

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada masa sekarang ini, teknologi di bidang industri terus berkembang dengan pesat, terutama dalam hal perancangan dan desain produk, salah satunya industri pengelasan. Saat ini pengelasan merupakan pekerjaan yang sangat penting dalam teknologi industri. Hampir semua penyambungan logam untuk segala macam jenis dapat dibuat dengan teknik pengelasan. Las busur listrik umumnya disebut las listrik, pengelasan adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam *continue*. Las SMAW merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas dan menggunakan elektroda sebagai bahan tambahnya (Wiryoaumarto, 2016). Las SMAW kebanyakan dipilih karena proses yang mudah, ekonomis dan hasil lasnya pun ditinjau dari sifat mekanik dan fisis baik, serta biaya investasi yang rendah. Namun begitu kekurangan dari produk sambungan ini sangat tergantung oleh beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain adalah juru las, elektroda, kuat arus, dan kecepatan pengelasan.

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi dalam pelaksanaannya banyak masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan berbagai macam pengetahuan. Secara terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perencanaan konstruksi suatu rangka atau mesin sambungan las,

berdaya guna serta aman, maka setiap jenis pekerjaan las dimulai dengan menyusun prosedur-prosedur tersebut lazim disebut WPS (*welding procedure spesification*). Dalam spesifikasi prosedur dimuat hal-hal seperti proses pengelasan dan tipe pengelasan, desain sambungan, material dasar, logam pengisi, posisi pengelasan, gas pelindung, elektrikal karakteristik pengelasan, dan arus pengelasan.

Berdasarkan studi literatur, perlu dilakukan suatu penelitian untuk mempelajari cacat yang terjadi pada sambungan las, studi literatur menunjukkan bahwa cacat pada sambungan las adalah akibat kesalahan pada proses penyambungan (pengelasan) dan mengetahui kekuatan dan ketangguhan logam las. Arus yang digunakan untuk pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil las, karena terjadinya perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bahan. Jika penggunaan arus semakin besar maka proses pencairan logam yang akan disambung akan semakin cepat. Dampak dari penggunaan arus yang besar antara lain adalah akan membuat rigi-rigi las bertambah besar, jika bahan yang dilas itu tipis maka dapat menyebabkan bahan kerja berlubang. Selain itu, pengaruh arus las yang besar akan mempengaruhi struktur atom pada daerah lasan karena semakin panas saat proses pengelasan maka daerah pengelasan atau disebut sebagai HAZ akan membuat pengaruh rekristalasi, yaitu menyebabkan terjadinya butir-butir pada daerah HAZ semakin bertambah besar. Jika butiran ini semakin besar maka akan menurunkan kualitas dan kekuatan sambungan las. Sedangkan logam yang tidak dilas, tidak akan terpengaruh struktur atomnya. Sedangkan jika arusnya terlalu kecil, maka

pencairan logam yang akan disambung tidak akan menjadi sambungan yang baik atau tidak akan terjadi ikatan metalurgi yang baik antar logam yang akan disambung. Selain itu, dampak arus yang terlalu kecil dapat menyebabkan elektroda sering lengket terhadap benda kerja.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis berkeinginan pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh berbagai variasi sudut pada pengelasan SMAW (shield metal arc welding) material **baja karbon sedang**, yang mana pada setiap variasi sambungan las akan di uji kekuatan impact.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pembahasan diatas, maka identifikasi masalah yang akan dibahas adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi sudut terhadap pengelasan baja karbon sedang setelah dilakukan pengelasan.
2. Untuk mengetahui kekuatan impak pada hasil pengelasan yang dilakukan dengan variasi sudut.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka pembatasan masalah penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan material **baja karbon sedang** yang diberi perlakuan pengelasan dengan variasi sudut  $90^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $50^\circ$  dengan menggunakan las SMAW.

2. Pengelasan dimulai dari tahap root, fill, dan capping (penyelesaian).
3. Hasil lasan akan dilakukan pengujian impak dengan metode Charpy.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah di atas maka permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Apa pengaruh variasi sudut pada pengelasan terhadap kekuatan uji impact?
2. Apakah ada pengaruh sudut terhadap kualitas kekuatan impact pada hasil pengelasan SMAW?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui kekuatan dan ketangguhan pada logam las.
2. Mengetahui pengaruh beban impact terhadap sifat mekanik material.
3. Mengetahui perbandingan ketangguhan dengan variasi sudut.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, diantaranya ialah :

1. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang pengelasan.

2. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

Sebagai informasi bagi juru las untuk meningkatkan kualitas hasil dari pengelasan.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengelasan**

Definisi pengelasan menurut DIN ( *Deutchy Industri Norman* ) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, pengelasan merupakan sambungan setempat dari dua atau lebih beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Definisi pengelasan menurut American Welding Society (1989) adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan secara dengan atau tanpa menggunakan tekanan (pressure), hanya dengan tekanan (pressure), atau dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi (filler).

