

**ANALISA PENGARUH VARIASI HEAT INPUT
DENGAN METODA PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA
KARBON S355J2N DENGAN PENGUJIAN
HARDNESS TEST**

SKRIPSI

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



Disusun Oleh:

KEMAL COSTA DINOVI
143310635

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI HEAT INPUT DENGAN
METODA PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA
KARBON S355J2N DENGAN METODE PENGUJIAN
HARDNESS TEST**

Disusun Oleh :


KEMAL COSTA DINOY

NPM : 143310635

PEKANBARU

Disetujui Oleh :

DODY YULIANTO, S.T., M.T
Dosen Pembimbing


Tanggal : 25/1-2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI HEAT INPUT DENGAN
METODA PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA
KARBON S355J2N DENGAN METODE PENGUJIAN
HARDNESS TEST**

Disusun Oleh :

KEMAL COSTA DINOY

NPM : 143310635

Disahkan Oleh :

MENGETAHUI

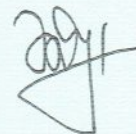
Ketua Prodi Teknik Mesin



JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D

NIDN : 1009038504

PEMBIMBING



DODY YULIANTO, S.T., M.T

NIDN : 1029077302

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Kemal Costa Dinov

NPM : 14.331.0635

PROGRAM STUDI : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Pengaruh Variasi Heat Input Dengan Metoda Pengelasan SMAW Pada Material Baja Karbon S355J2N Dengan Metode Pengujian Hardness Test**” yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah dipublikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila di kemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pekanbaru, 15 Desember 2021



Kemal Costa Dinov
14.331.0635

ABSTRAK

Pengelasan adalah suatu pekerjaan yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi dan industri sekarang ini, terutama dalam dunia fabrikasi, namun dalam pelaksanaannya masih sering ditemukan cacat pada proses pengelasan. Kekuatan las sangat dipengaruhi oleh proses pengelasan, pemanasan serta adanya tegangan sisa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi masukan panas (*Heat Input*) baja karbon rendah EN10025-2 S355J2N dan hasil pengelasan SMAW terhadap nilai kekerasan dan nilai kekuatan tarik. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi *heat input* terhadap spesimen benda uji, kemudian spesimen hasil pengelasan SMAW akan di uji dengan pengujian kekerasan metode *Vickers* serta nilai pengujian tarik. Proses pengelesan dilakukan kepada tiga spesimen dengan tiga variasi Heat Input. Bahan yang dilas kemudian dilakukan uji vickers dan uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan Heat Input variasi tinggi dengan nilai min 2.1 Kj/mm – max 2.6 Kj/mm memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan variasi Heat Input lainnya dengan nilai VHN 187 daerah Haz.1, 220 daerah Weld Metal dan 194 daerah HAZ.2. Pada Uji Tarik untuk Heat Input Tinggi juga menunjukkan nilai kekuatan tarik yang paling besar dengan 642 N/mm².

Kata Kunci : Pengelasan, *Heat Input*, Kekerasan



ABSTRACT

Welding is a job that is most often used in the world of construction and industry today, especially in the world of fabrication, but in practice it is still often found defects in the welding process. Weld strength is strongly influenced by the welding process, heating and the presence of residual stresses. The purpose of this study was to determine the effect of variations in heat input (Heat Input) of low carbon steel EN10025-2 S355J2N and SMAW welding results on the hardness value and tensile strength value. tested by the Vickers method of hardness testing and tensile test values. The test is carried out with three variations of heat input to the specimen of the test object, then the specimen from SMAW welding will be tested by testing the hardness of the Vickers method and the value of the tensile test. The welding process was carried out on three specimens with three variations of Heat Input. The welded material is then subjected to a Vickers test and a tensile test. The results showed that the high variation of Heat Input with a min value of 2.1 Kj/mm – max 2.6 Kj/mm had the highest hardness value compared to other Heat Input variations with a VHN value of 187 Haz.1 area, 220 Weld Metal area and 194 HAZ.2 area. The Tensile Test for High Heat Input also shows the greatest tensile strength value with 642 N/mm².

Keywords: *Welding, Heat Input, Hardness*



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan Proposal Tugas Akhir yang berjudul ***“ANALISA PENGARUH VARIASI HEAT INPUT DENGAN METODA PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON S355J2N DENGAN METODE PENGUJIAN HARDNESS TEST”*** ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan Mata Kuliah Tugas Akhir pada program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.

Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua OrangTua penulis yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Jhonni Rahman, B.End., M.Eng., Phd selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IslamRiau.
3. Bapak Rafil Arizona ST.,M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Doddy Yulianto,ST., MT selaku Pembimbing TugasAkhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada penulisan Proposal Tugas Akhir ini, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang khususnya bagi penulis pribadi.

