

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian pengelasan gesek telah banyak dilakukan dengan berbagai macam material dan parameter. Material yang digunakan diantaranya AA 6061, AA 2024, SS 420. Penelitian dilakukan dengan berbagai macam parameter, antara lain: tekanan gesek, tekanan tempa, waktu tempa, waktu gesek. Oleh karena itu, pembahasan pada kajian pustaka ini di fokuskan pada perolehan data waktu tempa dan distribusi temperatur.

Subarkah (2017) Penelitian ini membahas tentang penyambungan aluminium *alloy* 2024 T4 dan *stainless steel* 420. Parameter yang digunakan adalah tekanan gesek, waktu gesek, tekanan tempa dan waktu tempa. parameter yang digunakan adalah tekanan gesek 40 Mpa dan 60 Mpa, waktu gesek 5 detik dan 7.5 detik, tekanan tempa 60 Mpa dan 85 Mpa, waktu tempa 55 detik dan 60 detik. Hasil terbaik dari penelitian ini didapatkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 23.07 Mpa dengan distribusi temperatur maksimal T1 sebesar 126.5686°C, T2 maksimal 57.9013°C, T3 maksimal 45.015°C, T4 maksimal 54.1069°C, pada parameter tekanan tarik 60 Mpa, waktu gesek 5 detik, tekanan tempa 60 Mpa dan waktu tempa 60 detik.

Irwansyah (2015) Penelitian ini membahas penyambungan sama jenis aluminium dengan metode CDFW. Parameter yang digunakan adalah tekanan gesek dan waktu gesek. Variasi yang digunakan adalah tekanan gesek 300 psi dan 400 psi, waktu gesek 2 detik, 6 detik dan 10 detik. Hasil penelitian yang optimal menunjukkan bahwa dalam percobaan ini proses dan parameter tekanan gesek 400 psi, waktu gesek 2 detik dengan temperatur maksimum 137,7 °C dan panjang *upset* 12,34 mm merupakan parameter optimal untuk mendapatkan kekuatan sambungan terbaik dalam penyambungan sama jenis aluminium.

Wicaksana dan santoso dkk (2016) Melakukan penelitian tentang pengaruh waktu gesek dan sudut *chamfer* terhadap sambungan material silinder pejal

aluminium 6061. Parameter yang digunakan adalah putaran *spindel* 800 rpm, tekanan gesek 15 kg/cm^2 , waktu gesek 60 detik dan 120 detik, tekanan tempa 75 kg/cm^2 , waktu tempa 30 detik, sudut *chamfer* 0° , 30° dan 60° . Hasil pengujian tarik yang optimal diperoleh dari variasi $30^\circ/120$ detik dengan nilai sebesar $15,86 \text{ Kgf/mm}^2$. Sedangkan hasil pengujian tarik terendah diperoleh dari variasi $60^\circ/60$ detik dengan nilai sebesar $5,16 \text{ Kgf/mm}^2$. Waktu gesek dan sudut *chamfer* berpengaruh terhadap kekerasan hasil sambungan las. Pengujian kekerasan tertinggi diperoleh dari variasi $30^\circ/120$ detik dengan nilai masing-masing *Zud* 92 BHN, *Zpd* 99 BHN dan *Zpl* 91 BHN. Sedangkan hasil pengujian kekerasan terendah diperoleh dari variasi $60^\circ/60$ detik dengan nilai masing-masing *Zud* 79 BHN, *Zpd* 80 BHN dan *Zpl* 74 BHN. Hasil struktur mikro pada sambungan las gesek untuk variasi waktu gesek 60 detik menunjukkan adanya *crack*. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan untuk waktu gesek 60 detik masih kurang. Secara keseluruhan hasil dari sifat mekanis yang paling baik pada pengelasan aluminium 6061 dengan metode *friction welding* terjadi pada variasi $30^\circ/120$ detik.

Setyawan dan Dedi dwilaksana (2014) melakukan penelitian tentang sambungan aluminium paduan Al-Mg-Si menggunakan variasi kecepatan putar 867 rpm, 1169 rpm dan 1675 rpm. Hasil optimal didapatkan pada variasi kecepatan putar 1169 rpm dengan nilai kekuatan tarik sebesar 18,67 MPa.

