

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Grand Livina**

Grand Livina adalah mobil MPV( *Multi Purpose Vehicle* ) buatan Nissan Motors yang dirakit di China, Indonesia, Brazil, dan Filipina. Mesin yang digunakan oleh mobil Grand Livina adalah 1.5 liter atau 1.8 liter. Jenis 1,5 liter menggunakan mesin dengan kode HR15DE sedang jenis 1,8 liter menggunakan mesin berkode MR18DE. Untuk transmisi yang tersedia adalah 5 *speed* hanya tersedia untuk jenis 1,5 liter, 6 *speed manual* untuk jenis 1,8 liter, dan 4 *speed automatic* tersedia untuk kedua varian. Tipe yang ada di Indonesia adalah 1.5 SV, 1.5 XV, 1.8 XV dan 1.8 Ultimate. Tipe 1,5 SV adalah jenis paling umum diantara jenis yang ada dan hanya tersedia dalam pilihan transmisi manual. Tipe 1,5 XV, 1,8 XV dan 1,8 Ultimate tersedia dengan transmisi manual dan *automatic*. Dan berikut spesifikasi dari mesin Grand Livina :

- Kode : New HR15DE
- Tipe : 4 Cylinder Inline, 16 valve, DOHC and Twin VTC
- Isi silinder : 1.498cc
- Bore x Stroke : 78.0 x 78.4 mm
- Daya Maksimum : 109 PS / 5600 rpm
- Torsi Maksimum : 14.4 kgm / 4000 rpm
- Fuel System : ECCS (Electronic Concentrated-engine Control System)
- Kapasitas Tangki : 52,4 L
- Transmisi : HWS CVT

- Berat Mesin : 265 pounds

## **B. Engine Stand**

Engine stand merupakan alat peraga pendidikan yang berfungsi untuk mempermudah peserta didik dan pendidik dalam menjelaskan dan mempelajari bagian – bagian dari komponen sebuah mesin maupun cara kerjanya. Engine stand banyak digunakan di bengkel – bengkel Lembaga Pendidikan Kejuruan seperti Sekolah Menengah Kejuruan, Universitas dan Lembaga Pendidikan Kejuruan lainnya. Engine stand biasanya digunakan sebagai media praktik, karena lebih memudahkan praktikan dalam menjangkau segala bagian dari mesin terutama ketika baru belajar dalam membongkar, memasang kembali dan melakukan diagnosis terhadap mesin. Media engine stand biasanya umumnya digunakan pendidik untuk membantu memperjelas materi pelajaran teori yang disampaikan kepada peserta didik dengan cara mensimulasikan atau mempraktikannya pada saat pelajaran praktik.

## **C. Logam**

Dalam penggunaannya, logam yang digunakan akan mengalami gaya luar atau pembebanan. Setiap logam mempunyai daya tahan terhadap pembebanan yang berbeda-beda, perbedaan ini ditentukan oleh sifat dari logam tersebut. Sifat-sifat logam antara lain sebagai berikut:

1. Sifat mekanis

Sifat mekanis adalah kemampuan bahan untuk menerima pembebanan atau untuk menahan beban yang diterimanya baik beban statis maupun beban dinamis. Sifat mekanis terdiri dari aspek-aspek berikut ini:

a. Kekuatan bahan (strength)

Kekuatan bahan (strength) yaitu ketahanan suatu material menerima pembebanan tarik, tekan, lentur, puntir dan geser.

b. Kekerasan

Kekerasan adalah sifat dasar dari logam, kekerasan ini didefinisikan sebagai ketahanan logam terhadap goresan atau tekanan.

c. Elastisitas

Merupakan kemampuan logam untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban hingga berubah bentuk. Semakin tinggi batas elastisitas suatu material maka nilai elastisitas material tersebut juga semakin tinggi.

d. Kekakuan

Kekakuan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk.

e. Plastisitas

Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan ketika mengalami perubahan bentuk tanpa mengalami kerusakan. Seperti halnya elastisitas, jika batas plastisitas material tersebut tinggi, maka nilai plastisitas material juga tinggi, namun batas elastisnya semakin rendah.

f. Kelelahan

Kelelahan merupakan kemampuan maksimal suatu bahan ketika menerima beban yang berganti-ganti dan secara terus-menerus dalam jangka waktu tertentu, dimana tegangan maksimal selalu diberikan selama proses pembebanan dilakukan.