Pekanbaru, Desember 2021

Penulis

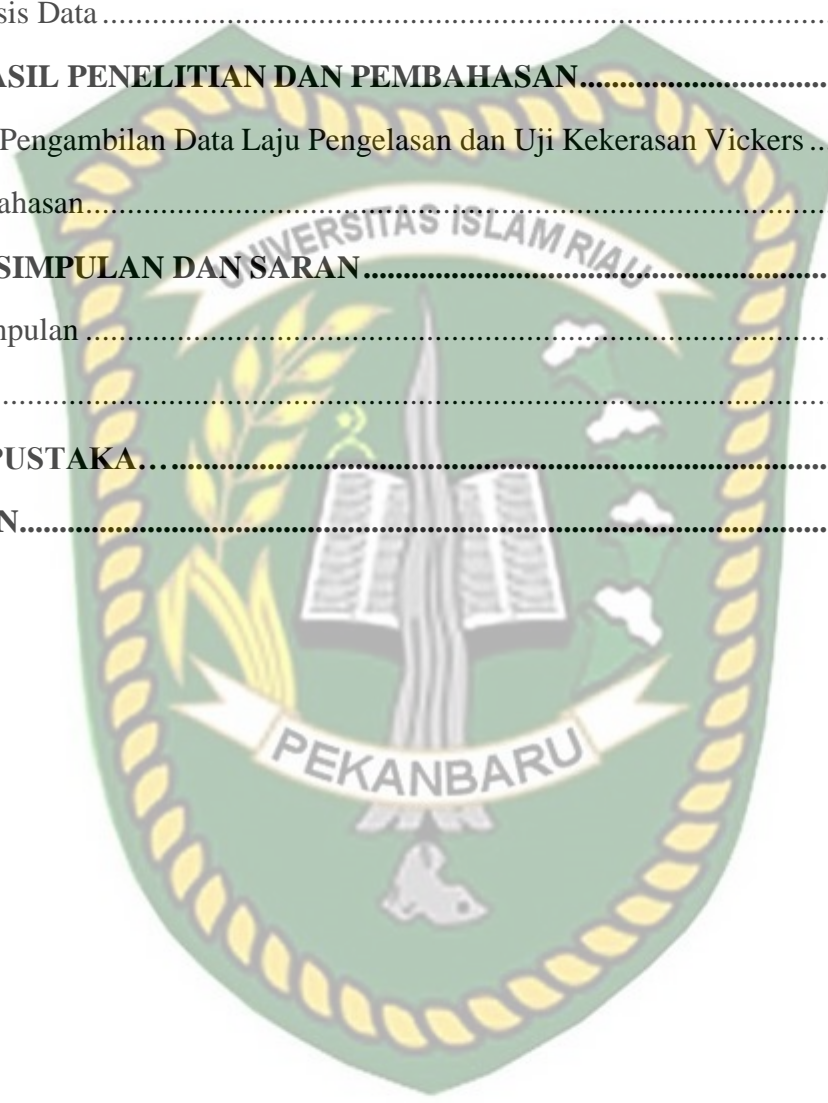
KEMAL COSTA DINOV

NPM : 143310635

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.2 Pembatasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengelasan.....	5
2.2 Metalurgi Las	8
2.3 Heat Input.....	10
2.4 Kecepatan Pengelasan	10
2.5 Elektroda.....	11
2.6 Material Teknik	12
2.7 <i>Carbon Steel</i>	13
2.7.1 Spesifikasi Baja Karbon S355J2N	14
2.8 Hardness Test (Metoda Vickers).....	16
2.9 Uji Tarik.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir	20
3.2 Dimensi Benda Uji	21
3.3 Persiapan Alat	22

3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.5	Jenis Kawat Las.....	26
3.6	Proses Pengelasan Benda uji.....	26
3.7	Pembuatan Spesimen.....	28
3.8	Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil Pengambilan Data Laju Pengelasan dan Uji Kekerasan Vickers	30
4.2	Pembahasan.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses SMAW	6
Gambar 2.2 Pemindahan Logam Cair.....	7
Gambar 2.3 Bagian-bagian Lasan	9
Gambar 2.4 Rak Pipa Struktur Bangunan.....	12
Gambar 3.1 Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW.....	21
Gambar 3.3 Pemegang Elektroda	21
Gambar 3.4 Workpiece Clamp.....	22
Gambar 3.5 Clamp Meter.....	22
Gambar 3.6 Palu Las.....	23
Gambar 3.7 Gerinda.....	23
Gambar 3.8 Welding Gauge.....	24
Gambar 3.9 Stopwatch.....	24
Gambar 3.10 Proses Pengukuran Material.....	26
Gambar 3.11 Proses Pemotongan Benda Kerja.....	26
Gambar 3.12 Proses Pembuatan Kampuh V Tunggal	27
Gambar 3.13 Proses Pengukuran Kampuh dengan Welding Gauge	27
Gambar 3.14 Final Material Eksperimen.....	28
Gambar 4.1 Posisi Titik Pengujian Kekerasan.....	30
Gambar 4.2 Grafik Tensile Strength pada HAZ.1	34

Gambar 4.3 Grafik Tensile Strength pada Weld Metal 35

Gambar 4.4 Grafik Tensile Strength pada HAZ.2..... 36

Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Tarik Rata-rata..... 37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon	17
Tabel 2.2 Baja Struktural Komposisi Kimia.....	18
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Kerja.....	25
Tabel 3.2 Parameter pengelasan SMAW	29
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Vickers.....	31
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Vickers.....	32
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Vickers.....	33
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Tarik.....	34
Tabel 4.4 Tabel Konversi.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman serba canggih ini proses pengelasan berkembang sangat pesat, dimana teknologi dibidang pengelasan menjadi bervariasi dan bermacam-macam manfaat dan kegunaannya. Implementasi atau pengaplikasian salah satunya pada proses fabrikasi disebut project struktur bangunan oil and gas, yaitu pada project pipe rack. Rak pipa baja struktural merupakan penyangga horizontal tempat menyusun pipa. Rak pipa ini memiliki fungsi menyangga pipa-pipa yang digunakan untuk mengalirkan fluida yang akan diproses.

Dalam pembuatan rak pipa baja struktural itu sendiri menggunakan teknik pengelasan dengan metode *Shielded Metal ArcWelding* (SMAW). Material baja (Beam) untuk membuat rak pipa disambung menggunakan teknik pengelasan. Teknik pengelasan juga memiliki berbagai keuntungan untuk produksi rak pipa, seperti hemat biaya, akurasi ukuran, dan variasi bentuk struktur las. Metode SMAW banyak digunakan Pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien.

