

**PENGARUH SUHU ANNEALING PADA HASIL PENGELASAN
TITIK MATERIAL BAJA AISI 1045 TERHADAP KEKUATAN
GESERNYA**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:
BRAMUKTI SURYO KAMPONO
NIM. 0510623022-62

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2010

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH SUHU ANNEALING PADA HASIL PENGELASAN TITIK MATERIAL BAJA AISI 1045 TERHADAP KEKUATAN GESERNYA

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:
BRAMUKTI SURYO KAMONO
NIM. 0510623022-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Winarno Yahdi Atmodjo, MT.

NIP : 19460804 198303 1 001

Putu Hadi Setyarini, ST., MT.

NIP : 19770806 200312 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH SUHU ANNEALING PADA HASIL PENGELASAN TITIK MATERIAL BAJA AISI 1045 TERHADAP KEKUATAN GESERNYA

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar sarjana
Disusun oleh:

BRAMUKTI SURYO KAMONO
NIM. 0510623022-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 9 Februari 2010

DOSEN PENGUJI :

Skripsi 1

Ir. Masduki, MM.
NIP. 19450816 197009 1 001

Skripsi 2

Sugiarto, ST., MT.
NIP. 19690417 199512 1 001

Komprehensif

Ir. Abdul Hadi Djaelani
NIP. 19450728 197412 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat, rahmat dan karuniaNya yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul **“Pengaruh Suhu *Annealing* Pada Hasil Pengelasan Titik Material Baja AISI 1045 Terhadap Kekuatan Gesernya”** dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang telah menuntun dan memberikan inspirasi kepada penulis.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis sadar bahwa selama dalam penulisan skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng Anindito Purnohadiwidodo, ST., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Marsoedi Wiroharjo, M.MT. Selaku Ketua Konsentrasi Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Ir. Winarno Yahdi Atmodjo, MT. selaku dosen pembimbing pertama
5. Ibu Putu Hadi Setyarini, ST., MT. selaku dosen pembimbing kedua.
6. Ayahanda Dr. Ir. H. Abdul Hamid, M.Eng dan Ibunda Lilik Susilowati tercinta yang telah memberikan rasa sabar dan kasih sayang tanpa batas serta Rani nur Aini tercinta yang selalu memberikan dorongan dan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi.
7. Teman-teman Jakarta 2005 (Husein, Taufik Ardi, Randi B, Dimas Pamungkas, Chairul Basir, Satria Wibisono, dan Dharmo) atas bantuan waktu untuk menghilangkan penat ketika menyusun skripsi. Serta teman-teman Mesin Angkatan 2005 Mesin Brawijaya atas solidaritasnya.
8. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

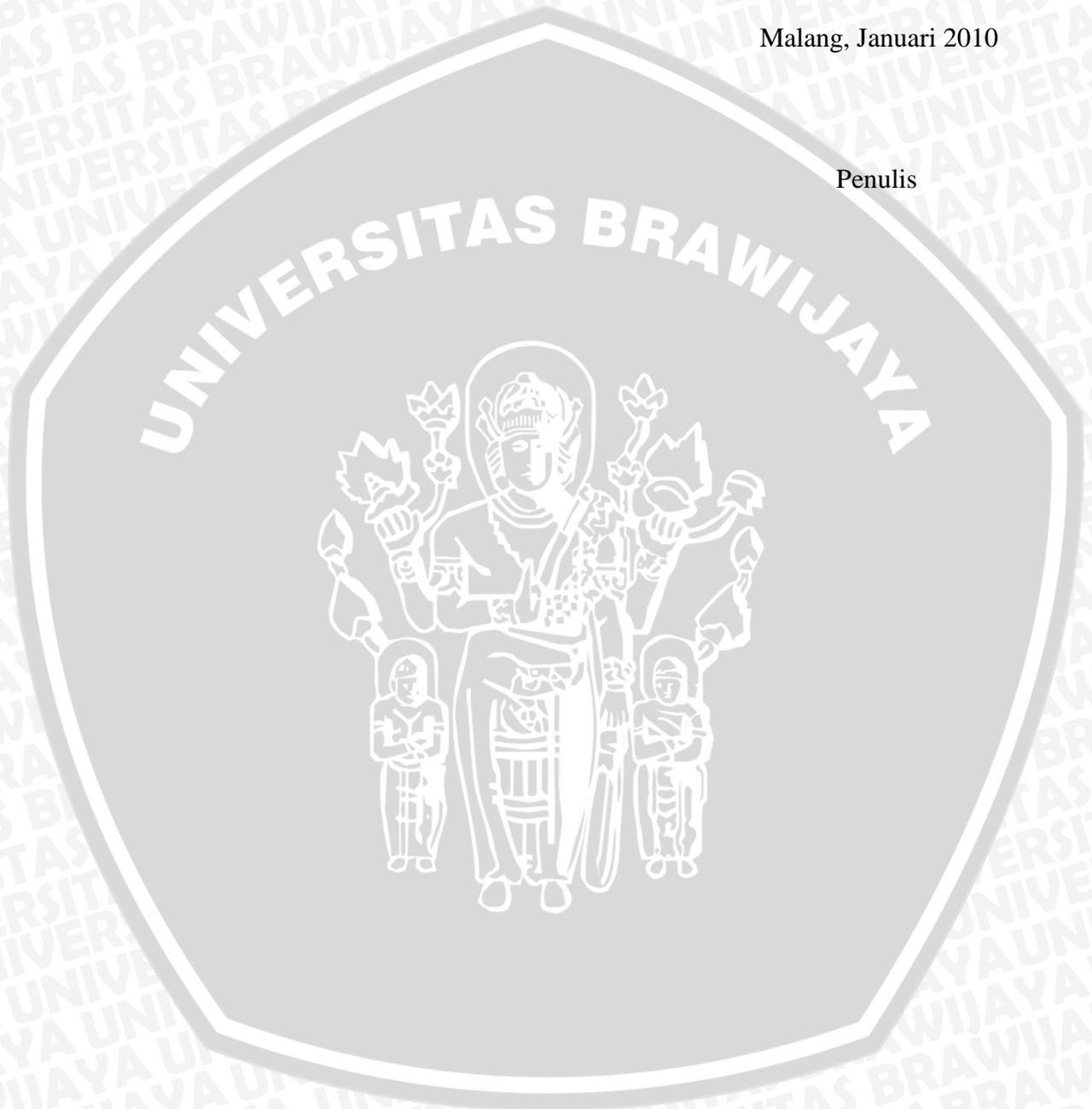
Penulis menyadari walaupun telah berusaha dengan sebaik-baiknya dalam penyusunan skripsi ini pasti masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan

pengetahuan dan kemampuan penulis. Maka dengan ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menuju kesempurnaan.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan berbagai pihak yang akan mengembangkan skripsi ini.

Malang, Januari 2010

Penulis



RINGKASAN

Bramukti Suryo Kampono, Fakultas Teknik, Jurusan Mesin. Universitas Brawijaya Malang. Agustus 2010. “*Pengaruh Suhu Annealing Pada Hasil Pengelasan Titik Material Baja Aisi 1045 Terhadap Kekuatan Gesernya*”. Dosen Pembimbing 1 : Ir. Winarno Yahdi Atmodjo, MT. Dosen Pembimbing 2: Putu Hadi Setyarini, ST., MT.

Las titik merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran dijepit di antara elektroda logam. Las titik merupakan pengelasan resistansi listrik yang paling sederhana.

Baja AISI 1045 yang merupakan baja standar Amerika termasuk dalam golongan baja karbon menengah. Baja AISI 1045 merupakan baja yang hampir sering digunakan pada komponen mesin karena memiliki kekuatan yang lebih baik daripada baja karbon rendah karena memiliki jumlah karbon yang lebih banyak. Aplikasi penggunaan baja tersebut salah satunya adalah dalam penggunaan bahan pada *body* kereta api. Karena sifat yang sangat mudah mengeras akan mengakibatkan baja ini sangat peka terhadap retak las dan menghasilkan tegangan sisa. Untuk dapat menghilangkan tegangan sisa dan meningkatkan ketangguhan hasil lasan dapat melakukan perlakuan panas *annealing* setelah pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu *annealing* pada hasil pengelasan titik material baja AISI 1045 terhadap kekuatan

Pada penelitian ini proses perlakuan panas diberikan setelah proses pengelasan. Proses perlakuan yang di berikan adalah *annealing*. Tujuan dari perlakuan panas pasca pengelasan ini adalah dapat menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah pengelasan, meningkatkan keuletan dan ketangguhan dari sambungan las tersebut. Proses pengelasan yang digunakan adalah pengelasan titik. Material yang digunakan pada proses pengelasan adalah baja AISI 1045. Yang merupakan baja standar Amerika yang termasuk dalam golongan baja karbon menengah. Pada penelitian ini menggunakan variasi suhu *annealing* 200°C, 350°C, 500°C, 650°C, 800°C, dan 950°. Pengujian sifat mekanis yang digunakan adalah pengujian kekuatan geser. Spesimen pengujian kekuatan geser yang dilakukan berdasarkan standar JIS Z 3136.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kekuatan geser yang dihasilkan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu *annealing*. Pada penelitian ini, kekuatan geser tertinggi hasil pengelasan titik material baja AISI 1045 setelah perlakuan panas yaitu dihasilkan oleh suhu perlakuan panas 200°C sebesar 193,073 N.mm⁻². Sedangkan kekuatan geser terendah dihasilkan oleh perlakuan panas 950°C sebesar 94,877 N.mm⁻².

Kata kunci : las titik, baja karbon menengah, *annealing*, kekuatan geser

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Baja Karbon	5
2.3 Pengelasan	7
2.3.1 Las Resistansi Listrik	8
2.3.2 Las Titik (<i>welding spot</i>)	10
2.3.3 Pengelasan Baja Karbon Menengah	13
2.3.4 Daerah Lasan	13
2.3.5 Ketangguhan Logam Las	14
2.4 Perlakuan Panas	14
2.5 Perlakuan Panas Pasca Pengelasan	14
2.6 Kekuatan Geser	15
2.7 Hipotesa... ..	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	18

3.1.1	Uji Kecukupan Data Observasi	18
3.1.1.1	Analisa Statistik.....	19
3.1.2	Analisa Varian Satu Arah.....	20
3.2	Variabel Penelitian	22
3.3	Tempat Penelitian.....	22
3.4	Alat dan Bahan	22
3.4.1	Bahan yang Digunakan.....	22
3.4.2	Alat yang Digunakan.....	23
3.4.3	Gambar Spesimen.....	26
3.5	Instalasi Penelitian.....	26
3.5.1	Instalasi Las Titik	26
3.5.2	Instalasi Pengujian Geser	27
3.6	Prosedur Penelitian.....	27
3.7	Diagram Alir Penelitian	29
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Hasil Pengujian.....	30
4.1.1	Data Pengujian Kekuatan Geser.....	30
4.2	Analisis Statistik.....	32
4.2.1	Analisa Varian Satu Arah.....	34
4.3	Analisa Grafik	37
4.3.1	Grafik Hubungan Antara Temperatur <i>Annealing</i> Setelah Pengelasan Terhadap Kekuatan Geser	37
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	40

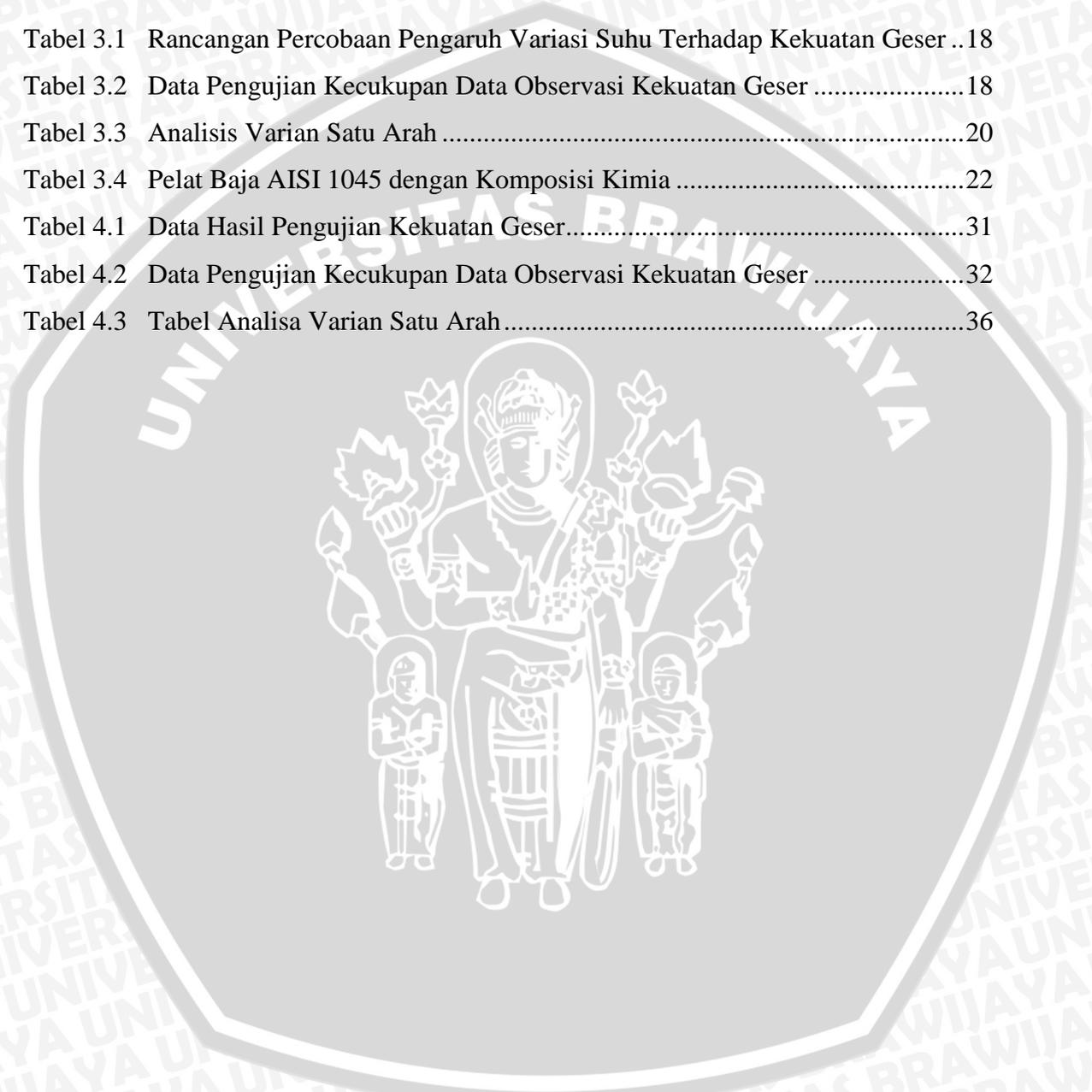
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Rancangan Percobaan Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Kekuatan Geser ..	18
Tabel 3.2	Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Kekuatan Geser	18
Tabel 3.3	Analisis Varian Satu Arah	20
Tabel 3.4	Pelat Baja AISI 1045 dengan Komposisi Kimia	22
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Kekuatan Geser.....	31
Tabel 4.2	Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Kekuatan Geser	32
Tabel 4.3	Tabel Analisa Varian Satu Arah.....	36