2. Sifat fisis

Sifat fisis adalah kemampuan logam terhadap peristiwa-peristiwa fisika. Adapun sifat-sifat fisika tersebut antara lain adalah:

a. Titik lebur

Titik lebur merupakan temperatur dimana logam akan meleleh dan akhirnya mencair akibat panas yang diberikan

b. Kepadatan

Faktor yang mempengaruhi dari kepadatan ini adalah berat dari atom dan jarak antar atom dari unsur-unsur pembentuknya. Semakin rapat jarak antar atom, maka nilai kepadatannya semakin tinggi.

c. Daya hantar panas

Merupakan kemampuan logam menghantarkan panas. Pada aplikasinya dibedakan menjadi konduktor, semi konduktor dan isolator. Daya hantar panas ini sebanding dengan kemampuan material untuk mengalirkan listrik.

d. Daya hantar listrik

Merupakan kemampuan logam untuk dialiri maupun mengalirkan arus listrik. Daya hantar listrik pada aplikasinya dibedakan menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator.

### 3. Sifat kimia

Sifat kimia merupakan kemampuan dari setiap logam terhadap reaksi kimia. Pada umumnya sifat ini diindikasikan sebagai daya tahan terhadap karat pada suatu logam.

## **D. Logam Besi (Fe)**

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi telah ditemukan sejak zaman dahulu dan tidak diketahui siapa penemu sebenarnya dari unsur ini. Besi dan unsur keempat banyak di bumi dan merupakan logam yang terpenting dalam industri. Besi murni bersifat agak lunak dan kenyal. Oleh karena itu, dalam industri, besi selalu dipadukan dengan baja. Baja adalah berbagai macam paduan logam yang dibuat dari besi tuang kedalamnya ditambahkan unsur-unsur lain seperti Mn, Ni, V, atau W tergantung keperluannya. Besi tempa adalah besi yang hampir murni dengan kandungan sekitar 0.2% karbon.

## **E. Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)**

Lambang : Fe

No. Atom      26

Golongan, periode      : 8,4

Penampilan      : Metalik Mengkilap keabu-abuan

Massa Atom      : 55,854 (2) g/mol

Konfigurasi Elektron      : [ Ar ] 3d64s2

Fase      : Padat

Massa Jenis (Suhu Kamar)      : 7,86 g/cm<sup>3</sup>

Titik Lebur      : 1811 °K (1538 °C, 2800 °F)

Titik Didih      : 3134 °K (2861 °C, 5182 °F)

Kapasitas Kalor      : (25 °C) 25,10 J/ (mol.K)

## **F. Pengertian Las**

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Definisi ini juga dapat diartikan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wirjosumarto, 2000). Pengertian pengelasan menurut Widharto (1996) adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.

Pengelasan adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian

rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya .

Beberapa metode atau cara pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan dengan hasil sambungan yang kuat dan efisien. Pengelasan juga memberikan keuntungan baik itu dalam aspek komersil maupun teknologi. Adapun keuntungan dari pengelasan adalah sebagai berikut :

4. Pengelasan memberikan sambungan yang permanen. Kedua bagian yang disambung menjadi satu kesatuan setelah dilas.
5. Sambungan las dapat lebih kuat daripada material induknya jika logam pengisi (*filler metal*) yang digunakan memiliki sifat-sifat kekuatan yang tinggi daripada material induknya, dan teknik pengelasan yang digunakan harus tepat.
6. Pengelasan biasanya merupakan cara yang paling ekonomis jika ditinjau dari harga pembuatannya dan segi penggunaannya.
7. Pengelasan tidak dibatasi hanya pada lingkungan pabrik saja, tetapi pengelasan juga dapat dilakukan atau dikerjakan di lapangan.