Dalam kenyataan cacat seringkali muncul karena adanya kesalahan yang disebabkan oleh proses pengelasan yang muncul saat inspeksi dilakukan. Perusahaan pada dasarnya telah menyediakan prosedur pengelasan yang dikenal dengan nama WPS (*Welding Procedure Specification*). WPS (*Welding Pocerature Specification*) ini sudah cukup mudah untuk dipahami dan dilaksanakan, tetapi karena mental dari para welder maka perusahaan harus memberikan seorang *Welding Inspector* (WI) untuk memantau kualitas dari hasil pengelasan pada struktur bangunan rak pipa. Saat pengelasan tidak berjalan sesuai dengan prosedur, maka sambungan pada rak pipa akan mengalami cacat pengelasan. jika cacat terlalu parah, maka hasil las harus dipotong dan mengulang kembali dari awal. Jika hal ini terjadi, maka kerugian besar akan dialami oleh perusahaan baik

oleh pemilik proyek. Adapun kerugian-kerugian yang dialami antara lain proyek pembuatan rak pipa akan terhambat dan biaya untuk pekerjaan meningkat serta biaya produksi menjadi mahal, maka untuk menghindari kerugian tersebut perlu dibuat suatu perencanaan las (Ervianto Sri Widharto, 2004).

Perencanaan las salah satunya adalah pengaturan *heat input* dapat dilakukan dengan mengatur arus, voltase atau mengatur kecepatan pengelasan. *Heat input* yang tinggi akan menyebabkan terjadinya distorsi yang besar baik distorsi sudut, distorsi lengkung, maupun buckling pada plat tipis. Hal ini dikarenakan *heat input* yang besar akan menyebabkan regangan thermal yang tidak merata semakin besar sehingga regangan ini berakibat pada distorsi pada benda yang tidak ditahan pada ujungnya (Wirjosumarto, H., dan Okumura, T., 2000).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan alasan tersebut di atas, maka permasalahan yang timbul adalah:

1. Bagaimana Pengaruh variasi heat input terhadap nilai kekerasan baja karbon struktural.
2. Bagaimana pengaruh variasi heat input terhadap nilai kekuatan tarik baja karbon struktural.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Pengelasan dilakukan dengan metode las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) DC+ polaritas terbalik yang dilakukan di PT Wasco Engineering Indonesia.
2. Jenis material yang diuji adalah Baja Karbon rendah EN10025-2 S355J2N
3. Dimensi material 200 x 100 x 12 mm.
4. Posisi pengelasan adalah 3G vertikal dengan jenis sambungan *Butt-joint*.
5. Perubahan variasi.

- *Heat Input* Min 1.0Kj/Menit – Max 1.1 Kj/menit.
 - *Heat Input* Min 1.3 Kj/Menit – Max 1.7 Kj/Menit.
 - *Heat Input* Min 2.1 Kj/Menit – Max 2.7 Kj/Menit.
6. Elektroda yang dipakai E6013 untuk *root* dan E7018 *hot pass, fill* dan *capping* dengan diameter 2.5mm dan 3.2 mm.
 7. Pengukuran Pengujian diperoleh dari hasil Uji kekerasan Vickers dan Uji Tensile dilakukan di laboratorium PT.Hi-Test Batam.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan pengaruh variasi *Heat input* baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW terhadap nilai kekerasan
2. Untuk mendapatkan pengaruh variasi *Heat input* baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW terhadap nilai kekuatan tarik.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

1. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang pengelasan didunia *fabrication*.
2. Sebagai informasi bagi juru las (*welder*) untuk meningkatkan kualitas hasil pengelasan.
3. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

4. Menghindari kesalahan, kecacatan dan kerugian dalam pengelasan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai acuan atau kerangka bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir, Dalam penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan masalah dan sistematika perancangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang tinjauan pustaka dan teori-teori dasar yang berhubungan dengan kamps rem dan simulasi elemen hingga

BAB III METODOLOGI

Bab ini membahas mengenai analisa kerusakan sudu dan diagram alir untuk penelitian ini

BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang realisasi dari metodologi berupa hasil identifikasi permasalahan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang di anggap perlu diketahui bagi pihak-pihak yang memerlukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengelasan

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Mengelas menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan Cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang Sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

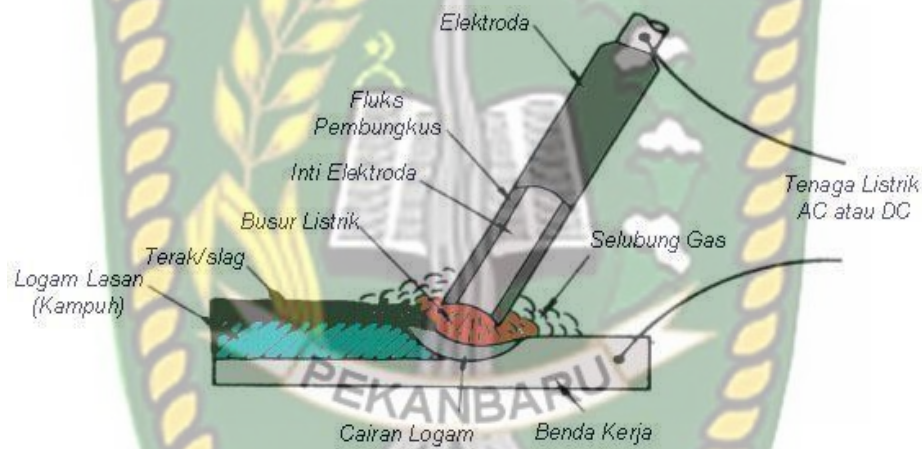
Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan Cara memberikan bahan tambah atau elektrodes pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

2.1.1 Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dikenal juga dengan istilah *Manual Metal Arc Welding* (MMAW) atau las elektroda terbungkus adalah suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.

