BAB II

DASAR TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Dari penelitian yang dilakukan oleh Satoto (2011) tentang kekuatan tarik, struktur mikro dan struktur makro dengan bahan *stainless steel* pada las gesek. Hasil analisis pada putaran 950 rpm diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 167,99 MPa, dengan nilai waktu rata-rata 63,67 detik. Pada pengelasan dengan putaran 1350 rpm diperoleh nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 237,68 MPa, dengan nilai waktu rata-rata adalah 32,5 detik. Dari hasil penelitian ini (Satoto, I, 2011) menyimpulkan bahwa semakin tinggi putaran pengelasan dapat mempengeruhi hasil kekuatan tarik lasan menjadi lebih tinggi.

Sidiq (2013) dalam penelitianya yang berjudul pengaruh waktu gesek terhadap kekuatan tarik dan kekerasan mikro lasan pada pengelasan gesek (*Friction Welding*) Bahan *stainless steel*, didapatkan hasil nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen dengan waktu pemanasan 10 menit sebesar 368,28 MPa, semakin lama waktu pemanasan nilai kekuatan tariknya semakin kecil. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah logam las sebesar 263,7 VHN. Hasil pengamatan penampang patah peleburan hampir merata keseluruh permukaan las, namun untuk hasil perekatan yang sempurna terjadi pada spesimen dengan watu pemanasan 10 menit.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengertian Pengelasan

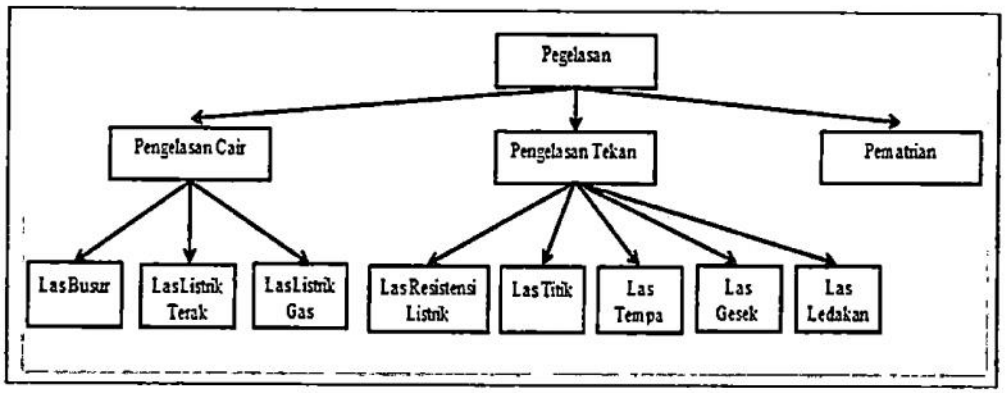
Berdasarkan pengertian dari *Deutche Industrie Normen* (DIN) mendefinisikan las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Pengelasan (*welding)* adalah salah satu proses penyambungan dua buah logam sampai titik reksistalisasi logam baik menggunakan bahan tambahan maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Selain untuk menyambung, proses pengelasan

dapat juga digunakan untuk memperbaiki. Misalnya untuk mengisi atau menambal lubang-lubang pada bagian-bagian coran yang sudah aus. (Wiryosumarto dan Okumura; 2008).

Berdasarkan cara kerjanya pengelasan digolongkan dalam.

a. Pengelasan cair adalah pengelasan dengan cara mencairkan logam yang akan di sambung dengan sumber panas busur listrik atau semburan api.
b. Pengelasan tekan adalah pengelasan dengan cara sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
c. Pematrian adalah pengelasan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair lebih rendah dari logam yang akan disambung dan logam yang akan disambung tidak ikut mencair.

Berdasarkan cara pengelasanya, pengelasan dapat dibagi seperti pada Gambar 2.1.



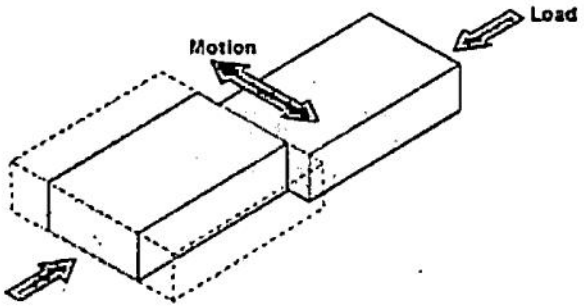
Gambar 2.1 Pembagian pengelasan berdasarkan metode kerja
Diadopsi: Rochim, S (2004) dan informasiteknik.wordpress.com (2011)

2.2.2. Pengertian Pengelasan Gesek

Pengelasan gesek adalah penyambungan material yang memanfaatkan panas yang dihasilkan dari gesekan antara dua permukaan material logam. Penyambungan terjadi secara metalurgi karena gesekan antara dua permukaan material dengan di beri tekanan tertentu. Klasifikasi las gesek berdasarkan metode pengesekan.