Berdasarkan masukan panas (*heat input*) utama yang diberikan kepada logam dasar, proses pengelasan dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu (Wiryosumanto, 2000)

1. Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang berasal dari fusion (nyala api las), contohnya: las busur (arc welding), las gas (gas welding), las sinar elektron (electron discharge welding), dan lain-lain.
2. Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang tidak berasal dari nyala api las (non fusion), contohnya: friction stirr welding (proses pengelasan dengan gesekan), las tempa, dan lain-lain.

## **G. Klasifikasi Cara Pengelasan**

Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian pengelasan dapat dibagi dalam dua golongan yaitu: klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan (Wiryosumarto, 2000).

Klasifikasi yang pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lain. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan lain-lain. Bila diadakan klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut di atas akan terburai dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali. Diantara kedua cara klasifikasi tersebut di atas, klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan. Berdasarkan klasifikasi ini, pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu (Wiryosumarto, 2000)

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.



2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair.

## **H. Jenis – Jenis Pengelasan**

Jenis atau klasifikasi pengelasan cara pengelasan yang banyak digunakan saat ini adalah pengelasan cair dengan busur dan dengan gas. Adapun dari kedua jenis tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

### **1. Las Busur Listrik**

Las busur listrik adalah cara pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Klasifikasi las busur listrik yang digunakan hingga saat ini dalam proses pengelasan adalah las elektroda terbungkus (Wiryosumarto, 2000). Prinsip pengelasan las busur listrik adalah sebagai berikut: arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai suhu  $5000^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut (Wiryosumarto, 2000). Proses pemindahan logam cair seperti dijelaskan diatas sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat

mampu las yang baik. Sedangkan proses pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda sebagai zat pelindung yang sewaktu pengelasan juga ikut mencair. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan logam yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung diatas cairan logam dan membentuk terak sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks bahan tidak terbakar, tetapi berubah menjadi gas pelindung dari logam cair terhadap oksidasi (Wiryosumarto, 2000).

#### 2. Busur Logam Gas (*Gas Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (filler) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga metal inert gas welding (MIG) karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair (Wiryosumarto, 2000).

#### 3. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

Proses pengelasan dimana busur listrik dan logam cair tertutup oleh lapisan serbuk fluks sedangkan kawat pengisi (filler) diumpankan secara bertahap. Pengelasan ini dilakukan secara otomatis dengan arus listrik antara 500-2000 Ampere (Wiryosumarto, 2000).

#### 4. Las Busur Elektroda Terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*)

Proses pengelasan dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dengan logam yang dilas. Elektroda terdiri dari kawat logam sebagai penghantar arus listrik ke busur dan sekaligus sebagai bahan pengisi (filler). Kawat ini dibungkus dengan bahan fluks. Biasanya dipakai arus listrik yang tinggi (10-500 A) dan potensial yang rendah (10-50 V). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak (slag) yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap udara sekitarnya. Fluks juga menghasilkan gas yang bisa melindungi butiran-butiran logam cair yang berasal dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan (Wiryosumarto, 2000).

#### 5. Las Oksi Asetilen (*Oxy Acetilene Welding*)

Las oksidasetilen adalah salah satu jenis pengelasan gas yang dilakukan dengan membakar bahan bakar gas dengan O<sub>2</sub> sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Bahan bakar yang biasa digunakan adalah gas asetilen, propan, atau hidrogen. Dari ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilen, maka dari itu pengelasan ini biasa disebut dengan las oksidasetilen (Wiryosumarto, 2000).

#### 6. Las Busur Tungsten Gas Mulia (*Gas Tungsten Arc Welding/GTAW*)

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda terbuat dari wolfram/tungsten dan logam yang dilas.

Pada pengelasan ini logam induk (logam asal yang akan disambung dengan metode pengelasan biasanya disebut dengan istilah logam induk) tidak ikut terumpan (*non-consumable electrode*). Untuk melindungi elektroda dan daerah las digunakan gas mulia (argon atau helium). Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak-balik) maupun DC (arus searah).