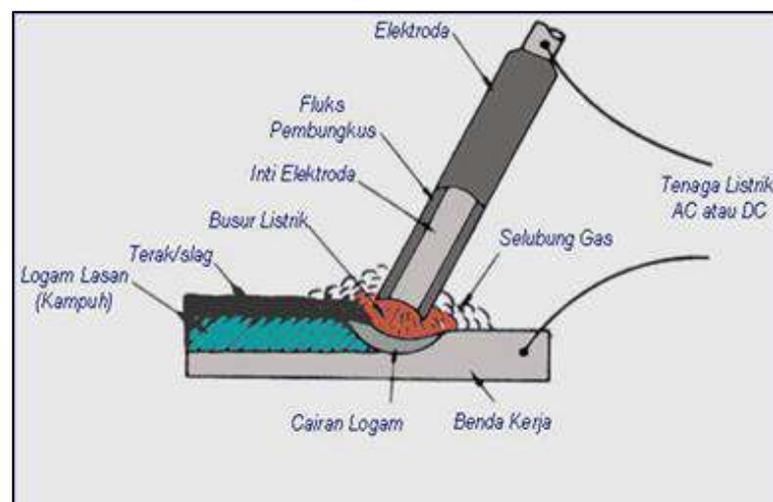
Definisi pengelasan menurut British Standart Institution (1983) adalah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas (heat) atau dengan tekanan (pressure) atau keduanya. Logam pengisi (filler metal) dengan temperatur lebur yang sama dengan titik lebur dari logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut.

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua atau lebih buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang akan

di las. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan (Habibi et al., 2014).

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan, sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain : proses pengelasan, bahan, elektroda, dan jenis kampuh yang digunakan.

## 2.2 Pengertian dan prinsip kerja las SMAW



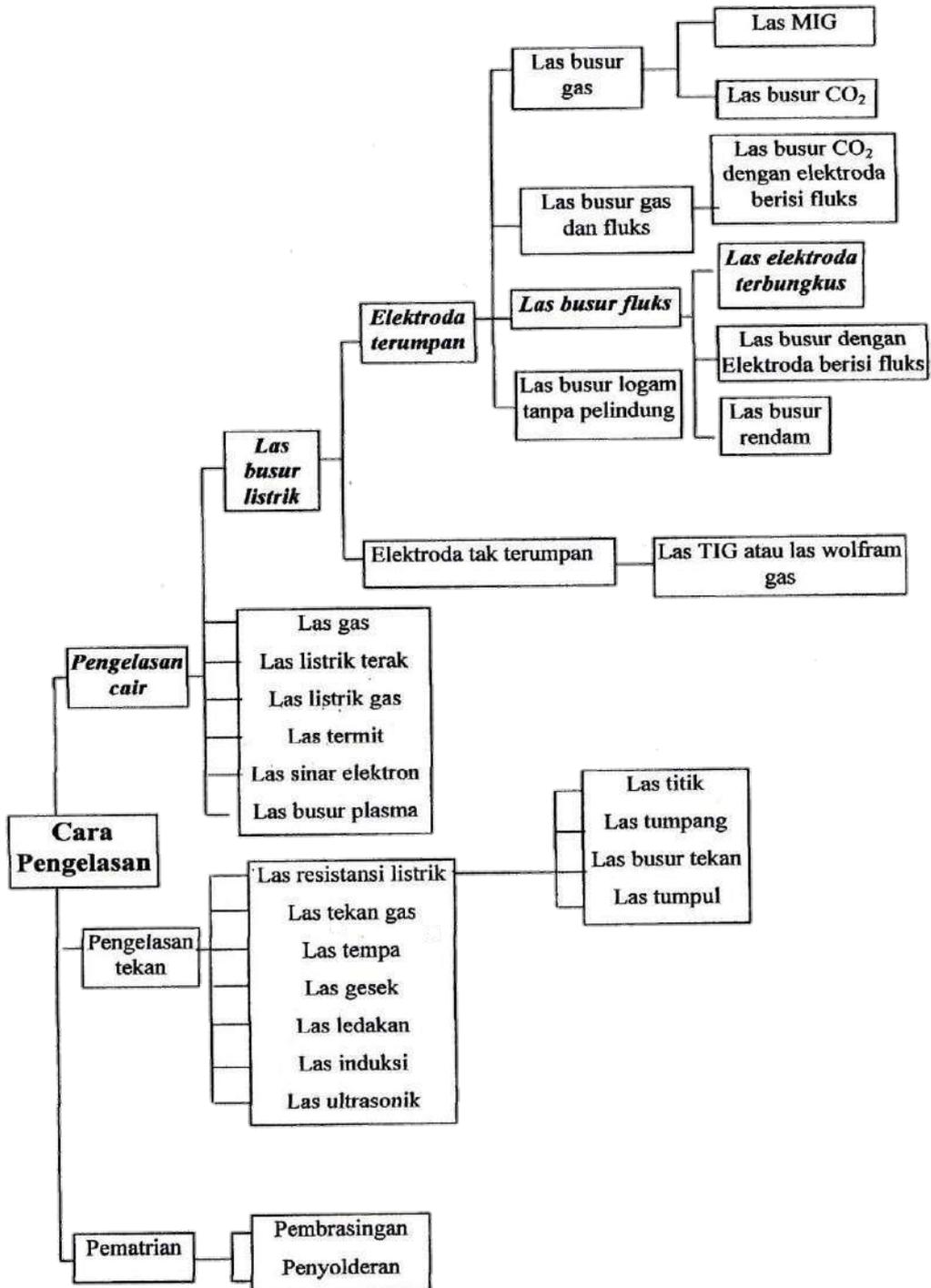
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Las Listrik

Shield Metal Arc Welding (SMAW) ialah suatu proses pengelasan busur listrik dimana energi panas untuk pengelasan dibangkitkan oleh busur listrik yang terbentuk antara elektroda logam yang terbungkus dua benda kerja. Logam pengisi yang ada didalam elektroda dibungkus oleh slag yang akan menjadi

pelindung logam lasan saat proses pengelasan berlangsung. Las SMAW juga bisa disebut dengan istilah las MMA (Manual Metal Arc) atau stick welding.

