi atau nyala karburasi. Jenis nyala yang digunakan juga tergantung dengan tebal atau tipisnya bahan yang akan dipotong.

Hal yang terpenting adalah bahwa jangan sampai mencair sebelum dialiri zat asam pemotong atau dengan kata lain, pemanasan pendahuluan jangan sampai terlalu panas. Saat zat murni bertekanan menusuk permukaan baja berpijar, titik yang tertusuk zat asam tersebut teroksidasi yang segera tercairkan dan tertiuap pergi oleh tekanan zat asam murni. Akibatnya, permukaan baja terbuka kembali dan berulang lagi proses oksidasi berikutnya pada titik yang sama. Proses terus berulang hingga terjadilah lubang pada titik tadi. Jika pemotongan dilakukan pada pinggir bahan, yang terjadi bukanlah lubang, tetapi merupakan sebuah galur (*groove*) yang terjadi hanyalah lubang atau parit tadi yang semakin sedikit bertambah lebar oleh terjadinya peleburan lanjut pada sisi lubang. Namun, jika brander potong digerakkan, terjadilah proses oksidasi dan peleburan seperti yang

---

<sup>1</sup> Umaryadi, Modul Pengelasan, Pematrian, Pemotongan dengan Panas dan Pemanasan, (Surakarta: Yudistira 2007), hlm.64.

telah diuraikan sebelumnya ditempat yang baru dan terpotonglah baja sesuai dengan alur yang dilalui semburan zat asam murni tersebut.

## 2.2. Pemotongan Bakar

Pemotongan bakar (pemotongan ologen) ialah proses pemenggalan, terutama untuk benda kerja dari baja. Proses ini berdasarkan atas sifat bahan untuk tersulut dan terbakar didalam pancaran zat asam murni pada suhu di bawah titik lebur, tanpa meleleh<sup>2</sup>.

Prinsip benda kerja yang akan dipotong diberi pemanasan awal dengan api pemanas (api asetilen – zat asam dan lain lain) pertama – tama menuju suhu penyulutan bahan (hampir pijar putih). Kemudian dihembuskan pancaran yang paling sedikit mengandung 95% zat asam murni pada tempat yang terpanaskan yang merangsang pembakaran bahan. Pada pembakaran ini muncul panas yang menyengat lokasi pemotongan hingga kedalaman bahan terus menerus menuju suhu penyulutan dan dengan demikian mempertahankan proses pembakaran menembus segenap tebal bahan. Pancaran zat asam seakan – akan meresap dari permukaan atas benda kerja sampai sisi bawah.

Terak pembakaran dienyahkan oleh hembusan tekanan zat asam penyayat pada sisi bawah benda kerja. Dengan menggerakkan laju pembakar ke arah yang dikehendaki, terjadilah celah pemisah yang sempit.

Api pemanasan tidak mati selama proses pemotongan karena permukaan benda kerja yang dingin di depan lokasi pemotongan tidak tercapai oleh panas pembakaran yang terjadi disebelah dalam benda kerja

---

<sup>2</sup>Ing. Alois Schonmetz, *Pengerjaan Logam dengan Perkakas Tangan dan Mesin Sederhana*, (Bandung: Angkasa 1977), hlm.346.

### 2.2.1. Pemotongan dengan gas oksigen

Cara pemotongan yang banyak digunakan pada waktu kini adalah pemotongan panas dengan gas oksigen, pemotongan terjadi karena adanya reaksi antara oksigen dan baja<sup>3</sup>. Pada permulaan pemotongan, baja dipanaskan lebih dahulu dengan api oksi-asetilen sampai mencapai suhu antara 800 sampai 900°C. Kemudian gas oksigen tekanantinggi atau gas pemotong disemburkan kebagian yang telah dipanaskan dan terjadilah proses pembakaran yang membentuk oksida besi. Karena titik cair oksida besi lebih rendah dari baja, maka oksida tersebut mencair dan terhembus oleh gas pemotong. Dengan demikian terjadilah proses pemotongan.

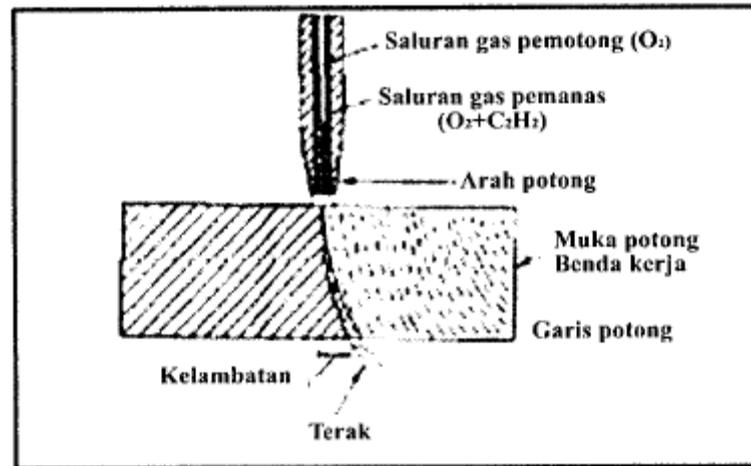
Proses pembakaran yang terjadi selama pemotongan diperkirakan mengikuti reaksi sebagai berikut:



Reaksi diatas menunjukkan bahwa selama pemotongan dihasilkan panas, sehingga proses pemotongan dapat berlangsung terus dengan hanya menyemburkan oksigen saja. Tetapi dalam praktik hanya bahwa pemanasan masih tetap digunakan.

---

<sup>3</sup> Daryanto, *Proses Pengolahan Besi dan Baja ( Ilmu Metalurgi)*, (Bandung, Satu Nusa 2010), hlm 102



Gambar 2.1 Proses pemotongan dengan gas oksigen<sup>4</sup>

Penampang memanjang garis potong pada pemotongan dengan oksigen.

Skema pemotongan dengan gas ditunjukkan dalam gambar diatas, dimana dapat dilihat gas oksigen bertekanan tinggi atau gas pemotong disemburkan melalui lubang tengah sedangkan gas oksigen oksidasi untuk pemanas dialirkan melalui lubang – lubang kecil yang mengelilinginya.

Hasil pemotongan ini dinyatakan baik apabila memenuhi syarat sebagai berikut:

- Alur potong harus cukup kecil
- Permukaan potong harus halus
- Terak halus mudah terkelupas
- Sisi potong atas pemotongan tidak membulat.

<sup>4</sup>Ibid, hlm.103

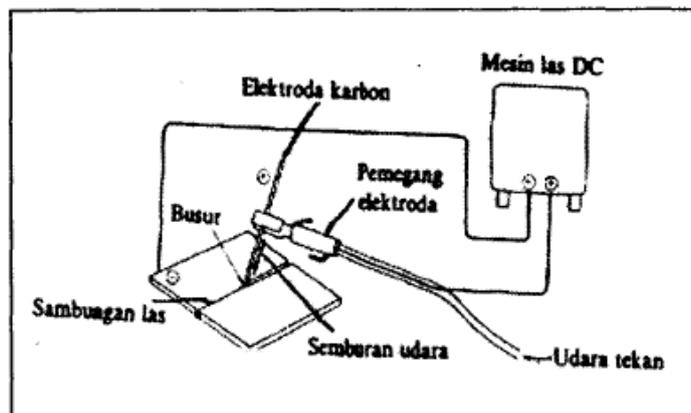
Mengenai kualitas hasil potong ini Asosiasi Las Jepang dalam standar no.WES-2801 telah menentukan kriteria untuk kualitas permukaan hasil pemotongan dengan gas oksigen.

Untuk memenuhi kriteria tersebut kualitas dari gas oksigen dan api pemanas, karakteristik alat yang digunakan dan kondisi pemotongan harus di atur dengan teliti.

Alat potong ini dikelompokkan dalam jenis tekanan rendah dan tekanan sedang.Sedangkan pelaksanaan dengan otomatis dimana alat diletakkan pada kereta yang digerakkan dengan motor.

### 2.2.2. Pemotongan Panas dengan Busur Udara

Pemotongan logam dengan busur udara adalah cara pemotongan logam dimana logam yang akan dipotong dicairkan dengan menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh elektroda karbon. Kemudian cairan logam tersebut di sembur dengan udara tekan.



Gambar 2.2 Proses pemotongan dengan busur udara<sup>5</sup>

Cara pemotongan dengan busur udara ini mulai banyak digunakan dilupakan karena mempunyai efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan

<sup>5</sup> Ibid, hlm.107

dengan pemotongan gas (oksi-asetilen). Di samping itu dalam pengelasan, pemotongan dengan busur udara dapat menghasilkan daerah pengaruh panas yang lebih sempit dan mempunyai pengaruh yang lebih sedikit terhadap logam induk bila dibandingkan dengan pemotongan gas. Oleh karena itu, dalam pengelasan, pemotongan busur udara lebih banyak digunakan daripada dengan pemotongan gas.