#### 7. Las Listrik Terak (*Electroslag Welding*)

Proses pengelasan dimana energi panas untuk melelehkan logam dasar (*base metal*) dan logam pengisi (*filler*) berasal dari terak yang berfungsi sebagai tahanan listrik ketika terak tersebut dialiri arus listrik. Pada awal pengelasan, fluks dipanasi oleh busur listrik yang mengenai dasar sambungannya. Kemudian logam las terbentuk pada arah vertikal sebagai hasil dari campuran antara bagian sisi dari logam induk dengan logam pengisi (*filler*) cair. Proses pencampuran ini berlangsung sepanjang alur sambungan las yang dibatasi oleh pelat yang didinginkan dengan air.

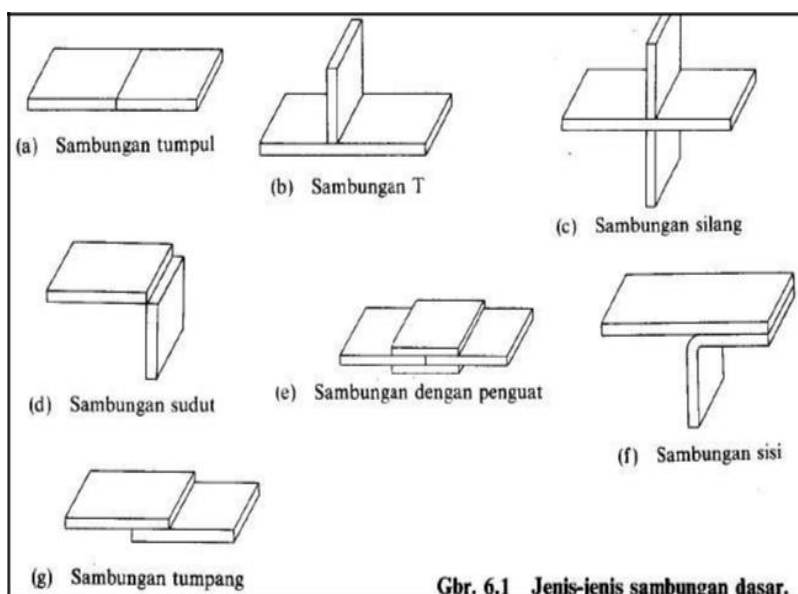
#### 8. Las *Metal Inert Gas* (MIG)

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Skema dari alat las ini ditunjukkan dalam Gambar 1. Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas antara 2 sampai 5%, atau CO, antara 5 sampai 20%.

Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung (Wiryosumarto, 2000).

## I. Klasifikasi Sambungan Las

Dalam penggunaannya sambungan las terbagi menjadi beberapa macam hal itu berdasarkan dengan kebutuhan yang diinginkan seperti sambungan tumpul yang digunakan untuk menyambung besi yang panjang dan lain lain. Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya terbagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut, dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut diatas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi (Wiryosumarto, 2000).



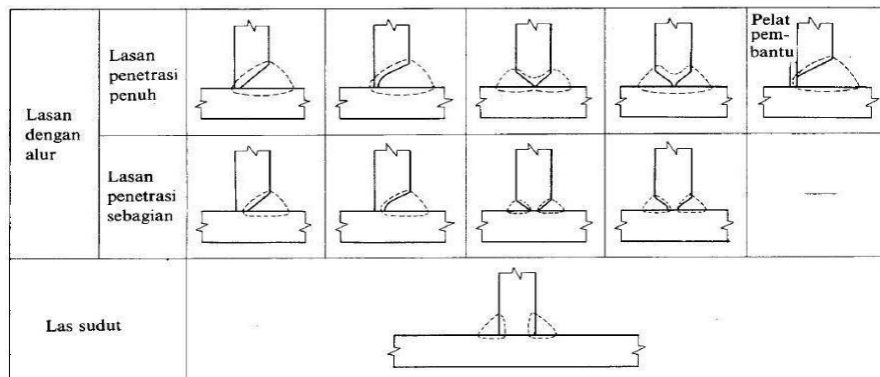
Gbr. 6.1 Jenis-jenis sambungan dasar.

