BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian tentang las gesek sudah ada sebelumnya, tentang penelitian las gesek dengan pengujian kekuatan tarik, struktur mikro dan struktur makro lasan baja karbon rendah. Penelitian mendapatkan hasil, dengan kecepatan putaran motor 950 rpm akan mendapatkan rata – rata kekuatan tarik sebesar 118,038 N/mm^2, pada kecepatan putaran motor 1350 rpm mendapatkan rata – rata kekuatan tarik sebesar 185,505 N/mm^2, untuk rata – rata waktu gesek yang digunakan adalah 10,30 menit. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin cepat putaran motor (rpm) maka semakin tinggi juga kekuatan tarik (N/mm^2) yang dihasilkan. Penelitian dilakukan oleh Razzaq (2011).

Pengaruh waktu gesek terhadap kekuatan tarik dan kekerasan mikro dengan menggunakan baja karbon diteliti oleh Frayudi (2013). Didapatkan hasil bahwa pada pengelasan dengan waktu gesekan 8 menit terjadi kekuatan tarik tertinggi yaitu 305,15 N/mm^2. Dari data penelitian tersebut, dapat melakukan perhitungan menggunakan persamaan $y = -3.044x^2 + 72.028x - 121.33$, titik maksimum yang didapat adalah pada waktu gesekan 11,831 menit dengan kekuatan tarik 304,756 N/mm^2, kekuatan tariknya relatif sama pada waktu gesekan yang melebihi 11,831 menit. Nilai regangan tertinggi terjadi pada pengelasan dengan waktu gesekan 13 menit yaitu 6,63 %, sedangkan untuk nilai modulus elastisitas tertinggi adalah 6,01 GPa terjadi pada waktu gesekan 8 menit. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kekuatan tariknya kecendrungan untuk berubah bentuk semakin besar. Untuk nilai kekerasan tertinggi sebesar 212,8 VHN terdapat pada daerah las, sedangkan daerah HAZ rata-rata kekerasanya adalah 174,08 VHN, daerah logam induk rata-rata kekerasanya 158,96 VHN. Daerah yang jauh dari titik pengelasan gesek strukturnya tidak mengalami perubahan. Hasil pengamatan menunjukan peleburan belum terjadi secara sempurna pada penampang patah dengan waktu gesekan 5 menit, dikarena kan pengaruh gesekan, dibandingkan dengan waktu

gesekan 8 menit ,12 menit, 13 menit dan 15 menit terlihat seluruh permukaan benda yang dilas melebur secara merata.

Kekuatan tarik, struktur mikro dan struktur makro lasan stainless steel dengan las gesek diteliti oleh Satoto (2011). Diperoleh rata-rata kekuatan tarik pada putaran pengelasan 950 rpm adalah sebesar 167,99 N/mm^2, dengan nilai waktu rata-rata 63,67 detik. Nilai rata-rata kekuatan tarik pada pengelasan dengaan putaran 1350 rpm adalah sebesar 237,68 N/mm^2, dengan nilai waktu rata-rata adalah 32,5 detik. Dapat disimpulkan bahwa, dengan putaran motor (rpm) yang tinggi, dapat mempengaruhi hasil las gesek sehingga semakin tinggi kekuatan tariknya.

Penelitian yang menggunakan bahan stainless steel juga dilakukan oleh Sidiq (2013), meneliti tentang pengaruh waktu gesek terhadap kekuatan tarik dan kekerasan mikro. hasil yang didapatkan adalah pada benda uji dengan waktu pemanasan 10 menit mendapatakan kekuatan tarik sebesar 368,28 N/mm^2, waktu pemanasan yang lama mengakibatkan kekuatan tariknya semakin kecil. Kekerasan tertinggi terdapat pada daerah inti las, sebesar 263,7 VHN. Hasil pengamatan penampang patah peleburan hampir merata keseluruh permukaan las, untuk hasil perekatan yang sempurna terjadi pada benda uji dengan waktu pemanasan 10 menit.