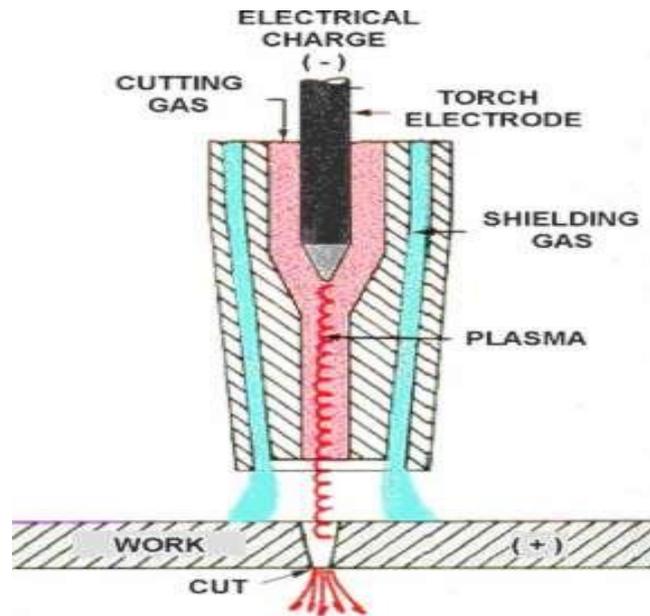
### **2.2.3. Pemotongan panas dengan *Plasma (Plasma-Arc Cutting)***

Dalam proses pemotongan dengan menggunakan plasma, alat potong menggunakan sebuah elektroda *tungsten* yang dipasang dalam nozel<sup>6</sup>. Karena elektroda tungsten ini akan mengeluarkan busur yang sangat panas, maka nozzle harus didinginkan dengan air. Bentuk nozzle dibuat sedemikian rupa, sehingga gas sebelum keluar dipanaskan oleh tungsten. Gas tersebut dengan kecepatan tinggi digunakan untuk meniup (menyembur) logam yang telah dipanaskan sehingga dengan mudah terjadi pemotongan.

Pemotong panas dengan plasma mudah dioperasikan dapat untuk memotong logam apa saja. Tetapi karena harga peralatan ini sangat mahal, maka plasma cutting hanya digunakan untuk memotong logam yang mahal seperti stainless steel dan aluminium.

---

<sup>6</sup> Ibid, hlm.108



Gambar 2.3. Proses pemotongan dengan plasma cutting.

#### 2.2.4. Pemotongan dengan Laser

Pemotongan laser tergantung pada pemusatan berkas laser yang sejajar dengan menggunakan suatu lensa sehingga kerapatan energy cukup untuk melebur benda kerja<sup>7</sup>. Sistem laser karbon dikosida mampu meneruskan keluaran yang digetarkan sebesar 1 KW dan 50 KW.

Untuk pemotongan, digunakan oksigen yang bergabung dengan semburan gas. Panas yang dibangkitkan pada bintik sinar laser bervariasi untuk logam yang berbeda dan logam tersebut yang mempunyai sifat pemantulan yang tinggi dan konduktivitas termal yang baik (misalnya aluminium, tungsten) sukar dipanasi. Paduan baja tahan karat, walaupun mempunyai permukaan pantulan cahaya yang mengkilap, mudah dipanasi oleh karena konduktivitasnya yang relative kurang baik.

Untuk memotong bahan-bahan, semakin tinggi daya keluaran yang dihasilkan semakin kuat pula berkas yang jika digabungkan dengan

<sup>7</sup> W Kenyon, Dasar – dasar pengelasan, (Jakarta: Erlangga 1985), hlm 176

semburan oksigen, mengakibatkan logam mendidih dan kemudian menguap. Oksida cair logam terbentuk kemudian dipaksa keluar dari alurnya oleh aksi semburan. Lebar alur ditentukan oleh ukuran bintik laser yang difokuskan.

Keuntungan dari pemotongan laser yaitu:

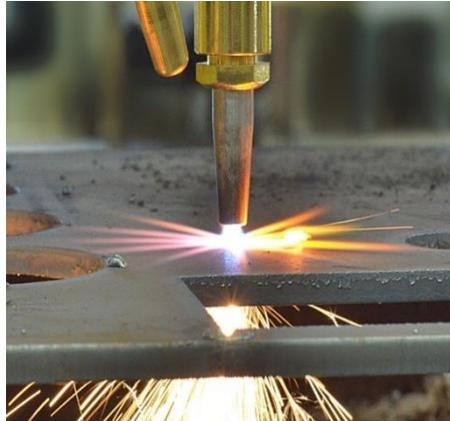
- Tekukan dan distorsi sedikit
- Pada hakekatnya setiap logam bisa dipotong
- Lebar alur yang sangat sempit (0,4 mm dan kurang)
- Ketelitian potong yang tinggi, terutama bila pemotongan profil automatic

### ***2.3.Flame Cutting***

Proses *Flame Cutting* dikenal dengan banyak nama, seperti *Oxy Acetylene Cutting*, *Oxy Fuel Gas Cutting*, *Oxygen Burning*, *Steel Burning* dan masih banyak lagi. Proses yang telah berusia 111-112 tahun ini dipatenkan pada tahun 1901 oleh Thomas Fletcher. Salah satu aplikasi komersil pertamanya digunakan untuk membuat berangkas baja sebuah bank.