Gambar 1. Jenis - jenis sambungan dasar

Meskipun dalam prakteknya dapat ditemukan banyak variasi dan kombinasi, ada tujuh jenis sambungan dasar pengelasan diantaranya adalah :

1. Sambungan Bentuk T dan Bentuk Silang

Pada kedua sambungan ini secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu jenis las dengan alur dan jenis las sudut. Hal-hal yang dijelaskan untuk sambungan tumpul di atas juga berlaku untuk sambungan jenis ini. Dalam pelaksanaan pengelasan mungkin sekali ada bagian batang yang menghalangi, dalam hal ini dapat diatasi dengan memperbesar sudut alur.



Gambar 2. Sambungan T

2. Sambungan Sudut

Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak seperti pada gambar 3. Bila pengelasan dalam tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruang, maka

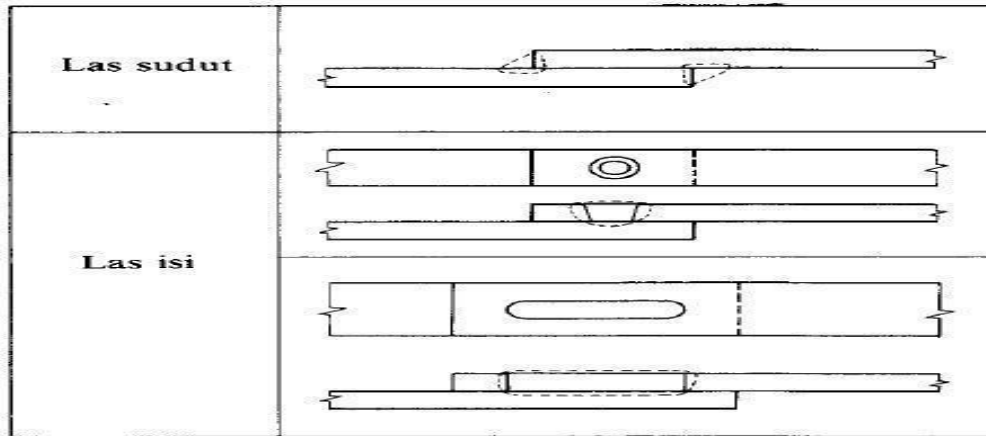
pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau pengelasan dengan pelat pembantu.

Lasan dengan alur	Lasan penetrasi penuh							
	Lasan penetrasi sebagian							
Gabungan lasan dengan alur dan las sudut								
Las sudut								

Gambar 3. Sambungan sudut

### 3. Sambungan Tumpang

Sambungan tumpang dibagi dalam dua jenis seperti ditunjukkan pada gambar 4. Karena sambungan ini memiliki efisiensi yang rendah, maka jarang sekali digunakan dalam pelaksanaan penyambungan konstruksi utama. Sambungan tumpang biasanya dilaksanakan dengan las sudut dan las sisi (Wiryosumarto, 2000).



Gambar 4. Sambungan tumpang

#### 4. Sambungan Tumpul

Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien. Sambungan ini dibagi lagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian seperti pada gambar 5. Sambungan penetrasi penuh dibagi lebih lanjut menjadi sambungan tanpa pelat pembantu dan sambungan dengan pelat pembantu. Bentuk alur pada sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Karena itu pemilihan bentuk alur sangat penting. Bentuk dan ukuran alur sambungan datar ini sudah banyak distandarkan dalam standar AWS, BS, DIN, dan lain-lain. Pada dasarnya dalam memilih bentuk alur harus menuju pada penurunan masukan panas dan penurunan logam las sampai kepada harga terendah yang tidak menurunkan mutu sambungan. Karena hal ini, maka dalam pemilihan bentuk alur diperlukan kemampuan dan pengalaman yang luas. Bentuk-



bentuk yang telah distandarkan pada umumnya hanya meliputi pelaksanaan pengelasan yang sering dilakukan (Wirjosumarto, 2000).