2.2 Dasar Teori

Teknik pengelasan sudah banyak dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang logam pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Penggunaan teknologi pengelasan disebabkan karena hasil yang dibuat dengan menggunakan teknik pengelasan ini menjadi lebih ringan dan prosesnya juga lebih sederhana, sehingga untuk biaya yang dibutuhkan menjadi lebih murah. Perkembangan aplikasi teknik pengelasan di dalam bidang konstruksi sangat luas, meliputi teknik perkapalan, pembangunan jembatan, pembuatan rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan, rel dan lain sebagainya. Las dapat juga digunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi

lubang-lubang pada coran, mempertebal bagian yang aus dan macam-macam reparasi lainnya (Wiryo Sumarto dan Okumura; 2004).

Menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN) definisi las adalah ikatan metalurgi didalam sambungan logam dan paduannya yang digunakan dalam keadaan cair. Pengelasan merupakan salah satu jenis penyambungan logam dengan keadaan mencapai titik leleh logam dengan adanya logam penambah atau tidak dan menggunakan energi untuk mencairkan logam yang akan dilas (Wiryo Sutomo dan Okumura, 2004)

Penggolongan jenis las berdasarkan kondisinya:

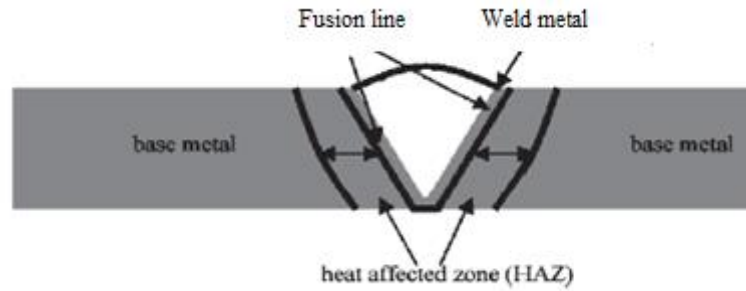
1. Pengelasan cair (*fusion welding*) yaitu pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api atau gas yang terbakar.
2. Pengelasan padat (*solid state welding*) yaitu pengelasan dimana logam yang dilas tidak sampai mencair.

2.3 Daerah Pengelasan

2.3.1 Daerah Fusi

Daerah pengelasan adalah daerah dimana terkenanya benda kerja terhadap pengaruh panas pada saat proses pengelasan berlangsung. Pada daerah tertentu pengaruh panas menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanis. Seperti pada Gambar 2.1 daerah pengelasan terbagi menjadi 4 yaitu:

1. Logam las
2. Garis gabungan
3. Daerah HAZ
4. Logam induk

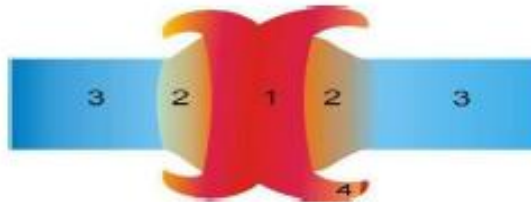


Gambar 2.1 Daerah pengelasan fusi
(David dkk, 2016)

Pengertian dari gambar diatas:

1. Logam lasan (*weld metal*) merupakan logam pengisi (*filler metal*) yang telah mencair dan membeku membentuk endapan las (*weld deposit*).
2. Garis gabungan (*fusion line*) adalah daerah batas bagian cair dan padat dari sambungan las. Yang merupakan garis diantara logam lasan dan daerah yang terkena panas (HAZ).
3. HAZ (*Heat Affected Zone*) adalah daerah yang terkena pengaruh panas akibat proses pengelasan dan pendinginan dengan cepat.
4. Logam induk (*Base metal*) yaitu logam lasan yang tidak terpengaruh panas akibat proses pengelasan dan tidak menimbulkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik. Hal ini terjadi karena temperatur pada logam induk belum mencapai temperatur kritis.