Penerapan penegelasan SMAW dalam kehidupan sehari-hari sangat luas. Hal ini dapat kita temukan melalui banyaknya barang atau benda hasil dari penerapan pengelasan SMAW yang berupa perbaikan, pengerjaan konstruksi, dan sebagainya. Dalam kenyataan memang masih banyak ditemukan adanya kekurangan disana-sini yang menyangkut kualitas dari hasil las itu sendiri. Misalnya masalah korosi, retak, deformasi, dan sebagainya, namun hal itu tidak mengurangi penggunaan pengelasan SMAW untuk menangani pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan pembuatan dan konstruksi dengan cara pengelasan.

Keberhasilan penanganan pekerjaan las tidak hanya didukung oleh kondisi peralatannya, akan tetapi juga ditentukan oleh sumber daya manusia (SDM) yang ada. SDM yang memiliki pengetahuan luas dan banyak pengalaman pada diri operator sangat diperlukan untuk menangani persoalan-persoalan dalam pekerjaan las. Pekerjaan las dapat dikatakan berhasil baik tidak hanya ditentukan dari teknik pengelasannya saja, akan tetapi juga langkah persiapan yang memang tepat dalam mengambil keputusan. Dari SDM yang berpengalaman luas inilah dapat ditentukan pilihan-pilihan dan keputusan yang tepat dan bermanfaat untuk menangani pekerjaan las, misalnya tentang memilih jenis elektroda, ukuran elektroda, jenis bahan, bentuk sambungan, posisi pengelasan, teknik mengelas dan sebagainya yang semuanya akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan kualitas pekerjaan.



Gambar 2.2 Bagan Klasifikasi Cara Pengelasan

### **2.3 Arus Pengelasan**

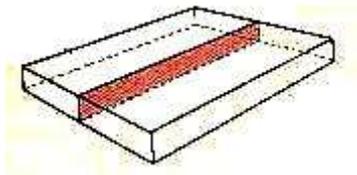
Arus pengelasan adalah besarnya arus yang mengalir dari mesin las. Penggunaan arus las yang digunakan disesuaikan pada alat mesin las. Arus pengelasan harus sesuai dengan jenis bahan yang digunakan dalam proses pengelasan dan diameter elektroda. Ukuran diameter elektroda mempunyai pengaruh penting terhadap besar arus listrik yang digunakan. Semakin kecil elektroda yang digunakan, maka arus yang digunakan juga semakin kecil. Begitu juga sebaliknya, jika semakin besar elektroda yang digunakan, maka arus yang digunakan juga semakin besar.

### **2.4 Daerah Pengelasan**

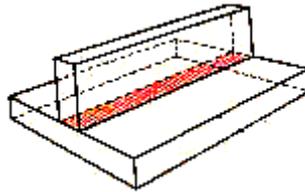
Daerah pengelasan merujuk pada area di sekitar sambungan pengelasan yang terpengaruh pada saat proses las. Saat pengelasan dilakukan, panas yang tinggi diterapkan pada material logam di sekitar sambungan, dan daerah ini mengalami perubahan struktural dan termal yang dapat mempengaruhi sifat mekanis dan mikrostruktural material. HAZ (Heat Affected Zone) adalah logam yang bersentuhan dengan logam lain pada proses pengelasan, daerah di sekitar zona cair yang mengalami pemanasan tinggi, akan tetapi tidak meleleh sepenuhnya. Dalam HAZ, terjadi perubahan struktural pada material yang disebabkan oleh paparan panas tinggi, tetapi tanpa melampaui titik leleh material. HAZ dapat mengalami perubahan mikrostruktural seperti perubahan butir, transformasi fase, dan pengerasan.

## 2.5 Sambungan Las

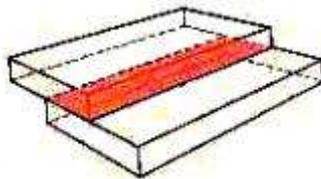
Sambungan las adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara mengaplikasikan pemanasan lokal pada permukaan benda yang disambung. Ada banyak jenis sambungan yang digunakan pada saat proses pengelasan seperti sambungan tumpul, sambungan T, sambungan tumpang, sambungan sudut, dan sambungan sisi.



