

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses pemeliharaan mesin produksi tidak dapat dihindari oleh perusahaan, karena hal ini berkaitan erat dengan kelancaran proses produksi dari perusahaan tersebut, seiring dengan perkembangan teknologi di era globalisasi ini semakin beragam pula perencanaan pemeliharaan yang dapat dilakukan oleh perusahaan atau pabrik di seluruh dunia pada peralatan produksinya guna menjaga stabilnya produksi yang dihasilkan. Konsep dasarnya adalah memperbaiki keadaan mesin yang tidak sesuai standart lagi hingga jika dapat kembali ke keadan aslinya dengan biaya yang murah dan efisien dimana untuk menghemat biaya perbaikan maka dipilih pemeliharaan dengan cara pengelasan. (Ignatius Deratjad Panowo, Sistem dan Manajemen Pemeliharaan, 2019).

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih logam dengan memanfaatkan energi panas, sehingga menciptakan ikatan metalurgis pada logam yang di sambung, sementara itu. Pengertian pengelasan menurut DIN, adalah ikatan metalurgis yang terdapat pada sambungan logam paduan, atau logam biasa. Pengelasan selalu identik dengan industri otomotif dan konstruksi bangunan karena keduanya banyak menggunakan material besi dan stainless sebagai komponen utamanya. Fungsi dari pengelasan senantiasa dibutuhkan dalam industri, salah satu las yang paling sering digunakan di pabrik industri kelapa sawit adalah las busur nyala listrik. Las busur nyala listrik merupakan metode pengelasan dengan memanfaatkan energi listrik sebagai sumber panas, arus listrik yang cukup tinggi di manfaatkan untuk menciptakan busur nyala listrik (arc) sehingga dihasilkan suhu pengelasan yang mencapai 4000 °C, sumber listrik yang di gunakan dapat berupa listrik arus searah (*direct current/dc*) maupun arus bolak baliik (*alternating current/ac*) dimana salah satu unit yang paling sering dilakukan pemeliharaan dengan cara pengelasan di pabrik industri kelapa sawit yaitu pada stasiun pemecah biji terutama pada alat *ripped mill*. (Definisi Pengelasan Menurut, DIN).

*Rippel Mill* adalah alat yang berfungsi memecahkan *nut* untuk memisahkan cangkang dengan inti dengan cara di lemparkan dengan gaya sentripental. Di dalam Stasiun *rippel mill* terdapat *rotor bar* yang berbentuk bulat pejal. *rotor bar* berfungsi menekan *nut* dari sisi masuk dengan menggunakan putaran yang berasal dari motor listrik berdaya 1080 rpm, dan ditahan oleh *rippel plat* sehingga *nut* terpecah menjadi dua bagian yaitu cangkang dan inti. (Definisi alat ripple mill Bangun Sihotang, Benny Soebagio PTSM Perancangan Trainer Ripple mill).

Alat *rippel mill* sangat menentukan kualitas hasil pemecahan *nut* sawit, dimana alat ini bekerja dengan menggunakan putaran kerja yang cepat dapat menyebabkan patah pada *rotor bar* karena adanya beban kerja. Hal ini sangat berpengaruh pada tingkat keberhasilan pemecahan *nut*. Dan dapat menyebabkan kerugian karena kualitas pemecahan *nut* menurun, hal ini dapat dilihat dari hasil pemisahan inti dan cangkang masih terdapat *nut* yang utuh. setiap pabrikan pembuatan *rotor bar* selalu memberikan batas pemakaian *rotor bar* karena alat ini sangat rentan dengan terjadinya patah, sekaligus untuk mengurangi jam *shutdown* unit *ripell mill* sehingga dilakukanlah pengelasan dengan menggunakan las SMAW (*shielded metal arc welding*) proses pengelasan smaw yaitu proses dengan pengelasan menggunakan bahan tambahan elektroda yang terbuat dari kawat logam yang terbungkus *fluks*. Busur listrik terbentuk di antara logam induk dan ujung elektroda. kemudian membeku bersama terjadi ikatan metal rugi. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki pengurangan diameter/terjadinya aus dan patah, atas dasar inilah penulis tertarik untuk membahas dan mengevaluasi hasil proses pengelasan dan mengambil judul karya akhir sebagai berikut:

## **“ANALISA HASIL PENGELASAN SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING) DENGAN IMPACT TEST PADA ROTOR BAR DI PT. DOMAS AGROINTI PRIMA”**

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Pada rotor rippel mill sering mengalami kerusakan berupa patah maka di lakukan perbaikan berupa pengelasan pada rotor, untuk mengetahui besarnya

daya tahan berupa kekuatan kejut (*impact strenght*) pada rotor bar terhadap beban mendadak maka di lakukan pengujian menggunakan *Impact Test* metode *Charpy*.

2. Setelah di lakukan pengujian pada material rotor bar maka dapat di lihat bagaimana hasil dari pengelasan yang tepat untuk media *medium carbon steel* pada rotor bar.

### **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui Berapa besar kekuatan kejut (*impact strenght*) rotor bar terhadap beban mendadak dengan menggunakan *Impact Test* metode *Charpy*.
2. Mengetahui mode kegagalan bahan rotor bar berupa cacat pengelasan dan variasi arus yang tepat pada rotor bar.

#### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui besarnya *impact strength* rotor bar terhadap beban mendadak dengan menggunakan *Impact Test* metode *Charpy*.
2. Dapat mengetahui hasil perubahan fisik yang terjadi akibat adanya pembebanan secara mendadak terhadap rotor bar dengan menggunakan *Impact Test* metode *Charpy*.

Dalam penelitian ini, mengacu pada referensi penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang ingin dibuat dalam bentuk jurnal maupun *hanbook*, penelitian ini memiliki beberapa variabel yang di gunakan sebagai parameter dalam pengambilan data nya yaitu variasi arus 60 amper, 80 ampere, dan 100 ampere

## BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

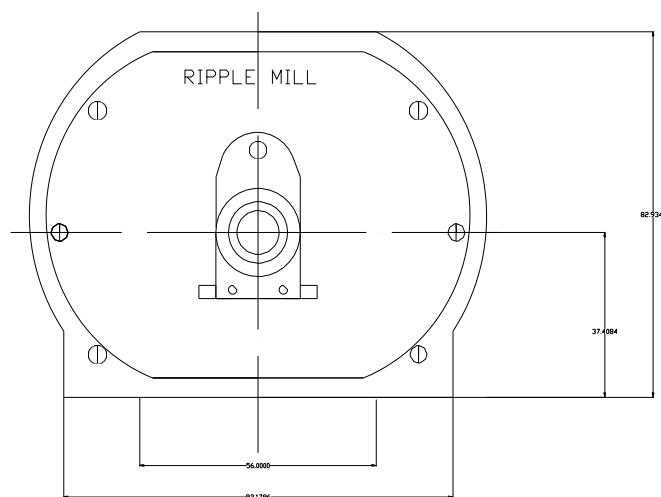
### 2.1 *Rippel Mill*

*Rippel mill* adalah mesin yang terdapat di pabrik kelapa sawit (PKS) yang ada di stasiun pengolahan inti kelapa sawit. Sebelum dipisahkan menjadi *nut* oleh *rippel mill*, buah kelapa sawit harus melewati proses yang cukup panjang, buah kelapa sawit harus melewati beberapa stasiun pengolahan hingga akhirnya dipisahkan menjadi *nut* untuk kemudian dipecahkan. Saat buah kelapa sawit dilepaskan dari tandan nya sebelum mengalami pemecahan dengan *rippel mill*, buah kelapa sawit terlebih dahulu harus melewati stasiun pengempaan (*screwpress*). Saat dilakukan proses pengempaan maka akan didapatkan minyak kasar yang dikirim ke stasiun pemurnian, sedangkan biji dan serabutnya (*fiber* dan *nut*) akan dikirim ke stasiun *kernel* untuk dipisahkan antara serabut dengan biji tersebut

Pada tahun 1979, *Pellet Technology Australia PTY LTD* mengembangkan pemakaian *rippel mill*, yang awalnya dimulai dari pemecahan biji bunga matahari. Biji kapas dan kacang kedelai. *rippel mill* terdiri dari dua bagian yaitu *rotating rotor* atau *rotor bar* dan *stationary plate* terbuat dari *medium carbon stell* dengan permukaan bergerigi tajam. Mekanisme pemecahan *rippel mill* yaitu dengan cara menekan biji dengan *rotor* pada dinding yang bergerigi dan menyebabkan pecahnya biji, biji yang berada di dalam alat akan mengalami frekuensi benturan yang cukup tinggi baik dengan plat bergerigi maupun *rotor* sehingga frekuensi pikulan ini dapat menembakkan biji lebih mudah terlejang.