Merupakan proses Termo-Kimia membutuhkan sumber panas yang intens, disebut sebagai pemanasan dan dibutuhkan oksigen murni. Kebutuhan oksigen murni dari kemurnian minimal 99,5%, yang merupakan kemurnian minimum. Penurunan kemurnian 0,1% akan mengurangi kecepatan pemotongan sekitar 10%. Selain sumber oksigen kurang murni sambungan selang yang tidak benar atau kebocoran apapun dapat memungkinkan kotoran di dalam sistem sehingga mengurangi kecepatan potong. Kemurnian oksigen yang tinggi menyebabkan

kemungkinan kondisi yang sangat berbahaya dan membutuhkan perhatian khusus dalam pemilihan peralatan dan desain sistem perpipaan untuk penggunaannya.



Gambar 2.4 Proses Flame Cutting<sup>8</sup>

Proses ini dapat digunakan untuk memotong berbagai jenis material dengan syarat dasar memiliki nilai oksidasi yang lebih rendah dari titik lebur material tersebut. Salah satu contoh material yang tidak bisa dipotong adalah Aluminium yang memiliki titik lebur 1200°F-1.300°F tapi memiliki nilai oksidasi diatas 5000°F.

Proses pemotongan untuk setiap ketebalan sama material harus dipanaskan sampai temperatur 1.600°F s/d 1.800°F, kemudian Oksigen disemburkan ke area yang dipanaskan dan baja akan teroksidasi atau terbakar. Kualitas permukaan potongan bisa cukup baik dengan tepi atas yang tajam, permukaan rata, dan tidak ada terak di tepi bawah.

Kualitas pemotongan ditentukan dengan berbagai parameter, yang utama kompetensi dari kompetensi operator. Daftar singkat dari item/parameter yang mengendalikan kualitas pemotongan diantaranya:

---

<sup>8</sup>ESAB, *ESAB KNOWLEDGE CENTER What is Flame Cutting?*, <http://www.esabna.com/us/en/education/blog/what-is-flame-cutting.cfm> diakses pada tanggal 18 April 2015 pada pukul 20:28 WIB

- 1.) Pemilihan *cuttingtip* yang tepat.
- 2.) Tekanan oksigen yang tepat.
- 3.) Pemanasan yang tepat.
- 4.) Kecepatan pemotongan yang tepat.
- 5.) Pemilihan bahan bakar yang tepat.

Sistem pasokan yang tepat (baik bahan bakar atau oksigen) yang cukup untuk memasok jumlah gas yang dibutuhkan pada tekanan yang dibutuhkan.

## **2.4.Peralatan Pemotongan Bakar**

Dalam proses pemotongan terdapat beberapa peralatan pemotongan yang dapat menunjang dalam proses pemotongan, yaitu<sup>9</sup> :

### **2.4.1. Tabung Gas**

Tabung gas berfungsi untuk menampung gas atau gas cair dalam bertekanan. Umumnya tabung gas dibuat dari baja, tetapi sekarang ini sudah banyak tabung-tabung gas yang terbuat dari paduan aluminium. Tabung gas tersedia dalam bentuk beragam mulai berukuran kecil hingga besar. Ukuran tabung ini dibuat berbeda karena disesuaikan dengan kapasitas daya tampung gas dan jenis gas yang ditampung.

Untuk membedakan tabung gas apakah didalamnya berisi gas oksigen, asetilen atau gas lainnya dapat dilihat dari kode warna yang ada pada tabung itu.

---

<sup>9</sup> Daryanto, Teknik mengelas logam, ( Bandung: Satu Nusa, 2011), hlm 78

#### 2.4.2. Katup Tabung

Pengatur keluarnya gas dari dalam tabung digunakan katup. Katup ini ditempatkan tepat dibagian atas dari tabung. Pada tabung gas oksigen, katup biasanya dibuat dari material kuningan, sedangkan untuk tabung asetelin atau gas lainnya, katup ini terbuat dari material baja.

Katup silinder oksigen terletak diujung atas silinder berguna untuk membuka atau menutup keluarnya oksigen sesuai keperluan. Dalam katup ini terdapat lubang pengaman dimana jika temperatur naik maka tekanan akan naik, tekanan akan dikurangi lewat pengaman ini

#### 2.4.3. Regulator

Regulator atau lebih tepat dikatakan katup penuntun tekan, dipasang pada katup tabung dengan tujuan untuk mengurangi atau menurunkan tekanan hingga mencapai tekanan kerja *torch*. Regulator ini juga berperan untuk mempertahankan besarnya tekanan kerja selama proses pengelasan atau tekanan kerja harus dipertahankan pemotongan. Bahkan dalam tabung menurun, jika tekanan tetap oleh regulator. Pada regulator terdapat bagian-bagian seperti saluran masuk, katup pengaturan tekanan kerja, katup pengaman, alat pengukuran tekanan tabung, alat pengukuran tekanan kerja, dan katup pengatur keluar gas menuju selang.