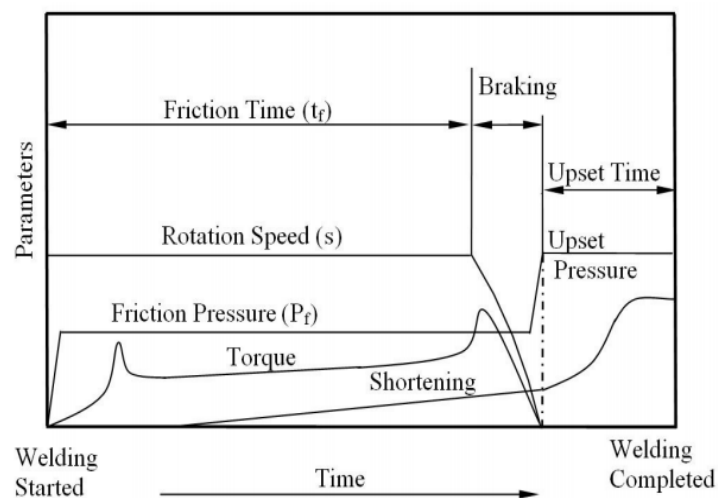
2.3.2 Las Gesek



Gambar 2.2 Daerah Las Gesek
(Purnomo, 2016)

Berdasarkan pada daerah pengelasan gesek dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Daerah inti atau yang berwarna merah adalah daerah utama yang mengalami gesekan dan tekanan dalam waktu tertentu. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*).
2. HAZ (*Heat Affected Zone*) adalah daerah yang terpengaruh panas dari daerah inti dan mengakibatkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik pada logam.
3. Logam induk daerah dimana panas yang terjadi pada saat proses pengelasan berlangsung tidak menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik.
4. *Flash* adalah lelehan yang keluar dari pusat bidang gesekan dan tempaan.



Gambar 2.3 Parameter Las Gesek
(sahin, 2008)

Berdasarkan Gambar 2.3 bentuk kurva pada *friction welding* akan di bagi menjadi tiga fase lihat pada gambar 3 yaitu: Fase 1 : fase gesekan (*friction phase*), Fase 2 : fase berhenti (*breaking phase*), Fase 3 : fase penempaan/ *Upset (forging phase)*. Fase 1 adalah fase gesekan, fase ini adalah fase untuk meningkatkan suhu. Peningkatan suhu terjadi karena adanya sumber panas yaitu gesekan dua buah logam. Waktu yang dibutuhkan cukup besar dibanding fase

lainnya. Fase 2 adalah fase berhenti. Fase ini diharapkan panas yang terjadi tidak hilang. Metode ini bergantung pada perubahan langsung dari energi mekanik ke energi termal untuk membentuk lasan, tanpa aplikasi panas dari sumber yang lain. Dibawah kondisi normal tidak terjadi pencairan pada kedua permukaan.

2.4 Pengelasan Gesek

Teknologi las gesek (*friction welding*) adalah salah satu metode proses pengelasan jenis *solid state welding*. Panas yang terjadi dihasilkan dari gesekan antara kedua ujung permukaan benda kerja. Dengan menggabungkan panas dan tekanan *upset* maka dua buah logam akan tersambung. Teknologi las gesek mulai banyak diperhatikan, mengingat bahwa teknologi las gesek mudah dioperasikan, proses operasinya cepat, tidak memerlukan logam pengisi, tidak memerlukan bentuk *grooving*, tidak memerlukan keahlian mengelas dan hasil penyambungan baik. Mudah dioperasikan karena mesin las gesek menyerupai mesin bubut. Proses operasional cepat karena hanya memerlukan waktu gesek yang relatif singkat. Daerah pengaruh panas (HAZ) pada logam yang disambung relatif sempit karena panas yang terjadi tidak sampai mencapai temperatur cair logam dan adanya tekanan tempa memungkinkan efek negatif panas logam akan tereliminasi.