2.2.2.1 *Linier Friction Welding*

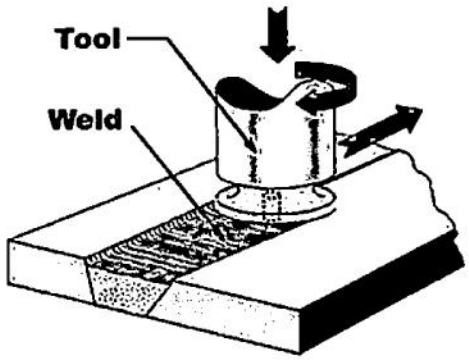
Linier friction welding adalah penyambungan material dengan sumber panas yang berasal dari gesekan antara dua benda kerja diam dengan benda kerja yang bergerak secara linier dan kedua benda kerja tersebut diberi tekanan.



Gambar 2.2 Proses *Linier friction Welding*
Diadopsi : materialteknologi.hig.no (2013)

2.2.2.2 *Stir Friction Welding*

Stir Friction Welding adalah proses penyambungan yang terjadi karena panas yang diakibatkan gesekan antara benda kerja dengan pahat yang berputar. *Stir friction welding* sering digunakan pada penyambungan plat. Proses penyambungan yaitu dengan kedua plat yang akan disambung dicekam berhimpit, kemudian pahat berputar dan menekan di atas himpitan tersebut sehingga akan terjadi gesekan dan menimbulkan panas yang akan melelehkan sambungan plat.



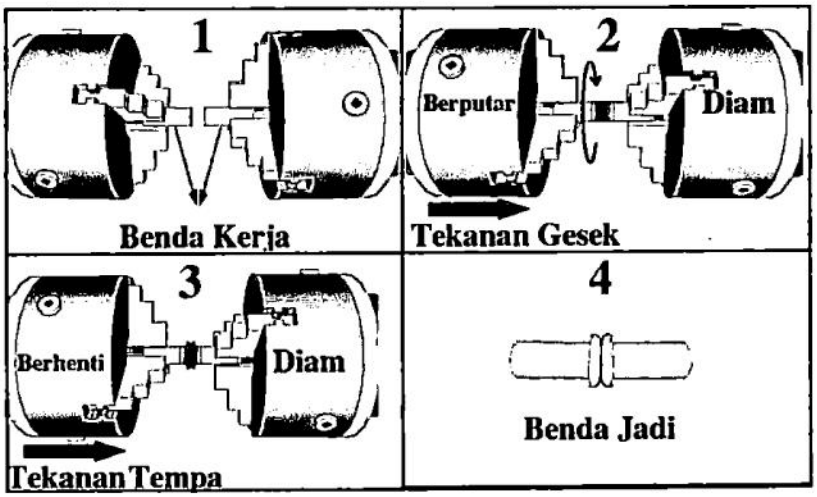
Gambar 2.3 Proses *Stir friction Welding*
Diadopsi: engineering.und.edu (2013)

2.2.2.3 *Rotary Friction Welding*

Rotary Friction Welding adalah pengelasan yang terjadi karena panas yang diakibatkan gesekan dan tekanan dari kedua permukaan material.

Proses atau tahapan pada *Rotary Friction Welding*

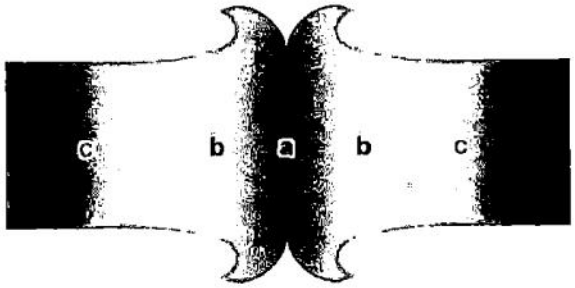
1. Terdapat dua benda kerja dipasang pada pencekam.
2. Ujung kedua permukaan material yang berputar dan material yang diam disentuhkan dan diberi tekanan gesek. Sehingga timbul panas akibat gesekan yang akan melelehkan ujung permukaan benda kerja.
3. Setelah meleleh putaran dihentikan dan material diberi tekanan tempa untuk menghasilkan sambungan yang sempurna.
4. Hasil sambungan dari las gesek.