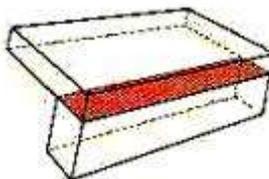
Gambar 2.3 Sambungan Tumpul (Butt Joint)



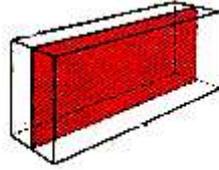
Gambar 2.4 Sambungan T (T Joint)



Gambar 2.5 Sambungan Tumpang (Lap Joint)



Gambar 2.6 Sambungan Sudut (Corner Joint)



Gambar 2.7 Sambungan Sisi (Edge Joint)

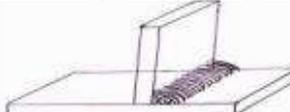
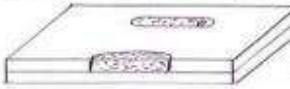
### 2.5.1 Dasar Sambungan Las

Pada proses pengelasan terdapat lima jenis desain dasar sambungan las. Kelima jenis dasar sambungan las tersebut adalah sambungan tumpang, sambungan T, sambungan tumpang dan sambungan sisi. Lima jenis sambungan las dapat dibuat dalam empat posisi pengelasan yang berbeda, yaitu posisi flat, vertical, horizontal, dan diatas kepala seperti pada gambar berikut.

Jenis Posisi	Sambungan Tumpang (Lap Joint)	Sambungan T (Tee Joint)	Sambungan Tumpang (Butt Joint)	Sambungan Sudut (Corner joint)	Sambungan Sisi (Edge Joint)
Flat					
Horizontal					
Vertikal					
di Atas Kepala					

Gambar 2.8 Posisi Pengelasan Pada Kelima Jenis Dasar Sambungan Las

### 2.5.2 Simbol Pengelasan

No	Keterangan	Ilustrasi	Simbol
1	Las Butt Flens ganda		
2	Las Butt Bujur sangkar		
3	Las Butt alur V tunggal		
4	Las Butt tirus tunggal		
5	Las Butt Alur V tunggal dengan <i>broad root face</i>		
6	Las Butt tirus tunggal dengan <i>broad root face</i>		
7	Las Butt Alur U tunggal (parallel)		
8	Las Butt Alur J tunggal		
9	<i>Backing run</i> atau Pendukung las		
10	Las Fillet		
11	Las Plug		
12	Las Titik		
13	Las Klem		

Sumber: Standard ISO 2553-1974 (E)

Gambar 2.9 Simbol Dasar Pengelasan

Standar internasional dalam penulisan simbol pengelasan mengacu pada simbol pengelasan yang diadopsi dari American Welding Society (AWS). Penggunaan simbol ini diterapkan dalam bidang struktur, fabrikasi, jembatan, dan lain sebagainya. Dalam simbol pengelasan yang lengkap mencakup semua informasi tentang sambungan las.

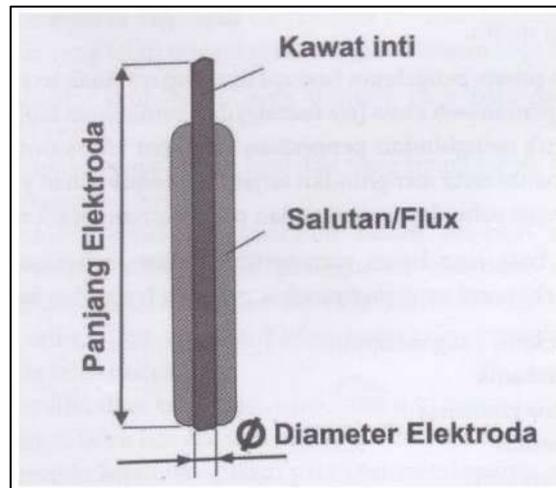
## **2.6 Elektroda**

Elektroda atau biasa disebut kawat las adalah benda yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik. Pengelasan dengan menggunakan las listrik memerlukan kawat las yang terdiri dari suatu inti terbuat dari suatu logam dilapisi oleh lapisan yang terbuat dari campuran kimia, selain berfungsi sebagai pembangkit, elektroda juga sebagai bahan tambah. Secara umum elektroda dibedakan menjadi dua macam yaitu elektroda terbungkus/berselaput dan elektroda polos.

Elektroda terbungkus terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Selaput yang ada pada elektroda jika terbakar akan menghasilkan  $\text{CO}_2$  yang berfungsi untuk melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja dari udara luar. Ukuran standar diameter kawat las inti 1,5 - 7 mm, dengan panjang antara 350 - 450 mm.

Dalam pembuatannya, elektroda dibuat dalam beberapa macam. Baik ukuran dan jenis. Ukuran elektroda menunjukkan ukuran diameter kawat elektroda. Sedangkan nomor kode elektroda menunjukkan jenis bahan salutan. Cara pembuatan elektroda terutama bagian salutan dengan cara disemprot, dicelup,

dan di press atau ditekan. Untuk menjaga kualitas, elektroda disimpan dalam ruang pemanas atau oven agar tidak lembab.



Gambar 2.10 Elektroda

Menurut standart AWS (American Welding Society) kode elektroda terdiri dari empat nomor yang diawali huruf E, misalnya E6013 diartikan sebagai berikut :

E = Elektroda

60 = Nilai tegangan tarik dari logam las yang dibuat dikalikan dengan 1000 psi, jadi nilainya = 60.000

1 = Menunjukkan posisi pengelasan untuk segala posisi

Bilamana menunjukkan angka :

2 = Menyatakan untuk pengelasan horizontal dan dibawah tangan

3 = Untuk pengelasan posisi dibawah tangan

Satu angka ke empat menunjukkan jenis bahan salutan elektroda.