Dalam mesin inilah *nut* yang telah dipisahkan dari *fiber* maupun kerikil kerikil yang terikut akan dipisahkan cangkang kelapa sawit dengan inti, namun sebelum sampai di *rippel mill*, *nut* akan lebih dahulu berada di *nut silo* tempat penampungan inti sawit sebelum dipecahkan. Semua bagian kelapa sawit yang tidak mengalami pengolahan dapat dimanfaatkan terutama cangkang dari *nut* kelapa sawit ini. Selain itu harga cangkang inti kelapa sawit yang cukup mahal,

membuat proses pemecahan *nut* harus dilakukan dengan baik, salah satu komponen *rippel mill* yang sangat penting adalah *rotor bar*, bagian ini terdiri dari batang batang besi yang bergerak mandiri untuk memecahkan *nut* dari cangkang. Selain *rotor bar*, terdapat *rippel plat* yang memiliki plat bergerigi untuk memastikan proses pemecahan berlangsung sempurna. *Rippel mill* merupakan suatu alat yang digunakan pada pabrik kelapa sawit untuk proses pengolahan inti yang berfungsi untuk memecahkan *nut* sehingga inti terlepas dari cangkang. Pada *rippel mill* terdapat *ripell plat* bagian yang diam. Biji masuk diantara *rotor* dan *rippel plat* sehingga saling berbenturan dan memecahkan cangkang dari inti. Biji dari *nut silo* masuk ke *rippel mill* untuk dipecah sehingga inti terpisah dari cangkang. Biji yang masuk melalui *rotor* akan mengalami gaya sentrifugal (menjauhi pusat putaran) sehingga biji keluar dari *rotor* dan terbanting dengan kuat yang menyebabkan cangkang pecah. Cangkang dan inti yang sudah terpisah diangkut oleh *craked mixture conveyore* dan diolah untuk proses berikutnya untuk mendapatkan inti kelapa sawit. *rippel mill* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini



**Gambar 2.1** *Rippel mill* Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

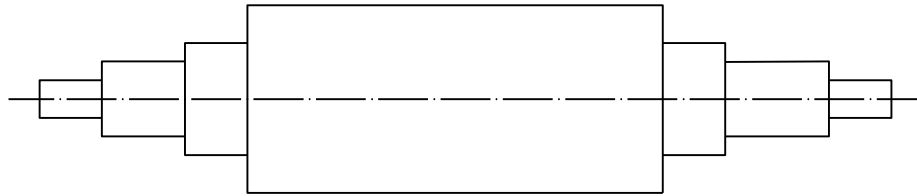
## 2.2 Komponen Alat *Rippel Mill*

Berikut beberapa komponen dari *rippel mill* antara lain:

### 1. As *rippel mill*

As *rippel mill* adalah poros yang digunakan sebagai penunpu beban

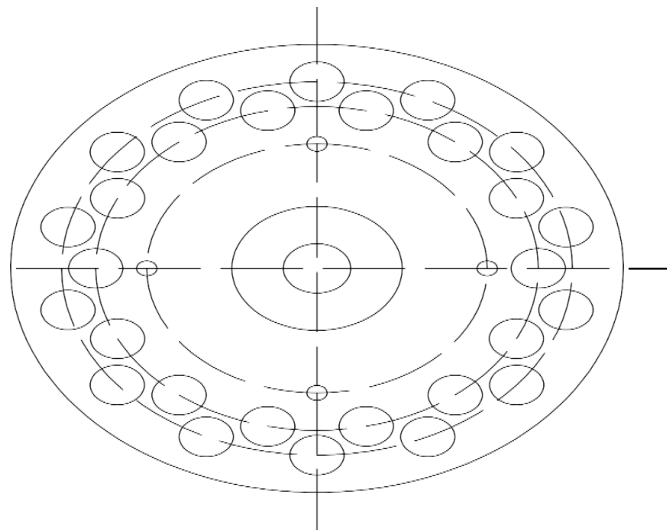
komponen lain pada *rotor*. Akibat putaran as maka *rotor* akan berputar, putaran as adalah akibat motor yang menstransmisikan putaran as melalui puli dan sabuk. As *rippel mill* dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



**Gambar 2.2** As *Rippel Mill* Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

## 2. *Rotor disk*

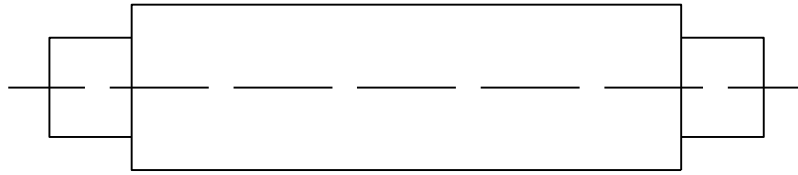
*Rotor disk* adalah salah satu komponen *rotor* yang digunakan sebagai kedudukan dari *rotor bar*. Piringan digunakan sebagai pengapit *rotor bar* agar tetap pada posisinya. *Rotor disk* dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini



**Gambar 2.3** *Rotor Disk* Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

## 3. *Rotor Bar rippel mill*

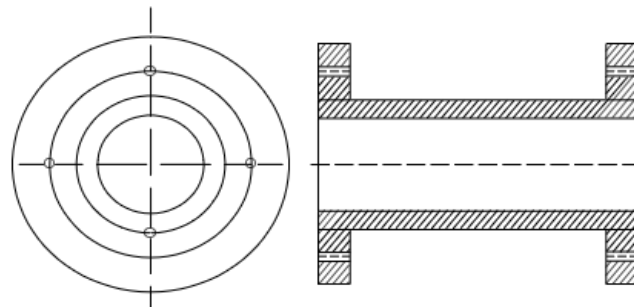
*rippel mill* adalah poros pejal yang berbentuk bulat disekeliling *rotor* yang digunakan sebagai tempat biji sawit yang masuk ke *rippel mill*. Selanjutnya *bar rippel mill* akan membawa biji berputar bersama putaran *rotor* untuk dipecah. Jumlah *bar rippel mill* secara keseluruhan adalah 16 batang *rotor bar* dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini



**Gambar 2.4** Rotor Bar Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

#### 4. Spacer Ring

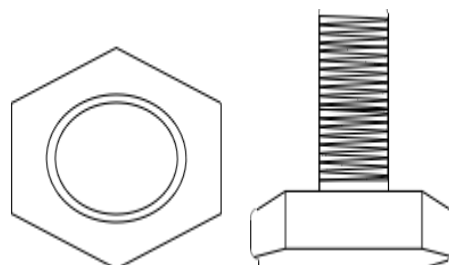
*Spacer Ring* digunakan sebagai koping antara as dengan piringan sehingga piringan berputar bersama dengan putaran as. *Space ring* dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini



**Gambar 2.5** Space Ring Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

#### 5. Baut dan Mur

Baut dan Mur merupakan komponen pengikat yang sangat penting pada bagian *rotor*. Baut dan Mur memiliki fungsi sebagai pengikat antara *space ring* dengan piringan. Baut dan mur dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini



**Gambar 2.6** Baut dan mur Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

## 6. Pasak

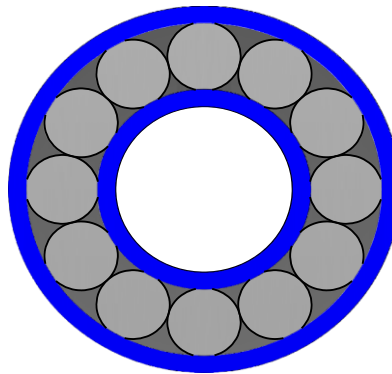
Pasak terdapat antara *rotor as* dan *space ring*, pasak digunakan untuk menghubungkan dan meneruskan daya motor ke *rotor*. Pasak dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini



**Gambar 2.7** Pasak Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

## 7. Bantalan

Bantalan pada *rippel mill* digunakan untuk menumpu as *rippel mill* berbeban. Gaya yang di akibatkan oleh as bantalan radial berjumlah dua buah pada dua sisi penumpu as. Gambar bantalan dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini



**Gambar 2.8** Bantalan Sumber: (Bangun Sihotang, 2014)

## 8. Rippel plate

*Ripel plate* disebut dengan dinding pemecah biji, biji yang dibawa berputar oleh *rotor* akan terlempar dan mengalami tekanan kedinding sehingga mengakibatkan biji terpecah, *rippel plat* dibuat bergerigi pada bagian dinding untuk menciptakan daya tekan yang berfungsi memecahkan *nut*, *rippel plat* juga bisa di atur jarak celah pemecahan pada *nut* kelapa sawit untuk meningkatkan efisiensi pemecahan *nut* kelapa sawit.