Pada proses las elektroda terbungkus, busur Api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan logam induk atau benda kerja (*base metal*) akan menghasilkan panas. Panas tersebut yang mencairkan ujung elektroda (kawat las) dan benda kerja secara setempat. Busur listrik yang ada dibangkitkan oleh mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks. Dengan adanya pencairan ini maka kumpuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk, terbentuklah kawah cair, lalu membeku maka terjadilah logam lasan (*weldment*) dan terak (*slag*), seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses SMAW (Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura, 1996)

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butiran-butiran yang terbawa oleh arus dari pada busur listrik yang terjadi. Apabila menggunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cairnya yang terbawa akan menjadi halus sebaliknya bila arus yang dipakai kecil maka butirannya akan menjadi lebih besar, seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pemindahan Logam Cair (Harsono Wiryo Sumarto, Toshie Okumura, 1996)

Proses pemindahan logam cair seperti diterangkan diatas sangat mempengaruhi dari sifat-sifat mampu las dari logam. Secara umum dapat dikatakan bahwa mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus, sedangkan proses pemindahan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan juga oleh komposisi bahan pembungkus elektroda (*fluks*) yang digunakan. Selama proses pengelasan terjadi fluks yang digunakan sebagai bahan pembungkus elektroda mencair dan terapung pada cairan kawah las lalu membeku menutupi deposit las menjadi terak las atau yang disebut *slag*. *Slag* inilah yang akan melindungi hasil lasan yang baru membeku agar tidak terpengaruh oleh udara luar (oksidasi). Pada saat itu juga bahan fluks yang terbakar berubah menjadi gas yang berfungsi sebagai bahan pelindung dari udara luar terhadap oksidasi dan juga sebagai pemantap busur.

2.2 Metalurgi Las

Metalurgi dalam pengelasan, dalam arti yang sempit dapat dibatasi hanya pada logam las dan daerah yang dipengaruhi panas atau HAZ (Heat Affected Zone). Untuk alasan ini secara singkat dan umum, latar belakang prinsip-prinsip metalurgi juga diperlukan sebelum membicarakan sifa-sifat las dan HAZ yang berdekatan. Karena dengan mengetahui metalurgi las, memungkinkan meramalkan sifat-sifat dari logam las.

Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar-benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan kualitas hasil las yang kurang baik. Dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik untuk menjamin hasil las-lasan yang baik.

2.2.1 HAZ (Heat Affected Zone)

HAZ (Heat Affected Zone), adalah daerah pengaruh panas atau daerah dimana logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama pengelasan mengalami siklus termal atau pemanasan dan pendinginan dengan cepat. Penyebaran panas pada logam induk dipengaruhi oleh temperatur panas dari logam cair dan kecepatan dari pengelasan. Pada batas HAZ dan logam cair temperatur naik sangat cepat sampai batas pencairan logam dan temperatur turun sangat cepat juga setelah proses pengelasan selesai. Hal ini dapat disebut juga sebagai efek quenching. Pada daerah ini biasanya terjadi transformasi struktur mikro. Struktur mikro menjadi austenit ketika temperatur naik (panas) dan menjadi martensit ketika temperatur turun (dingin).

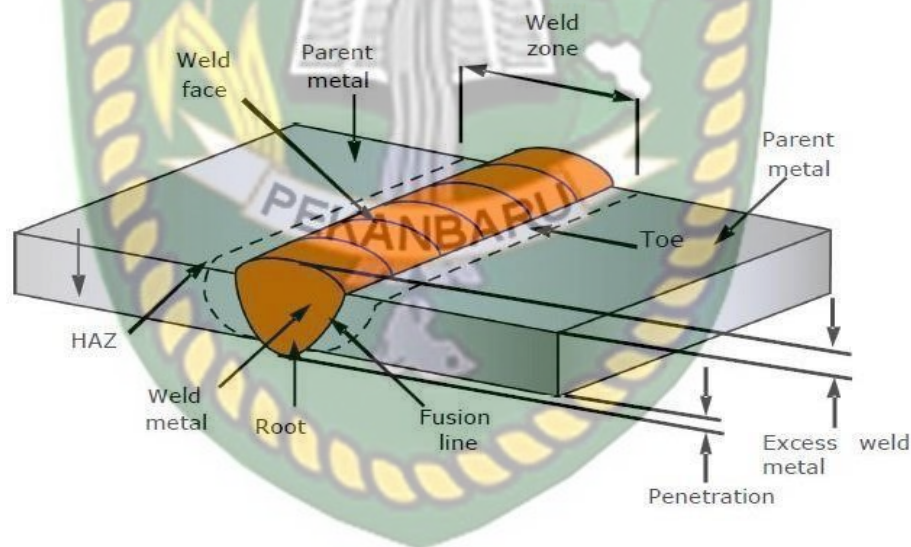
Daerah yang terletak dekat garis fusi ukuran butirnya akan cenderung besar yang disebabkan oleh adanya temperatur tinggi, menyebabkan austenit mempunyai kesempatan besar untuk menjadi homogen. Karena dengan keadaan homogen menyebabkan ukuran butir menjadi lebih besar. Sedangkan daerah yang semakin menjauhi garis fusi ukuran butirnya semakin mengecil. Hal ini

disebabkan oleh temperatur yang tidak begitu tinggi menyebabkan austenit tidak mempunyai waktu yang banyak untuk menjadi lebih homogen.

Transformasi struktur mikro yang terjadi akibat perubahan temperatur menyebabkan daerah HAZ sangat berpotensi terjadinya retak (crack) dan hal ini sangat penting untuk diperhatikan untuk mendapatkan hasil lasan yang baik.