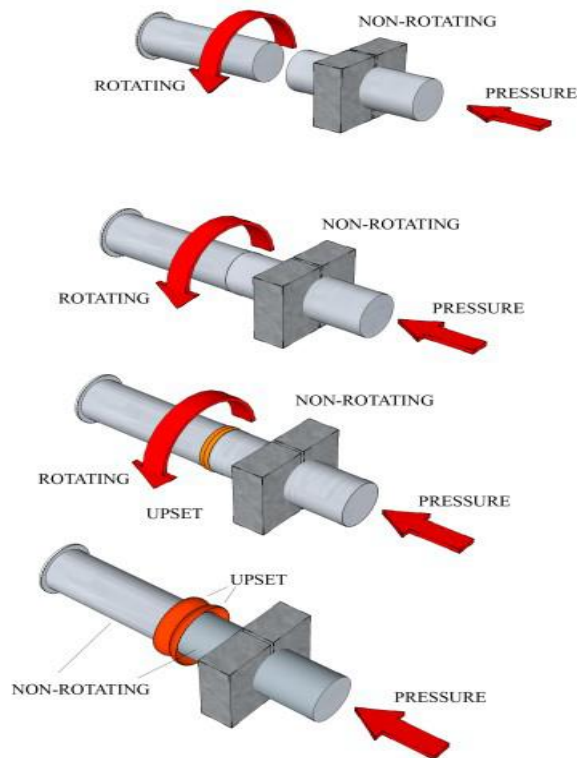
Berdasarkan metode penggesekannya pengelasan gesek dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

1. *Rotary Friction Welding*
2. *Friction Stir Welding*
3. *Linier Friction Welding*

2.4.1 Rotary Friction Welding

Rotary friction welding merupakan pengelasan yang terjadi karena panas yang dihasilkan dari gesekan antara kedua ujung permukaan benda kerja. Gesekan yang terjadi disebabkan karena adanya panas yang timbul dari kedua ujung permukaan benda kerja dan pemberian tekanan antara material yang

berputar dan material yang diam atau keduanya berputar berlawanan arah. Gambar 2.4. adalah proses atau tahapan pengelasan *rotary friction welding*.



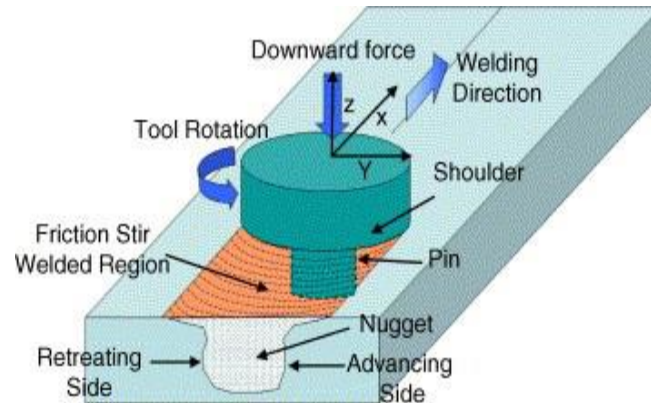
Gambar 2.4 *Rotary Friction Welding*
(Gatwick Sales, 2018)

Penyambungan yang terjadi dari putaran logam yang saling bergesekan dibawah pengaruh tekanan aksial. Permukaan yang saling bersinggungan terjadi panas sehingga logam mendekati titik cairnya maka membuat permukaan yang bersinggungan menjadi plastis. Berikut ini tahap proses adalah sebagai berikut:

1. Salah satu logam diputar, bersamaan dengan logam yang satunya di tekan dengan tekanan aksial.
2. Kedua logam disinggungkan secara linear sehingga timbul panas akibat gesekan.
3. Akibat gesekan yang menimbulkan panas, sampai mendekati titik cair logam tersebut sehingga terjadi *flash*
4. Kemudian mesin dimatikan, setelah mesin berhenti secara langsung diberi tekanan aksial atau tekanan tempa, Maka terbentuklah sambungan las gesek antara dua logam tersebut.

2.4.2 Friction Stir Welding

Friction stir welding adalah suatu metode pengelasan gesek dengan sumber panas yang berasal dari gesekan antara benda kerja dengan pahat yang berputar. Gambar 2.5 merupakan proses pengelasan dengan menggunakan metode *friction stir welding* biasanya digunakan untuk menyambung plat.