### 9. *Rippel Slide*

*Rippel Slide* adalah penutup *rippel mill* agar biji yang masuk kedalam *rippel mill* tidak dapat keluar sebelum terjadi pemecahan.

## 2.3 Manajemen Pemeliharaan Dan Kontrol

Adapun mengenai sistem perawatan dalam suatu pabrik berhubungan erat dengan produktivitas itu sendiri, karena dengan *avaibility* (tingkat kesiapan). Mesin yang baik memungkinkan produksi dapat berjalan dengan baik begitu pula dengan mesin *rippel mill* ini

Apabila terjadi kerusakan pada mesin ini, maka produksi inti sawit akan mengalami penurunan (gangguan), oleh karena itu perawatan yang rutin dan teratur adalah satu satunya cara agar proses produksi inti sawit akan berjalan dengan baik. Adapun perawatan dan perbaikan pada mesin ini umumnya bertujuan sebagai berikut:

1. Memperpanjang umur mesin tersebut
2. Menghindari gangguan gangguan dari proses pengolahan
3. Memperkecil biaya reparasi mesin
4. Meningkatkan efisiensi mesin

Pemeliharaan (*maintenance*) Kamus Besar Bahasa Indonesia mendefinisikan pemeliharaan sebagai penjagaan harta kekayaan, terutama alat produksi agar tahan lama dan tetap dalam kondisi yang baik. Jadi tujuan pemeliharaan menjaga mesin dan peralatan terhadap kerusakan dan kegagalan mesin dalam berproduksi. Secara umum kata pemeliharaan tidak akan terlepas dengan kegiatan memperbaiki perangkat mekanik atau kelistrikan yang menjadi rusak, tidak ada mesin maupun peralatan yang mampu berproduksi selamanya, beberapa mampu bertahan atau bekerja sesuai standart operasional. Kebutuhan pemeliharaan umunya juga didasarkan pada prediksi kegagalan nyata atau standar idealnya. Setiap kali kita gagal dalam melakukan kegiatan pemeliharaan maka akan mempersingkat umur operasi peralatan tersebut. Selama beberapa tahun terakhir, pendekatan yang berbeda tentang bagaimana perawatan dapat dilakukan

untuk memastikan peralatan mencapai atau melebihi umur rencana perusahaan telah dikembangkan dinegara industri, selain menunggu peralatan gagal (reaktif pemeliharaan), kita dapat memanfaatkan pemeliharaan *preventive*, pemeliharaan *predektiv*, atau keandalan berpusat pemeliharaan.

Setiap jenis kegiatan pemeliharaan pasti mempunyai tujuan, secara umum tujuan dilakukanya pemeliharaan adalah menjaga kondisi dana atau untuk memperbaiki mesin agar dapat berfungsi sesuai tujuan usaha. Kondisi yang diterima adalah sesuai mesin yang mampu menghasilkan produk sesuai standart, yaitu memenuhi toleransi bentuk, ukuran dan fungsi. Namun demikian secara umum tujuan utama pemeliharaan adalah:

1. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang tepat guna memenuhi rencana kegiatan produksi dan proses produksi dapat memperoleh laba investasi secara maksimal
2. Memperpanjang umur produktif suatu mesin pada tempat kerja, bangunan dan seluruh isinya
3. Menjamin ketersediaan seluruh perlatan yang diperlukan dalam kondisi darurat
4. Menjamin keselamatan semua orang yang berada dan menggunakan sarana tersebut.

#### **2.4 Jenis Jenis Pemeliharaan**

Secara garis besar manajemen pemeliharaan dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu: *maintenance improvement* (Perbaikan pemeliharaan), *maintenance preventive* (pemeliharaan preventive) dan *maintenance corrective* (pemeliharaan korektive)

##### **1. *Maintenance improvement* (perbaikan pemeliharaan)**

Manajemen pemeliharaan dari waktu ke waktu harus meningkat untuk memperbaiki segala kekurangan yang ada. Oleh karenanya perbaikan pemeliharaan merupakan upaya untuk mengurangi atau menghilangkan kebutuhan pemeliharaan, kita sering terlibat dalam menjaga pemeliharaan,

namun kita lupa untuk merencanakan dan menghilangkan sumbernya. Oleh karenanya keandalan rekayasa diharapkan mampu menekan kegagalan sebagai upaya mengurangi kebutuhan perawatan. Semuanya ini merupakan pra tindakan, bukan bereaksi setelah terjadinya masalah.

## 2. *Maintenance Preventive*

Pelaksanaan pemeliharaan *preventive* sebenarnya sangat bervariasi. Beberapa program dibatasi hanya pada pelumasan dan sedikit penyesuaian. Program pemeliharaan *preventive* lebih komprehensif dan mencakup jadwal perbaikan, pelumasan, penyesuaian, dan membangun kembali semua mesin sesuai perencanaan. Prioritas utama untuk semua program pemeliharaan *preventive* adalah pedoman penjadwalan. Semua manajemen pemeliharaan program *preventive* mengasumsikan bahwa mesin dalam jangka waktu tertentu produktivitasnya akan menurun sesuai klarifikasinya Program *preventive* dapat dibagi 3 (tiga) macam:

### a. *Time driven*

Program pemeliharaan terjadwal, yaitu dimana komponen diganti berdasarkan waktu atau jarak tempuh pemakaian. Sistem ini banyak digunakan perusahaan yang menggunakan mesin dengan komponen yang tidak terlalu mahal.

### b. *Predictive*

Program pengukuran untuk mendeteksi timbulnya degradasi sistem (turunya fungsi), sehingga diperlukan mencari penyebab gangguan untuk dihilangkan atau dikontrol sebelum segala sesuatunya membawa dampak penurunan fungsi komponen secara signifikan.

### c. *Proactive*

Program perbaikan mesin didasarkan hasil studi kelayakan mesin. Sistem ini banyak diaplikasikan pada industri yang menggunakan mesin mesin dengan komponen yg memiliki nilai beli tinggi.

### 3. *Manajemen Corective* (Pemeliharaan korektive)

Sistem ini dilakukan ketika sistem produksi berhenti berfungsi atau tidak sesuai dengan kondisi operasi yang diharapkan, pada umumnya berhentinya sistem diakibatkan kerusakan komponen, kerusakan yang terjadi umumnya akibat tidak dilakukannya kegiatan *Preventive Maintenance* tetapi kerusakan dalam batas dan kurun waktu tertentu tetap akan rusak.

Kegiatan *corective maintenance* biasa disebut pula sebagai *breakdown maintenance*, namun demikian kegiatan nya dapat terdiri dari perbaikan, retorasi atau penggantian komponen. Pemeliharaan *korektive* berbeda dari pemeliharaan *preventive*, pada sistem ini tidak dilakukan pemeliharaan secara berkala dan tidak terjadwal. Kebijakan untuk melakukan *corrective maintenance*, dapat menimbulkan hambatan proses produksi atau membuat terhentinya jalannya proses produksi.

## 2.5 Definisi Pengelasan

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam besi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang *continue*, las busur dikenal secara luas setelah dipergunakan dalam praktek oleh bernandes tahun 1885 dan dalam penggunaan pengelasan menggunakan elektroda yang terbuat dari batang atau grafit.

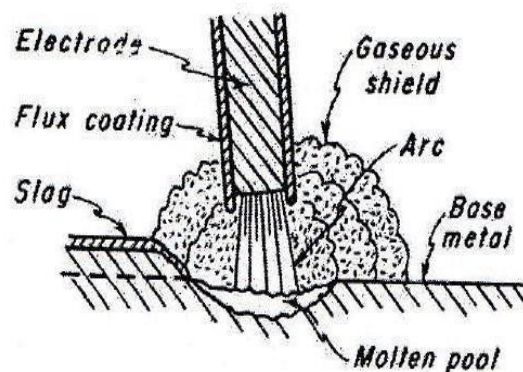
Slarianof tahun 1892 adalah orang yang pertama menggunakan kawat logam elektroda yang turut mencair karena energi panas yang ditimbulkan oleh busur listrik. Kemudian di ikuti oleh kjelberg yang telah menemukan bahwa kawat elektroda logam yang di bungkus perak sehingga kualitas sambungan las akan lebih kuat. Penemuan ini adalah permulaan dari penggunaan las busur dengan elektroda terbungkus Pada gambar 2.9 berikut ditunjukkan gambar pengelasan.