2.2.2 Weld Metal

Logam lasan (weld metal), adalah daerah endapan las (weld deposit) dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Endapan las (weld deposit) berasal dari logam pengisi (filler metal). Untuk lebih jelasnya bias dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Bagian-bagian Lasan

(<https://www.pengelasan.net/bagian-bagian-lasan>)

2.3 Heat Input

Dalam pengelasan, untuk mencairkan logam induk dan logam pengisi diperlukan energi yang cukup. Energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan berasal dari bermacam-macam sumber yang tergantung pada proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi panas. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi dari parameter arus las, tegangan las, dan kecepatan pengelasan. Parameter ketiga yaitu kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan karena proses pemanasannya tidak diam ditempat Akan tetapi bergerak dengan kecepatan tertentu.

Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi juga oleh arus las, tegangan dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energi pengelesan yang dikenal dengan *heat input*. Persamaan *heat input* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \cdot I}{v} (\text{kJ/mm})$$

Keterangan :

$Q = \text{Heat Input (kJ/mm)}$

$V = \text{Voltage (V)}$

$I = \text{Current (A)}$

$v = \text{Travel Speed (mm/Menit)}$

2.4 Kecepatan Pengelasan

Semakin tinggi kecepatan pengelasan biasanya dipengaruhi oleh tingginya arus pengelasan. Untuk mencairkan ujung elektroda diperlukan energi yang cukup. Dengan kebutuhan energi yang cukup ini, pengelasan dapat berlangsung dengan normal. Apabila energi yang diberikan lebih dari cukup misalnya saja dengan memberikan arus las lebih tinggi, maka proses pencairan ujung elektroda berlangsung lebih cepat. Kecepatan pencairan elektroda yang tidak diimbangi dengan kecepatan pengelasan mungkin saja menyebabkan penumpukan cairan logam las di permukaan logam induk. Untuk menghasilkan manik las yang normal,

maka tentu saja kecepatan pencairan ujung elektroda harus diimbangi dengan kecepatan pengelasan. Dengan demikian benar saja bahwa tingginya arus pengelasan sangat mempengaruhi kecepatan pengelasan.

2.5 Elektroda

Elektroda terbungkus pada umumnya digunakan dalam pelaksanaan pengelasan tangan. Di negara-negara industri, elektroda las terbungkus sudah banyak yang di standarkan berdasarkan penggunaannya. Standarisasi elektroda dalam AWS (*American Welding Society*) didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las dan dinyatakan dengan tanda EXXXX, yang artinya sebagai berikut:

- E : Menyatakan elektroda las busur listrik
- XX : Dua angka sesudah E menyatakan kekuatan tarik (ksi)
- X : Angka ketiga menyatakan posisi pengelasan, yaitu:
 - Angka 1 untuk pengelasan segala posisi
 - Angka 2 untuk pengelasan posisi datar dan dibawah tangan
 - Angka 3 untuk pengelasan posisi dibawah tangan
- X : Angka keempat menyatakan jenis selaput dan arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Sebagai contoh adalah elektroda yang digunakan dalam studi eksperimen ini, yaitu elektroda E7016 dan E7018.

2.6 Material Teknik

Material teknik dapat digolongkan dalam kelompok logam dan bukan logam. Selain dua kelompok tersebut ada kelompok lain yang dikenal dengan nama metaloid (menyerupai logam) yang sebenarnya termasuk bahan bukan logam. Logam dapat digolongkan pula dalam kelompok logam ferro yaitu logam yang mengandung unsur besi, dan logam non ferro yaitu logam yang tidak mengandung unsur besi. Dalam penggunaan dan pemakaian pada umumnya, logam tidak merupakan logam murni melainkan logam paduan.

Logam murni dalam pengertian ini adalah logam yang tidak dicampur dengan unsur lainnya atau pengertian lain yaitu yang diperoleh dari alam (hasil tambang) dalam keadaan murni dengan kadar kemurnian mencapai 99,99 %. Dengan memadukan dua logam atau lebih dapat diperoleh sifat-sifat yang lebih baik dari pada logam aslinya. Memadukan dua logam yang lemah dapat diperoleh logam paduan yang kuat dan keras. Misalnya tembaga dan timah, keduanya adalah logam yang lunak, bila dipadukan menjadi logam yang keras dan kuat dengan nama perunggu. Besi murni adalah bahan yang lunak sedangkan zat arang/karbon (bukan logam) adalah bahan yang rapuh, paduan besi dengan zat arang menjadi baja yang keras dan liat.

Logam pada umumnya terdapat di alam (tambang) dalam bentuk bijih-bijih berupa batuan atau mineral. Bijih logam tersebut masih terikat dengan unsur-unsur lain sebagai oksida, sulfida atau karbonat. Logam didefinisikan sebagai unsur kimia yang mempunyai sifat-sifat : liat, kuat, keras, penghantar listrik dan penghantar panas, mengkilap dan pada umumnya mempunyai titik cair yang tinggi. Logam ferro atau logam besi adalah logam yang mengandung unsur besi (Fe). Besi merupakan logam yang penting dalam bidang teknik, tetapi besi murni terlalu lunak dan rapuh sebagai bahan kerja, konstruksi atau pesawat.

Logam non ferro atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Logam non ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya

belum memenuhi syarat yang diinginkan. Kecuali logam non ferro murni, platina, emas dan perak tidak dipadukan karena sudah memiliki sifat yang baik, misalnya ketahanan kimia dan daya hantar listrik yang baik serta cukup kuat, sehingga dapat digunakan dalam keadaan murni. Tetapi karena harganya mahal, ketiga jenis logam ini hanya digunakan untuk keperluan khusus. Misalnya dalam teknik proses dan laboratorium di samping keperluan tertentu seperti perhiasan dan sejenisnya.

2.7 Carbon Steel

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang mengandung 0,3% sampai 0,45% karbon, dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45% sampai 1,7%.