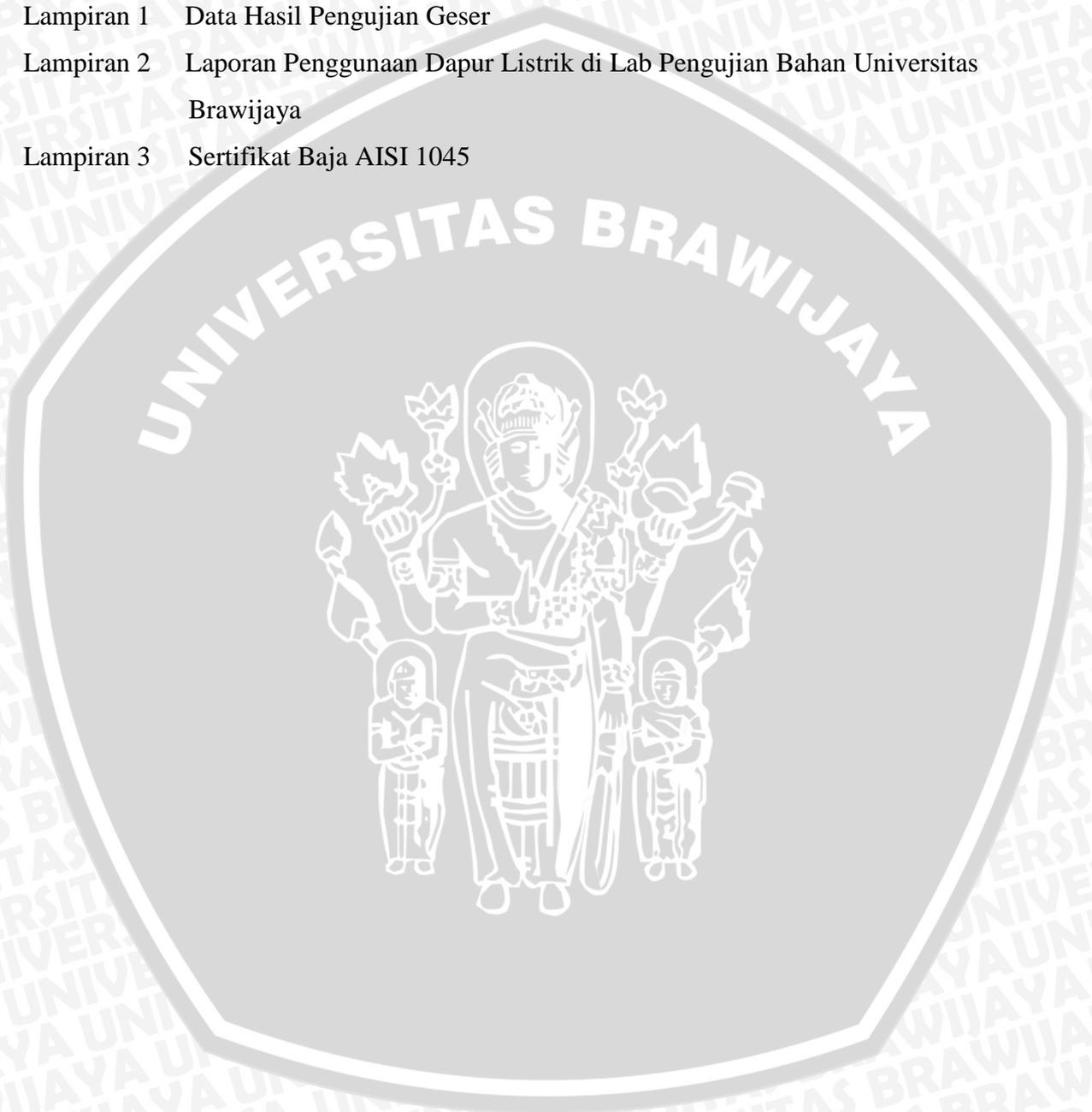


DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kekerasan Maksimum Terhadap Kadar Karbon	7
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Las Resistansi Listrik.....	9
Gambar 2.3	Diagram Alat Las Titik.....	10
Gambar 2.4	Siklus Las Titik.....	11
Gambar 2.5	Distribusi Suhu Las Titik.....	12
Gambar 2.6	Mesin Las Titik.....	12
Gambar 2.7	Hubungan antara Kekerasan Maksimum pada Daerah HAZ dan Kadar Karbon pada Baja Karbon.....	13
Gambar 2.8	Skema Pengujian Geser	16
Gambar 2.9	Diagram Mesin Kekuatan Geser.....	17
Gambar 3.1	Dapur Listrik.....	23
Gambar 3.2	Mesin Las Titik.....	23
Gambar 3.3	Mesin Pengujian Geser.....	24
Gambar 3.4	Spesimen Uji.....	26
Gambar 3.5	Instalasi Las Titik.....	26
Gambar 3.6	Instalasi Pengujian Geser.....	27
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1	Hasil Pengelasan Titik	30
Gambar 4.2	Daerah Logam Las, HAZ dan Logam Induk	30
Gambar 4.3	Grafik Kekuatan Geser Rata-rata.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Data Hasil Pengujian Geser
Lampiran 2	Laporan Penggunaan Dapur Listrik di Lab Pengujian Bahan Universitas Brawijaya
Lampiran 3	Sertifikat Baja AISI 1045



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja merupakan salah satu jenis logam yang sangat penting dan banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan komponen mesin. Karena mempunyai sifat mekanik yang berbeda-beda. Baja memiliki beberapa sifat yang membuatnya menjadi bahan dalam komponen mesin yang sangat berharga. Salah satu sifat yang dimiliki baja adalah memiliki kekuatan geser. Setiap komponen mesin, harus memiliki kekuatan geser yang baik sehingga baja dapat menahan berbagai tegangan. Kekuatan suatu komponen mesin ditentukan oleh kemampuannya menerima beban tanpa mengalami kerusakan. Jenis bebannya bermacam – macam dan pada penelitian ini ditekankan pada komponen mesin yang mengalami gaya geser. Patahnya suatu bahan di sebabkan terlampaunya batas tegangan geser yang diizinkan.

Untuk meningkatkan ketangguhan dari baja dapat dilakukan dengan perlakuan panas. Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butiran dapat diperbesar atau diperkecil, ketangguhan dapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling inti yang ulet (B.H. Amstead, 1989).

Dalam komponen mesin yang menggunakan material berbahan baja, harus memiliki kekuatan geser yang baik. Oleh karena itu, harus dilakukan pengujian tarik pada baja tersebut. Pengujian geser adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya geser. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekaniknya. Kekuatan geser merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban geser tanpa mengalami kerusakan dan dinyatakan sebagai tegangan maksimum sebelum putus. Tegangan maksimum sebelum putus dianggap sebagai data terpenting yang diperoleh dari hasil pengujian geser. Untuk itu harus dimengerti dengan baik pengujian geser pada baja dalam aplikasinya di bidang material teknik maupun manufaktur.

Untuk meningkatkan kekuatan geser dapat dilakukan proses perlakuan panas *annealing*. *Annealing* adalah suatu proses dengan memanaskan baja sedikit di atas suhu kritis A_{c3} , lalu dibiarkan sampai suhu merata dan disusul dengan pendinginan secara

perlahan-lahan serta dijaga agar suhu dibagian luar dan dalam kira-kira sama atau dapat dilakukan pendinginan dengan media udara (B.H. Amstead, 1989). Tujuan dari proses perlakuan panas *annealing* adalah untuk menghilangkan tegangan dalam, meningkatkan keuletan, dan meningkatkan sifat mampu mesin.

Baja yang digunakan pada penelitian ini adalah baja AISI 1045 yang merupakan baja standar Amerika yang termasuk dalam golongan baja karbon menengah (Sularso,1978). Baja AISI 1045 merupakan baja yang hampir sering digunakan pada komponen mesin karena memiliki kekuatan yang lebih baik daripada baja karbon rendah karena memiliki jumlah karbon yang lebih banyak. Aplikasi penggunaan baja tersebut salah satu nya adalah dalam penggunaan bahan pada *body* kereta api. Di beberapa industri, material yang biasa digunakan pada *body* kereta api adalah material berbahan baja. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan baja karbon menengah agar sesuai dengan aplikasi dan bermanfaat untuk dunia perindustrian.

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam di mana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan. Salah satu jenis pengelasan adalah las titik yang merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran dijepit di antara elektroda logam. Las titik merupakan pengelasan resistansi listrik yang paling sederhana (B.H. Amstead, 1989). Las titik termasuk dalam las resistansi listrik. Las ini pada dasarnya merupakan proses penyambungan lembaran logam yang tidak terlalu tebal. Hampir semua jenis logam dapat di las dengan menggunakan las ini. Pada hasil pengelasan baja karbon menengah di daerah pengaruh panas sangat mudah mengeras dibandingkan baja karbon rendah. Hal ini disebabkan karena pada kandungan baja karbon menengah mengandung karbon yang cukup banyak dan unsur lain yang dapat memperkeras baja. Karena sifat yang sangat mudah mengeras akan mengakibatkan baja ini sangat peka terhadap retak las dan menghasilkan tegangan sisa.

Pada penelitian ini proses *annealing* dilakukan setelah dilakukan pengelasan pada material. Pengelasan yang dilakukan pada baja karbon menengah menyebabkan pada daerah HAZ mudah menjadi keras. Ini disebabkan karena jumlah kadar karbon cukup banyak. Oleh karena itu kekuatan las akan mudah menjadi retak dan mengalami distorsi. Untuk itu perlu dilakukan perlakuan panas *annealing* agar dapat menurunkan kekerasan serta dapat menaikkan keuletan dari hasil lasan tersebut. Sehingga kekuatan sambungan las akan menjadi baik.

Berdasarkan beberapa hal di atas, maka salah satu cara yang digunakan untuk memperkecil tegangan sisa yang dihasilkan setelah proses pengelasan adalah dengan melakukan proses *heat treatment*. *Heat treatment* yang digunakan adalah proses *annealing*. Sehingga diharapkan proses *annealing* akan dapat mengurangi tegangan sisa tersebut dan kekuatan sambungan las hasilnya akan menjadi baik. Oleh karena itu penulis ingin mengetahui seberapa besar pengaruh *annealing* pada hasil pengelasan titik terhadap kekuatan geser baja AISI 1045.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti lebih lanjut yaitu bagaimana pengaruh suhu *annealing* setelah pengelasan titik terhadap kekuatan geser material Baja AISI 1045?

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih memberikan penjelasan terhadap isi pembahasan dan untuk lebih mengarahkan permasalahan, maka dalam penelitian ini perlu adanya beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Material yang digunakan dalam penelitian adalah baja AISI 1045.
2. Kondisi awal setiap material yang digunakan dianggap sama.
3. Pengelasan titik menggunakan arus sebesar 700 A
4. Diameter elektroda yang digunakan pada pengelasan titik adalah 6 mm.
5. Waktu pengelasan titik selama 2,5 detik.
6. *Holding time* pada proses *annealing* selama 30 menit.
7. Media pendinginan pada proses *annealing* adalah udara.
8. Variasi temperatur *annealing* yang digunakan adalah 200°C, 350°C, 500°C, 650°C, 800°C, dan 950°C.