Jadi dapat diurutkan sebagai berikut :

Bilamana angka :

0 = Bahan salutan seelusa soda untuk pengelasan dengan penembusan dalam.

1 = Bahan salutan seelusa potasium untuk penembusan dalam.

2 = Bahan salutan titania sodium untuk penembusan sedang.

3 = Bahan salutan titania atau rutil untuk penembusan dangkal.

4 = Bahan salutan titania serbuk besi untuk penembusan sedang.

5 = bahan salutan soda hidrogen rendah untuk penembusan sedang.

6 = Bahan salutan hidrogen rendah untuk penembusan sedang.

7 = Bahan salutan oksida besi untuk penembusan menengah.

8 = Bahan salutan serbuk besi hidrogen rendah untuk penembusan menengah dan sedang.

Berikut fungsi beberapa jenis salutan elektroda diatas :

1. Oksida titan : Salutan jenis ini disebut rutil atau titania. Busur yang dihasilkan oleh elektroda yang dibungkus dengan fluks jenis ini tidak terlalu kuat. Kemampuan nyala busurnya tidakterlalu kuat sehingga menghasilkan penembusan yang dangkal, menghasilkan manik las yang halus cocok unruk mengelas bahan-bahan plat yang tipis atau untuk pengelasan terakhir pada pengelasan plat tebal.
2. Titania kapur : Salutan jenis ini disamping mengandung titania juga mengandung kapur, sehingga salutan jenis ini juga memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan jenis oksida titan, yakni kemampuannya menghasilkan sifat mekanik yang baik. Walaupun penetrasinya dangkal, masih juga dapat

menghasilkan manik las yang agak halus. Jenis ini sesuai hampir untuk semua posisi pengelasan, terutama posisi tegak dan posisi atas kepala.

3. Hydrogen rendah : Jenis ini kadang-kadang disebut juga dengan nama jenis kapur, karena bahan utama yang digunakan adalah kapur dan fluorat. Jenis ini menghasilkan sambungan dengan kadar hidrogen rendah. Karena itu kepekaan sambungan terhadap retak yang sangat rendah, sehingga ketangguhannya sangat memuaskan. Hal-hal yang kurang menguntungkan adalah busur listriknya kurang mantap, sehingga butiran-butiran cairan yang dihasilkan agak besar bila dibandingkan dengan jenis yang lain. Karena itu dalam pelaksanaannya memerlukan operator las yang sudah berpengalaman dengan jenis tersebut. Karena fluks ini sangat baik dalam sifat mampu-lasnya, maka elektroda dengan fluks jenis ini biasanya digunakan untuk konstruksi yang memerlukan tingkat pengaman tinggi seperti konstruksi dengan plat tebal dan bejana tekan.
4. Selulosa : Salutan jenis ini menghasilkan nyala busur yang kuat dengan daya tembusa dalam. Terak yang terbentuk hanya sedikit karena itu amat baik untuk pengelasan tegak yang menurun. Karena banyaknya percikan-percikan yang terjadi maka jenis ini tidak dapat menghasilkan manik las yang halus, karena itu jenis ini tidak banyak digunakan lagi.
5. Oksida besi : Bahan pokok untuk jenis ini adalah oksida besi. Busur yang dihasilkan terpusatkan dan penetrasinya dalam, karena itu jenis ini baik untuk pengelasan sudut horizontal. Walaupun demikian penggunaan elektroda jenis ini hanya sedikit sekali.

6. Serbuk besi oksida : Bahan utama dari fluks ini yang meliputi antara 15% sampai 50% adalah silikat dan serbuk besi. Pemindahan butir cairan berupa semburan halus dan tidak banyak percikan. Kecepatan pengisian sangat tinggi, karena itu efisiennya juga baik. Jenis ini banyak sekali digunakan untuk pengelasan sudut horizontal
7. Serbuk besi titania : Jenis ini menimbulkan busur yang sedang dan menghasilkan manik las yang halus. Karena didalamnya berisi serbuk besi maka efisiennya pengelasan menjadi tinggi. Elektroda dengan fluks ini sangat baik untuk pengelasan sudut horizontal satu lapis.

## **2.7 Baja**

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur baja dalam karbon berkisar antara 0,2% sampai 2,1% berat sesuai dengan gradenya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada sisi kristal (crystal lattice) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena memang memiliki warna hitam. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah titanium, krom (chromium), nikel, vanadium, cobalt, dan tungsten (wolfram). Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun disisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya.

### 2.7.1 Klasifikasi Baja

Baja dapat digolongkan berdasarkan komposisi yang terkandung dalam baja sendiri. Dalam kandungan komposisi kita dapat melihat golongan baja tersebut. Seperti kadar karbon yang terkandung, kadar sulfur dan paduan lain yang digunakan sebagai penyusun baja tersebut. Baja karbon tersusun dari unsur besi dan unsur karbon. Oleh sebab itu, umumnya pada sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Perbandingan nilai presentase pada kandungan karbon dalam campuran unsur logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja. Pada baja karbon dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan nilai karbon yang terkandung dalam baja. Berikut ini adalah klasifikasi yang dapat digolongkan berdasarkan komposisi yang terkandung :

#### 1. Baja dengan karbon rendah

Baja karbon rendah adalah golongan baja yang mempunyai kadar karbon kurang dari 0,3%. Dilihat dari biaya produksi baja karbon rendah memiliki biaya yang lebih murah dibandingkan dengan baja karbon lainnya, memiliki sifat mudah dilas, serta keuletan dan ketangguhan sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. Baja karbon rendah ini dapat digunakan dalam banyak hal seperti pembuatan pagar.