Gambar 2.4 Proses *Rotary Friction Welding*

2.2.3. Daerah pengelasan pada pengelasan gesek

Pada pengelasan gesek terdapat daerah yang terkena pengaruh panas pada saat pengelasan. Pengaruh panas tersebut menyebabkan perubahan struktur mikro, sifat mekanik dan ada yang tidak megubah struktur mikro dan sifat mekanik. Daerah pengelasan pada las gesek dibagi menjadi 3, ditunjukkan pada gambar 2.5.



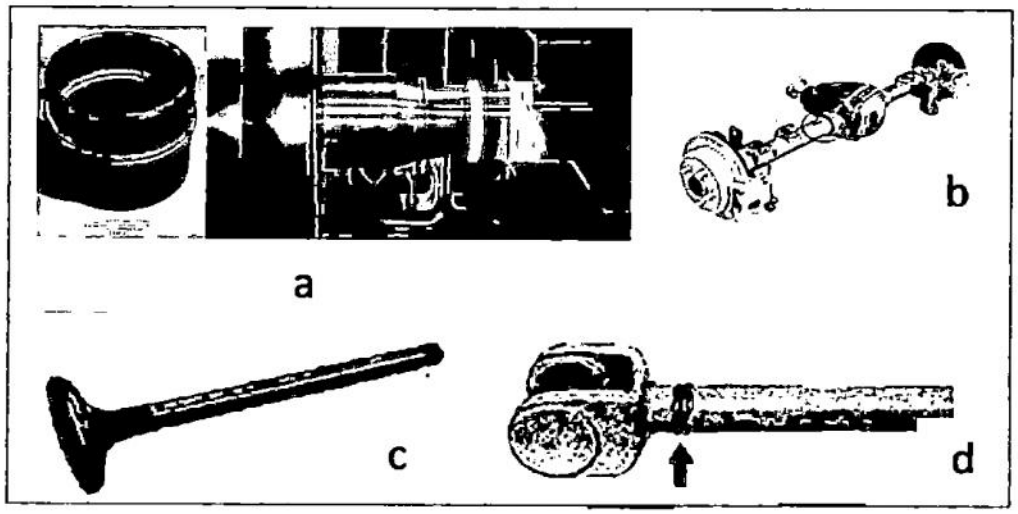
Gambar 2.5 Daerah pengelasan pada pengelasan gesek

a. Daerah inti adalah daerah utama pengelasan yang mengalami cair dan pembekuan.
b. *Heat Affacted Zone* (HAZ) adalah daerah yang mengalami perubahan struktur mikro dan sifat-sifat mekanismenya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan pada derah inti. Daerah *HAZ* merupakan daerah paling kritis dari sambungan las, karena selain berubah strukturnya juga terjadi perubahan sifat pada daerah tersebut. (Wiryosumarto dan Okumura; 2008)
c. Daerah tetap adalah daerah di mana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik.

2.2.4. Kelebihan Pengelasan Gesek

a. Tidak menghasilkan asap.
b. Dapat dilakukan pada bahan yang berbeda jenis.
c. Daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) sempit.
d. Tidak memakai logam tambahan.
e. Peleburan dalam pengelasan *uniform* antara tepi dan tengah.

2.2.5 Aplikasi pengelasan gesek dengan metode rotary



Gambar 2.6 Aplikasi *rotary friction welding*
Sumber: (http://www.google.com/search?q=frictin+welding)

a. Penyambungan pada pipa
b. *Banjo axle* penghubung gardan dengan roda pada mobil
c. Katup pada kendaraan.
d. *Universal joint*

2.3. Baja Tahan Karat (*Stainless steel*)

Baja tahan karat atau *stainless steel* adalah baja paduan yang mengandung unsur kromium minimum 12% yang berfungsi sebagai pembentuk lapisan film oksida kromium untuk mencegah terjadinya oksidasi besi yang menyebabkan korosi. Baja tahan karat termasuk dalam baja paduan tinggi yang mempunyai sifat mampu bentuk yang baik dan sifat tahan korosi yang baik. Unsur paduan pada *stainless steel* terdiri dari Cr, Ni, Fe, Mn, N, C, Mo dan Si.

Pengaruh unsur paduan pada *stainless steel*

a. Karbon (C)

   Karbon merupakan unsur pengeras utama pada baja, pengaruh karbon adalah untuk meningkatkan ketahanan korosi dan pada baja tahan karat austenitik sebagai unsur untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan.

b. Silikon (Si)

Silikon pada baja tahan karat berpengaruh untuk meningkatkkan ketahanan oksidasi pada temperatur tinggi, dan meningkatkan elastisitas.

c. Mangan (Mn)

Mangan dalam baja tahan karat mencegah terjadinya retak panas yang diakibatkan oleh terbentuknya sulfida besi (FeS). Mangan juga mempengaruhi kestabilan austenit dan ferit, dimana pada temperatur rendah mangan akan menjadi penstabil austenit dan ferit.

d. Nikel (Ni)

Penambahan unsur Ni bila dipadukan dengan krom maka akan meningkatkan ketangguhan.

e. Krom (Cr)

Semua baja tahan karat mengandung Cr yang berfungsi sehingga meningkatkan ketahanan korosi dan ketahanan oksidasi pada temperatur tinggi.

f. Molibdenum (Mo)

Molibdenum pada baja tahan karat berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan sebagai pembentuk fasa kedua dalam baja tahan karat feritik dan austenitik. Dalam baja tahan karat martensitik, molibdenum dapat meningkatkan kekerasan dan pada temperatur tempering yang tinggi akan membentuk endapan karbida.