#### 2.4.4. Selang Gas

Untuk mengalirkan gas yang keluar dari tabung menuju *torch* digunakan selang gas. Untuk memenuhi persyaratan keamanan, selang harus mampu menahan tekanan kerja dan tidak mudah bocor. Dalam pemakaiannya, selang dibedakan berdasarkan jenis gas yang dialirkan. Untuk cara membedakan selang oksigen dan selang oksitelin atau gas lainnya maka cukup memperhatikan kode warna pada selang.

#### 2.4.5. *Torch* (Pembakar)

Gas yang dialirkan melalui selang selanjutnya diteruskan oleh *torch*, didalamnya dan akhirnya pada ujung nosel terbentuk nyala api. Dari keterangan tersebut, *torch* memiliki dua fungsi, yaitu:

- a) Sebagai pencampur gas oksigen dan gas bahan bakar.
- b) Pembentuk nyala api di ujung nosel

Tabel berikut menyarankan penentuan nomor ukuran pemotong yang disesuaikan dengan tebal plat yang dipotong

Tabel 2.1 Ukuran mulut potong<sup>10</sup>

Nomor	Tebal Pelat (mm)
00	3 – 6
0	6 – 10
1	10 – 15
2	15 – 25
3	25 – 40
4	40 – 65
5	100 – 150
6	65 – 100
7	150 – 220
8	220 – 300

*Torch* dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut klasifikasi berikut:

a. Menurut cara atau jalannya gas masuk ke ruang pencampur, *torch* dibedakan atas:

- *Injector Torch* (*torch* tekanan rendah)

Pada *torch* jenis ini, bertekanan gas bahan bakar selalu dibuat lebih rendah dari tekanan oksigen

- *Equal pressure torch* (*torch* bertekanan sama)

Pada *torch* ini, tekanan oksigen dan tekanan gas bahan pada *torch* ini, tekanan oksigen dan tekanan gas bahan bakar pada sisi saluran

<sup>10</sup>Umaryadi, *Op. cit*, hlm.62.

masuk sama besar. Proses pencampuran kedua gas dalam ruang pencampur berlangsung dalam tekanan yang sama.

b. Menurut ukuran dan berat, *torch* dibedakan atas:

- *Torch* normal
- *Torch* ringan atau kecil

c. Menurut jumlah saluran yang digunakan, *torch* dibedakan atas:

- Nyala api tunggal
- Nyala api jamak

d. Menurut gas yang digunakan, *torch* dibedakan atas:

- Gas asetelin
- Gas hydrogen dan lain-lain

e. Menurut aplikasi, *torch* dibedakan atas:

- Manual
- Otomatik atau semi otomatis

#### 2.4.6 Tip Cleaner

Alat ini berfungsi untuk lubang mulut pembakar.

#### 2.4.7 Lighter (Pemantik Api)

Lighter atau pemantik api atau korek api digunakan untuk menyalakan gas campuran acetylene dan oksigen yang dipakai sebagai pemanas awal pada proses pemotongan dengan gas. Lighter yang digunakan adalah lighter khusus untuk menyalakan brander. Lighter harus bergagang panjang untuk menghindari terbakarnya tangan pada saat menyalakan brander.

#### 2.4.8 Sikat Kawat

Sikat kawat berfungsi untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan sisa-sisa terak yang masih ada setelah dibersihkan dengan palu terak. Bahan serabut sikat terbuat dari kawat-kawat baja yang tahan terhadap panas dan elastis, dengan tangkai dari kayu yang dapat mengisolasi panas dari bagian yang disikat.

#### 2.4.9 Palu Las

Palu las digunakan untuk membersihkan terak yang terjadi akibat proses pemotongan dan pengelasan dengan cara memukul atau menggores teraknya. Pada waktu membersihkan terak, gunakan kaca mata terang untuk melindungi mata dari percikan bunga api dan terak. Ujung palu yang runcing digunakan untuk memukul pada bagian sudut rigi-rigi. Palu las sebaiknya tidak digunakan untuk memukul benda-benda keras, karena akan mengakibatkan kerusakan pada bentuk ujung-ujung palu sehingga palu tidak bisa berfungsi sebagaimana mestinya.

#### 2.4.10 Tang Penjepit

Tang elektroda digunakan untuk menjepit elektroda las. Alat ini terdiri atas mulut penjepit dan pegangan yang dibungkus penyekat.

#### 2.4.11 Air

Air digunakan untuk mendinginkan benda kerja setelah pengelasan.