#### 2. Baja dengan karbon sedang

Baja karbon sedang adalah golongan baja yang mempunyai kadar karbon antara 0,3% - 0,6%. Baja dengan karbon sedang memiliki keunggulan tersendiri jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yaitu kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki

kekuatan tarik dan batas regangan yang tinggi, mudah dibentuk dengan mesin. Baja karbon sedang banyak digunakan dalam banyak hal seperti bahan pembuatan poros dan bantalan rel kereta api.

### 3. Baja dengan karbon tinggi

Baja karbon rendah adalah golongan baja yang mempunyai kadar karbon antara 0,6% - 1,7%, dan memiliki tahanan panas yang sangat tinggi, memiliki nilai kekerasan tinggi, tapi nilai keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi memiliki nilai kuat tarik paling tinggi dibandingkan dengan baja yang lainnya dan banyak digunakan sebagai material perkakas karena sifat yang dimiliki. Salah satu pemanfaatan dari baja karbon tinggi tersebut adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan kadar jumlah karbon yang terkandung didalam baja karbon, maka karbon ini banyak dimanfaatkan dalam pembuatan pegas.

#### **2.7.2 Sifat-sifat Baja**

Pada umumnya baja memiliki dua sifat yang sangat penting untuk diketahui dan dipelajari, yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat-sifat baja bisa saja berbeda-beda berdasarkan dari hasil produksinya. Namun, secara garis besar, material yang satu ini memiliki daya tahan yang prima terhadap korosi atau karat, memiliki sifat magnet yang cukup kuat dengan koefisien muai yang tergolong kecil, memiliki daya tahan yang kuat terhadap beban maupun tekanan, dan juga memiliki daya tahan asam. Sedangkan sifat-sifat baja berdasarkan fisik dapat dilihat melalui berat, berat jenis, konduktivitas termal, dan konduktivitas listrik

pada baja. Baja dapat mengalami perubahan sifat karena adanya beban serta panas yang diterima.

Selain sifat fisik, terdapat pula sifat-sifat mekanis baja. Sifat mekanis dari suatu material merupakan sebuah kemampuan material dalam memberikan resistensi ketika menopang beban. Atau secara sederhana dapat dikatakan sifat mekanik adalah sebuah ketahanan sebuah material saat menahan beban yang berasal dari luar. Sifat-sifat baja secara mekanis perlu dipahami agar dapat mengetahui perannya sebagai material struktur. Sifat-sifat baja secara mekanis meliputi :

#### 1. Kekuatan Leleh ( $f_y$ ) dan Kekuatan Putus ( $f_u$ )

Dengan adanya kuat leleh dan kuat putus ini kualitas sebuah baja dinyatakan berdasarkan sifat mekanis baja, yakni kuat lelehnya ( $f_y$ ). Secara umum, mutu baja yang ditemui dan dijual di distributor besi baja saat ini seperti baja tulang poros (Bjtp) dengan kuat leleh minimum sebesar 240 MPa (BJ-24), sedangkan baja tulangan ulir atau deform (Bjtd) memiliki kuat leleh sebesar 400 MPa.

#### 2. Modulus Elastisitas ( $E_s$ ) Baja

Sifat-sifat baja secara mekanis lain yang perlu diketahui adalah modulus elastisitas. Dimana berdasarkan SNI 2847-2019, modulus elastisitas merupakan sebuah rasio tegangan normal pada regangan terkait ke tegangan tarik atau tekan yang berada dibawah batas proposional material. Modulus elastisitas baja juga dapat diartikan sebagai tangensial dari sudut  $\alpha$  (alpha) pada kurva tegangan-regangan yang terdapat pada material baja. Nilai elastisitas yang dimiliki baja ( $E_s$ )

untuk non prategang yaitu sekitar 200.00 MPa, baik baja jenis tulangan polos (Bjtp) maupun baja tulangan ulir (Bjtd).

### 3. Poisson Ratio ( $\mu$ ) Baja

Ketika baja harus menghadapi gaya tarik, maka akan terjadi regangan positif (proses penambahan panjang) pada arah gayanya, serta regangan negatif (proses pengurangan diameter) pada arah tegak lurus gaya. Sumbu yang berada sejajar dengan arah gaya dikenal dengan arah lateral. Poisson Ratio merupakan perbandingan antara regangan lateral dan aksial pada nilai mutlak. Besaran nilai poisson ratio ( $\mu$ ) yang dimiliki oleh baja yaitu sekitar 0,3.

### 4. Modulus Geser Baja (G) Pada Baja

Sifat-sifat baja mekanis yang selanjutnya adalah Modulus Geser (G) yang diartikan sebagai ratio tegangan geser pada regangan geser. Umumnya nilai modulus geser yang dimiliki oleh baja struktural yaitu sekitar 80.000 MPa.