2.3.1. Klasifikasi Baja Tahan Karat *(Stainless Steel)*

1) Austenit Stainless Steel

Austenitic *Stainless Steel* mengandung sedikitnya 16% Krom dan 6% Nikel (grade standar untuk 304). Austenitic dapat juga diaplikasi untuk temperature rendah disebabkan unsur Nikel membuat *Stainless Steel* tidak menjadi rapuh pada temperatur rendah. Aplikasi *stainless steel* austenit pada bejana tekan, poros, pipa, boiler, kontruksi, tangki.

Sifat-sifat dasar baja *Austenitic*

a. Daya tahan korosi yang sangat bagus.
b. Kemampuan mengelas yang sangat bagus

c. Kemampuan membentuk, kemampuan pembuatan dan sifat kenyal yang sangat bagus
d. Tidak mengandung magnit (jika dikuatkan)

2) *Ferritic Stainless Steel*

stainless Ferritic mandungan Krom 10,5 - 18 % seperti grade 430 dan 409. Jenis Ferritic agak sedikit kurang mempunyai sifat kenyal daripada jenis austenitic. Aplikasi *stainless steel* ferit adalah pada peralatan rumah tangga.

Sifat-sifat dasar baja ferritic

a. Ketahanan korosi kurang bagus dari austenitic
b. Kemampuan mengelasnya sedikit
c. Kemampuan membentuknya tidak sebagus austenitic
d. Mengandung magnit.

3) *Martensitic Stainless Steel*

Stainless Steel jenis Martensitic memiliki unsur Kromium bervariasi antara 12 – 18 %, dengan kadar karbon 0,12 – 1,2. Aplikasi *Stainless steel* martensit adalah pada pisau dan baling-baling.

Sifat-sifat dasar baja Martensitic

a. Daya tahan korosinya sedang
b. Dapat dikeraskan dengan perlakuan panas dan oleh karena itu tingkat kekerasan dan daya tahannya tinggi
c. Kemampuan mengelasnya kurang
d. Bersifat magnetic

4) *Duplex Stainless Steel*

Duplex Stainless Steel mengandung Kadar Chrom antara 23 – 30 %, Nikel 2,5 – 7 %, karbon 0,12 – 1,2 %,. Duplex memiliki kombinasi sifat tahan korosi dan temperatur relatif tinggi atau secara khusus tahan terhadap *Stress Corrosion Cracking*.

Sifat-sifat dasar baja Duplex

a. Daya tahan yang tinggi untuk menekan keretakan korosi
b. Daya tahan yang dinaikkan pada serangan ion Klorida

c. Perenggangan dan kuat luluh yang lebih tinggi dari baja-baja austenitic dan ferritic

d. Kemampuan peleburan, kemampuan membentuk yang baik

Tabel 2.1 Jenis dan Seri *stainless steel.*

No	Jenis	Seri *Stainless steel*
1.	Austenitik	101, 102, 201, 202, 384, 304, 305, 308, 309, 320, 301, 302, 316, 317, 314, 303, 321, 347
2.	Feritik	430, 434, 422, 436, 446, 405, 409
3	Martensitik	410, 416, 420, 414, 440, 421, 431
4	Duplex	2205, 2507, 2101, 2507Cu

(Diadopsi : www.atlassteels.com.au dan *SPPUSA Company*)

2.3.2. Pengertian Baja Tahan Karat (Stainless Steal) 304

Stainless steel 304 adalah baja tahan karat yang termasuk pada jenis Austenit, yang mempunyai kandungan kromiun (Cr) 18-20 %, karbon (C) 0,08 % dan nikel (Ni) 8,0-10,5 %. Stainless steel 304 mempunyai sifat mampu las yang baik, mampu bentuk dan ketahanan korosi yang baik. Aplikasi *Stainless steel 304* pada industri yaitu pada bejana tekan, poros, perpipa, boiler, kontruksi, tangki. memiliki titik lebur 2550 F – 2650 F (1399 °C – 1454 °C). (*AK Steel.* 2007)