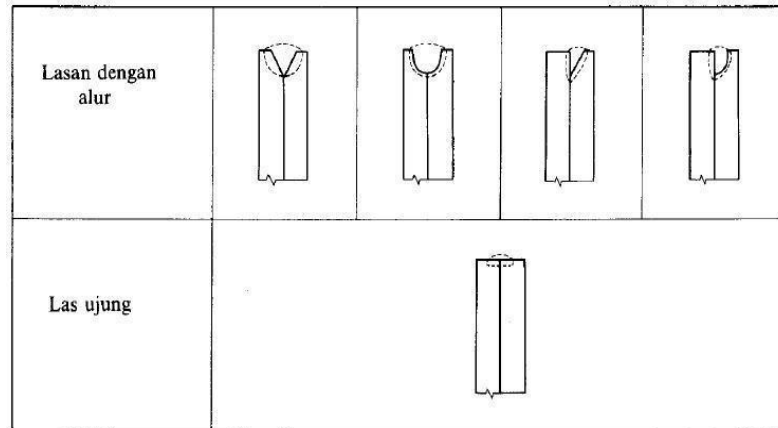
Jenis lasan Jenis alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

Gambar 5. Sambungan Tumpul

## 5. Sambungan Sisi

Sambungan sisi dibagi dalam sambungan las dengan alur dan sambungan las ujung seperti pada gambar 6. Untuk jenis yang pertama pada pelatnya harus dibuat alur. Sedangkan pada jenis kedua pengelasan dilakukan pada ujung pelat tanpa ada alur. Jenis yang kedua ini biasanya hasilnya kurang memuaskan kecuali bila pengelasannya dilakukan dalam posisi datar dengan aliran listrik yang tinggi. Karena hal ini, maka jenis

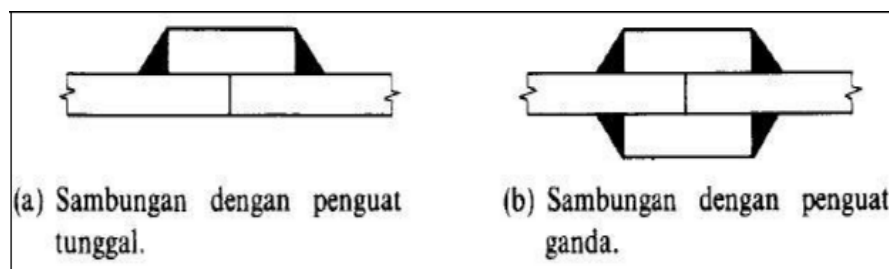
sambungan ini hanya dipakai untuk pengelasan tambahan atau sementara pada pengelasan pelat-pelat yang tebal (WiryoSumarto, 2000).



Gambar 6. Sambungan sisi

#### 6. Sambungan dengan pelat penguat

Sambungan ini dibagi dalam dua jenis yaitu sambungan dengan pelat penguat tunggal dan dengan pelat penguat ganda seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Dari gambar dapat dilihat bahwa sambungan ini mirip dengan sambungan tumpang. Dengan alasan yang sama pada sambungan tumpang, maka sambungan ini juga jarang digunakan dalam penyambungan konstruksi utama (WiryoSumarto, 2000).



Gambar 7. Sambungan dengan pelat penguat

## **J. Posisi Pengelasan**

Posisi atau sikap pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi pengelasan terdiri dari posisi pengelasan di bawah tangan (*down hand position*), posisi pengelasan mendatar (*horizontal position*), posisi pengelasan tegak (*vertical position*), dan posisi pengelasan di atas kepala (*over head position*) (Bintoro,2000).

### **1. Posisi pengelasan di bawah tangan (*down hand position*)**

Posisi pengelasan ini merupakan posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan agak miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja.

### **2. Posisi pengelasan mendatar (*horizontal position*)**

Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi pengelasan ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak, contohnya pengelasan badan kapal laut arah horizontal.