### 2.5. Material

Besi plat adalah besi lembaran yang mempunyai dimensi ukuran tebal x panjang x lebar. Plate hitam atau biasa plat yang mempunyai ukuran 4 feet x 8 feet standar ukuran triplek. Material ini sering digunakan oleh kontraktor sebagai penguat pada struktur baja profil atau sebagai dudukan material profile sedangkan pabrikator menggunakannya untuk bahan pembuatan tangki, stamping dan masih banyak lagi.

#### 2.5.1. SPHC (*Steel Plate Hot non Cooler*)

SPHC adalah baja berkualitas komersial canai panas.SPHC adalah kelas bahan dan penunjukan didefinisikan dalam JIS G3131 standar.JIS G3131 adalah standard bahan jepang untuk baja canai panas.Kualitas baja canai panas adalah jenis baja yang dapat digunakan secara komersial untuk membentuk tujuan yang juga dapat mencakup geser dari lembaran logam.Karakteristik dimensi baja SPHC, ketebalan berlaku untuk bahan SPHC berkisar sampai 2000 m.

**Tabel 2.2** Komposisi kimia SPHC<sup>11</sup>

Symbol	Chemical composition			
	C max	Mn max	P max	S max
SPHC	0.15	0.60	0.050	0.050

**Tabel 2.3** Sifat mekanis SPHC<sup>12</sup>

Symbol	Tensile strength N/mm <sup>2</sup> min	Elongation% min						Bendability		
		≥1.2	≥1.6	≥2	≥2.5	≥3.2	≥4m	Bendin g angle	Inside Radius	
		<1.6 mm	<2m m	<2.5 mm	<3.2m m	<4m m			<3.2 mm	≥3.2 mm
SPHC	270	27	29	29	29	31	31	180°	Flat on it self	Thickne ss x 0.5

## 2.6. Prosedur Pemotongan

Prosedur yang harus dilakukan ketika menyiapkan suatu kegiatan pemotongan logam adalah sebagai berikut<sup>13</sup>:

1. Menyiapkan peralatan potong yang meliputi:
  - Tabung lpg lengkap dengan isinya
  - Tabung oksigen lengkap dengan isinya

<sup>11</sup>BEBON INTERNATIONAL, SPHC, SPHDSteel Plate

[www.steel-plate-sheet.com/steel-plate/jis/SPHCSPHD.html](http://www.steel-plate-sheet.com/steel-plate/jis/SPHCSPHD.html) diakses pada tanggal 5 Oktober 2015 pada pukul 21:05 WIB

<sup>12</sup>Ibid

<sup>13</sup> Daryanto, *Op. cit*, hlm 105

- Regulator lpg masih bekerja dengan baik
  - Regulator oksigen masih bekerja dengan baik
  - Selang oksigen dan lpg dengan ukuran yang memadai
  - Brander yang memiliki beberapa nozel dengan ukuran memotong ketebalan bahan yang bervariasi
2. Menyiapkan bahan yang akan dipotong yang meliputi:
- Mengecek ketebalan bahan yang akan dipotong
  - Menyiapkan gambar dan bentuk potongan yang akan dikerjakan
  - Ukuran panjang dan lebar benda kerja yang dikehendaki
  - Cadangan ukuran yang dipersiapkan untuk finishing atau jika terjadi kegagalan pemotongan
  - Posisi pemotongan agar pemotongan mudah dilakukan
  - Perencanaan kebutuhan gas oksigen dan lpg untuk pekerjaan tersebut
3. Menyiapkan tempat kerja meliputi:
- Sirkulasi udara yang baik
  - Ruangan cukup luas
  - Jauh dari bahan-bahan yang mudah terbakar
  - Memiliki alat pemadam kebakaran dan keselamatan kerja
  - Lay out ruang kerja yang baik
  - Ada meja kerja untuk memotong benda kerja

## 2.7. Jenis Hasil Pemotongan

Dalam proses pemotongan terdapat beberapa jenis hasil pemotongan pemotongan, yaitu<sup>14</sup> :

### 2.7.1. Pemotongan yang baik

Pemotongan yang baik memiliki permukaan biasa dengan sedikit garis miring pada hasil pemotongan. Hasil pemotongan dengan sedikit garis miring disebabkan oleh pemanasan awal yang baik. Permukaan ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan tanpa harus menggunakan mesin untuk menyelesaikannya.

### 2.7.2. *Cutting tip* kotor

Pemotongan dengan menggunakan ujung cutting yang kotor dapat membelokkan aliran oksigen pemotongan dan menyebabkan salah satu masalah diantaranya yaitu kelebihan terak pada plat yang dipotong dan permukaan pemotongan yang tidak teratur.

### 2.7.3. Kecepatan potong terlalu cepat

Pemotongan dengan kecepatan potong terlalu cepat, hasil permukaan potong terlihat halus namun terdapat garis lengkung pada permukaan hasil potongnya dan tidak ada terak. Kualitas ini cukup baik dalam sebagian besar pekerjaan produksi.