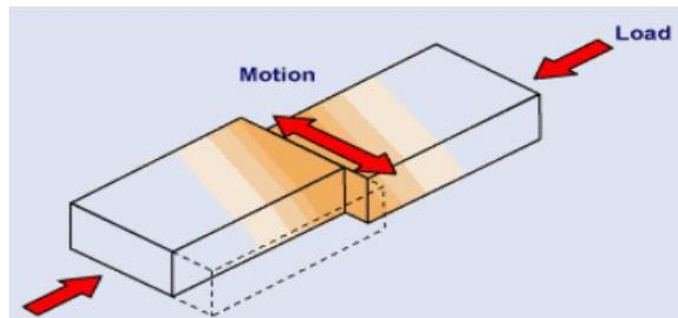
Gambar 2.5 *Friction Stir Welding*
(Mishra, 2005)

Proses *Friction Stir Welding*:

1. Posisikan *tool* diantara dua bagian logam yang akan dilas, kemudian putar *tool*.
2. Mulai dengan menggesekan *tool* dari tepi benda kerja yang akan dilas.
3. Menggeser *tool* dari tepi sampai ujung benda kerja yang akan dilas.
4. Proses pengelasan *Friction Stir Welding* selesai.

2.4.3 Linier Friction Welding

Gambar 2.6 merupakan proses pengelasan menggunakan metode *Linier Friction Welding*, dimana *chuck* bergerak berosilasi lateral bukannya berputar. *Linier friction welding* pada umumnya memiliki kecepatan jauh lebih rendah dan membutuhkan mesin yang lebih kompleks daripada *rotary friction welding*, namun memiliki keuntungan bahwa bagian bentuk apapun dapat bergabung.



Gambar 2.6 *Linier Friction Welding*
(Kalle dan Nicholas, 1999)

2.4.4 Kelebihan Pengelasan Gesek

Berikut beberapa kelebihan dari pengelasan gesek:

1. Dapat menyambung material logam yang berbeda jenis.
2. *Heat Affected Zone (HAZ)* kecil.
3. Tidak membutuhkan logam pengisi atau logam tambah.
4. Waktu pengelasan relatif cepat.
5. Hemat energi.
6. Sambungan merata pada semua bagian interface.

2.4.5 Aplikasi Pengelasan Gesek

a. *Engine Valve*



b. *Turbo Impeller Shaft*



c. *Rear Axle Huosing End*



d. *Impeller*



Gambar 2.7 Aplikasi Pengelasan Gesek
(Izumi Machine Manufacturing, 2018)

2.5 Material

1. Aluminium 6061 (Al-Mg-Si)

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Dengan unsur tambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan sebagainya pada aluminium dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya (Surdia, 1999).

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium (Surdia, 1999)

Standar AA	Standar Alcoa terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu adalah unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn adalah unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si adalah unsur paduan utama
5050-5086	50S-69S	Mg adalah unsur paduan utama
6061-66069		Mg ₂ Si adalah unsur paduan utama

Paduan aluminium – magnesium – silikon termasuk jenis logam yang bisa diperlakukan panas dan memiliki sifat mampu potong, mampu las, dan tahan korosi yang cukup baik (Wirjosumarto, 2000). Ketika magnesium dan silikon dipadukan dengan aluminium, maka terbentuklah magnesium silikat (Mg₂Si), kebanyakan paduan aluminium mengandung Si, sehingga penambahan magnesium dibutuhkan untuk mendapatkan efek pengerasan dari Mg₂Si. Tetapi sifat paduan ini akan menjadi getas, sehingga untuk mengurangi hal tersebut, penambahan dibatasi antara 0,03% - 0,1%. Paduan logam murni dan coran yang diperlukan panas mempunyai beberapa fase yang terlarut sehingga muncul dalam jumlah dan lokasi yang bervariasi didalam mikrostruktur yang bergantung pada

temperatur spesimen. Pada jenis paduan 6xxx, fase intermetalik yang umum adalah Mg₂Si.