1.4 Tujuan Penelitian

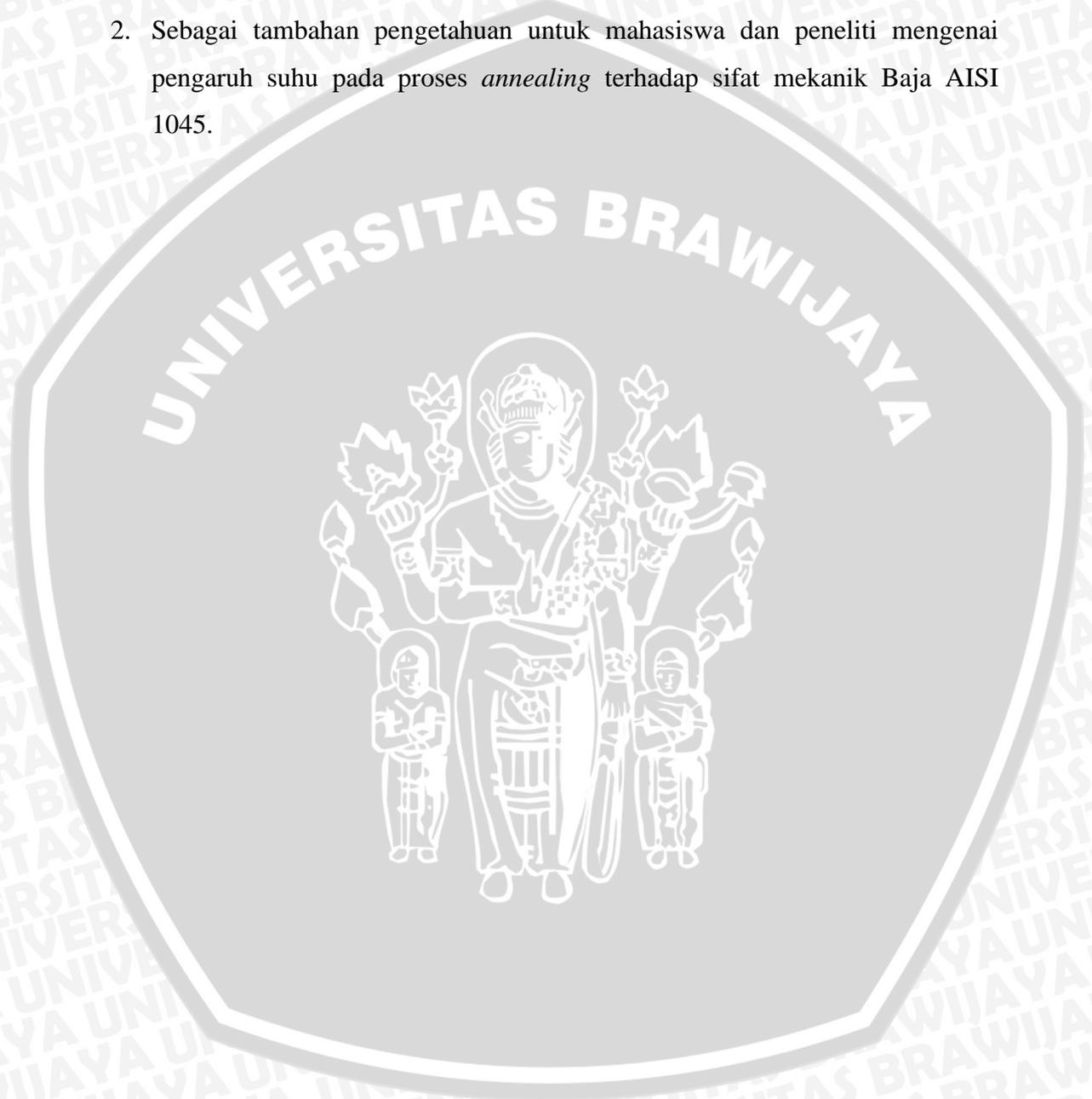
Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Pengaruh suhu *annealing* terhadap kekuatan geser yang dihasilkan setelah pengelasan baja AISI 1045.
2. Seberapa besar pengaruh variasi suhu pada perlakuan *annealing* setelah pengelasan terhadap kekuatan geser baja AISI 1045.

3. Mengetahui temperatur pemanasan proses *annealing* yang baik setelah pengelasan pada Baja AISI 1045.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi pada industri tentang pengaruh suhu pada perlakuan *annealing* terhadap nilai kekuatan geser dari Baja AISI 1045.
2. Sebagai tambahan pengetahuan untuk mahasiswa dan peneliti mengenai pengaruh suhu pada proses *annealing* terhadap sifat mekanik Baja AISI 1045.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Yustiasih Purwaningrum (2003), melakukan penelitian tentang karakterisasi sifat fisis dan mekanis pada sambungan las dengan menggunakan las SMAW pada bahan baja A-287 baik sebelum dan sesudah PWHT. Variasi suhu *annealing* yang digunakan pada penelitian ini adalah 300°C, 600°C, dan 850°C. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai kekuatan tarik pada *annealing* suhu 300°C dan 600°C hampir sama. Karena pada suhu tersebut belum mencapai titik kritisnya sehingga tidak terjadi perubahan struktur mikro. Sedangkan nilai kekuatan tarik pada suhu *annealing* 850°C lebih rendah dibandingkan dengan suhu yang lain.

A. Paradowska (2006), melakukan penelitian tentang pengaruh PWHT pada proses setelah pengelasan pada pipa baja dengan bahan baja karbon. Tujuan yang dimaksudkan pada penelitiannya adalah agar tegangan yang terjadi setelah pengelasan dapat berkurang. Suhu PWHT yang digunakan adalah 600° C dengan waktu *holding* selama perlakuan panas adalah 1 jam dan menggunakan media pendinginan udara. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kekerasan yang dihasilkan setelah menggunakan proses PWHT, lebih kecil dibandingkan dengan proses yang tidak menggunakan PWHT. Pada perhitungan tegangan yang terjadi, setelah proses PWHT, tegangan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan tegangan yang terjadi jika tidak menggunakan proses PWHT.

S. Rajanna (2009), melakukan penelitian tentang karakterisasi pada hasil lasan dengan menggunakan las SMAW pada *rail steel*. Pada penelitian ini suhu *annealing* yang digunakan setelah pengelasan adalah 820°C. Nilai kekuatan tarik pada material yang diperlakukan *annealing* lebih kecil dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada material yang tidak diperlakukan panas setelah pengelasan. Rata-rata nilai kekuatan tarik pada material yang di *annealing* setelah pengelasan adalah 745 Mpa, sedangkan yang tidak di *annealing* adalah 676 Mpa. Dari penelitian ini nilai perpanjangan material yang di *annealing* lebih kecil dibandingkan yang tidak di *annealing*.

2.2 Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit silicon (Si), mangan (Mn), phosphor (P), sulfur (S) dan cuprum (Cu). Sifat baja karbon sangat tergantung sekali pada kadar karbon yang dimiliki oleh baja tersebut. Semakin tinggi kadar karbon yang dimiliki oleh baja, maka kekuatan dan kekerasan yang dimiliki oleh baja tersebut akan semakin meningkat, tetapi akan dapat mengurangi perpanjangannya (Toshie Okumura,1996). Klasifikasi baja karbon dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (M. Iqbal Haqi,2006) :

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)

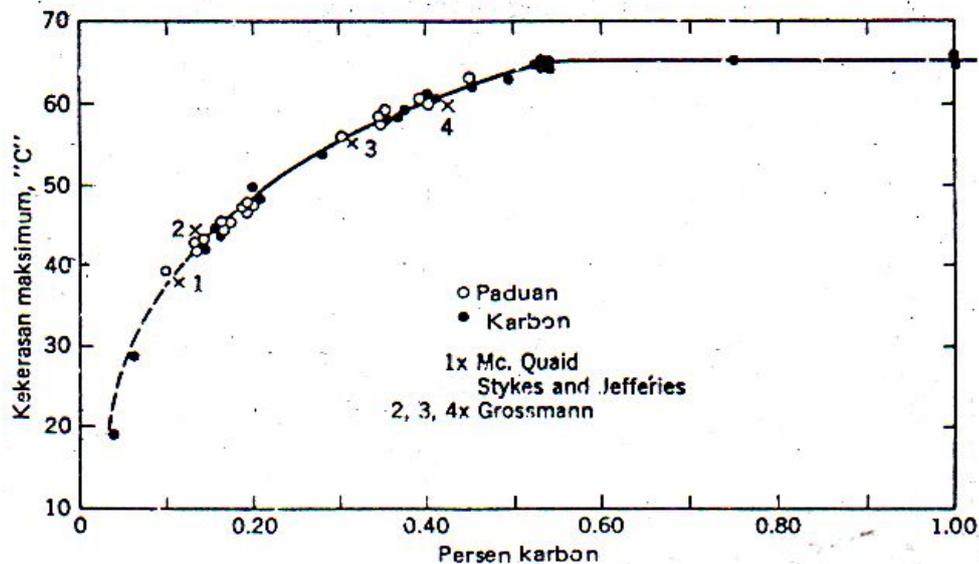
Memiliki kadar karbon kurang dari 0,30 %. Baja karbon rendah sering disebut juga baja lunak serta mempunyai sifat dapat di tempa dan liat. Baja ini biasa digunakan untuk membuat mur, sekrup, pipa, dan keperluan umum untuk pembangunan.

2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*)

Memiliki kadar karbon antara 0,30 % sampai dengan 0,45 %. Baja jenis ini memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Kadar karbon merupakan salah satu unsur yang penting untuk meningkatkan kekerasan baja dan dapat meningkatkan kekuatan baja tersebut. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat dari grafik bahwa kekerasan maksimum yang dapat dicapai suatu baja tergantung pada kadar karbon. Kadar karbon baja menengah lebih banyak dibandingkan dengan baja karbon rendah, oleh karena itu kekuatan dari baja karbon menengah lebih baik dari baja karbon rendah. Kekuatan tarik yang dimiliki oleh baja karbon menengah juga lebih baik daripada baja karbon rendah karena kekuatan tarik akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar karbon. Pada sifat mampu las, kekerasan yang dihasilkan pada daerah terpengaruh panas atau HAZ lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Karena dengan meningkatnya kadar karbon dalam baja, maka akan mengakibatkan kekerasan maksimum yang dihasilkan pada daerah HAZ juga akan meningkat.

Salah satu jenis baja karbon menengah adalah baja AISI 1045. Baja jenis ini biasa digunakan untuk rel kereta api, *axles*, *gears*, *crankshaft*, *coupling* dan *boilers*. Baja AISI 1045 termasuk dalam kelompok *medium tensile steel*. Baja AISI 1045 merupakan baja standar Amerika yang memiliki kadar karbon 0,45% yang memiliki kekuatan yang baik dan memiliki kekerasan

cukup tinggi. Baja AISI 1045 dapat dikeraskan dan memiliki kekuatan tarik sekitar 620-850 MPa.



Gambar 2.1 Kekerasan Maksimum Terhadap Kadar Karbon
 Sumber : B.H. Amstead (1989:147)

3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Memiliki kadar karbon antara 0,45 % sampai dengan 1,70 %. Baja ini memiliki kekuatan yang lebih tinggi dan lebih keras daripada baja karbon menengah. Sifat baja ini sulit untuk di potong dan di las. Baja ini biasa digunakan untuk *screw drivers, hammers, dan spring materials*.

2.3 Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam di mana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan. Atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom (B.H Amstead,1989). Apabila permukaan dua logam di tekan dan dipanaskan, maka kedua permukaan logam tersebut akan melebur sehingga terjadi sambungan las. Semakin tinggi suhu, keuletan logam induk akan bertambah dan difusi atom akan semakin cepat. Pada umumnya sambungan las terjadi pada suhu cair dan memerlukan penambahan bahan. Sambungan las dapat dibuat juga dengan menuangkan logam cair diantara dua permukaan logam yang akan disambung. Untuk menghasilkan pengelasan yang baik dan jauh lebih kuat, sebaiknya permukaan logam harus bersih.

Sampai pada saat ini banyak cara untuk mengklasifikasikan pengelasan dikarenakan belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara umum pengklasifikasian las dapat dibagi menjadi dua, yaitu klasifikasi las berdasarkan cara kerja dan klasifikasi las berdasarkan energi yang digunakan. Di antara kedua klasifikasian las di atas, yang paling sering digunakan adalah pengklasifikasian las berdasarkan cara kerja. Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (Toshie Okumura,1996) :

1. Pengelasan cair

Pengelasan cair adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.

2. Pengelasan tekan

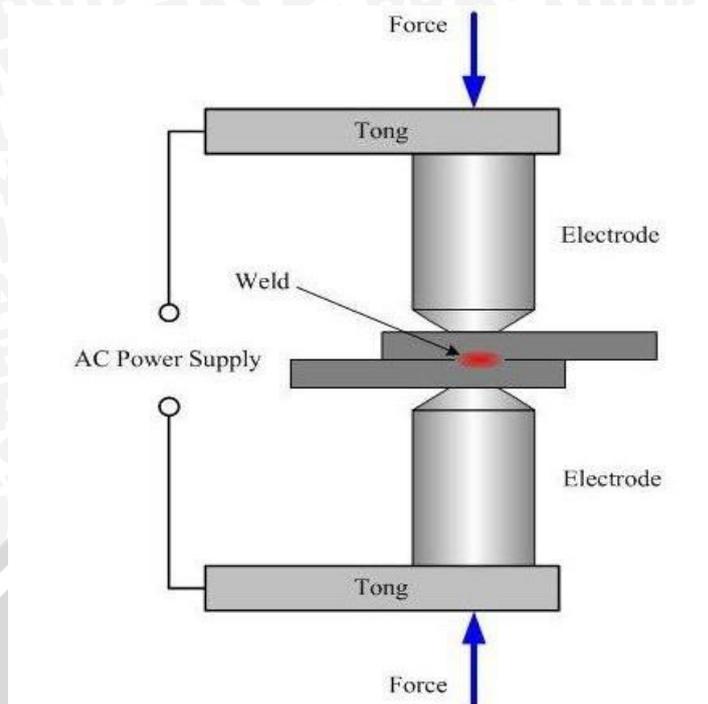
Pengelasan tekan adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi tersambung.