**Gambar 2.9** Pengelasan Sumber: (Riswan Dwi Dja miko, 2008)

## 2.6 Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW)

Pengelasan SMAW adalah las busur nyala api listrik terlindungi dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Tegangan yang dipakai berkisar 23- 45 volt AC atau DC, untuk pencairan pengelasan dibutuhkan arus 500 *amper*, Namun secara umum yang dipakai 80-200 *amper*. Pada gambar 2.10 berikut ditunjukkan gambar pengelasan SMAW.



**Gambar 2.10** Pengelasan SMAW Sumber: (Tito Endramawan, 2017)

Dengan pesatnya pada tahap permulaan dari pengembangan teknologi las, biasanya pengelasan hanya digunakan pada sambungan sambungan dari reparasi yang kurang penting. Tapi setelah melalui berbagai praktek yang cukup lama, maka sekarang penggunaan proses proses pengelasan dan penggunaan konstruksi, las merupakan hal yang umum di semua negara di dunia. Terwujudnya standart teknik pengelasan akan membantu memperluas ruang lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang dapat dilas. Dengan kemampuan yang dicapai saat ini, teknologi las memegang peran penting

dalam masyarakat industri moderen. dalam pengelasan ada beberapa tipe atau cara pengelasan seperti pengelasan SMAW, SMAW merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus Listrik dan elektroda berselaput, pada masa sekarang ini sudah banyak yang menggunakan sistem pengelasan SMAW karena pengelasan ini sangat mudah dan efektif, pengelasan SMAW yang umumnya disebut las listrik yang merupakan suatu proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda, panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).

Didalam pengelasan SMAW terjadi gas penyelimut ketika elektroda terselaput yang terkandung mencair, sehingga ketika proses ini berjalan, tidak diperlukan tekanan/*pressure gas inert* untuk membuang oksigen atau udara yang dapat menyebabkan korosi dan gelembung gelembung didalam hasil pengelasan. Proses pengelasan terjadi karena arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las membentuk suatu panas yang dapat mencapai suhu 300 °C, sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Sumber tegangan yang digunakan ada dua macam yaitu listrik *alternating current* (AC) dan listrik *direct current* (DC).

## 2.7 Peralatan Kerja Las SMAW

Perlengkapan yang diperlukan untuk proses pengelasan SMAW adalah peralatan yang paling sederhana dibandingkan dengan proses pengelasan lain nya. Adapun perlengkapan las SMAW antara lain transformator DC/AC, elektroda, kabel masa, kabel elektroda, *connectors*, palu *chipping*, sikat kawat dan alat pelindung diri yang sesuai.

Alat –alat las SMAW dibedakan menjadi 3 bagian:

- a. Alat utama
- b. Alat bantu
- c. Alat keselamatan kerja

Alat utama las SMAW yaitu:

- a. Kabel tenaga
- b. Trafo las (generator)
- c. Kabel masa
- d. Kabel elektroda
- e. Pemegang elektroda
- f. Penjepit massa

Alat bantu las SMAW antara lain:

- a. Meja las
- b. Palu terak
- c. Palu konde
- d. Mistar baja
- e. Sikat baja
- f. Ragum
- g. Kikir
- h. Penjepit benda kerja
- i. Mesin Gerinda

Alat Keselamatan kerja las antara lain:

- a. Helm las (topeng las)
- b. Kaca las hitam
- c. Kaca las putih
- d. Apron (pelindung dada)
- e. Baju Kerja

## 2.8 Sumber Tegangan (*Power Source*)

Sumber tegangan dapat berupa mesin las yg menggunakan arus DC (*direct current*) arus searah, atau arus bolak balik AC (*alternating current*). Mesin las yang menggunakan arus bolak balik lebih murah harga dan biaya pengoperasiannya. Tetapi umumnya terbatas pemakaiannya hanya untuk pengelasan logam *ferrous*, mesin las yang menggunakan arus searah dapat dipakai untuk semua jenis logam dengan hasil yang lebih baik pula. Dalam

semua proses pengelasan, daya yang digunakan untuk menjalankan pengoperasian dihasilkan dari arus listrik I yang melewati busur dengan tegangan daya ini yang dikonversi menjadi panas, tetapi tidak semua ditransfer ke permukaan benda kerja karena adanya kebocoran kerja, adanya radiasi, percikan nyala api dalam penghantar sehingga mengurangi jumlah panas.

## 2.9 Penyalaan Busur

Ada dua metode dasar yang digunakan untuk memulai penyalaan busur yaitu dengan metode menggores (*striking*) dan metode memukul (*tapping*). Penyalaan busur dimulai dengan adanya hubungan pendek antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja

Pada metode *striking* elektroda disentuhkan kepermukaan benda kerja dengan menggoreskan gerakannya mirip dengan penyalaan korek api, begitu elektroda menyentuh permukaan benda kerja menghasilkan busur yang tidak stabil, oleh karena itu harus dijaga jarak antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja sama dengan diameter elektroda yang dipakai.

Pada metode mengetuk elektroda di posisi *vertical* tegak lurus dengan permukaan benda kerja. Penyalaan busur dimulai dengan mengetuk atau melambungkan nya diatas permukaan benda kerja, begitu elektroda menyentuh permukaan kerja menghasilkan busur yang tidak stabil, oleh karena itu harus dijaga jarak antara ujung elektroda dengan benda kerja sama dengan diameter elektroda yang digunakan.

Jika penarikan elektroda untuk membuat jarak antara elektroda dan benda kerja terlambat maka cairan logam akan dengan cepat membeku sehingga elektroda lengket pada beban kerja. Apabila elektroda sulit dilepas dari benda kerja maka segera matikan mesin dan lepaskan elektroda dari benda kerja. Jangan pernah lepaskan helm atau topeng las selama ada kemungkinan elektroda bias menghasilkan busur. Pada metode mengetuk elektroda di posisi *vertical* tegak lurus dengan permukaan benda kerja.

## 2.10 Kuat Arus (*ampere*)

Penggunaan *ampere* selama proses pengelasan sangat bergantung pada besar kecilnya diameter elektroda yang dipakai. Perusahaan membuat elektroda dan telah menetapkan besar kecilnya *ampere* yang dipakai. Informasi besarnya *ampere* yang dipakai biasanya ditemukan pada bungkus elektroda, misalnya *ampere* yang dianjurkan untuk elektroda tertentu adalah 60-100 *ampere*, pada pelaksanaan latihan biasanya akan menetapkan besarnya *ampere* dipertengahan diantara kedua kedua batas tersebut, yaitu di 95 *ampere*, sesudah mulai mengelas pengaturan *ampere* kembali dilakukan sampai hasilnya optimal, berikut ini Tabel 2.1 arus yang digunakan untuk mengelas.