Tabel 2.2 Perlakuan Al pengerasan penuaan (Mukhopadhyay, 2012)

Kode	Arti	Kode	Arti
T1	didinginkan dari suhu pabrikan dan <i>diaging</i> secara alami	T6	perlakuan larutan, dan <i>diaging</i> secara artifisial
T2	didinginkan dari suhu pabrikan, pengerjaan dingin dan <i>diaging</i> secara alami	T7	perlakuan larutan dan distabilkan dengan <i>overaging</i>
T3	perlakuan larutan, pengerjaan dingin, dan <i>diaging</i> secara alami	T8	perlakuan larutan, pengerjaan dingin, dan <i>diaging</i> secara artifisial
T4	perlakuan larutan, dan <i>diaging</i> secara alami	T9	perlakuan larutan, <i>diaging</i> secara artifisial, dan pengerjaan dingin
T5	didinginkan dari suhu pabrikan dan <i>diaging</i> secara artifisial	T10	diinginkan dari suhu pabrikan, pengerjaan dingin dan <i>diaging</i> secara artifisial

Aluminium paduan seri 6061 memiliki ketahanan korosi yang tinggi dikarenakan terbentuknya lapisan oksida pada permukaannya. Logam ini sangat reaktif. AA 6061 memiliki titik cair (*melting point*) 660°C, kekuatan tarik 12,6 kgf/mm², dan berat jenis (*density*) 2,70 g/cm³.

Tabel 2.3 Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg₂-Si (Surdia, 1999)

Paduan	Keadaan	Kekuatan Tarik (Kgf/mm ²)	Kekuatan Mulur (Kgf/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekuatan Geser (Kgf/mm ²)	Batas Lelah (Kgf/mm ²)
6061	0	12,6	5,6	30	8,4	6,3
	T4	24,6	14,8	28	16,9	9,5
	T6	31,6	28,0	15	21,0	9,5

Tabel 2.4 Paduan aluminium 6061 (Surdia, 1999)

Alloy	Mg	Si	Fe	Cu	Cr	Zn	Mn	Ti
6061	0.99%	0.66%	0.25%	0.31%	0.16%	0.01%	0.08%	0.02%

Keuntungan AA 6061:

1. Ketangguhan sangat tinggi (12,6 kgf/mm²)
2. Titik cair rendah (660°C)
3. Ringan (2,70 g/cm³)
4. Tahan terhadap korosi
5. Mudah difabrikasi/dibentuk
6. Mudah diperoleh dipasaran

2.6 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur dalam material serta sifat fisis dan mekanik dari material yang akan diuji. Struktur mikro dalam logam paduan ditunjukkan dengan bentuk, besar dan orientasi butirannya (Fitriyanto, 2014). Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran yang bervariasi.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian struktur mikro:

1. Pemotongan

Pemotongan spesimen dilakukan menggunakan gergaji tangan sehingga tidak berpengaruh terhadap struktur mikro dengan peningkatan suhu yang terjadi walaupun tanpa pendingin.

2. *Mounting*

Proses mounting atau penyalutan dilakukan agar memudahkan dalam proses pemesinan. Proses ini membutuhkan media atau wadah sebagai tempat spesimen. Mounting sendiri menggunakan bahan dari resin dan katalis.

3. Pengamplasan (*Grinding*)

Spesimen yang telah dipotong masih mempunyai permukaan yang kasar. proses pengamplasan perlu dilakukan agar mendapatkan permukaan yang rata dan halus. Dengan kertas amplas silikon karbid dilakukan beberapa tingkatan berdasarkan butir abrasifnya mulai dari 120, 320, 800, 1000, 1200 dan terakhir 2000. Hal yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pemberian air yang berfungsi mengalirkan geram dan merperkecil kerusakan yang ditimbulkan oleh panas dari gesekan

4. Pemolesan (*Polishing*)

Proses pemolesan dilakukan bertujuan agar mendapatkan permukaan yang halus tanpa goresan dan mengkilap. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan autosol.