### 5. Diameter Serta Jarak Tulangan

Meski sama-sama menunjukkan diameter tulangan, simbol yang digunakan dalam menggambarkan kedua jenis tulangan berbeda. Baja jenis tulangan polos (Bjtp) memiliki simbol  $\emptyset$  sedangkan untuk baja tulangan ulir atau deform (Bjtd) simbolnya adalah D.

## 2.8 Baja AISI 1045

AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon sedang [Glyn.*et.a*, 2001]. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk

komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Komposisi kimia dari baja AISI 1045 dapat dilihat pada tabel berikut.

Kode	C %	Si %	Mn %	Mo %	P %	S %
AISI 1045	0.4 - 0.45	0,1 - 0,3	0,60 - 0,90	0,025	0,04 max	0,05 max

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja AISI 1045 [<http://www.strindustries.com>, 2006]

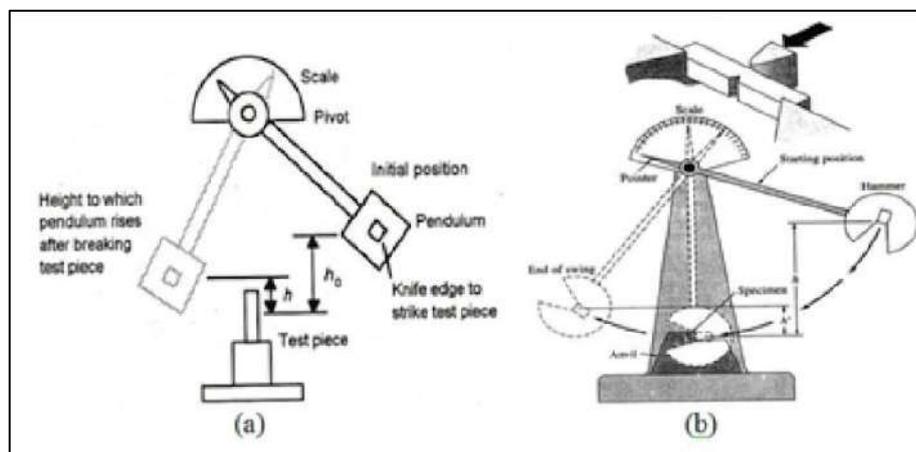
Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE (*Society of Automotive Engineers*). Pada angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan *plain carbon* kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon. Jadi baja AISI 1045 berarti baja karbon atau plain carbon steel yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros dan bantalan.

## 2.9 Pengujian Impak

Beban impak adalah beban yang diberikan ke spesimen secara tiba-tiba dan cepat (Sofyan, Bondan, T. 2010). Uji impak dilakukan untuk mengukur ketangguhan suatu bahan atas pembebanan pukul/kejut. Uji impak ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

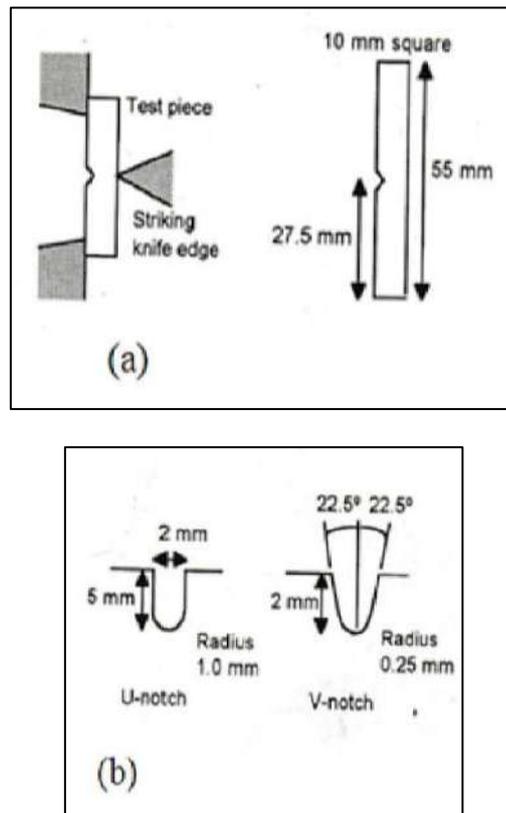
1. Pengujian impak Charpy
2. Pengujian impak Izod

Dalam uji impact sepotong spesimen ditabrak suatu ayunan bandul dan energi yang dibutuhkan untuk merusaknya adalah yang diukur. Kedua uji impact ini melibatkan pengukuran yang sama, tetapi berbeda bentuk spesimennya. Keduanya menggunakan bandul yang mengayun kebawah dari suatu ketinggian untuk memukul spesimen dan merusaknya. Bandul mempunyai sisi pisau untuk menabrak spesimen yang lengannya bersumbu pada poros yang dilengkapi dengan jarum penunjuk sudut (*scale*) (Hadi, Syamsul. 2016).