**Tabel 2.1** Diameter Kawat Las Dan Besar Arus *Ampere*.

Adapun diameter kawat yang digunakan berdasarkan kuar arus pengelasan sebagai berikut:

No	Diameter Kawat Las (mm)	Besar Arus (Amp)
1	2,0	50-75
2	2,5	70-95
3	3,25	95-130
4	4,0	135-180
5	5,0	155-240
6	6,0	190-315

Kecepatan pengelasan adalah laju dari elektroda pada waktu proses pengelasan. Kecepatan maksimum pengelasan sangat bergantung pada keterampilan juru las (*welder*) posisi jenis elektroda dan bentuk sambungan. Biasanya, jika kecepatan antara lain;

- a. Elektroda terlalu panas dapat merusak kestabilan *fluks*
- b. Lebar cairan terlalu lebar
- c. Perlindungan cairan las tidak maksimal dapat mengakibatkan logam berpori
- d. Besar kemungkinannya terjadi *undercut*
- e. Terak sukar dibersihkan

*Ampere* yang terlalu kecil dapat mengakibatkan:

- a. Penyalaan busur sulit dan lengket lengket
- b. Peleburan terputus-putus akibat dari busur yang tidak stabil

*Ampere* yang terlalu besar dapat mengakibatkan:

- a. Elektroda terlalu panas dapat merusak kestabilan *fluks*
- b. Lebar cairan terlalu lebar
- c. Perlindungan cairan las tidak maksimal dapat mengakibatkan logam lasan berpori
- d. Besar kemungkinannya terjadi *undercut*
- e. Terak sukar dibersihkan

## 2.11 Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan adalah laju dari elektroda pada waktu proses pengelasan. Kecepatan maksimum pengelasan sangat bergantung pada keterampilan juru las (*welder*) posisi jenis elektroda dan bentuk sambungan. Biasanya, jika kecepatan pengelasan terlalu cepat, logam lasan menjadi terlalu cepat dingin, menyebabkan bentuk deposit las menjadi kecil dengan puncak yang runcing. Sebaliknya, jika kecepatan perjalanan pengelasan terlalu lambat, deposit las bertumpuk tumpuk menjadi terlalu tinggi dan lebar, kecepatan yang sesuai adalah bila menghasilkan deposit las baik, dengan tinggi maksimal sama dengan diameter elektroda dan lebar tiga kali diameter elektroda proses pengelasan melibatkan pemanasan dan pendinginan pada umumnya struktur mikro dari logam tergantung dari kecepatan pendinginannya dari temperature terbentuknya fase awal sampai ke temperature kamar, karena perubahan struktur ini dengan sendirinya sifat sifat mekanik yang dimiliki juga berubah. Pada dasarnya daerah pengelasan terdiri dari tiga bagian yaitu:

### 1. Logam Pengelasan

Merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku.

### 2. HAZ (*haet affected zone*)

Merupakan daerah logam dasar yang terkena pengaruh panas yang

bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan yang cepat.

### 3. Logam induk yang tidak terpengaruh panas

Merupakan bagian logam dasar dimana panas dan temperature pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan perubahan struktural dan sifat.

## 2.12 Keuntungan dan Kelemahan Pengelasan SMAW

### 1. Keuntungan

SMAW adalah proses las busur paling sederhana dan paling serba guna. Karena sederhana dan mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya membuat proses SMAW ini mempunyai aplikasi pengelasan mulai dari *refinery piping* hingga *pipelines*, dan bahkan untuk pengelasan dibawah laut guna memperbaiki struktur annungan lepas pantai. las SMAW bisa digunakan pada berbagai posisi atau lokasi yang bisa dijangkau dengan sebatang elektroda serta set up yang cepat dan sangat mudah untuk diatur, elektroda dengan mudah dapat dibeli di pasaran.

### 2. Kelemahan

Meskipun SMAW adalah proses pengelasan dengan daya guna tinggi, proses ini mempunyai beberapa karakteristik dimana laju pengisiannya lebih rendah dibandingkan dengan pengelasan semi otomatis atau otomatis. Panjang elektroda tetap dan pengelasan harus dihentikan setelah sebatang elektroda terbakar habis, puntung elektroda yang tersisa terbuang, dan waktu juga terbuang dalam mengganti elektroda. Slang atau terak yang terbentuk harus dihilangkan dari lapisan las sebelum lapisan berikutnya didepositkan. Langkah langkah ini mengurangi efesiensi pengelasan hingga sekitar 50%.

Asap dan gas yang terbentuk merupakan masalah, sehingga diperlukan ventilasi yang memadai pada pengelasan ruang tertutup. Pandangan mata pada kawat las agak terhalang oleh *slang* pelindung dan asap yang menutupi endapan logam. Dibutuhkan *welder* yang sangat terampil untuk dapat menghasilkan pengelasan berkualitas *radiography* apabila mengelas pelat dari satu sisi.

### 2.13 Jenis – Jenis Elektroda

Dalam melakukan pengelasan terdapat elektroda yang digunakan dalam melakukan pengelasan, elektroda tersebut terbagi atas 2 jenis yaitu:

1. Elektroda polos

Yaitu elektroda yang tidak terdapat pelindung atau selaput pada bagian batang elektroda itu sendiri.

2. Elektroda Berselaput

Elektroda (Kawat Las) adalah bagian ujung yang berhubungan dengan benda kerja rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas (Alip, 1989) pengelasan yang menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las yang terbuat dan terdapat zat pelindung berupa selaput yaitu *fluks* untuk melindungi agar pengelasan yang dilakukan lebih rapi.

pada elektroda terdapat penomoran yang digunakan untuk menentukan jenis jenis elektroda atau pun mengenai cara pengelasan nya. Cara membaca kode pada elektroda menurut klasifikasi AWS (*American welding society*) dinyatakan dengan tanda E-XX-X-X yang artinya sebagai berikut:

- E = Menyatakan elektroda busur listrik
- XX = Sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in
- X = (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan Angka 1 untuk pengelasan segala posisi Angka 2 untuk pengelasan posisi mendatar dibawah tangan
- X = Menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok digunakan.

Pada dasarnya jenis inti kawat elektroda baja lunak terbuat dari bahan yang sama. Perbedaan nya terletak pada jenis selaputnya atau disebut *fluks*. berikut ini adalah beberapa jenis elektroda yang umum digunakan yaitu:

a. E6010 dan E6011

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput seluasua yang dapat dipakai untuk pengelasan dengan penembusan yang dalam, pengelasan dapat pada

segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pengerjaan dengan pengujian radioaktif, selaput seluasnya dengan kebasahan 5% pada waktu pengelasan akan menghasilkan gas pelindung. E6011 mengandung kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC.

b. E6012 dan E6013

Kedua elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang, keduanya dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi. Tetapi kebanyakan jenis E6013 sangat baik untuk posisi pengelasan tegak arah kebawah atau las *down*. Jenis E6012 umumnya dapat dipakai pada *amper* yang relatif lebih tinggi dari E6013. E6013 yang mengandung lebih banyak kalium memudahkan pemakaian pada *voltage* mesin yang rendah,

c. E6020

Elektroda jenis ini dapat menghasilkan penembusan las sedang dengan teraknya mudah dilepas dari lapisan las, selaput elektroda terutama mengandung oksidasi besi dan mangan. Cairan terak yang terlalu cair dan mudah mengalir cocok untuk pengelasan datar tapi menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain misalnya posisi *vertical* dan posisi *overhead*.

3. Elektroda Selaput Serbuk Besi

Elektroda jenis ini antara lain: E6027, E7014, E7018, E7024, dan E7028. Mengandung serbuk besi untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambahnya presentase serbuk besi. Dengan adanya serbuk besi dan bertambah tebalnya selaput akan memerlukan *amper* yang lebih tinggi.

4. Elektroda Hidrogen Rendah

Jenis ini antara lain: E7015, E7016, dan E7010. selaput elektroda jenis ini mengandung hidrogen yang rendah (kurang dari 0,5%) sehingga deposit las juga dapat bebas dari porositas. Elektroda ini dipakai untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi, bebas porositas.

## 2.14 Jenis-Jenis Sambungan Las

Pada sambungan las ada beberapa jenis, diantaranya adalah sebagai berikut:

### 1. Sambungan Temu (*butt joint*)

Sambungan sebidang dipakai terutama untuk menyambung ujung ujung plat datar dengan ketebalan yang sama atau hampir sama.

### 2. Sambungan Sisi (*edge joint*)

Sambungan sisi umumnya tidak struktural tetapi paling sering dipakai untuk menjaga supaya dua atau lebih plat tetap pada bidang tertentu atau untuk mempertahankan kesejajaran (*alignamet*) awal.

### 3. Sambungan saling tumpang (*lap joint*)

Sambungan ini paling umum digunakan dalam proses pengelasan. Sambungan ini mempunyai keuntungan utama:

- A. Mudah disesuaikan
- B. Mudah disambung
- C. *fluks* pengelasan mudah masuk ke kampuh pengelasan
- D. Keuntungan lain dari sambungan tumpang yaitu mudah digunakan untuk menyambung plat yang memiliki tebal yang berbeda

### 4. Sambungan sudut (*corner joint*)

Sambungan sudut dipakai terutama untuk membuat penampang berbentuk *box* segi empat seperti yang digunakan untuk kolom dan balok yang memikul momen puntir yang besar.

### 5. Sambungan *T Joint*

Sambungan T atau joint terdiri dari dua bagian yang disambung membentuk huruf T. Penambahan sambungan lain pada *T joint* sehingga membentuk palang yang disebut *Cruciform joint*.