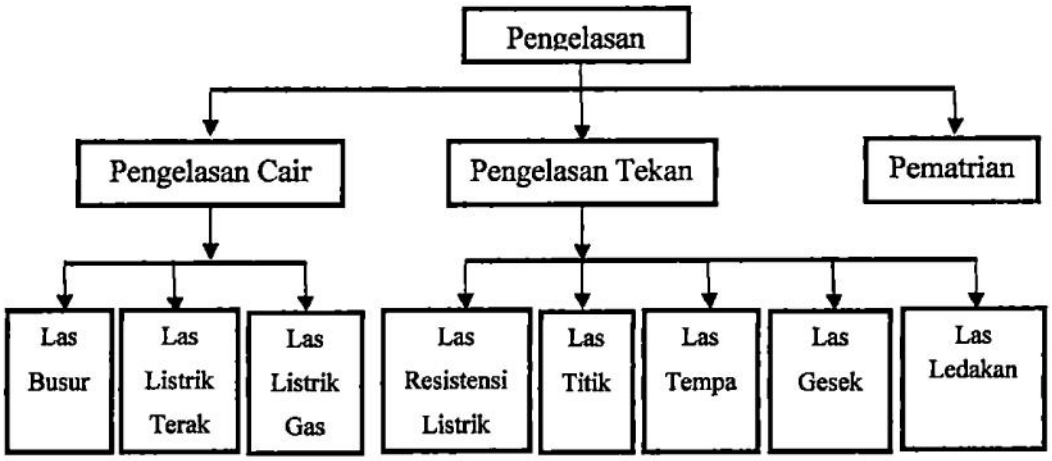
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan (welding) adalah salah satu proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambahan maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. (Wiryosumarto dan Okumura; 2008). Selain untuk menyambung, proses pengelasan dapat juga digunakan untuk memperbaiki. Misalnya untuk mengisi atau menambal lubang-lubang pada bagian-bagian coran yang sudah aus. Definisi las menurut *Deutche Industrie Normen* (DIN) adalah metalurgi yang terikat pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan meleleh atau mencair.

Dalam proses pengerjaan pengelasan bisa digolongkan menjadi beberapa jenis pengelasan.

Dapat dilihat pada gambar 2.1 tentang pembagian pengelasan menurut proses pengerjaannya.



Gambar 2.1 Pembagian Pengelasan Menurut Proses Pengerjaannya.
Diadopsi dari: informasiteknik.wordpress.com (2011)

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana proses penyambungan dipanaskan dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar hingga mencair. Las busur elektroda terumpan, elektroda tak terumpan, dan las busur fluks adalah bagian dari jenis pengelasan cair.
2. Pengelasan tekan adalah proses pengelasan dengan cara memanaskan sambungan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu. Biasanya permukaan plat yang akan disambung ditekankan secara bersama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair.
3. Pematrian diproses dengan cara kedua logam yang akan disambung disatukan atau diikat menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair lebih rendah dari logam yang akan disambungkan. Dalam proses pematrian ini logam yang disambungkan tidak ikut mencair hanya logam pengikat saja yang mencair.

2.3 Pengelasan Gesek

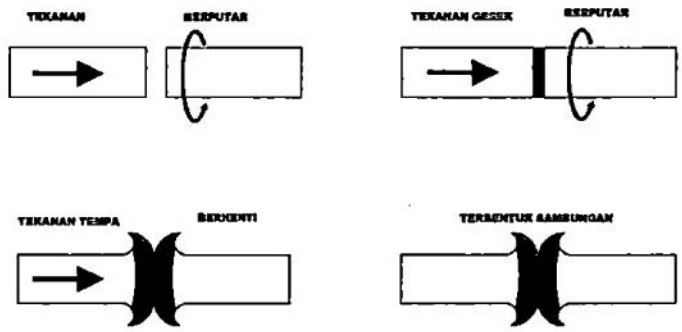
Pengelasan gesek adalah salah satu metode pengelasan yang memanfaatkan panas yang dihasilkan dari gesekan kedua ujung permukaan benda kerja. Berdasarkan metode pengesekannya, pengelasan gesek dapat diklasifikasikan menjadi tiga:

2.3.1 *Rotary Friction Welding*

Rotary Friction Welding terjadi oleh gesekan pada masing–masing ujung logam, pada salah satu logam yang akan disambung berputar dan ditambah adanya tekanan dari satu sisi yang diam, maka ujung logam yang bergesekan memanas, sehingga menjadikan kedua ujung bidang logam yang tergesek tersebut meleleh. Tahapan proses pengelasan gesek

1. Salah satu logam yang akan dilas diputar, logam yang lain hanya digerakan secara horizontal.
2. Logam yang bergerak horizontal diberi tekanan hingga bergesekan dengan logam berputar.
3. Setelah terjadi lelehan pada ujung logam yang digesek putaran dihentikan, logam diberi tekanan dari arah horizontal yang lebih besar dari tekanan ketika terjadi gesekan,
4. Sambungan las terbentuk.