Apabila kadar karbon naik, kekuatan dan kekerasannya juga bertambah tinggi tetapi perpanjangannya menurun. Klasifikasi dari baja karbon dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon (Harsono dan Wiryosumarto, 1996)

	jenis dan kelas	kadar karbon (%)	Kekuatan hulus (kg/mm^2)	Kekuatan Tarik (kg/mm^2)	Per-panjangannya (%)	Kekerasan Brinell	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 setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon sedang	baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	alat-alat mesin
Baja karbon tinggi	baja keras	0,40-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	perkakas
	baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-Nop	180-235	rel, pegas, dan kawat piano

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

- Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja kurang dari 0,3% C. Baja ini tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit.

- Baja karbon sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3% C - 0,45% C. Dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan melalui proses perlakuan panas yang sesuai. Baja ini lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

- Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,45% C - 1,7% C dan memiliki kekerasan yang lebih tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal karena terlalu banyaknya martensit, sehingga membuat baja menjadi getas.

2.7.1 Spesifikasi Baja Karbon S355J2N

S355J2N adalah baja kekuatan tinggi yang paling umum untuk konstruksi, dimana baja ini adalah struktur baja *non-alloy* dengan kekuatan luluh peningkatan sebesar lebih dari 439 MPa pada baja konstruksi lainnya. Biasanya nilai-nilai hasil Dillinger S355J2N adalah konsekuensi dari pelat baja struktural memiliki sulfur dan fosfor yang sangat rendah. Hal tersebut adalah hasil dari *Dillinger*, proses metalurgi dua tahap ketika membuat baja, yang mana artinya bahwa struktur mikro baja yang lebih homogen dan sebagai konsekuensinya lebih keras dan lebih mampu untuk menahan kekuatan rekayasa yang diterapkan

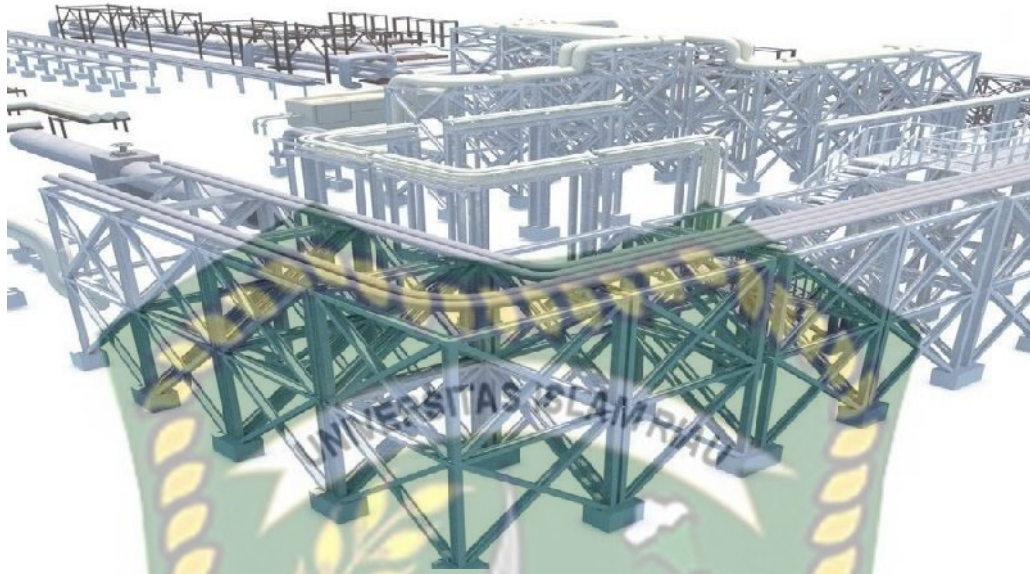
Berikut baja struktural dengan komposisi kimia pada Tabel 2.2 diantaranya :

Tabel 2.2 Baja Struktural Komposisi Kimia ((*Sumber Mill Test Certificate Krakatau posco, Structural Steel Plates, 2016*))

Grade	S355J2N
Standard	EN10025-2
Heat Number	SK22962
Cert Number	160927-FPQ8IH-0006A1-0002
C	0,079
Si	0,264
Mn	1,527
P	0,010
S	0,002
Cr	0,031
Ni	0,005
Cu	0,010
Mo	0,000
N	53
Nb	0,026
Ti	0,011
V	0,041

Baja S335J2N dalam pengaplikasiannya pada manufaktur struktur bangunan pada Rak Pipa. Rak Pipa sendiri merupakan penyangga horizontal tempat menyusun pipa. Rak pipa ini memiliki fungsi menyangga pipa-pipa yang digunakan untuk mengalirkan fluida yang akan diproses.

Fasilitas ini juga berfungsi sebagai penyangga pipa untuk mengalirkan minyak sebelum dan setelah diproses. Pipa-pipa ini diletakkan di *pipe rack* untuk meminimalisir suhu minyak yang sangat panas.



Gambar 2.4 Rak Pipa Struktur Bangunan

(<https://free3d.com/3d-model/pipe-racks-building-blocks-bundle-2755.html>)

2.8 Hardness Test (Metoda Vickers)

Pengujian suatu logam dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan tetap. Harga pembebanan yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan. Dalam pengujian kekerasan, seperti pada pengujian static lainnya. Diukur penekannya, derajat pengerasan regangan berbeda. (Tata Surdia, Shinroku Saito. 2005. Pengetahuan bahan dan teknik. Pradnya Pramita: Jakarta).

Pengujian kekerasan logam dapat dibedakan menjadi 3 jenis: Cara goresan, penekanan, Cara dinamik. Dan penentuan kekerasan penekanan ada 3 Cara yaitu: *Bridnell, Vickers dan Rockwell*.