## 2.15 Jenis Jenis Takikan Las

Takikan pada pengelasan terdapat beberapa jenis yaitu:

### a. Takikan Las V

Takikan yang berbentuk sambungan pengelasan nya berbentuk huruf V.

b. Takikan Las U

Takikan yang bentuk sambungan pengelasan kedua benda berbentuk U.

c. Takikan Las X

Takikan yang bentuk sambungan pengelasan kedua benda berbentuk X.

## 2.16 Posisi Pengelasan

Simbol huruf F berasal dari kata *fillet* yang artinya suatu bentuk sudut yang berada diantara pertemuan dua garis atau bentuk salah satu tepi/sisi dari benda yang berbentuk setengah lingkaran atau membentuk busur, simbol huruf G berasal dari kata *grove* dimana 2 material logam yang akan disambung diletakkan dalam posisi sejajar dan diberi jarak kerenggangan semacam alur yang disebut kampuh las. Pada pengelasan terdapat berbagai posisi untuk melakukan pengelasan, yaitu sebagai berikut:

1. Posisi Diatas kepala

Pada posisi ini benda kerja yang akan dilas berada diatas kepala *welder*. Pada pengelasan posisi ini sudut *brander* dimiringkan  $10^\circ$  dari garis *vertical* sedangkan kawat pengisi berada dibelakangnya bersudut  $45-60^\circ$

2. Posisi Sejajar Tangan

Pada posisi ini benda kerja yang akan dilas berada sejajar dengan tangan *welder*, dimana terdapat dua arah pengelasan yaitu *horizontal* dan *vertical*. Pada posisi sejajar *vertical* arah pengelasan dapat bergerak dari bawah ke atas atau sebaliknya, pada posisi *horizontal* arah pengelasan dapat bergerak ke kiri kanan.

3. Posisi dibawah tangan

Pada posisi ini benda kerja yang akan dilas berada di bagian bawah tangan *welder*. Sudut ujung pembakar atau *brander* terletak diantara  $60^\circ$  dan kawat posisi (*filler rod*) dimiringkan dengan sudut antara  $30-44^\circ$  dengan benda kerja. Kedudukan ujung pembakaran ke sudut sambungan dengan jarak 2-3 mm.

## 2.17 Cacat Pada Pengelasan

Pada setiap melakukan pengelasan pasti terdapat berupa kesalahan ataupun cacat yang terjadi pada hasil pengelasan. Terdapat beberapa cacat pada pengelasan yaitu, sebagai berikut:

### 1. Porositas

Cacat Porositas adalah cacat pengelasan yang berupa sebuah lubang lubang kecil pada weld metal (logam las), dapat berada pada permukaan maupun didalamnya penyebab:

- a. Elektroda yang digunakan masih lembab atau terkena air
- b. Busur las diangkat terlalu tinggi
- c. Arus pengelasan terlalu rendah
- d. Adanya zat pengotor pada benda kerja (karat dan minyak)
- e. Pembentukan rigi rigi las terlalu cepat
- f. elektroda tidak sesuai

### 2. *incomplete Fusion*

*Incomplete Fusion* adalah cacat hal ini diakibatkan oleh kesalahan penggunaan besar arus, kecepatan pengelasan, *incorrect electrode manipulation*, maupun kesalahan pengelasan, cacat ini dapat di lihat seperti celah atau rongga antara logam las dengan logam induk.

Penyebab:

- a. Gerakan elektroda yang terlalu cepat
- b. Arus terlalu kecil
- c. Logam pengisi melebur tanpa meleburkan logam induk.
- d. Elektroda kadaluarsa

### 3. *Cold cracking*

*Cold crackin* (retak dingin) adalah sebuah retak yang terjadi pada daerah lasan setelah beberapa waktu ( memerlukan waktu bisa 1 menit, 1 jam, 1 hari) proses pengelasan selsai biasanya untuk mengecek adanya *crack* dilakukan uji tidak merusak yaitu dengan *penetran test* atau *magnetic test*



## 2. *Holiday Test*

*Holiday Test* merupakan sistem pengujian yang digunakan untuk mendeteksi pori-pori kecil pada suatu material. *Holiday test* merupakan alat pengujian untuk pengukuran atau inspeksi lubang kecil atau yang disebut dengan *crack*, alat ini juga digunakan untuk mendeteksi porositas Gambar *Holiday detector* terlihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



**Gambar 2.12** *Holiday detector* Sumber: (Indra Suharyadi, 2012)

## 3. Metode Penetran

Uji cairan penetran adalah salah satu metode uji tanpa merusak yang mampu mendeteksi cacat terbuka pada permukaan suatu bahan atau komponen, misalnya cacat retakan terbuka. Uji cairan penetran dapat dilakukan pada semua jenis bahan asalkan permukaannya tidak menyerap cairan penetran tersebut, Gambar metode penetran terlihat pada gambar 2.13 berikut



**Gambar 2.13** Metode Penetran Sumber: (Mekanika Bahan Teknik, 2019)

#### 4. Metode Radiografi

Metode Pengujian *radiografi* adalah suatu metode berdasarkan pengamatan perbedaan tingkat penyerapan dari suatu penyinaran radiasi pada suatu bahan atau objek, Atau dengan kata lain bayangan fotografik dihasilkan oleh lewatnya sinar gamma atau sinar x melalui benda uji ke bagian film perubahan yang dihasilkan.

Pada emulisi film dicuci untuk menghasilkan *radiographic transparency* (*radiografi*). Orang yang melakukan uji *radografi* ini harus memiliki pengetahuan mengenai bahaya yang dapat ditimbulkan jika tubuh terkena paparan sinar x hal ini dikarenakan karena sinar x tidak dapat dilihat dengan kasat mata sehingga yang dapat menjalankan metode ini adalah orang orang yang sudah memiliki kualifikasi dibidangnya, di Indonesia yang berhak mengadakan pelatihan *radiografi* yaitu badan tenaga atom nasional (BATAN) Gambar metode radiografi terlihat pada gambar 2.14 berikut.



**Gambar 2.14** Metode Radiografi Sumber: (Indra Suharyadi, 2012)

#### 5. Metode Magnetografi

Dengan menggunakan metode ini, cacat permukaan (*surface*) dan bawah permukaan (*subsurface*) suatu komponen dari bahan ferromagnetik dapat diketahui. Prinsipnya adalah dengan magnetisasi bahan yang akan diuji. Adanya cacat yang tegak lurus arah medan magnet ini mengindikasikan adanya cacat pada material. Cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya

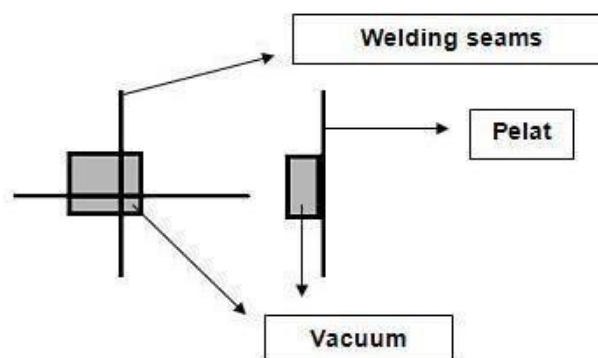
kebocoran medan magnet adalah dengan menaburkan partikel magnetik dipermukaan. Partikel- partikel tersebut akan berkumpul pada daerah kebocoran medan magnet, kelemahannya metode ini hanya bisa diterapkan untuk material ferromagnetik. Selain itu, medan magnet yang dibangkitkan harus tegak lurus atau memotong daerah retak serta diperlukan magnetisasi di akhir inspeksi. Metode magnetografi dapat dilihat pada gambar 2.15 dibawah ini.



**Gambar 2.15** Metode Mangnetografi Sumber (Indra Suharyadi, 2012)

#### 6. Metode *Vacum*

*Vacum test* merupakan test yang dilakukan pada daerah jalur pengelasan (*welding seams*) untuk mengetahui ada tidaknya kebocoran pada alat. *Vacum test* ini dilakukan pada hasil pengelasan satu sisi seperti tangki *storage*.