### 2.7.4. Kecepatan potong terlalu lambat

Pemotongan dengan kecepatan potong terlalu lambat, hasil permukaan potong cukup baik meskipun ada beberapa kekasaran permukaan yang disebabkan oleh ada terak pada garis vertical pada

---

<sup>14</sup> Dave Smith, *Welding Skill and Technology*, ( United States: Dave Smith, 1984) hlm 119

permukaan hasil potong. Pada bagian atas hasil potong biasanya terdapat sedikit terak.

#### 2.7.5. Posisi cutting tip terlalu jauh pada permukaan potong

Pada pemotongan dengan posisi cutting tip terlalu jauh pada permukaan potong. Pada tepi atas hasil permukaan potong terdapat terak atau bulatan – bulatan, permukaan potong tidak halus dan permukaan potong terdapat sedikit garis miring dimana sebagian efektivitas pemanasan hilang karena posisi cutting tip terlalu tinggi pada permukaan potong.

#### 2.7.6. Posisi cutting tip terlalu dekat pada permukaan potong

Pada pemotongan dengan posisi cutting tip terlalu dekat, terdapat alur dan garis yang menjorok kedalam pada permukaan hasil potongnya. Ini disebabkan oleh pemanasan api pemotongan yang tidak stabil. Dimana kerucut api pemotongan terbakar pada celah pemotongan dan ekspansi gas yang normal diblokkan oleh aliran gas pemotongan.

#### 2.7.7. Tekanan oksigen terlalu besar

Ketika penggunaan tekanan oksigen terlalu besar pada proses pemotongan, oksigen digunakan pada proses oksidasi. Selebihnya oksigen mengalir di sekitar terak pemotongan. Dalam memperbaiki kesalahan ini dapat dilakukan dengan mengurangi tekanan pemotongan oksigen, meningkatkan kecepatan atau menggunakan cutting tip yang lebih kecil.

#### 2.7.8. Pemanasan awal yang berlebih

Pada pemotongan dengan pemanasan awal yang berlebih akan terdapat bulatan – bulatan pada tepi atas permukaan hasil pemotongan. Hal

ini disebabkan oleh terlalu banyaknya pemanasan. Pemanasan yang berlebih tidak dapat meningkatkan pada kecepatan pemotongan. Gas yang berlebih tersebut hanya terbuang.

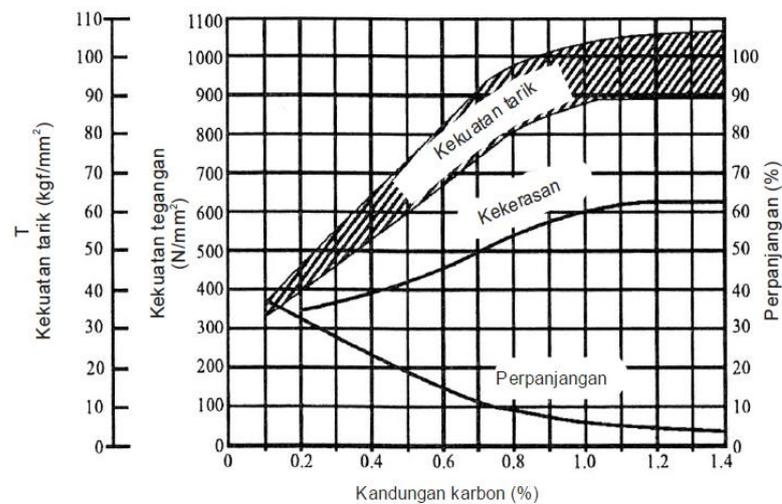
## 2.8. Jenis – jenis baja karbon

Logam merupakan unsur yang jumlahnya paling banyak di bumi ini. Jenis-jenis logam memiliki sifat dan kegunaannya masing-masing. Sampai saat ini terdapat 65 logam yang terbentuk secara alami di bumi, namun hanya sedikit yang bisa dimanfaatkan dengan cara yang benar. Setiap logam memiliki karakteristik yang berbeda sehingga untuk mendapatkan spesifikasi yang kita inginkan, suatu logam dapat dipadu dengan dua atau lebih dari jenis logam lain. Baja karbon memiliki beberapa jenis dan kegunaan, diantaranya:

Tabel 2.4. Klasifikasi Baja Karbon.<sup>15</sup>

Jenis	Kandungan karbon	Penggunaan utama
Baja karbon rendah atau baja lunak	0,08% - 0,3%	Baja roll biasa atau plat baja, profil, pipa, gulungan
Baja karbon sedang	0,31% - 0,59%	Baja untuk struktur mesin, poros, roda gigi, baut, mur
Baja karbon tinggi atau baja keras	0,6% - 2,0%	Rel kereta api, baja perkakas, baja pegas, baja alat ukur

<sup>15</sup>Sunaryo Heri, Teknik Pengelasan Kapal, hlm 6



Gambar 2.5. Hubungan Antara Kandungan Karbon Dan Sifat Mekanis.