Pada pengujian metoda Vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudu-sudut piramida yang saling berhadapan adalah 130° . Pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan, karena bentuk piramida intan. Nilai kekerasan disebut dengan kekerasan HV

atau VHN (Vickers Hardness Number). Didefinisikan sebagai beban luas permukaan bekas penekanan.

$$\text{VHN} : \frac{2F \sin(\theta/2)}{L^2} = \frac{1.854F}{L^2}$$

Dimana: F = Beban (Kg)

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

E = Sudut Piramida 136°

2.9 Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik.

Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan engineering untuk mengetahui sifatsifat mekanik suatu material.

Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya : kerangka, mekanisme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang

bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

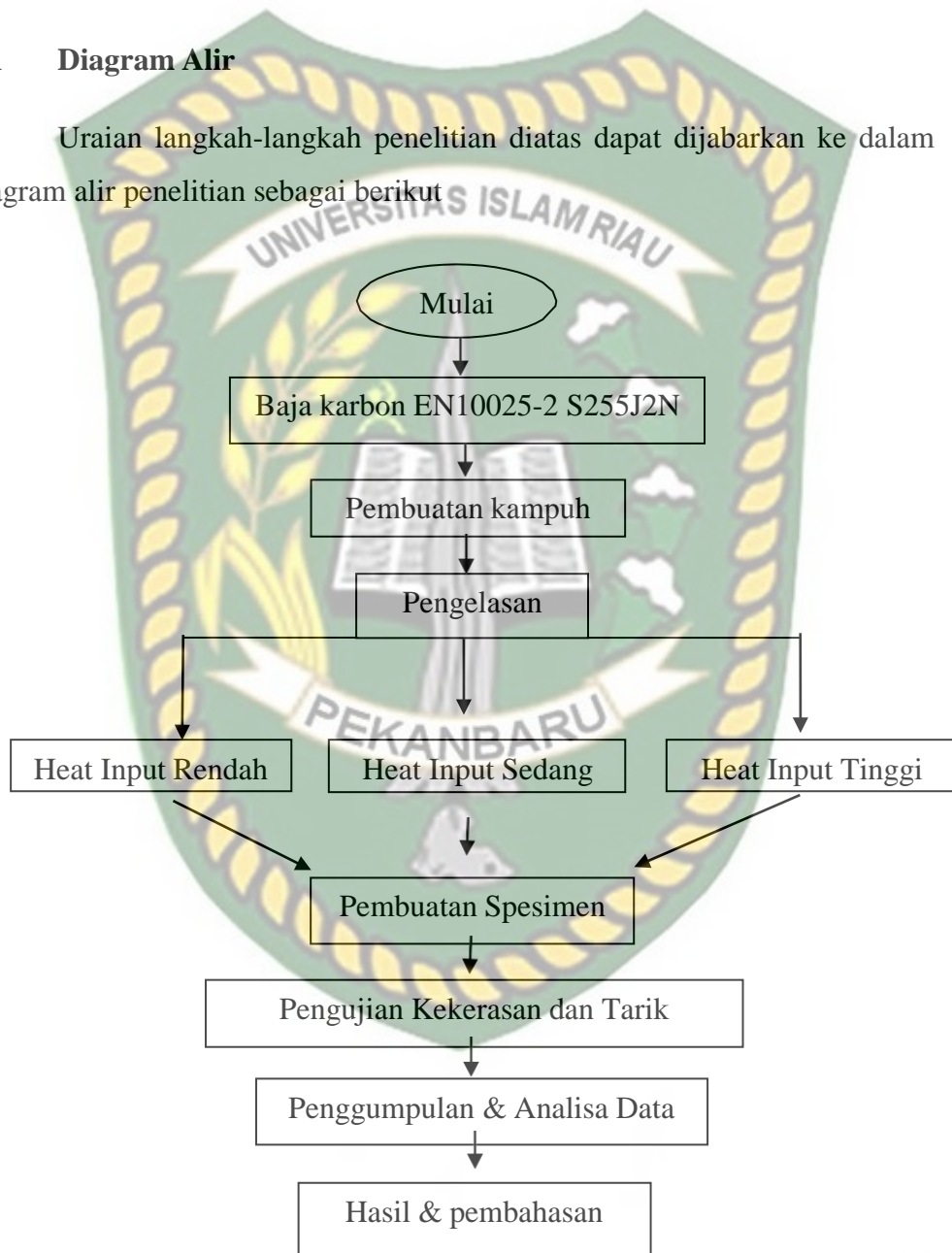
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Uraian langkah-langkah penelitian diatas dapat dijabarkan ke dalam diagram alir penelitian sebagai berikut



Gambar 3.1 Alir Penelitian

3.2 Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah plat baja karbon EN10025-2 S355J2N
2. Ketebalan plat 12 mm
3. Elektrodes yang digunakan adalah jenis E7016 dan E7018 dengan diameter 2.3mm dan 3.2 mm.
4. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi 3G *Vertical*.
5. Arus (*Ampere*) pengelasan yang digunakan mengacu pada (manufacture Rekomedation)
6. Kampuh atau *bevel* yang digunakan jenis V terbuka, jarak celah plat 2 mm, tinggi akar 2 mm dan sudut bevel 70°.
7. Bentuk spesimen benda uji mengacu standar JIS Z 2201 1981 untuk pengujian tarik

3.3 Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan dalam pengelasan:

a) Mesin Las

Jenis mesin las SMAW yang digunakan dalam percobaan ini adalah *Lincolnelectric Type cc 400-s PLUS INTERTEC*



Gambar 3.2 Mesin Las SMAW

b) Pemegang elektroda

Ujung yang tidak berselaput dari elektroda dijepit dengan pemegang elektroda.



Gambar 3.3 Pemegang Elektroda

c) *Workpiece Connection (Clamp)*

Workpiece connection (clamp) adalah alat penghubung antara base metal dengan *arc welding power source*.