3. Pematrian

Pematrian adalah cara pengelasan di mana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak ikut mencair.

2.3.1 Las Resistansi Listrik

Las resistansi listrik adalah suatu cara pengelasan di mana permukaan pelat yang disambung ditekankan satu sama lain dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik. Proses pengelasan las resistansi listrik yaitu dengan menggunakan arus yang cukup besar dialirkan melalui logam sehingga menimbulkan panas pada sambungan, dan dibawah pengaruh tekanan dan pengaturan hambatan listrik sehingga terbentuklah sambungan las. Bila arus mengalir dalam logam, panas timbul didaerah ujung elektroda dengan tahanan listrik yang terbesar,yaitu pada batas permukaan kedua logam atau lembaran dan terjadilah sambungan las (Sardjono,2004). Pada Gambar 2.2 dapat dilihat dengan jelas prinsip kerja dari las resistansi listrik.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Las Resistansi Listrik
Sumber : Ivan Polajnar, 2008

Las resistansi ini pada dasarnya merupakan proses penyambungan lembaran logam tipis. Pada umumnya pengelasan ini hanya dapat digunakan untuk satu jenis sambungan las saja. Hampir semua logam dapat di las dengan menggunakan las resistansi listrik, meskipun beberapa logam seperti timah putih, seng dan timbel agak sulit di las. Pada pengelasan resistansi listrik ada tiga faktor yang perlu diperhatikan :

1. Besarnya arus listrik yang digunakan untuk pengelasan.
2. Besarnya tahanan arus listrik yang digunakan pada pengelasan.
3. Waktu yang digunakan dalam siklus pengelasan.

Sehingga besarnya masukan energi panas yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \text{ (Joul / m)} \quad (2.1) \text{ (B.H. Amstead: 1989, 173)}$$

dengan :

I = Arus listrik (A)

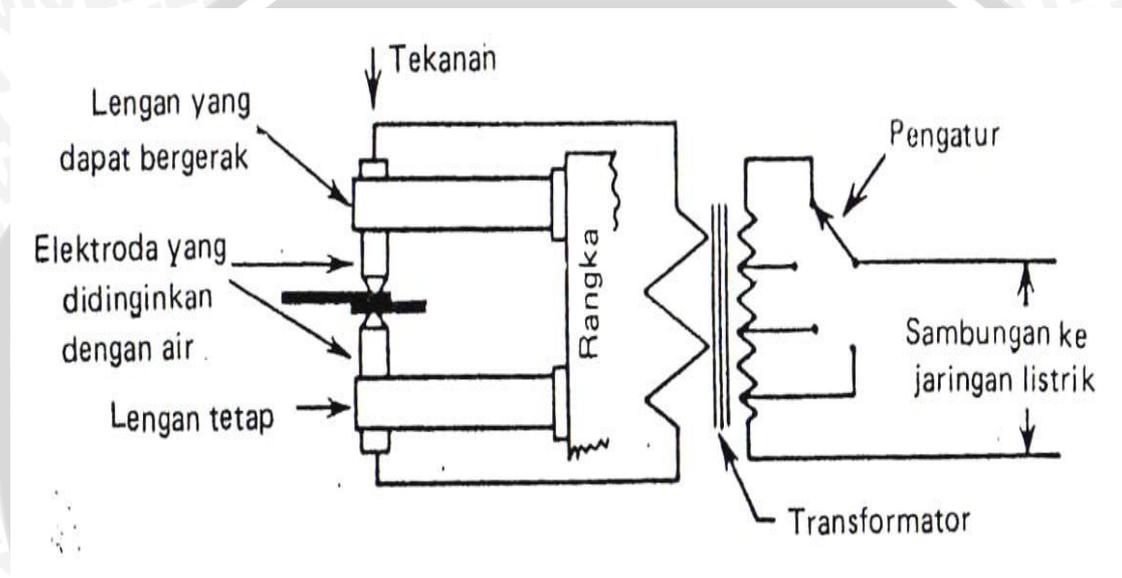
R = Tahanan listrik (Ohm)

t = Waktu siklus pengelasan (second)

Ketiga faktor tersebut sangat berperan penting dalam pengelasan resistansi listrik agar hasil sambungan lasan menjadi baik. Dan ketiga besaran diatas sangat tergantung pada tebal bahan, diameter elektroda dan tekanan yang digunakan.

2.3.2 Las Titik (*welding spot*)

Las titik merupakan proses pengelasan yang pada intinya mengubah energi listrik yang ada menjadi energi panas. Prinsip kerjanya adalah mengalirkan listrik dengan arus yang kuat melalui kedua elektroda yang menjepit kedua benda kerja (dalam hal ini pelat logam tipis) sehingga kedua pelat logam menjadi panas pada suatu titik atau daerah dan diberi tekanan yang kuat agar kedua logam dapat tersambung. Jadi pengelasan titik ini memanfaatkan panas dan tekanan untuk menyambung kedua pelat logam seperti terlihat pada Gambar 2.3.

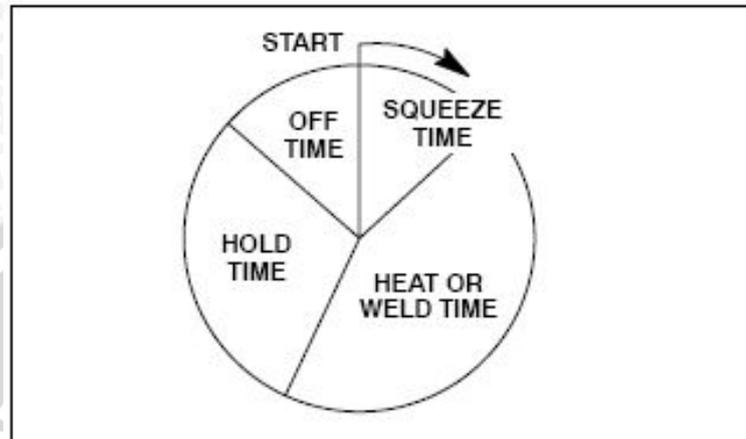


Gambar 2.3 Diagram Alat Las Titik
Sumber : B.H. Amstead (1989:173)

Siklus las dimulai ketika elektroda bersinggungan dengan logam dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan. Dalam satu siklus pengelasan titik dapat dibagi menjadi empat tahap waktu yaitu:

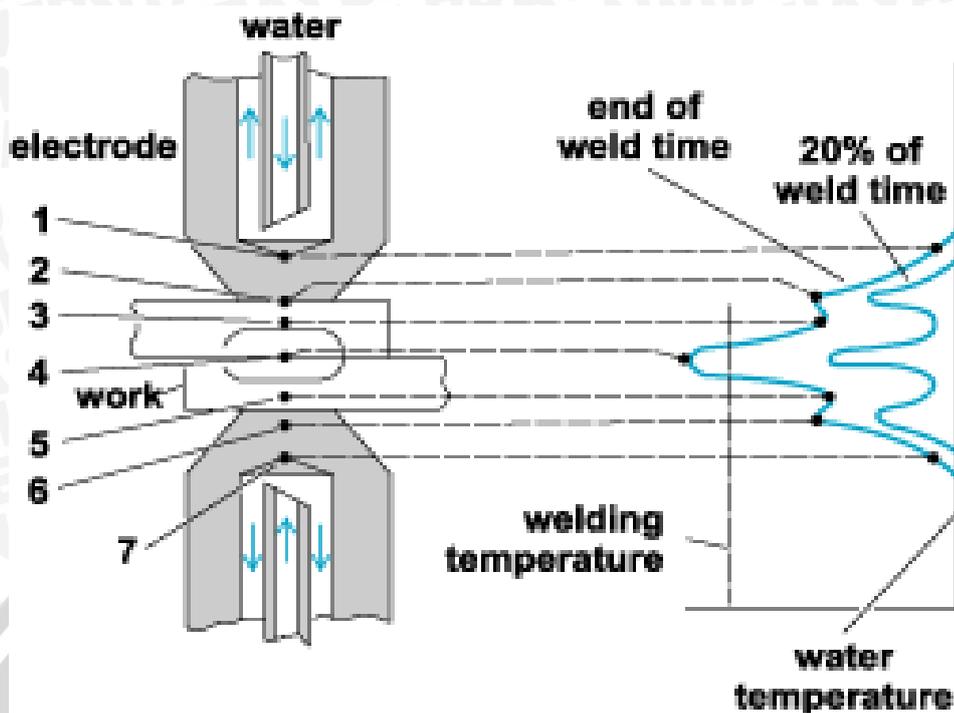
- Waktu tekan, yaitu waktu pada saat logam dijepit dengan dua elektroda dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan.
- Waktu las, yaitu waktu ketika logam dijepit kemudian dialirkan arus bertegangan rendah di antara elektroda agar temperature logam yang bersinggungan naik sampai mencapai suhu pengelasan. Saat mencapai suhu pengelasan, tekanan yang diberikan antara elektroda dapat menyebabkan logam menyatu sehingga terbentuklah sambungan las. Lama periode ini berkisar antara 3-30 Hz.

- Waktu tenggang, yaitu waktu dimana arus yang diberikan pada waktu las dihentikan tetapi penekanan masih berlangsung.
- Waktu penutup, yaitu waktu dimana logam yang sudah dingin dilepaskan dan diganti dengan benda kerja yang baru yang akan di las.



Gambar 2.4. Siklus Las Titik
Sumber : Muhammad Anis, 2009

Las titik merupakan salah satu jenis las resistansi listrik yang paling sederhana. Las titik ini biasa digunakan untuk mengelas pelat yang tipis. Untuk mendapatkan hasil las yang baik, maka permukaan logam sebelum di las sebaiknya dalam kondisi yang bersih dan bebas dari karat atau kotoran lainnya. Lapisan permukaan yang kotor akan dapat menyebabkan peningkatan nilai tekanan permukaan dan akan menimbulkan panas setempat yang berlebihan. Daerah panas yang timbul pada las titik dapat dilihat pada Gambar 2.5. Tahanan kontak pada batas permukaan antara kedua lembaran logam merupakan tahanan yang paling besar dan pada saat inilah mulai terbentuk sambungan las. Tahanan kontak pada titik ini, antara elektroda dan permukaan lembaran logam tergantung pada permukaan, gaya elektroda dan ukuran elektroda. Apabila kedua lembaran logam terbuat dari bahan dan ketebalan yang sama, manik las yang terbentuk akan tepat terjadi di tengah-tengah. Sedangkan bila bahan dan ketebalan lembaran logam berbeda, maka untuk dapat memperoleh keseimbangan panas diperlukan elektroda yang berbeda. Pada Gambar 2.6 merupakan gambar salah satu mesin las titik yang cukup sering digunakan dalam dunia industri.



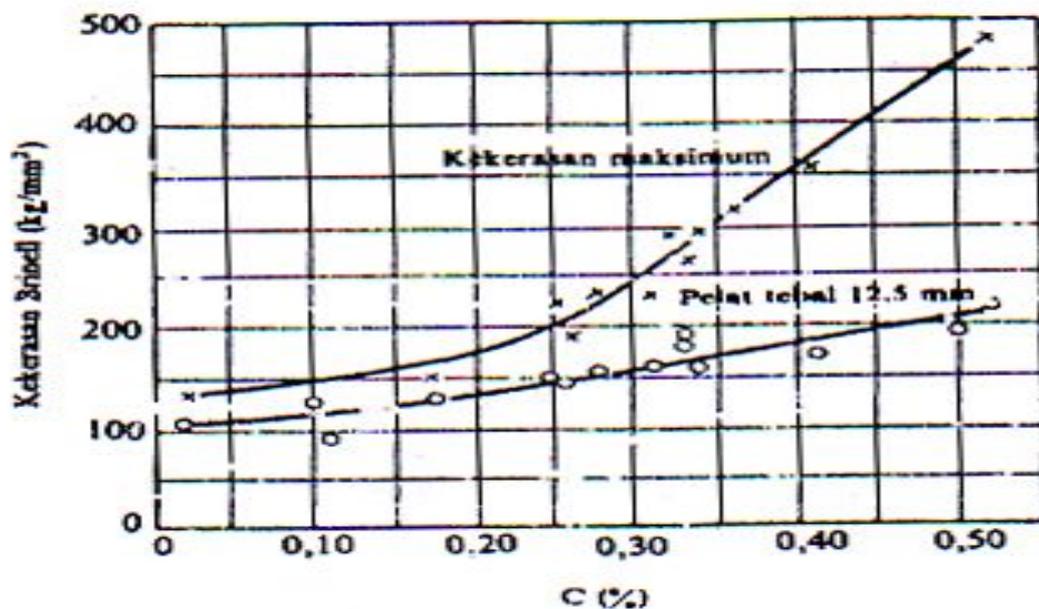
Gambar 2.5 Distribusi Suhu Las Titik
Sumber : www.answers.com/topic/spot-welding



Gambar 2.6 Mesin las titik
Sumber : www.google.com/image/spotwelding

2.3.3 Pengelasan Baja Karbon Menengah

Dalam komposisi baja karbon menengah mengandung karbon yang cukup banyak dan dapat memperkeras baja. Oleh karena itu daerah yang terpengaruh panas atau *heat affected zone* akan sangat mudah menjadi keras bila dibandingkan dengan baja karbon rendah. Hubungan antara kekerasan maksimum yang dapat dicapai dengan jumlah kadar karbon dapat dilihat pada Gambar 2.7. Sifatnya yang sangat mudah menjadi keras menyebabkan baja ini akan sangat peka terhadap retak las.