**Gambar 2.16** Metode Vacum Sumber (Indra Suharyadi, 2012)

## 2.19 Metode Pendeteksi Cacat Pada Pengelasan Dengan Metode Merusak (Destructive Test)

### 1. Pengujian Tarik Material.

*Tensile test* adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar, pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi diseluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang (JIS 2241). Dengan menarik suatu bahan. Dapat mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Bahan percobaan diberikan beban tarik secara perlahan lahan dari (0kg) sampai bahan percobaan putus (C), disini akan terjadi dua perubahan plastis. Beban (load) dimana tercapainya kekenyalan (yield) disebut bahan yield point ( $F_s$ ), dan elongasi yang terjadi pada saat ini disebut ‘‘*Elongation yield point*’’ (mm). Beban maksimum yang dapat ditahan oleh bahan percobaan adalah  $F_{max}$  (kgf) dan beban setelah bahan percobaan putus (*load at fracture*) adalah  $f_f$  (kgf).

### 2. Pengujian Tekan

Pada uji tekan umumnya kekuatan tekan lebih tinggi dari kekuatan tarik, suatu material akan ditekan dan saat pengujian ini material akan rusak, prosesnya material akan ditaruh diatas landasan dan ditekan dari atas.

### 3. Pengujian bengkok

Pengujian bengkok adalah salah satu cara pengujian yang dipakai sejak lama bagi bahan yang cocok, karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana dan tidak perlu menggunakan mesin uji biasa. Tapi pengujian ini menyebabkan material rusak karena akan menyebabkan adanya patahan.

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap spesimen dan bahan, baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Uji bengkok (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan

untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan sifat elastis dari. Sambungan pengelasan di *weld metal*. Dalam pemberian beban ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu:

- a. Kekuatan Tarik (*Tensile Test*)
- b. Komposisi kimia dan struktur mikro

#### 4. Uji *impact*

Uji *impact* dilakukan untuk menentukan kekuatan material dalam sebuah metode uji *impact* dalam dunia industri khususnya uji *impact charpi* dan uji *impact izod*. Dasar pengujian ini adalah penyerapan energi potensial dari beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.

#### 5. Sistem Pengujian Pukul Takik

Berikut beberapa pengujian pukul takik:

##### a. Uji Takik

Benda uji diletakkan secara mendatar dan ditahan pada sisi kiri dan kanan. Kemudian benda dipukul pada bagian belakang takikan.

##### b. Uji Tekan

Benda uji dijepit pada satu ujungnya pada posisi tegak, lalu benda uji ini dipukul dari sisi depan pada sisi ujung yang lain.

### 2.20 Uji impak (*impact test*)

Uji *impact* dilakukan untuk menentukan kekuatan material dalam sebuah metode uji *impact* dalam dunia industri khususnya uji *impact charpi* dan uji *impact izod*. Dasar pengujian ini adalah penyerapan energi potensial dari beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.

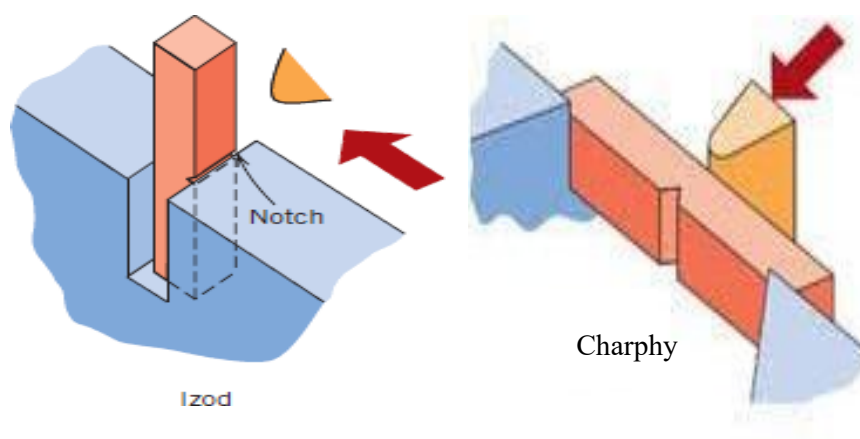
Beberapa perangkat pada otomotif dan transmisi, akan mengalami suatu beban kejut atau beban secara mendadak (tiba-tiba) dalam pengoperasiannya. Oleh karenanya ketahanan suatu material terhadap beban mendadak, serta faktor-faktor yang mempengaruhi sifat material tersebut perlu diketahui dan

diperhatikan. salah satu sifat material yang menyebabkan kecenderungan suatu logam mengalami patah getas diantaranya; tegangan triaxial, temperatur rendah dan laju regangan/pembebanan yang tinggi. Tegangan triaxial dapat terjadi apabila pada permukaan terdapat takik/notch.

### 1. Teknik Uji Impak (Impact Test)

Ada dua teknik uji impak yang standar yaitu *charpy* dan *izod*. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kecenderungan logam untuk patah getas dan untuk mengukur energi impak atau istilah lainnya disebut *notch toughness* (mengukur ketangguhan logam terhadap adanya takik) Teknik *charpy V-notch* (CVN) adalah teknik yang paling banyak digunakan.

Pada uji impak digunakan spesimen uji bertakik yang dipukul dengan sebuah pendulum. Pada teknik *izod*, spesimen dijepit pada satu ujung hingga takik berada didekat penjepit. Pendulum diayunkan dari ketinggian tertentu akan memukul ujung spesimen yang tidak dijepit dari depan takik. Pada *charpy* spesimen uji diletakkan mendatar kedua ujungnya ditahan, pendulum akan memukul batang uji dari belakang takik. Berikut Dua teknik uji impak (*impact test*) yang dapat dilihat padagambar 2.17 dibawah ini.



**Gambar 2.17** Dua Teknik Uji Impak (Impact test (Firmansyah, 2021))

### 2. Tujuan Uji Impak (Impact Test)

*Impact Test* berguna untuk melihat efek-efek yang ditimbulkan oleh adanya takikan, bentuk takikan, temperatur, dan faktor-faktor lainnya. Uji impak dapat juga disebut sebagai suatu pengujian material untuk mengetahui

kemampuan suatu material/bahan dalam menerima beban tumbuk dengan diukur besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen material/bahan dengan ayunan.

maka energi yang dibutuhkan untuk mematahkan *speciemen* dapat dihitung:

$$E = m \times g \times r (\cos\beta - \cos\alpha) \text{ kg.m} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

E = Energi yang dibutuhkan untuk mematahkan specimen (kg.m).

P = Berat pendulum (25,530 kg).

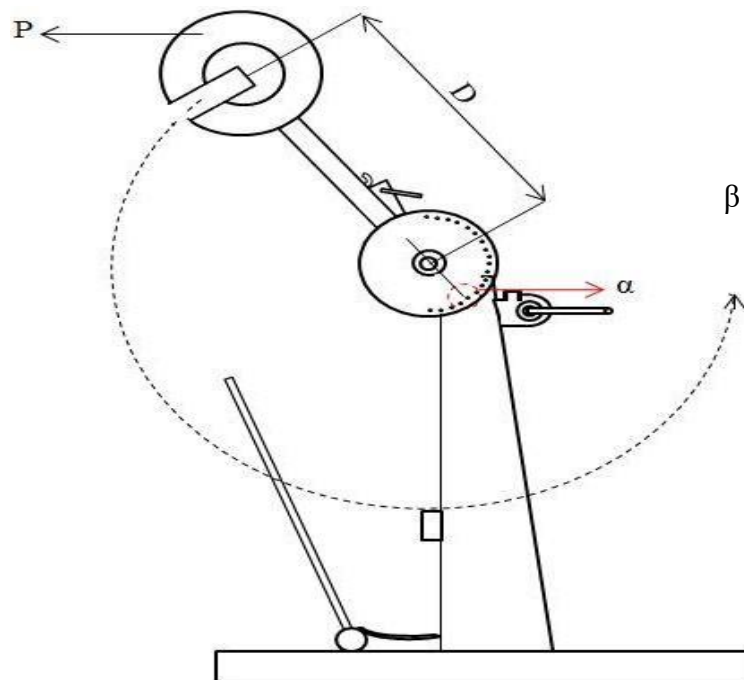
g = Percepatan gravitasi bumi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

D = Jarak sumbu pendulum dengan pusat gaya berat pendulum (0,6495 m).