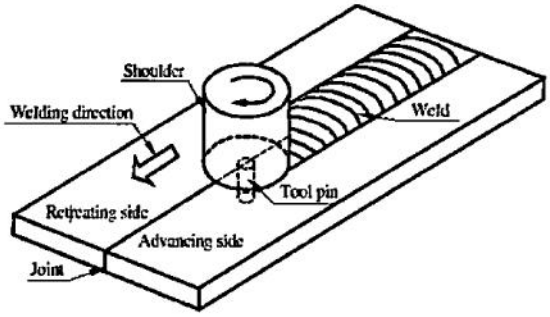
Tahapan *Rotary Friction Welding* dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 *Rotary Friction Welding* 2 dimensi

2.3.2 *Stir friction welding*

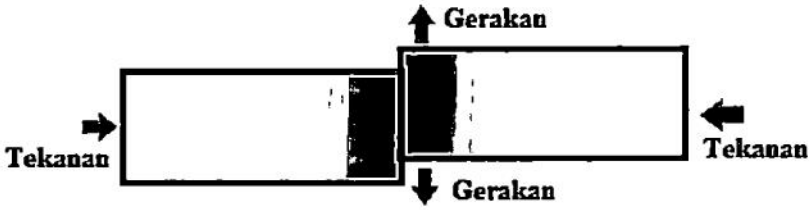
Stir friction welding merupakan metode pengelasan gesek. Prinsip dasar dari proses pengelasan *stir friction welding* yaitu dengan menggunakan sebuah *tool* yang terdiri dari *pin* dan *shoulder* yang diputar pada kecepatan putaran tertentu. *Tool* tersebut kemudian melakukan penekanan hingga masuk pada 2 buah ujung pelat atau lembaran logam yang akan disambung. Pada tingkat kedalaman tertentu, tool akan bergerak sepanjang garis sambungan antara logam yang disambung. Proses pengelasan dengan menggunakan metode *stir friction welding* biasannya digunakan untuk menyambung pelat. Dapat ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses *Stir friction welding.*
Diadopsi dari : didinmachmud.blogspot.com

2.3.3 *Linier friction welding*

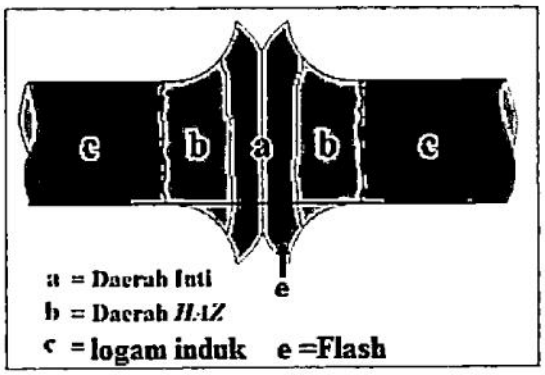
Linier friction welding adalah suatu metode dimana benda kerja bergerak berosilasi lateral bukannya berputar. Pada umumnya kecepatan yang digunakan lebih rendah, *linier friction welding* membutuhkan mesin lebih kompleks daripada *rotary friction welding*, akan tetapi memiliki keuntungan bahwa bentuk apapun dapat bergabung. Dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses *Linier friction welding.*

2.3.4 Daerah Pengelasan Pada Las Gesek

Daerah pengelasan dapat didefinisikan sebagai daerah yang terkena pengaruh panas hingga menyebabkan perubahan struktur mikro, sifat mekanik pada proses pengelasan gesek. Tetapi tidak semua pengaruh panas pada pengelasan gesek merubah struktur mikro dan mekaniknya. Daerah pengelasan pada las gesek dibagi menjadi 3 ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Daerah Pengelasan Pada Pengelasan Gesek

1. Daerah inti pengelasan yang mengalami pelelehan dan pembekuan disebut daerah inti. Pada daerah ini struktur mikro yang terjadi adalah struktur cor. Struktur mikro pada logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang. Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah inti.
2. *Heat Affected Zone* (HAZ) adalah daerah yang mendapat pengaruh panas yang dihasilkan dari derah inti.hingga mengalami perubahan struktur mikro dan sifat-sifat mekanismenya Daerah HAZ adalah daerah paling kritis pada sambungan las, selain berubah strukturnya juga terjadi perubahan sifat. Secara umum struktur dan sifat panas efektif dipengaruhi dari lamanya pendinginan dan komposisi dari logam induk.
3. Logam induk adalah daerah logam yang terkena panas dan suhu pengelasan tetapi tidak menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik.
4. Flash adalah lelehan yang keluar dari pusat bidang gesekan dan tempaan.