Gambar 2.7 Hubungan antara Kekerasan Maksimum pada Daerah HAZ dan Kadar Karbon pada Baja Karbon
Sumber : Toshie Okumura (1996:93)

2.3.4. Daerah Lasan

Daerah lasan biasanya terdiri dari tiga bagian yaitu logam lasan, daerah pengaruh panas atau *Heat Affected Zone* dan logam induk yang tidak terpengaruhi. Logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu terjadinya pengelasan logam tersebut mencair akibat pemanasan dan tekanan lalu kemudian membeku.

Daerah pengaruh panas atau *Heat Affected Zone* adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama terjadinya proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan yang cepat.

Logam induk yang tidak terpengaruhi adalah bagian dari logam dasar di mana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur mikro maupun sifat.

2.3.5 Ketangguhan Logam las

Ketangguhan logam las dapat tergantung dari struktur yang dihasilkan pada saat proses pengelasan berakhir. Logam las adalah logam yang pada saat proses pengelasan mencair dan kemudian membeku, sehingga logam las ini banyak sekali mengandung oksigen dan gas-gas lain.

Komposisi logam las akan tergantung dari proses pengelasan yang digunakan tetapi dapat diperkirakan bahwa komposisinya akan terdiri dari komponen logam induk dan komponen bahan las yang digunakan. Untuk itu perlu diperhatikan pada saat proses pengelasan logam benar-benar bersih dari kotoran agar kekuatan dari sambungan las menjadi tangguh.

2.4 Perlakuan Panas

Perlakuan panas adalah suatu proses pemmanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut (B.H. Amstead, 1989). Baja dapat dikeraskan dengan tujuan meningkatkan kemampuan memotong akan meningkat, dan baja dapat dilunakkan untuk memudahkan pemesinan lebih lanjut. Dengan menggunakan proses perlakuan panas yang tepat, dapat menghilangkan tegangan dalam, memperbesar atau memperkecil besar butir, meningkatkan ketangguhan atau dapat menghasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet. Untuk dapat melakukan proses perlakuan panas yang tepat, komposisi kimia baja pada logam harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, khususnya karbon dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis.

2.5 Perlakuan Panas Pasca Pengelasan

Proses perlakuan panas yang dilakukan adalah proses perlakuan panas yang diberikan pada logam setelah pengelasan. Biasanya perlakuan panas yang paling sering digunakan setelah proses pengelasan adalah proses perlakuan panas *annealing*. Annealing merupakan salah satu cara untuk dapat menghilangkan atau mengurangi tegangan sisa yang terjadi setelah proses pengelasan.

Ada beberapa cara pengurangan atau pembebasan tegangan sisa yang terjadi setelah pengelasan yaitu :

1. Pembebasan tegangan sisa dengan menggunakan suhu rendah

Pada proses ini kedua permukaan daerah yang dilas selebar 60 sampai 130 mm dipanaskan dengan suhu berkisar sampai 150°C atau 200°C, setelah itu proses tersebut dilanjutkan dengan pendinginan menggunakan air. Pada proses ini baik digunakan untuk konstruksi-konstruksi besar. Kekurangan dengan menggunakan proses ini adalah pengurangan terhadap tegangan sisa rendah.

2. *Annealing*

Pada proses *annealing*, hasil las dari jenis baja ferit dipanaskan dengan menggunakan suhu berkisar sampai 600°C atau 700°C dan untuk baja jenis austenit dipanaskan sampai 900°C. Setelah itu di *holding* beberapa lama pada suhu tersebut kemudian didinginkan secara perlahan atau diudara. Pada proses ini tingkat keberhasilannya sangat tinggi namun tidak dapat digunakan pada konstruksi besar dan sukar untuk dilaksanakan di lapangan.

3. *Annealing* pada suhu tinggi

Pada proses ini lasan dari jenis baja konstruksi umum dipanaskan dengan menggunakan suhu berkisar sampai 900°C atau 950°C. Setelah dipanaskan lalu di *holding* beberapa saat kemudian didinginkan secara perlahan atau diudara. Pada proses ini biasanya tegangan sisa yang terjadi dapat dibebaskan. Namun diperlukan pemanasan yang merata dan harus dijaga agar tidak terjadi perubahan bentuk.

2.6 Kekuatan Geser

Kekuatan geser merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban geser tanpa mengalami kerusakan dan dinyatakan sebagai tegangan maksimum sebelum putus. Tegangan maksimum sebelum putus dianggap sebagai data terpenting yang diperoleh dari hasil pengujian geser. Pengujian tegangan geser dapat dilakukan jika gaya yang dilakukan adalah jenis geser. Pada Gambar 2.8 dapat dilihat spesimen hasil pengelasan titik yang akan di uji geser. Pengujian geser dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian tarik dan menggunakan mesin uji tarik. Untuk mencari tegangan geser dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A_o} \quad (2.2) \quad (\text{Adamowski J, 2005})$$

Dengan :

σ = Tegangan geser (N/mm²)

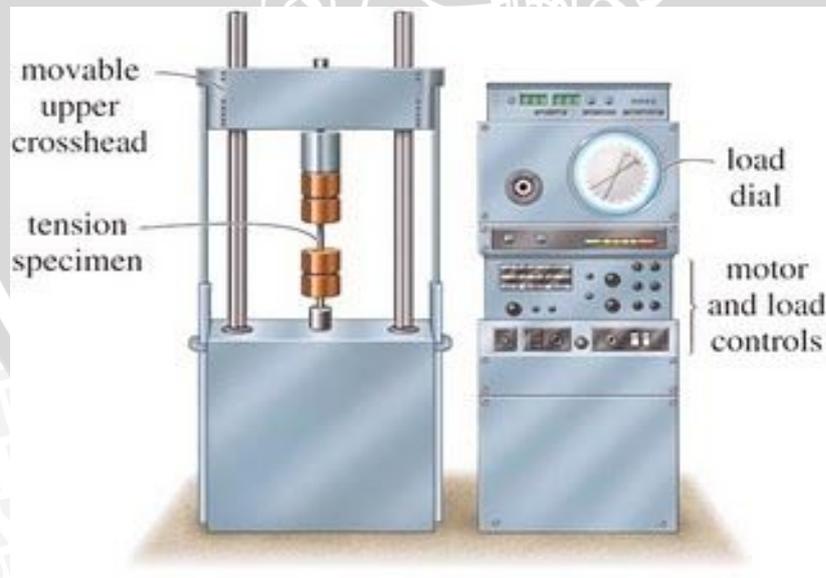
P = Beban geser (N)

A_o = Luas penampang (mm²)



Gambar 2.8 Skema Pengujian Geser
Sumber : E. Rusinski, 2004

Pada penelitian ini mesin yang digunakan untuk mengetahui kekuatan geser pada hasil lasan titik adalah menggunakan mesin uji tarik seperti yang terlihat pada Gambar 2.9. Karena pada dasarnya prinsip nya hampir sama antara kekuatan tarik dengan kekuatan geser. Namun dilihat dari putusnya hasil lasan litik maka tegangan yang yang diberikan untuk pengujian kekuatan lasan titik adalah tegangan geser.



Gambar 2.9 Diagram Mesin Kekuatan Geser
Sumber : Yustiasih Purwaningrum, 2003

2.7 Hipotesa

Jika suhu annealing pada proses perlakuan panas pasca pengelasan semakin tinggi maka kekuatan geser yang dihasilkan setelah pengelasan akan semakin rendah, karena dengan meningkatnya suhu *annealing* butir yang dihasilkan memiliki waktu yang cukup untuk berkembang dan lebih homogen sehingga akan menurunkan kekuatan gesernya.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental sejati (*true experimental research*). Pada penelitian ini menggunakan analisa varian satu arah dengan pengulangan 3 kali pada tiap interaksi. Dengan analisa varian satu arah ini akan diketahui apakah variasi suhu *annealing* setelah pengelasan titik berpengaruh terhadap kekuatan geser dari baja AISI 1045 yang telah mengalami proses pengelasan.

Rancangan penelitian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Kekuatan Geser

Temperatur (°C)	Hasil Pengujian Kekuatan Geser		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
200	X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁
350	X ₁₂	X ₂₂	X ₃₂
500	X ₁₃	X ₂₃	X ₃₃
650	X ₁₄	X ₂₄	X ₃₄
800	X ₁₅	X ₂₅	X ₃₅
950	X ₁₆	X ₂₆	X ₂₆

3.1.1 Uji Kecukupan Data Observasi

Untuk menganalisis hasil penelitian dimana akan menguji apakah pengulangan percobaan yang dilakukan telah memenuhi.

Tabel 3.2 Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Kekuatan Geser

No sampel (n _i)	Data observasi (x _i)	x _i ²	(x _i - \bar{x})	(x _i - \bar{x}) ²
1	X ₁₁	X ₁₁ ²		
2	X ₂₁	X ₂₁ ²		
.	.	.	.	
.	.	.	.	
n	X _n	X _n ²	X _n	
Total	ΣX _n	ΣX _n ²	ΣX _n	

3.1.1.1 Analisa Statistik

1. Median (rata-rata) sampel

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2. Variasi sampel (σ^2)

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

4. Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) DA :

$$DA = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100 \%$$

5. Tingkat keyakinan (*confidence level*) CL :

$$CL = 100 \% - DA$$

6. Batas kontrol :

a. Kontrol atas (*upper control limit*) UCL :

$$UCL = \bar{x} + k \sigma$$

b. Kontrol bawah (*lower control limit*) LCL :

$$LCL = \bar{x} - k \sigma$$

7. Tingkat ketelitian (S)

$$S = \frac{DA}{100} =$$

8. Kecukupan data observasi (N')

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

Kesimpulan yang didapat dari uji kecukupan data observasi ini sebagai berikut :

1. Bila $N' < N$, maka data yang diambil dalam percobaan kali ini telah memenuhi nilai minimum kecukupan data observasi.

3.1.2 Analisa Varian Satu Arah

Untuk menganalisis hasil penelitian digunakan analisis ragam satu arah, dimana akan menguji apakah hasil penelitian disebabkan oleh perbedaan konsentrasi.

1. Untuk menentukan apakah sebagian keragaman hasil penelitian disebabkan oleh perbedaan konsentrasi, dilakukan uji hipotesis :

$$H_0' : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i = 0$$

$$H_1' : \text{sekurang-kurangnya satu } \alpha_i \text{ tidak sama dengan nol.}$$

Hasil perhitungan dalam analisis varian satu arah dengan interaksi dapat diringkas seperti tabel 3.3.

Tabel 3.3 Analisis Varian Satu Arah

Sumber Keragaman	Db	JK	Varian (KT)	F _{hitung}	F _{kritis}
Pengaruh A	r-1	JKA	$S^2_A = \frac{JKA}{r-1}$	$\frac{S^2_A}{S^2}$	Dari tabel uji F
Galat	rc(n-1)	JKG	$S^2 = \frac{JKG}{rc(n-1)}$		
Total	rcn-1	JKT			

Jumlah-jumlah kuadrat di atas dapat diperoleh melalui rumus hitung sebagai berikut (Hifni, 1992 : 76) :

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j \quad (3.1)$$

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$JKSP = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j Y_{ij}^2 \quad (3.2)$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j Y_{ij}^2}{\sum ni} \quad (3.3)$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j Y_{ij}^2 - FK \quad (3.4)$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\sum_{n=1}^n \left| \sum_{j=1}^j Y_{ij} \right|^2}{ni} - FK \quad (3.5)$$

- Kuadrat Tengah Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP \quad (3.6)$$

- Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1} \quad (3.7)$$

- Kuadrat Tengah Galat

$$KTG = \frac{JKG}{\sum ni - k} \quad (3.8)$$

Dari rumus di atas dapat dicari F_{hitung} yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terkontrol dengan metode uji F.

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

Pengujian ada tidaknya pengaruh perlakuan adalah dengan membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel}

1. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_0 ditolak, menyatakan bahwa ada pengaruh yang berarti antara suhu perlakuan panas *annealing* setelah proses pengelasan titik terhadap kekuatan gesernya.
2. Jika $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$ berarti H_0 diterima, menyatakan bahwa tidak ada pengaruh yang berarti antara suhu perlakuan panas *annealing* setelah proses pengelasan titik terhadap kekuatan gesernya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas. Perincian variabel tersebut adalah sebagai berikut :

1. Variabel terikat
Kekuatan geser (N/mm^2).
2. Variabel bebas
Variasi suhu *annealing* 200°C, 350°C, 500°C, 650°C, 800°C, dan 950°C.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol yang digunakan adalah waktu *holding* selama 30 menit setiap variasi suhu *annealing*.

3.3 Tempat Penelitian

1. Laboratorium Metalurgi Fisik Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok.
2. Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknik Industri Universitas Mercubuana Jakarta.
3. Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Bahan yang Digunakan

1. Baja AISI 1045 merupakan baja dengan kandungan utama karbon dengan kandungan karbon sebesar 0.45 %, maka dapat digeneralisasikan bahwa material baja karbon yang digunakan adalah baja karbon menengah atau *medium carbon steel*.