$\alpha$  = Sudut pendulum sebelum dijatuhkan (sudut maksimum  $144^\circ$ )

$\beta$  = Sudut pendulum sesudah mematahkan spesimen.

adapun rumus dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2.18** *Impact Machine* (Dokumen Pribadi, 2024)

Sudut awal dari pendulum adalah  $144^\circ$ , dan sudut pendulum setelah mematahkan *speciemen* dapat dibaca pada piringan alat. Penggunaan besar sudut awal pendulum sebesar  $144^\circ$ , hal ini dikarenakan dalam perancangan alat *Impact*

*Machine* ini di desain dan dikalibrasi oleh pabrikan dengan sudut awal percobaan sebesar  $144^\circ$ . Apabila luas permukaan patahan *speciemen* adalah  $A$  ( $\text{cm}^2$ ), maka “*Impact Streanght*” (beban kejut) atau disebut juga dengan angka *Charpy* dapat dicari dengan rumus:

$$\mathbf{HI} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{A}} \text{ J/mm}^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Untuk luas penampang ( $A$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{A} = \mathbf{B} \times \mathbf{H} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

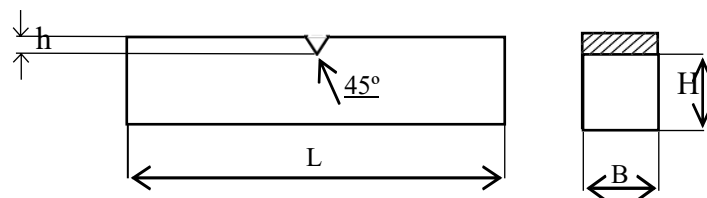
$A$  = Luas diameter spesimen uji *impact* (mm).

$B$  = Lebar spesimen uji *impact* (mm).

$H$  = Tebal specimen dalam takikan sampel 2 mm (mm).

$h$  = Kedalaman takikan (mm).

adapun rumus dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2.19** Sampel *Impact Test* (Dokumen Pribadi, 2024)

Pada sampel uji impak atau *impact test* ukuran dimensi yang diberikan yakni Panjang ( $L$ ) sebesar 55 mm, Lebar spesimen ( $B$ ) sebesar 10 mm, tinggi spesimen diluar takikan ( $H$ ) sebesar 8 mm, dan besar sudut takikan pada spesimensebesar  $45^\circ$  dengan kedalaman takikan sebesar 2 mm. Dimana untuk gambar dari spesimen *impact test* atau uji impak dapat dilihat pada gambar 2.19 diatas.

Uji impak juga digunakan untuk mempelajari pola patahan spesimen uji, apakah getas (*brittle fracture*) atau patah ulet (*ductile fracture*) atau kombinasi keduanya.

### 3. Metode Pengujian Impak (Impact Test)

Terdapat 2 macam pengujian impact yaitu Metode Charpy dan Metode Izod

#### a. Metode Charpy

Pada metode sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.17, spesimen diletakkan mendatar dan kedua ujung spesimen ditumpu pada suatu landasan. Letak dari takikan (*notch*) berada pada tepat ditengah arah pemukulan dari belakang takikan. Biasanya metode ini digunakan di Amerika dan banyak negara yang lain termasuk Indonesia.

#### b. Metode Izod

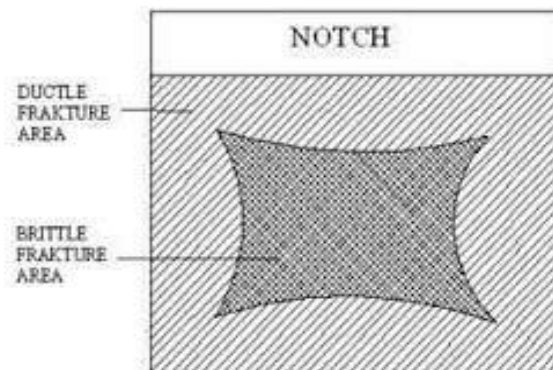
Pada metode ini sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.17 spesimen dijepit pada salah satu ujungnya dan diletakkan tegak. Arah pemukulan dari depan takikan. Biasanya metode ini digunakan di Negara Inggris.

Hasil *Impact Test* tidak dapat digunakan untuk keperluan perhitungan suatu desain, namun hanya dapat digunakan untuk membandingkan sifat ketangguhan (*toughness*) suatu bahan dengan bahan lain. Hal ini dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi *impact strength* hingga tidak dapat dicari korelasinya antara kondisi pengujian dengan kondisi pemakaian, misalnya pada saat pengujian kecepatan pembebanan sudah tertentu.

### 4. Mode Kegagalan (Patahan Dari Uji Impak)

Uji impak juga digunakan untuk mempelajari pola patahan spesimen uji, apakah spesimen akan mengalami patah getas (*brittle fracture*) atau patah ulet (*ductile fracture*) atau kombinasi keduanya.

*Granular fracture* atau *cleavage fracture* adalah bentuk dari permukaan patah getas yang berkilat dan berbutir sedangkan patah ulet memiliki bentuk struktur yang tampak lebih buram dan berserabut dan disebut juga dengan *fibrous fracture* atau *shear fracture*. Perbedaan permukaan kedua jenis patahan tersebut, sangatlah mudah untuk dibedakan antara meskipun akan terjadi kombinasi antar kedua patahan yang sebagaimana dapat kita lihat ditunjukkan contoh perbedaan.



**Gambar 2.20** Perbedaan Permukaan Kedua Jenis Patahan (Firmansyah, 2021)

Untuk lebih jelasnya mengenai mode kegagalan (patahan/*fracture*) yang dialami oleh material logam seperti yang terjadi akibat adanya gaya dinamis yang bekerja terhadap komponen pompa sentrifugal yakni pasak kopling pada poros tersebut, berikut adalah beberapa mode kegagalan berupa patahan (*fracture*) yang dapat terjadi akibat adanya gaya dinamis yang terjadi pada material.

a. Patah Getas (*Brittle Fracture*)

Perpatahan granular/ kristalin mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari bahan yang rapuh (*brittle*). Ditandai dengan permukaan yang datar, permukaan mengkilat. Merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Dalam kehidupan nyata, peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya daripada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari begitu saja. material yang memiliki komposisi karbon yang sangat tinggi sehingga sangat kuat namun rapuh. Berikut Patah getas (*Brittle Fracture*) yang dapat dilihat pada gambar 2.21 dibawah ini.



**Gambar 2.21** Patah Getas (*Brittle Fracture*)(Rangga Agung, 2017)

Ciri-cirinya:

- a. Permukannya terlihat berbentuk granular berkilat dan memantulkan cahaya.
- b. Terjadi secara tiba-tiba tanpa ada deformasi plastis terlebih dahulu sehingga tidak tampak gejala-gejala material tersebut akan patah.
- c. Tempo terjadinya patah lebih cepat.
- d. Bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik. Dan berikut merupakan spesimen patah getas yang dapat dilihat pada gambar 2.22 dibawah ini.



**Gambar 2.22** Spesimen Patah Getas (Sanur Demak, 2019)

b. Patah Ulet (*Ductile Fracture*)

Perpatahan berserat (*fibrous fracture*) pergeseran bidang-bidang kristal di dalam bahan yang ulet (*ductile*). Ditandai dengan permukaan berbentuk dimple menyerap cahaya dan permukaan buram. Patah ulet merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjalaran retak akan berhenti dan retakan tersebut akan terbentuk secara permanen.

Patah ulet biasanya akan ditandai dengan adanya penyerapan energi yang disertai dengan munculnya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar area patahan pada spesimen tersebut, sehingga permukaan pada patahan akan nampak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu atau akan kelihatan buram. Selain itu komposisi material juga akan mempengaruhi jenis patahan yang dihasilkan, jadi patah ulet ini bukan hanya karena pengaruh dari beban saja.

Biasanya patah ulet ini akan terjadi pada material berstruktur bainit yang merupakan baja karbon dengan kandungan karbon yang rendah. Berikut merupakan patahan ulet (*ductile fracture*) yang dapat dilihat pada gambar 2.23 di halaman berikutnya.



**Gambar 2.23** Patah Ulet (*Ductile Fracture*)(Rangga Agung, 2017)

Ciri-ciri patah ulet:

- a Ada reduksi luas penampang patahan, akibat tegangan uniaksial.
- b Tempo terjadinya patah lebih lama.
- c Pertumbuhan retak lambat, tergantung pada beban.
- d Permukaan patahannya terdapat garis-garis benang serabut (*fibrosa*), berserat, menyerap cahaya,ampilannya buram. Pada gambar di bawah ini



**Gambar 2.24** Spesimen Patah Ulet(Sanur Demak, 2019)