Gambar di atas menjelaskan hubungan antara kandungan karbon pada baja dengan perpanjangan, kekerasan, dan kekuatan tarik. Dimana baja dengan kadar karbon 1,2% memiliki kekerasan, dan kekuatan tarik yang besar tetapi memiliki pertambahan panjang yang kecil, hal ini di sebabkan Karena sifat material yang getas, dan kaku.

### 2.8.1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah merupakan hasil paduan dari besi Fe dan karbon C dengan kadar karbon 0,08% - 0,3%. Baja karbon rendah memiliki keuletan, mampu tempa dan lebih lunak sehingga baja jenis ini banyak diproduksi dengan bentuk lembaran plat yang memungkinkan diberikan proses *machining* yang ekstrim yang tidak bisa di aplikasikan pada baja karbon tinggi seperti di *bending*, *roll forming*, dan *straighttenning*.

Baja karbon rendah pada umumnya mudah dilas dengan berbagai cara pengelasan. Akan tetapi faktor-faktor yang sangat mempengaruhi sifat

mampu las dari baja karbon rendah adalah kekuatan tarik dan kepekaan terhadap retak las. Dimana retak las pada baja karbon rendah ini dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan pelat tebal atau di dalam baja tersebut terdapat Belerang (S) bebas yang cukup tinggi. Retak las yang mungkin terjadi pada pengelasan pelat tebal tersebut dapat dihindari dengan melakukan proses preheating dan postheating atau dengan menggunakan elektroda hidrogen rendah.

### **2.8.2. Baja karbon sedang**

Baja karbon sedang mengandung 0,31 – 0,59 % kandungan karbon. Baja ini termasuk dalam kelompok baja yang dapat dibentuk dengan mesin dan dapat ditempa secara mudah, tetapi tidak bisa dilas semudah baja konstruksi. Penambahan kandungan karbon akan mempertinggi kekuatan tarik tetapi mengurangi kemampuan regangnya. Baja karbon sedang ini banyak digunakan apabila yang dipertimbangkan adalah kombinasi antara kekuatan dan kemampuan regang. Baja ini bisa digunakan untuk membuat poros, crankshaft, axle, gear dan barang-barang tempa untuk komponen - komponen lokomotif.

Baja karbon sedang pada umumnya juga dapat dilas dengan berbagai proses las dengan hasil yang baik juga. Hanya saja baja karbon sedang tersebut bila dilas akan mempunyai kecenderungan pembentukan struktur martensit yang keras, getas/rapuh pada daerah lasan dan pada daerah pengaruh daerah panas (HAZ). Oleh karena itu dalam proses pengelasan baja karbon sedang tersebut diperlukan adanya proses preheating dan postheating. Dengan melakukan proses preheating maka

benda kerja yang dilas akan dapat lebih lambat dalam proses pendinginannya, yang berarti dapat mengurangi terbentuknya struktur martensit yang keras tapi getas/rapuh. Dengan melakukan proses postheating yaitu proses pemanasan kembali benda kerja yang telah dilas, untuk mendapatkan hasil lasan yang ulet/liat. Karena pengelasan yang lebih rumit dengan elektroda pada umumnya, baja karbon sedang lebih mudah dilas dengan elektroda khusus seperti elektroda tungsten, austenitic stainless steel, low hydrogen, dan lain-lain.

### **2.8.3. Baja karbon tinggi**

Baja karbon tinggi memiliki kadar karbon antara 0,6% - 2% sehingga memiliki karakteristik bahan yang keras dan getas. Baja ini memiliki kekuatan tarik, kekerasan dan ketahanan terhadap korosi lebih tinggi, tetapi kemampuan regangnya kurang, tidak mudah dilas, dan lebih sulit dibentuk dengan mesin dibandingkan dengan kelompok baja karbon rendah dan sedang. Baja karbon tinggi tersebut termasuk dalam kelompok baja yang digunakan untuk per daun, rel kereta api, ban roda kereta api, dan tali kawat baja.

Proses pengelasan untuk baja karbon tinggi amat sulit, karena besar sekali kemungkinannya untuk retak. Untuk pengelasan baja karbon tinggi ini disarankan menggunakan elektroda low hydrogen. Dan untuk mendapatkan hasil las yang baik harus dilakukan proses *preheating* dan *postheating*. Akan tetapi bentuk ketebalan benda kerja juga perlu diperhatikan karena ada kaitannya dengan panas yang harus diberikan dan kecepatan pendinginan setelah pengelasan.