Tabel 3.4 Pelat Baja AISI 1045 dengan Komposisi Kimia:

No	Nama Unsur	Simbol atom	% Berat
1.	Iron	Fe	98,65
2.	Mangan	Mn	0,486
3.	Carbon	C	0,473
4.	Silicon	Si	0,156
5.	Chromium	Cr	0,089
6.	Tungsten	W	0,046
7.	Nickel	Ni	0,041
8.	Phosphorus	P	0,017
9.	Cobalt	Co	0,013
10.	Sulfur	S	0,011
11.	Niobi-um	Nb	0,009
12.	Copper	Cu	0,006
13.	Molibdenum	Mo	<0,004
14.	Aluminium	Al	0,002
15.	Vanadium	V	>0,001
16.	Titanium	Ti	0



3.4.2 Alat yang Digunakan

1. Dapur listrik



Gambar 3.1 Dapur Listrik

Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Merk : OPENBAU HOFMAN

Type : E / 90

Voltage : 220 V

Daya : 3,3 kw

Suhu *max* : 1100 °C

Produksi : Austria

2. Mesin las titik



Gambar 3.2 Mesin Las Titik

Sumber : Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Indonesia

Tempat Penelitian : Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Indonesia

Type : PMC 25

Normal Power 50% : 25 kVA

Max input Current : 92 A / 50 A

Frekuensi : 50/60 Hz

No load Voltage : 3 V

Tekanan maksimum : 150 kgf

Diameter elektroda : 6 mm

Control power supply : 3 fase, 380 V \pm 20 V

Throat depth : 330 mm

Weight : 166 kg

3. Mesin pengujian geser



Gambar 3.3 Mesin Pengujian Geser

Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin
Universitas Brawijaya

Tempat Penelitian : Laboratorium Uji Material Universitas Brawijaya

Merk : MFL Piuf – Und Me Bysteme GmbH D 6800 Mannheim

Type : U PD 10

Tahun : 1982

Kapasitas : 100 kN

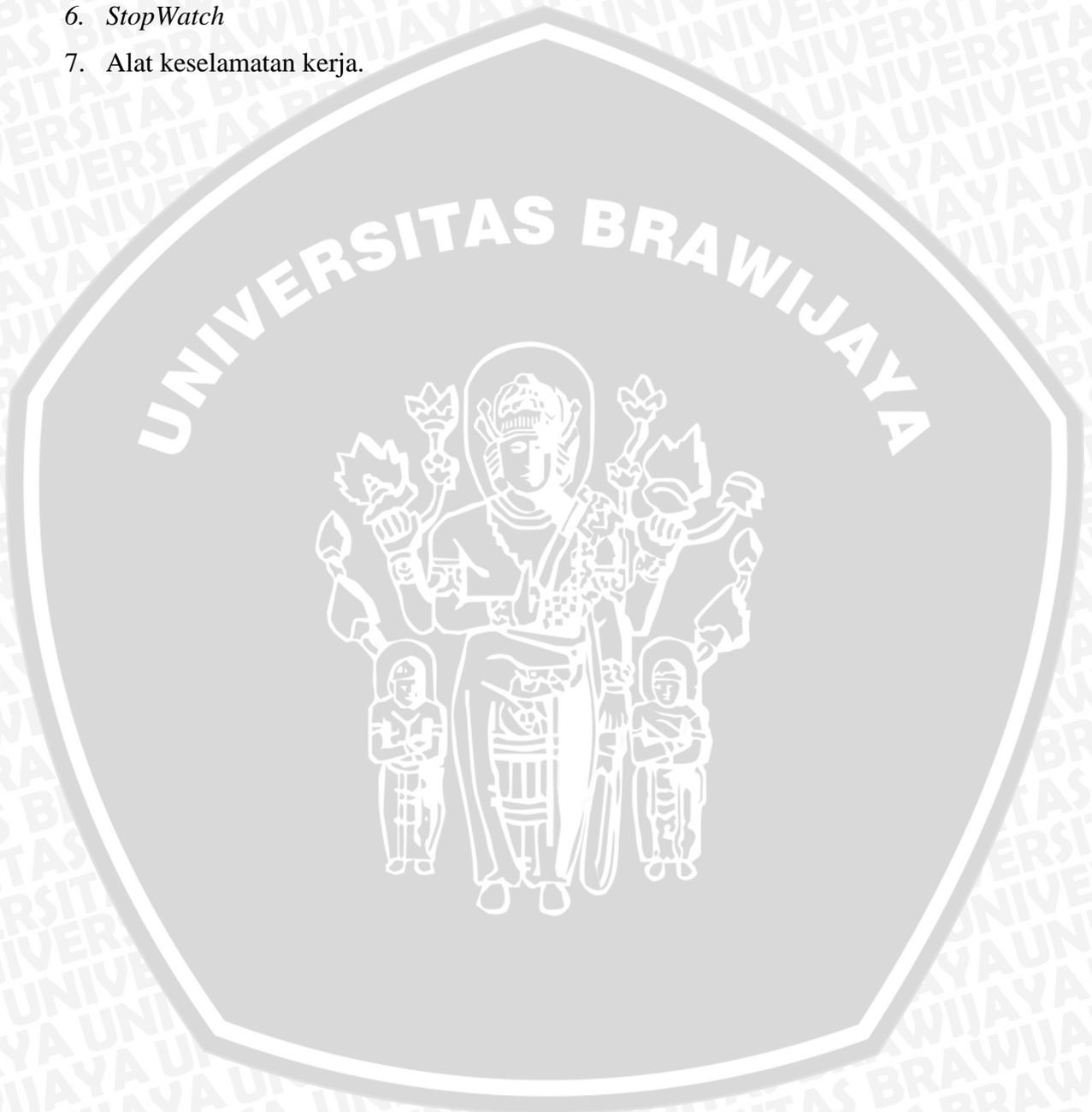
Mesin ini memiliki tiga skala pengukuran beban, yaitu :

A : 0 – 20 kN

A + B : 0 – 50 kN

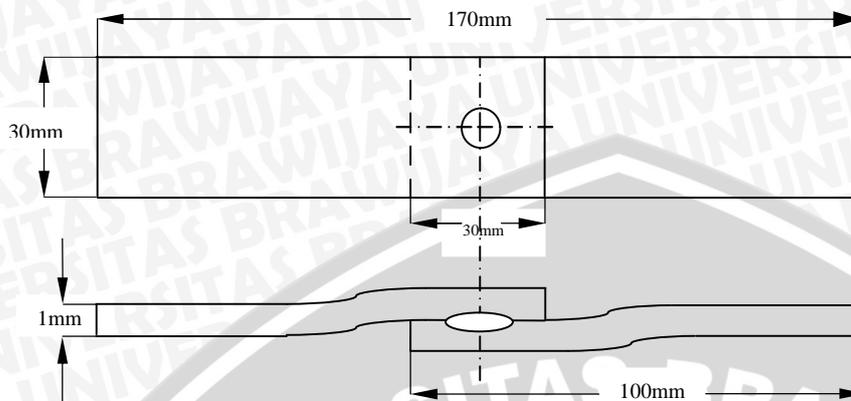
A + B + C : 0 – 100 kN

4. Amplas
5. Kipas dan alkohol 90%
6. *StopWatch*
7. Alat keselamatan kerja.



3.4.3 Gambar Spesimen

Dimensi material uji :

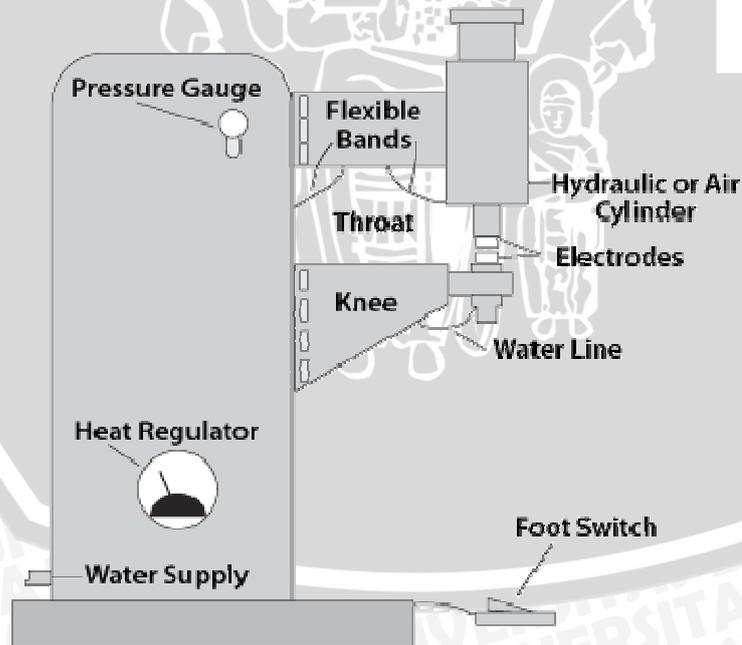


Gambar 3.4 Spesimen Uji

Sumber : JIS Z 3136

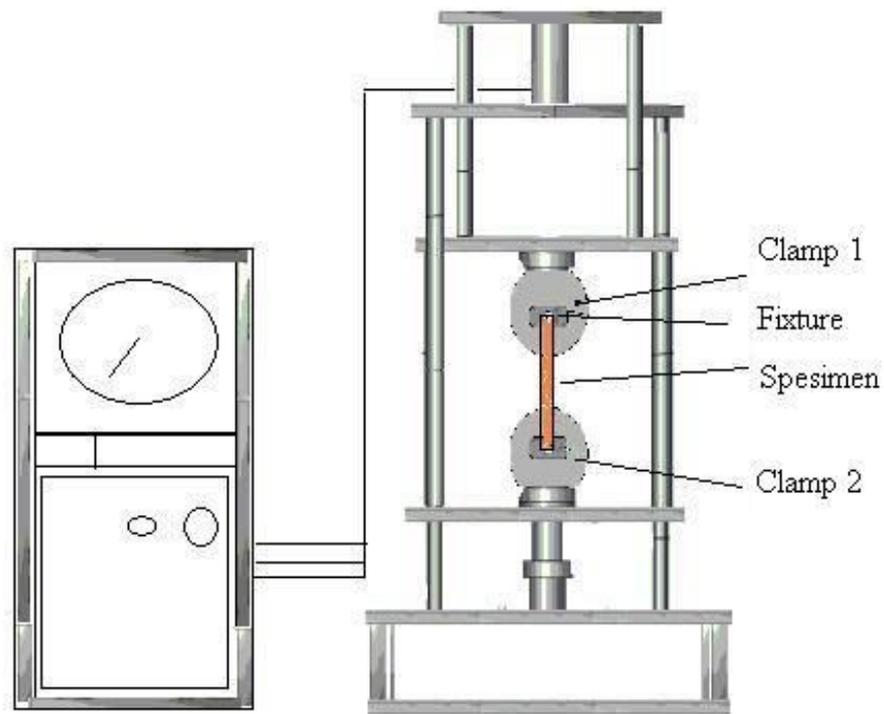
3.5 Instalasi Penelitian

3.5.1 Instalasi las Titik



Gambar 3.5 Instalasi las titik
Sumber : B.H. Amstead (1989:175)