2.3.5 Keuntungan Las Gesek

1. Tidak menghasilkan asap.
2. Dapat dilakukan pada logam yang berbeda jenis.
3. Daerah Heat Affected Zone (HAZ) yang sempit.
4. Tidak memakai logam tambahan hanya memanfaatkan peleburan dari ,logam yang akan dilas.
5. Peleburan dalam pengelasan uniform antara tepi dan tengah.
6. Lebih cepat dalam proses pengelasannya, untuk matrial dengan bentuk silinder lebih mudah dikerjakan dengan las gesek.

2.3.6 Aplikasi Las gesek

Las gesek sering digunakan pada industri, terutama pada indutri otomotif untuk produksi suku cadang dan komponen komponen pada kendaraan, karena pengelsan ini mampu untuk mengelas logam yang berbeda jenis. Adapun contoh aplikasi las gesek pada indutri antara lain untuk pembuatan, ball joint, universal shaft, katup, kunci T, dan masih banyak yang lainya.

2.4 Baja Karbon

Baja karbon hanya terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C).sebagai paduan utamanya, bahan pengikut seperti Mn, S, P, dan Si dengan prosentase sangat sedikit sekali, biasanya disebut dengan impurities. Pengaruh unsure tambahan pada baja karbon sebagai berikut:

1. Si kandungan untuk Si paling banyak hanya 0,4% sedangkan untuk Mn adalah 0,5-0,8 %. Unsur – unsur tersebut tidak banyak berpengaruh hanya Mndigunakan untuk mengurangi sifat rapuh panas dan untuk menghilangkan lubang – lubang pada proses pembuatan baja.
2. Phosphor Prosentase kandungan phosphor pada baja paling tinggi 0.08 %, untuk baja karbon rendah biasanya 0.15 – 0.20 %. Digunakan untuk memperbaiki sifat permesinannya yaitu supaya susunan yang terjadi tidak sambung – menyambung melainkan dapat putus – putus. Dalam keadaan dingin phosphor yang terkandung di baja karbon mengakibatkan kerapuhan.

3. Sulfur pada baja karbon hanya dengan prosentase 0.04 %. Sulfur dapat mempengaruhi sifat rapuh panas.

2.4.1 Klasifikasi Baja Karbon

Ditinjau dari kadar kandungan karbonya, baja karbon dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung kadar karbon kurang dari 0,3% C.
2. Baja karbon menengah (medium carbon steel) mengandung kadar karbon antara 0,3% - 0,59%. C
3. Baja karbon tinggi (high carbon steel) mengandung kadar karbon antara 0,59% - 1,7% C.

Bila kadar karbon naik, kekuatan dan kekerasannya bertambah tinggi, akan tetapi regangan akan menurun. Klasifikasi dari baja karbon dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm^2)	Kekuatan tarik (kg/mm^2)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinel	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon tinggi	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-90	30-17	140-170	Alat-alat mesin perkakas
	Baja keras	0,40-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	
	Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	Rel, pegas kawat piano

(Diadopsi: *Harsono W, hal 90* dari wiryosumarto dan Okumura)

2.5 Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah mempunyai kandungan karbon antara 0,3% - 0.6 % C, dapat dikeraskan dengan mudah (*quenching*), memiliki sifat mekanik yang lebih baik dari baja karbon rendah, lebih kuat, keras, kekuatan tarik dan batas regang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan untuk pengelasan. Baja karbon menengah banyak sekali digunakan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi. Baja karbon menengah dibagi menjadi 4 menurut kegunaanya, yaitu:

1. Baja karbon 0,35% - 0,45% C digunakan menjadi roda gigi dan poros.
2. Baja karbon 0,4% C digunakan untuk keperluan industry kendaraan, mur poros, engkol, dan batang torak.
3. Baja karbon 0,5% - 0,6% C dugunakan untuk roda gigi.
4. Baja karbon 0, 55% - 0,6% C digunakan untuk pegas.