5. Etsa (*Etching*)

Etsa dilakukan untuk mengikis bagian permukaan logam. Dilakukan secara selektif dan terkendali dengan dicelup kedalam larutan etsa baik menggunakan arus listrik ataupun tidak.

2.7 Pengujian Kekerasan

Pada metode ini pengujian yang dilakukan adalah dengan menekankan penekanan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan. Digunakan indentor intan berbentuk piramida dengan sudut 136° . Analisa kekerasan dilakukan setelah gaya tekan dihentikan dan indentor piramida dinaikkan dari spesimen uji (permukaan bekas goresan memiliki bentuk segi empat karena piramid merupakan piramid sama sisi). Bekas tekanan yang timbul dilihat dengan menggunakan mikroskop dan dihitung secara teliti sebelum dijadikan nilai kekerasan. Nilai kekerasan yang

diperoleh dari uji kekerasan vickers disebut dengan HV atau VHN (Vicker Hardness Number). Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak.

Penghitungan nilai kekerasan vickers (VHN) dapat dilakukan dengan mengukur diagonal goresan yang terjadi pada bahan. Rumus penghitungan VHN adalah sebagai berikut :

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \dots\dots\dots \text{persamaan (2.1)}$$

Keterangan :

VHN = nilai kekerasan Vickers

P = beban yang digunakan (kg)

D = panjang diagonal rata-rata (mm)

Θ = sudut antara permukaan benda dengan indenter ($^{\circ}$)

2.8 Distribusi Temperatur Selama Pengelasan Gesek

Temperatur adalah penunjukan nilai panas atau nilai dingin yang dapat diperoleh / diketahui dengan menggunakan suatu alat yang dinamakan termometer. Termometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur dan menunjukkan besaran temperatur. Tujuan pengukuran temperatur yaitu:

1. Menghindari kerusakan pada alat-alat tersebut.
2. Mendapatkan mutu produksi/kondisi operasi yang di inginkan.
3. Mengontrolan jalannya proses.

2.8.1 Metode Pengukuran Temperatur

Ada 2 (dua) cara mengukur temperatur yaitu:

1. Metoda Pemuain, yaitu panas yang diukur menyebabkan pemuain, pemuain dirubah kedalam bentuk mekanik kemudian dikalibrasi dengan skala angka-angka yang menunjukkan nilai panas (temperatur) yang terukur.

2. Metoda Elektris, yaitu panas yang diukur menghasilkan gaya gerak listrik (Emf). Gaya gerak listrik kemudian dikalibrasi kedalam skala angka-angka yang menunjukkan nilai panas (temperatur) yang terukur.

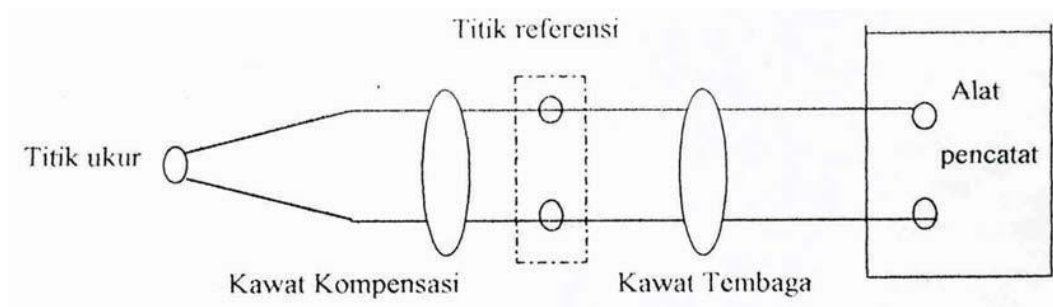
2.8.2 Jenis – jenis Alat Ukur Temperatur

Secara sederhana, alat ukur temperatur dapat dibagi dalam dua kelompok besar yaitu:

1. Alat ukur temperatur dengan metoda pemuaian, terdiri dari :
 - a. Termometer tabung gelas
 - b. Termometer Bi-metal
 - c. Filled thermal termometer
2. Alat ukur temperatur dengan metode elektrik, terdiri dari:
 - a. Termokopel
 - b. Resistance termometer