3.5.2 Instalasi Pengujian Geser



Gambar 3.6 Instalasi Pengujian Geser

Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

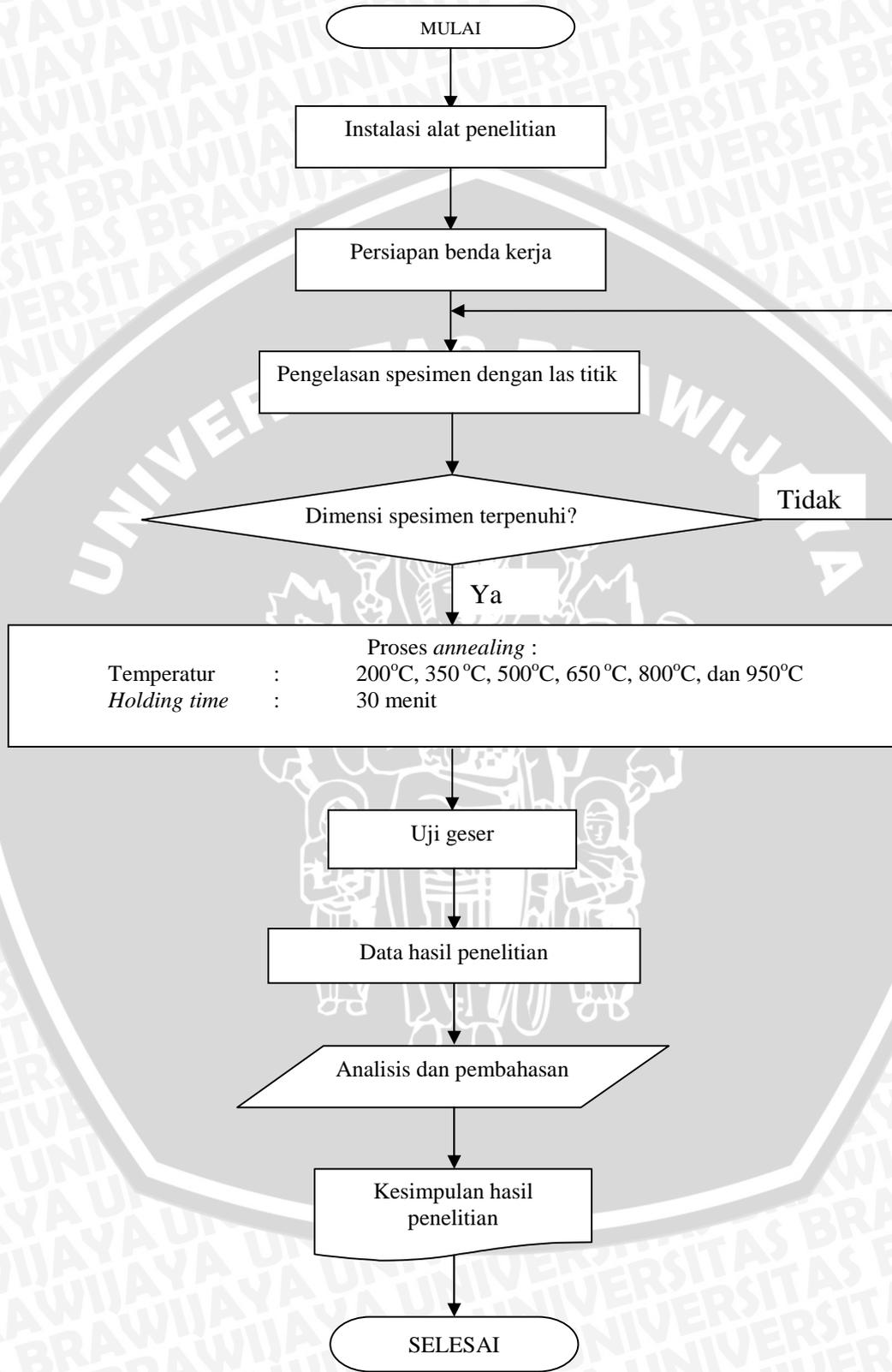
3.6 Prosedur Penelitian

1. Persiapan Spesimen dibuat dengan bahan baja AISI 1045.
2. Persiapan peralatan mesin las titik.
3. Benda uji baja AISI 1045 dipotong sesuai dengan standar ukuran untuk uji geser.
4. Permukaan spesimen yang akan dilas dibersihkan dengan menggunakan alkohol.
5. Spesimen dilas dengan menggunakan mesin las titik.
6. Persiapan dapur pemanas listrik untuk melakukan proses *annealing*.
7. Spesimen yang telah dilas dimasukkan kedalam dapur untuk dilakukan proses *annealing* dengan variasi suhu *annealing* 200°C, 350°C, 500°C, 650°C, 800°C, dan 950°C.
8. Pada waktu proses *annealing*, spesimen diberikan waktu *holding* selama 30 menit.
9. Setelah proses *annealing* dilakukan proses pendinginan udara.
10. Setelah proses perlakuan panas selesai spesimen dibersihkan.

11. Persiapan proses pengujian geser.
12. Melakukan proses pengujian geser untuk setiap variasi suhu yang telah ditentukan.
13. Pengambilan data hasil percobaan.
14. Analisa data hasil percobaan.
15. Kesimpulan.



3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian

Spesimen hasil pengelasan titik pada material baja AISI 1045 diberikan perlakuan panas *annealing* kemudian diikuti dengan pengujian geser. Untuk memberikan ketelitian pengujian maka pengambilan data pengujian geser dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap variasi suhu *annealing*, kemudian diambil rata-ratanya.

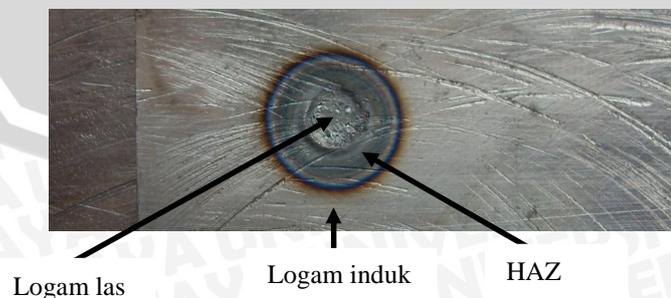
4.1.1 Data Pengujian Kekuatan Geser

Data hasil pengujian kekuatan geser lasan dengan perlakuan panas kemudian diolah dan dilakukan perhitungan sehingga dapat dilihat pada Tabel 4.1 dengan tiga kali pengambilan data setiap variasi suhu perlakuan panas.

Sedangkan pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil dari pengelasan titik yang dilakukan. Sedangkan pada Gambar 4.2 dapat dilihat lebih jelas daerah yang ada pada alas titik. Pada gambar tersebut menjelaskan daerah logam las, *Heat Affected Zone* (HAZ) dan logam induk pada hasil pengelasan titik.



Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Titik



Gambar 4.2 Daerah Logam Las, HAZ dan Logam Induk

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Geser

Temperatur (°C)	Kekuatan Geser (N.mm ⁻²)				
	spesimen 1	spesimen 2	spesimen 3	Jumlah	Rata - rata
200	189,092	173,168	216,958	579,218	193,073
350	191,083	175,159	195,064	561,306	187,102
500	187,102	185,112	187,102	559,316	186,438
650	161,226	157,245	159,236	477,707	159,236
800	121,417	143,312	139,331	404,06	134,687
950	117,436	85,589	81,608	284,633	94,877
Tanpa Perlak.	218,949	222,929	208,997	650,875	216,958

Contoh perhitungan kekuatan geser data diambil pada spesimen pertama untuk spesimen pada temperatur 200°C :

- Kekuatan geser dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut :

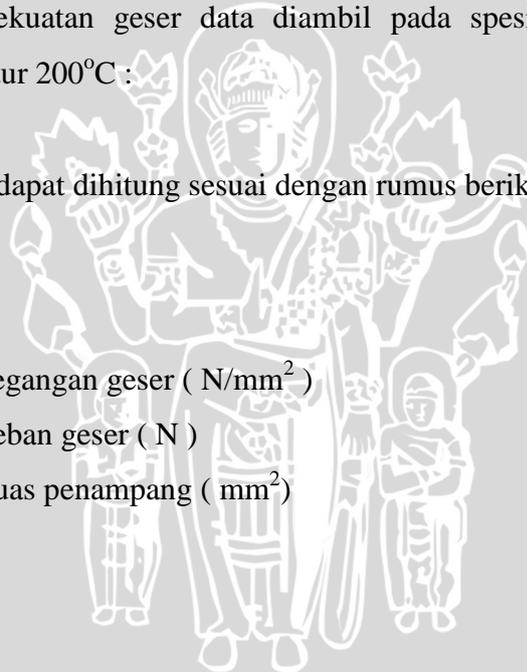
$$\sigma = \frac{P}{A_o}$$

Dengan : σ = Tegangan geser (N/mm²)

P = Beban geser (N)

A_o = Luas penampang (mm²)

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{9500}{3,14.4.4} \\ &= 189,092 \text{ N.mm}^{-2} \end{aligned}$$



4.2 Analisa Statistik

Untuk mempermudah uji kecukupan data observasi, maka data hasil pengujian kekuatan geser pada pengelasan titik ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.2 Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Kekuatan Geser

No Sampel (n _i)	Data Observasi (x _i)	x _i ²	(x _i - \bar{x})	(x _i - \bar{x}) ²
1	189,092	35755,784	29,857	891,440
2	173,168	29987,156	13,925	193,906
3	216,958	47070,774	57,723	3331,946
4	191,083	36512,713	31,848	1014,295
5	175,159	30680,675	15,924	253,57
6	195,064	38049,964	35,83	1283,789
7	187,102	35007,158	27,867	776,569
8	185,112	34266,453	25,877	669,619
9	187,102	35007,158	27,867	776,569
10	161,226	25993,823	-1,991	3,964
11	157,245	24725,99	-1,99	3,960
12	159,236	25356,104	0,001	0,001
13	121,417	14742,088	-37,818	1430,201
14	143,312	20538,329	-15,923	253,542
15	139,331	19413,127	-19,904	396,169
16	117,436	13791,214	-41,799	1747,156
17	85,589	7325,477	-73,646	5423,733
18	81,608	6659,866	-77,627	6025,951
Total	2866,24	480883,853	0	24476,38

Analisa statistik kekuatan geser

1. Data median rata-rata sampel

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{2866,24}{18} = 159,235$$

2. Variasi sampel (σ^2)

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{24476,38}{18-1} = 1439,787$$

3. Standart Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{1439,787} = 37,945$$

4. Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) DA :

$$DA = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100 \%$$
$$DA = \frac{37,945}{159,235} \times 100 \%$$
$$= 23,829 \%$$

5. Tingkat keyakinan (*confidence level*) CL :

$$CL = 100 \% - DA$$
$$= 100 \% - 23,829$$
$$= 76,171 \%$$

6. Batas kontrol :

a. Kontrol atas (*upper control limit*) UCL :

$$UCL = \bar{x} + k \sigma$$
$$= 159,235 + (1,2307 \times 37,945)$$
$$= 205,934$$

b. Kontrol bawah (*lower control limit*) LCL :

$$LCL = \bar{x} - k \sigma$$
$$= 159,235 - (1,2307 \times 37,945)$$
$$= 113,561$$

7. Tingkat ketelitian (S)

$$S = S = \frac{DA}{100} = \frac{23,829}{100} = 0,238$$

8. Kecukupan data observasi (N')

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \sum_{i=1}^n xi^2 - \left(\sum_{i=1}^n xi \right)^2}}{\sum_{i=1}^n xi} \right]^2$$
$$= \left[\frac{1,2307}{0,3555} \sqrt{(18 \times 480883,853) - 2866,24^2}}{2866,24} \right]^2$$

$$N' = 0,643 \approx 1$$

Kesimpulan yang didapat dari uji kecukupan data observasi ini sebagai berikut :

Bila $N' < n$, $1 < 15$, maka data yang diambil dalam percobaan kali ini telah memenuhi nilai minimum kecukupan data observasi dan sudah mencukupi untuk analisis.

4.2.1 Analisa Varian Satu Arah

Ada tidaknya pengaruh suhu *annealing* setelah proses pengelasan titik terhadap kekuatan gesernya dapat diketahui melalui hasil analisis varian. Apabila nilai F_{hitung} yang diperoleh lebih besar dari F_{tabel} berarti faktor yang diuji memberikan pengaruh yang nyata. Apabila F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} maka faktor yang diuji tidak memberikan pengaruh yang nyata.

- Jumlah seluruh perlakuan (JSP)

$$JSP = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j$$
$$= 2866,24$$

- Jumlah kuadrat seluruh perlakuan (JKSP)

$$JKSP = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^j Y_{ij}^2$$
$$= 480883,853$$

- Faktor Koreksi (fk)

$$\begin{aligned}
 fk &= \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum ni} \\
 &= \frac{(2866,24)^2}{18} \\
 &= 456407,318
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk \\
 &= 480883,853 - 456407,318 \\
 &= 24476,535
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{j=1}^k \left[\sum_{i=1}^n Y_{ij} \right]^2}{ni} - fk \\
 &= \frac{1435876,713}{3} - 29002,675 \\
 &= 22218,253
 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 24476,535 - 22218,253 \\
 &= 2258,282
 \end{aligned}$$

- Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{JKP}{k-1} \\
 &= \frac{22218,253}{6-1} \\
 &= 4443,651
 \end{aligned}$$

- Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{JKG}{db} \\
 &= \frac{2258,282}{12} \\
 &= 188,191
 \end{aligned}$$

Dari rumus di atas dapat dicari F_{hitung} yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terkontrol dengan metode uji F.

- $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{4443,651}{188,191} = 23,613$
- F_{tabel} untuk $v_1 = k - 1 = 6 - 1 = 5$ dan $v_2 = \sum ni - k = 18 - 6 = 12$ adalah 3,11

Kesimpulan yang didapat dari uji F ini sebagai berikut :

Bila $F_{A\ hitung} > F_{A\ tabel}$, maka H_{01} ditolak dan H_{11} diterima. Berarti faktor A (variasi temperatur) berpengaruh terhadap hasil kekuatan tarik pengelasan titik material baja AISI 1045 yang telah mengalami proses *annealing*.

Tabel 4.3 Tabel Analisa Varian Satu Arah

Sumber Varian	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rata - rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Perlakuan	5	22218,253	4443,651	23,613	3,11
Galat	12	2258,282	188,191	-	-
Total	17	24476,535	-	-	-

Dari Tabel 4.3 analisis varian satu arah di atas diperoleh hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi suhu *annealing* pada hasil pengelasan titik material baja AISI 1045 mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan gesernya.