### **3. Posisi pengelasan tegak (*vertical position*)**

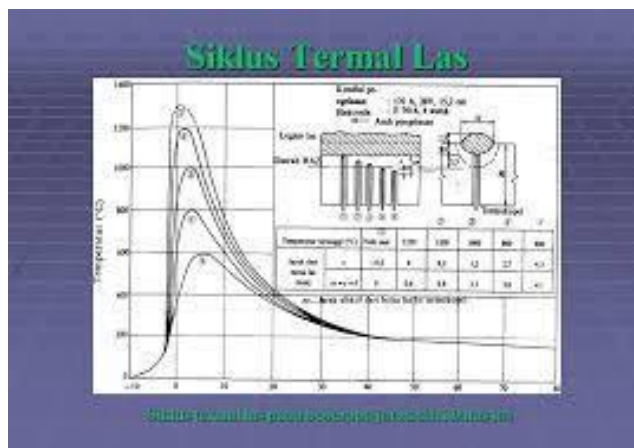
Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada horizontal position pada vertical position, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik atau turun contohnya pengelasan badan kapal laut arah vertikal.

#### 4. Posisi pengelasan di atas kepala

Benda kerja terletak di atas kepala welder, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator atau welder. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan posisi-posisi pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja. Misalnya pengelasan atap gudang bagian dalam. Posisi pengelasan di bawah tangan (down hand position) memungkinkan penetrasi dan cairan logam tidak keluar dari kampuh las serta kecepatan pengelasan yang lebih besar dibanding lainnya. Pada horizontal position, cairan logam cenderung jatuh ke bawah, oleh karena itu busur (arc) dibuat sependek mungkin. Demikian pula untuk vertical dan over head position. Penimbunan logam las pada pengelasan busur nyala terjadi akibat medan electromagnetic bukan akibat gravitasi, pengelasan tidak harus dilakukan pada down hand position ataupun horizontal position (Bintoro, 2000).

## K. Siklus Termal Daerah Las (Heat Affected Zone)

Siklus termal las adalah proses pemanasan dan pendinginan pada daerah lasan, sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan siklus termal daerah lasan pada gambar 8 dapat dilihat siklus termal dari beberapa tempat dalam daerah HAZ (Heat Affected Zone) dengan kondisi pengelasan tetap, sedangkan pada gambar 9 menunjukkan siklus termal disekitar lasan dengan kondisi pengelasan yang berbeda. Lamanya pendinginan dalam suatu daerah temperatur tertentu dari suatu siklus termal las sangat mempengaruhi kualitas sambungan, karena itu banyak sekali usaha-usaha pendekatan untuk menentukan lamanya waktu pendinginan.



Gambar 8. Siklus termal dari beberapa tempat dalam daerah HAZ

Sifat mekanik dari daerah HAZ sebagian besar tergantung pada lamanya pendinginan dari temperatur 8000°C sampai 5000°C, sedangkan retak dingin dimana hidrogen memegang peranan penting terjadinya sangat tergantung oleh

lamanya pendinginan dari temperatur 8000°C sampai 3000°C atau 1000°C. Sedangkan untuk Silkus termal disekitar lasan dengan kondisi pengelasan yang berbeda dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9. Siklus termal disekitar lasan dengan kondisi

## L. Parameter Pengelasan

Kestabilan dari busur api yang terjadi pada saat pengelasan merupakan masalah yang paling banyak terjadi dalam proses pengelasan dengan SAW, oleh karena itu kombinasi dari Arus listrik (I) yang dipergunakan dan Tegangan (V) harus benar-benar sesuai dengan spesifikasi kawat elektroda dan fluksi yang dipakai.

### 1. Pengaruh dari Arus Listrik (I)

Setiap kenaikan arus listrik yang dipergunakan pada saat pengelasan akan meningkatkan penetrasi serta memperbesar kuantiti

lasnya. Penetrasi akan meningkat 2 mm per 100A dan kuantiti las meningkat juga 1,5 Kg/jam per 100A.