2.8.3 Prinsip Kerja Termokopel

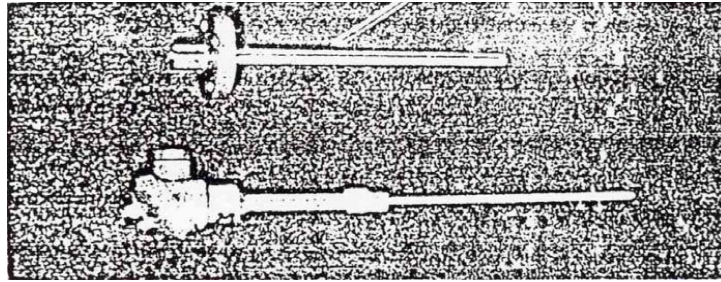
Termokopel bekerja berdasarkan pembangkitan tenaga listrik pada titik sambung dua buah logam yang tidak sama (titik panas/titik ukur). Ujung lain dari logam tersebut sering disebut titik referensi (titik dingin) dimana temperaturnya konstan, seperti pada Gambar 2.8:



Gambar 2.8 Rangkaian Dasar Termokopel
(Dewi, 2010)

Pada umumnya termokopel digunakan untuk mengukur temperatur berdasarkan perubahan temperatur menjadi sinyal listrik. Jika diantara titik

referensi dan titik ukur terdapat perbedaan temperatur, maka akan timbul GGL yang menyebabkan adanya arus pada rangkaian. Bila titik referensi ditutup dengan cara menghubungkannya dengan sebuah alat pencatat maka penunjukan alat ukur akan sebanding dengan selisih temperatur diantara ujung panas (titik ukur) dan ujung dingin (titik referensi).



Gambar 2.9 Bentuk Fisik Termokopel
(Dewi, 2010)

Pada Gambar 2.9 dapat dilihat bentuk dari sebuah termokopel. Bagian luar termokopel berupa tabung logam pelindung yang berguna untuk menjaga kondisi termokopel agar tidak banyak terpengaruh oleh lingkungan dimana alat tersebut ditempatkan.

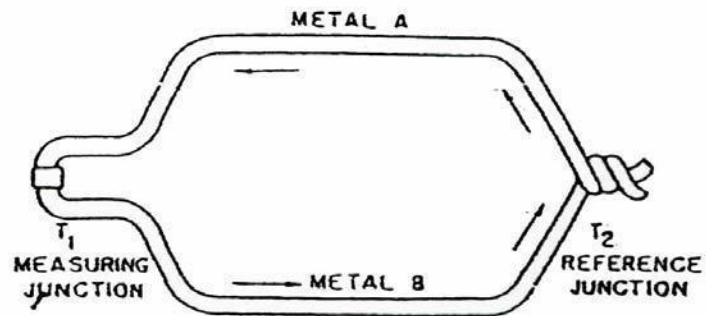
2.8.4 Fungsi termokopel

Termokopel berfungsi sebagai pendeteksi temperatur pada *Holding furnace*. Termokopel berupa *transducer* yang mendeteksi panas pada dapur dan mengubahnya ke besaran listrik yaitu tegangan. Kemudian mengirim sinyal tersebut ke *Thermocontroller* menerima sinyal tersebut dalam besaran temperatur. Termokopel bekerja setiap waktu selama proses berjalan, untuk memberi tahu setiap perubahan ataupun kondisi temperatur pada *Holding furnace*.

2.8.5 Termokopel Sebagai Sensor Panas

Termokopel pada dasarnya merupakan dua buah logam penghantar arus listrik dari bahan yang berbeda. Salah satu ujung-ujungnya dilas mati menggunakan *thermocouple welder* dan ujung yang satunya dibiarkan terbuka

untuk sambungan ke lingkaran pengukuran. Pada Gambar 2.10 dapat kita lihat sambungan yang di las mati disebut *measuring junction* sedangkan ujung yang satunya disebut *reference junction*.



Gambar 2.10 Termokopel
(Dewi, 2010)