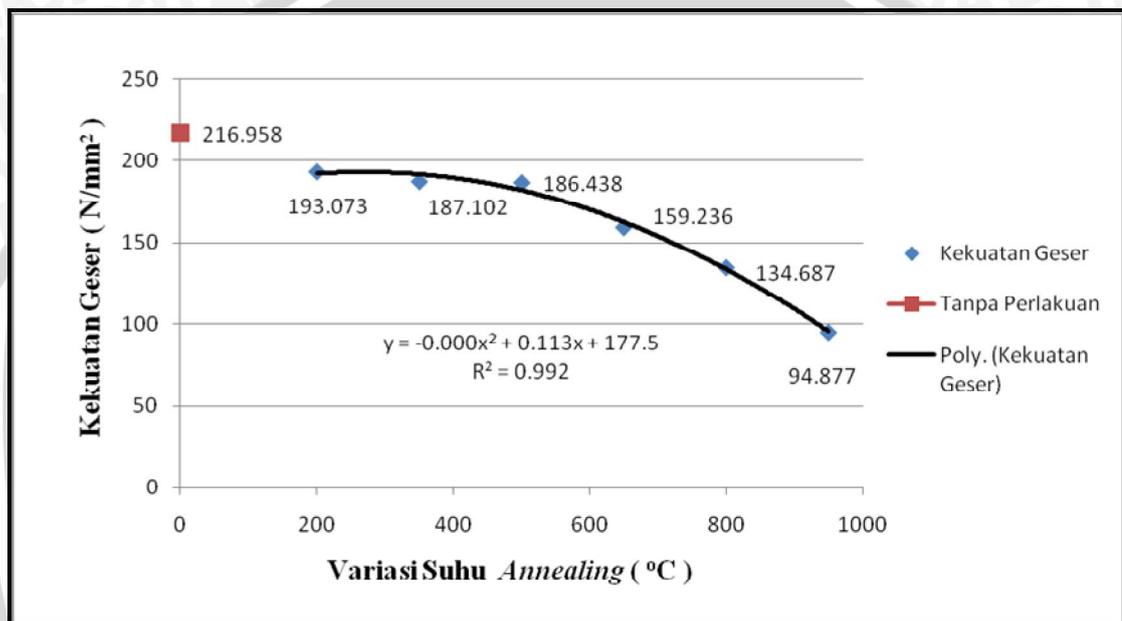
4.3 Analisa Grafik

Berdasarkan perhitungan data hasil pengujian dengan variasi suhu perlakuan panas *annealing* setelah pengelasan titik, maka didapatkan besarnya kekuatan geser yang bervariasi juga. Data hasil perhitungan kemudian diolah dan di gambarkan

dalam bentuk grafik untuk mempermudah menganalisis hubungan antara variasi suhu perlakuan panas *annealing* setelah pengelasan titik dengan kekuatan geser.

4.3.1 Grafik Hubungan Antara Temperatur *Annealing* Setelah Pengelasan Terhadap Kekuatan Geser

Dari data kekuatan geser yang telah diperoleh pada penelitian yang telah dilakukan maka dibuat rata-rata setiap variasi suhu dan grafik perbandingan kekuatan geser sebagai Gambar 4.3 berikut :



Gambar 4.3 Grafik Kekuatan Geser Rata-rata

Kekuatan geser merupakan tegangan maksimum yang dimiliki oleh suatu bahan atau material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*). Dari grafik perbandingan kekuatan geser antar spesimen tersebut seperti terlihat pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa nilai kekuatan geser yang dihasilkan pada spesimen las titik yang mendapat perlakuan panas akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya suhu *annealing*. Kekuatan geser terbesar dihasilkan oleh spesimen dengan suhu *annealing* 200°C yaitu 193,073 N/mm². Sedangkan kekuatan geser terendah dihasilkan oleh spesimen dengan suhu *annealing* 950°C yaitu 94,877 N/mm².

Akibat dari proses pengelasan adalah terjadinya perubahan struktur mikro pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) dan logam lasan. Dengan adanya proses perlakuan panas *annealing* setelah pengelasan diharapkan struktur mikro menjadi homogen sehingga akan meningkatkan keuletannya. Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa

kekuatan geser semakin menurun seiring dengan pertambahan suhu perlakuan panas *annealing*. Pada suhu 350°C kekuatan geser yang dihasilkan adalah 187,102 N/mm². Pada suhu tersebut kekuatan geser mengalami penurunan sebesar 3,09 % dari kekuatan geser yang dihasilkan suhu 200°C. Sedangkan pada suhu 500°C kekuatan geser mengalami penurunan namun tidak terlalu besar. Kekuatan geser yang dihasilkan adalah 186,438 N/mm² dan mengalami penurunan hanya 0,35 % dari suhu 350°C. Pada hasil kekuatan geser suhu 650°C mengalami penurunan yang cukup tinggi yaitu mengalami penurunan kekuatan geser sebesar 14,59 %. Kekuatan geser yang dihasilkan oleh spesimen dengan perlakuan suhu 650°C adalah sebesar 159,236 N/mm². Pada suhu 800°C kekuatan geser yang dihasilkan adalah 134,687 N/mm². Kekuatan tersebut mengalami penurunan sebesar 15,41 % dari kekuatan geser yang dihasilkan pada suhu 650°C. Kekuatan geser spesimen terendah dihasilkan oleh perlakuan panas suhu 950°C yaitu 94,877 N/mm². Pada suhu 950°C penurunannya memiliki prosentase yang paling besar, yaitu 29,56 %. Jika dibandingkan dengan kekuatan geser yang dihasilkan oleh suhu 200°C maka terjadi penurunan sebesar 52,81 %. Jadi secara umum perlakuan panas *annealing* setelah proses pengelasan dapat menurunkan kekuatan tarik spesimen sebesar 3,09 % - 52,81 %.

Semakin besar temperatur perlakuan panas yang diberikan setelah proses pengelasan maka akan menghasilkan butiran yang lebih besar karena waktu pendinginan yang diperlukan akan menjadi lebih lama juga. Yang mengakibatkan butir yang dihasilkan mempunyai waktu yang cukup untuk berkembang. Ukuran butir pada baja sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik suatu bahan. Ukuran butir yang besar dan homogen akan membuat baja mempunyai sifat kekuatan geser rendah namun memiliki keuletan yang tinggi. Semakin besar suhu perlakuan panas maka kekuatan geser yang akan dihasilkan akan menurun karena butir yang dihasilkan akan semakin besar. Dengan demikian perlakuan panas setelah pengelasan akan mempengaruhi kekuatan sambungan las. Kekuatan geser di daerah HAZ, logam lasan dan logam induk akan menurun karena semakin tinggi suhu perlakuan panas akan menyebabkan butiran yang dihasilkan akan semakin besar. Pada proses perlakuan panas sampai dengan suhu 650°C tidak terjadi perubahan struktur pada logam induk karena belum melewati temperatur kritis perubahan struktur. Sedangkan pada suhu perlakuan 950°C akan menyebabkan transformasi yang terjadi di logam induk menjadi *austenite*. Struktur mikro yang terjadi pada daerah HAZ adalah penggabungan dari struktur

daerah las dengan logam induk. Sehingga struktur yang dihasilkan juga tidak homogen.

Dengan adanya perlakuan panas maka struktur yang dihasilkan akan menjadi lebih homogen. Sedangkan pada daerah logam las struktur yang dihasilkan juga tidak homogen yang disebabkan karena pada waktu pengelasan titik pengelasan berlangsung dengan sangat cepat. Sehingga perubahan bentuk dan temperatur akan mengakibatkan butir tidak berkembang secara baik dan tidak teratur. Dengan pemanasan suhu 950°C struktur yang dihasilkan akan lebih seragam dan ukuran butir dapat berkembang sehingga butiran akan menjadi homogen selama terjadinya proses perlakuan panas. Sehingga dengan adanya perlakuan panas akan membuat struktur diseluruh daerah logam las, HAZ dan logam induk menjadi lebih homogen dan membuat sambungan dari pengelasan titik tidak menjadi getas namun akan membuat keuletannya menjadi meningkat.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Variasi suhu *annealing* berpengaruh terhadap Kekuatan geser hasil pengelasan titik material baja AISI 1045, yaitu mengalami penurunan dengan bertambahnya suhu perlakuan panas *annealing*. Penurunan kekuatan geser disebabkan karena dengan meningkatnya suhu perlakuan panas maka butir dapat memiliki waktu untuk berkembang dan memiliki struktur yang lebih homogen. Pada penelitian ini, kekuatan geser tertinggi hasil pengelasan titik material baja AISI 1045 setelah perlakuan panas yaitu dihasilkan oleh suhu perlakuan panas 200°C sebesar 193,073 N.mm⁻². Sedangkan kekuatan geser terendah dihasilkan oleh perlakuan panas 950°C sebesar 94,877 N.mm⁻².

5.2 Saran

1. Dapat dikembangkan penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan arus pengelasan yang digunakan dan mengganti material yang akan dilas.
2. Sebaiknya dilakukan pengamatan struktur mikro setelah proses *annealing* agar mengetahui struktur dengan jelas.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan juga dengan cara pengujian yang lain
4. Permukaan yang akan di las sebaiknya perlu diperhatikan dengan benar agar terhindar dari berbagai macam kotoran sehingga sambungan las akan menjadi kuat.
5. Pada waktu pengujian sebaiknya menggunakan mesin pengujian yang dapat langsung mengeluarkan gambar grafik dan lebih baik dari yang mencari data dengan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamowski, J., Poggio S. And Gambaro C, 2005. *Resistance Spot Welding of Advance High Strength Steel DP600*. Journal of Dipartimento di Ingegneria Della
- Amstead, B.H., Phillip F., Myron L.B. dan Sriati D., 1989. *Teknologi Mekanik*. PT. Gelora Aksara Pratama.
- Anis, Muhammad., Aulia Irsyadi, 2009. *Studi Lapisan Intermetalik $C_{u3}S_n$ pada Ujung Elektroda Dalam Pengelasan Titik Baja Galvanis*. Jurnal MAKARA Teknologi volume 13
- Answers.com. 2009. Spot Welding. <http://www.answers.com/topic/spot-welding>
- Google.com. 2009. Spotwelding. <http://www.google.com/image/spotwelding>
- Haqi, Muhammad Iqbal., 2006. *Hardening Pada Baja Karbon Tinggi*. Jurnal teknik.
- Hifni, M. 1992. *Analisis Varian dan Penerapannya*. Malang : KOPMA Press.
- Okumura, Toshie., 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradnya Paramita.
- Paradowska, A., P.Dayawansa, J.W.H. Prince and R.Ibrahim, 2006. *Measurement of Residual Stress Distribution in Tubular Joints Considering Post Weld Heat Treatment*. Journal of aterial forum volume 30
- Polajnar, Ivan., J.Grumb and A.Esmail, 2008. *Sources of Acoustic Emission Resistance Spot Welding*. Journal of defektoskopie
- Purwaningrum, Yustiasih., 2006. *Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Sambungan Las SMAW Baja A-287 Sebelum dan Sesudah PWHT*. Jurnal Teknoin vol. 11
- Rajanna, S., Shantaraja S., H.K. Shivanand and Keshavamurthy, 2009. *Characteization of Mechanical Properties of Postweld Heat-Treated Shielded Manual Metallic Arc Welded Rails*. International journal of recent trend in engineering
- Rusinski, E., A. Kopczynski and J. Czmochowski, 2004. *Test of Thin-walled Beams Joined by Spot Welding*. Journal of materials processing technology 157-158
- Sularso, 1978. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Indonesia-jepang. PT. Pradnya Paramita.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN





**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Mayjend. Haryono 167 Malang 65145 Telp. (0341) 551430 Fax. (0341) 551430

**DATA PENGUJIAN KEKUATAN GESER
PENGAMATAN SELAMA PENGUJIAN**

TEMPAT

Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin
Universitas Brawijaya

PRAKTIKAN

Nama : BRAMUKTI SURYO K
NIM : 0510623022

ALAT

Mesin Uji Tarik Type U PD 10

SPESEMEN

Sambungan Las Titik Baja AISI 1045

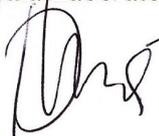
PENGAMATAN SELAMA PENGUJIAN

Temperatur (°C)	Kekuatan Geser (N.mm ⁻²)				
	spesimen 1	spesimen 2	spesimen 3	Jumlah	Rata - rata
200	189,092	173,168	216,958	579,218	193,073
350	191,083	175,159	195,064	561,306	187,102
500	187,102	185,112	187,102	559,316	186,438
650	161,226	157,245	159,236	477,707	159,236
800	121,417	143,312	139,331	404,06	134,687
950	117,436	85,589	81,608	284,633	94,877

Malang, 23 Desember 2009

Kepala Laboratorium

Praktikan


Putu Hadi Setyarini, ST, MT.
NIP. 197708062003122001



Bramukti Suryo K
NIM. 0510623022



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Mayjend. Haryono 167 Malang 65145 Telp. (0341) 551430 Fax. (0341) 551430

LAPORAN PENGGUNAAN FURNACE

TEMPAT

Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin
Universitas Brawijaya

PRAKTIKAN

Nama : BRAMUKTI SURYO K
NIM : 0510623022

ALAT

Dapur Listrik
Merk: OPENBAU HOFMAN
Type : E / 90
Votage : 220 V
Daya : 3,3 kw
Suhu max : 1100 °C
Produksi : Austria

SPESIMEN

30 Spesimen Sambungan Las Titik Baja AISI 1045

PENGAMATAN SELAMA PENGGUNAAN

Temperatur : 200°C, 350°C, 500°C, 650°C, 800°C, dan 950°C
Media Pendinginan : Udara
Waktu Holding : 30 menit
Total Waktu Penggunaan : 5 jam

Malang, 22 Desember 2009

Kepala Laboratorium

Putu Hadi Setyarini, ST., MT.
NIP. 197708062003122001



Praktikan

Bramukti Suryo K
NIM. 0510623022



Rezeki Makmur
STEEL SUPPLIER & DISTRIBUTOR

MATERIAL TEST CERTIFICATE

PURCHASES : Universitas Mercu Buana		DATED : 3 - October 2009	
ORDER NO : -		SPK I/O -	
ORDER SIZE : 32 x 138 mm x 300 mm			
PRODUCT : DIN 1730		NOTA NO : Fc 23469	
DIMENSION SIZE : Plate 32 mm		Heat No : 5465765	

Composition %								HB
C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu	(Hardenes Brinell)
0.49	0.26	0.75	0.004	0.014	0.01	0.02	0.12	187

INSPECTED BY

ERWIN SETIADI WIDJAJA

Jl. Mangga Besar I no.86, Jakarta Barat 11180 - Indonesia
Phone: (62-21) 639-7117, 601-0716, 624-0063, Fax.: (62-21) 624-0065
Email: rezeki_makmur@cbn.net.id