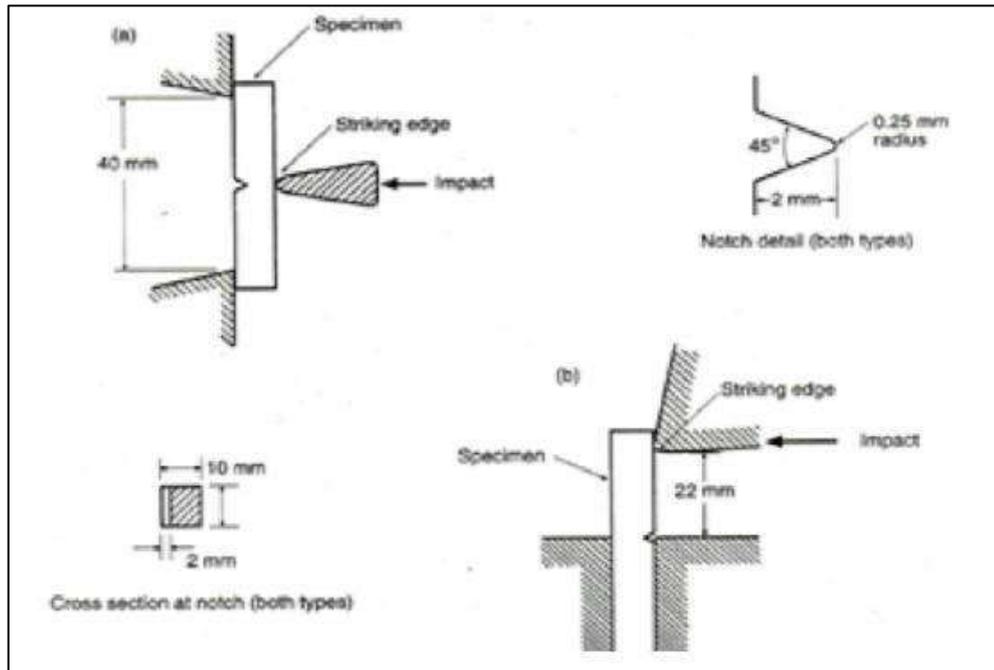
Gambar 2.11 Mesin Uji Pukul : (a) Izod. Dan (b) Charpy

Uji pukul izod menyerap energi pematahan spesimen kantilever seperti pada gambar 2.6a. Spesimen logam yang digunakan berbentuk persegi empat ukurannya 10 mm. Bentuk detail spesimen persegi empat 10 mm seperti gambar 2.6b dengan takikan (notch) diberikan berjarak 28mm dari atas spesimen dengan panjang minimal 70 mm.



Gambar 2.12 Uji Pukul Charpy : (a) Posisi Spesimen Logam, dan (b) Detail Takik Spesimen

Konfigurasi dan pembebanan untuk uji impak Izod dan Charpy sebagaimana gambar 2.13. Celah yang tersedia pada mesin uji impak Charpy adalah 40 mm dan jarak antar jepitan dan tepi pisau ayunan bandul untuk uji impak Izod adalah 22 mm. Kedalaman takik V adalah 2 mm, radius 0,25 mm dan sudut  $45^\circ$ . Perbedaan posisi takikan terhadap ayunan bandul pemukul adalah berkebalikkan, untuk uji impak charpy adalah searah dan untuk uji impak izod adalah berlawanan terhadap ayunan bandul pemukul.



Gambar 2.13 Konfigurasi dan Pembebanan Uji Pukul : (a) Charpy, dan (b) Izod

Untuk uji impak charpy pukulan ayunan bandul (impak) segaris dengan dasar takikan seperti gambar 2.13a dan untuk uji izod berjarak sekitar 22 mm berhadapan antar sisi penabrak takikan dan dijepit pada dasar takikan sebagai tepi penjepit spesimen seperti gambar 2.13b.

Rumus uji impak

$$HI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$E = W \times L ( \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1 )$$

- Dimana ;     HI     = harga impak (joule/mm<sup>2</sup>)
- E     = harga energi impak (joule)
- A     = luas spesimen (mm<sup>2</sup>)

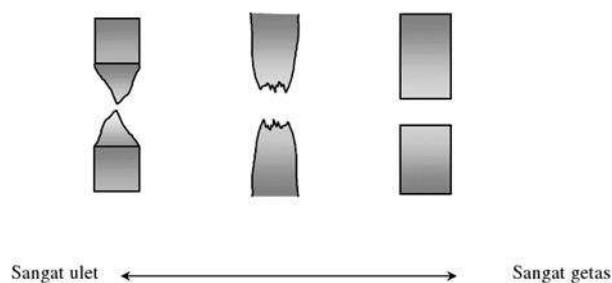
- $W$  = masa bandul (kg)  
 $L$  = panjang lengan bandul (m)  
 $\alpha_1$  = sudut awal  
 $\alpha_2$  = sudut akhir

Patahan hasil uji impak digolongkan menjadi tiga, yaitu :

1. Patahan berserat (fibrous fracture) yang melibatkan pergeseran bidang-bidang kristal logam yang ulet (ductile) yang ditandai dengan bentuk dimple yang menyerap cahaya dan berpenampilan buram.
2. Patahan granular/kristalin yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (cleavage) pada butir-butir logam yang getas (brittle) yang ditandai dengan bentuk patahan datar yang memantulkan cahaya tinggi yang tampak mengkilap.

Patahan campuran (kombinasi patahan berserat/ulet) dan patahan granular/getas).

Kekuatan pukul yang diukur dengan hasil uji impak dapat diperkirakan dari presentase patahan berserat atau patahan granular dari spesimen hasil uji impak pada temperature tertentu. Semakin banyak presentase patahan berserat, maka bahan tersebut semakin tangguh.



Gambar 2.14 Jenis Patahan