## 2. Pengaruh dari Tegangan Listrik (V)

Setiap peningkatan tegangan listrik (V) yang dipergunakan pada proses pengelasan akan semakin memperbesar jarak antara tip elektroda dengan material yang akan dilas, sehingga busur api yang terbentuk akan menyebar dan mengurangi penetrasi pada material las. Konsumsi fluksi yang dipergunakan akan meningkat sekitar 10% pada setiap kenaikan 1 volt tegangan.

## 3. Pengaruh Kecepatan Pengelasan

Jika kecepatan awal pengelasan dimulai pada kecepatan 40 cm/menit, setiap pertambahan kecepatan akan membuat bentuk jalur las yang kecil (WeldingBead), penetrasi, lebar serta kedalaman las pada benda kerja akan berkurang. Tetapi jika kecepatan pengelasannya berkurang dibawah 40 cm/menit cairan las yang terjadi dibawah busur api las akan menyebar serta penetrasi yang dangkal, hal ini dikarenakan *over heat*.

## 4. Pengaruh Polaritas arus listrik (Alternating Current atau Direct Current)

Pengelasan dengan kawat elektroda tunggal pada umumnya menggunakan tipe arus Direct Current (DC), elektroda positif (EP), jika menggunakan elektroda negatif (EN) penetrasi yang terbentuk akan

rendah dan kuantiti las yang tinggi. Pengaruh dari arus Alternating Current (AC) pada bentuk butiran las dan kuantitif pengelasan antara elektroda positif dan negatif adalah sama yaitu cenderung porositas, oleh karena itu dalam proses pengelasan yang menggunakan arus AC harus memakai fluks yang khusus.

## **M. Peralatan Las Listrik**

Dalam proses pengelasan tentu dibutuhkan peralatan guna membantu proses pengelasan tersebut, berikut peralatan yang digunakan pada proses pengelasan :

### **1. Mesin Las**

Mesin las atau sering disebut pesawat mesin las dapat digunakan pada bermacam-macam pengelasan busur listrik manual, bila ditinjau dari jenis arus terdapat 2 jenis yaitu mesin las arus bolak-balik (AC) dan mesin las Searah (DC).



Gambar 10. Mesin las



## 2. Palu las

Palu las digunakan untuk melepaskan dan mengeluarkan terak las pada jalur las dengan cara memukulkan atau menggosokkan pada daerah las.



Gambar 11. Palu las

## 3. Pemegang kawat las

Pemegang kawat las atau holder elektroda adalah peralatan las busur yang dipegang oleh welder ketika mengelas. Holder ini digunakan untuk menahan elektroda logam atau karbon. Handle pemegang terbuat dari bahan pelapis yang mempunyai tahanan panas tinggi dan tahanan listrik yang rendah dan dibuat untuk menyeimbangkan pegangan tangan.



Gambar 12. Pemegang kawat las

Ada sejumlah metode yang digunakan untuk menjepit elektroda dalam holder yang salah satunya adalah konstruksi pincer dan pegas untuk menghasilkan tekanan sehingga diperoleh sambungan yang baik.

Membersihkan daerah kontak dengan menggunakan sikat kawat agar daerah kontak antara elektroda dengan holder elektroda bersih. Rahang holder elektroda juga harus dibersihkan dengan menggunakan ampelas atau alat lain yang sesuai. Holder elektroda bagusnya dilengkapi dengan shield (plat kecil tahan panas) untuk mencegah panas radiasi dari las ke tangan welder.

#### 4. Sikat kawat

Sikat kawat yang digunakan untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan terak las yang sudah dilepas dari jalur las oleh pukulan palu las.



Gambar 13. Sikat las

#### 5. Klem massa

Klem massa sebagai alat untuk menghubungkan kabel masa ke benda kerja yang terbuat dari bahan yang menghantar dengan baik (tembaga). Sebuah klem masa dilengkapi dengan pegas yang kuat, yang dapat menjepit benda kerja dengan baik.

#### 6. Kawat Las

Kawat Las adalah suatu material yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Perlu disiapkan sesuai metode las, bahan sambungan. Kawat las memiliki berbagai macam bahan dan ukuran. Jika terjadi kesalahan pemilihan kawat las, dapat menyebabkan cacat las.



Gambar 14. Kawat las