Gambar 3.4 Workpiece Clamp

d) *Clamp meter*

Digunakan untuk mengetahui tegangan (V) dan kuat arus (I) yang digunakan pada saat pengelasan berlangsung.



Gambar 3.5 Clamp Meter

e) *Palu Las*

Palu Ias digunakan untuk melepaskan dan mengeluarkan terak las pada jalur Ias dengan jalan memukulkan atau menggosreskan pada daerah las.



Gambar 3.6 Palu Las

f) *Alat Gerinda*

Alat gerinda berfungsi untuk menghaluskan benda kerja.



Gambar 3.7 Gerinda

g) *Welding gauge*

Welding Gauge digunakan untuk memeriksa tinggi lasan (*capping*).



Gambar 3.8 Welding Gauge

h) *Stopwatch*

Alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam proses pengelasan.



Gambar 3.9 Stopwatch

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah *Mild Steel* dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 100 mm, tebal 12 mm sebanyak 3 set (1 set terdapat dua pelat) dengan menggunakan Jenis kampuh (single vee) yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 70°

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.

No.	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Perencanaan												
2	Persiapan alat dan bahan												
3	Pembentukan specimen las												
4	Proses pengelasan SMAW												
5	Pembentukan specimen uji												
6	Pengujian vickers												
7	Pengambilan dan Pengolahan Data Hasil Pengujian												
8	Konversi Data												

1. Tempat Penelitian : PT. Wasco Engineering, Batam.
2. Tempat Pengujian : Laboratorium Pengujian Logam PT. Hi-test, Batam.



Gambar 3.10 Proses Pengukuran Material



Gambar 3.11 Proses Pemotongan benda kerja



Gambar 3.12 Proses Pembuatan kampuh V tunggal



Gambar 3.13 Proses pengukuran kampuh V tunggal dengan *welding gauge*



Gambar 3.14 *Final Material* eksperimen

3.5 Jenis Kawat Las

Jenis Kawat las yang digunakan dalam pengelasan ini adalah SFA/AWS A5.1 E7016 dan SFA/AWS A5.1 E7018 atau Kawat elektrode berselaput (flux). Fungsi fluks pada pengelasan ini adalah membentuk pembentuk gas pelindung untuk melindungi busur api dan membentuk slag diatas hasil lasan yang berfungsi sebagai pelindung hasil lasan dari udara (Oksigen, hidrogen, dsb) selama proses las berlangsung.

3.6 Proses Pengelasan Benda uji

Prosedur pengelasan mengacu pada *Welding Consumbles (ASIA) ESABPart.1: Welding electrodes Mild Steel* tentang *welding parameters*. Adapun spesifikasi prosedur pengelasan) sebagai berikut :

a. Prosedur Pengelasan

Welder	: (Welder Hi-test Batam)
Proses Pengelasan	: SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)
Desain Sambungan	: <i>But Joint</i>
Kampuh	: V Tunggal
Material	: <i>Low Carbon Steel</i>
Elektroda	: E7018 ϕ 3,2mm & E7016 ϕ 2.5mm
Dimensi	: 200 mm x 100 mm x 12 mm
Posisi	: 3G Vertical

Tabel 3.2 Parameter pengelasan SMAW

Process	Electrode		<i>Current Type and Polarity</i>	Amps (A)	Volts (Volt)
	Class	Diameter (mm)			
SMAW	E7016	2,5	DCEP	70 - 110	24
SMAW	E7018	3.2	DCEP	110 - 150	22

b. Proses Pengelasan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah

1. Mempersiapkan mesin las SMAW AC/DC sesuai dengan pemasangan polaritas terbalik.
2. Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas pada meja las
3. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendaki 3G (*vertical*).
4. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, dengan sudut 70 dengan lebar celah 3mm.
5. Mempersiapkan elektroda sesuai dengan arus pada jarum nol Kemudian penjepit negatif (-) dari mesin las di tempatkan pada material

Perhitungan Heat input di ukur dari Ampere, volt dan kecepatan pengelasan pada tiap tahap dilakukan pada saat proses pengelasan dimulai, 4 tahap pada penelitian ini, yaitu :

- Pengelasan *Root*
Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung Ampere, volt dan kecepatan.
- Pengelasan *Hot pass*
Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung Ampere, volt dan kecepatan.
- Pengelasan *Fill*
Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung Ampere, volt dan kecepatan.
- Pengelasan *Caping*
Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung Ampere, volt dan kecepatan,

3.7 Pembuatan Spesimen.

Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen sesuai standar *ASTM A370-12 2012*, yang nantinya Akan diuji Kekerasan, langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Bahan dipotong dengan lebar 100mm x 20mm x 10mm setelah itu difrais untuk mendapatkan sesuai dengan standar *ASTM A370-12 2012*.
- b) Meratakan alur pengelasan dengan mesin frais.
- c) Setelah proses selesai kemudian benda kerja dirapikan dengan kikir dan dihaluskan dengan menggunakan amplas.
- d) Setelah diampelas untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus maka diberi *autosol*.

- e) Benda yang telah diberi *autosol* dimasukkan kedalam cairan *etsa* dan kemudian dibilas dengan alcohol dan air sehingga kita dapat melihat daerah logam hasil dari pengelasan tersebut.

3.8 Analisis Data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan Cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil penelitian dan pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data Analisa pengaruh variasi Heat input dan laju pengelasan SMAW pada material baja karbon EN10025-2 S355J2N dengan pengujian Uji kekerasan Vickers dan pengujian tarik, berupa perbandingan presentase dan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi *Heat Input* dan laju pengelasan,

$$\text{Rata-rata (mean)} = \frac{n}{N}$$

Dimana: n = nilai

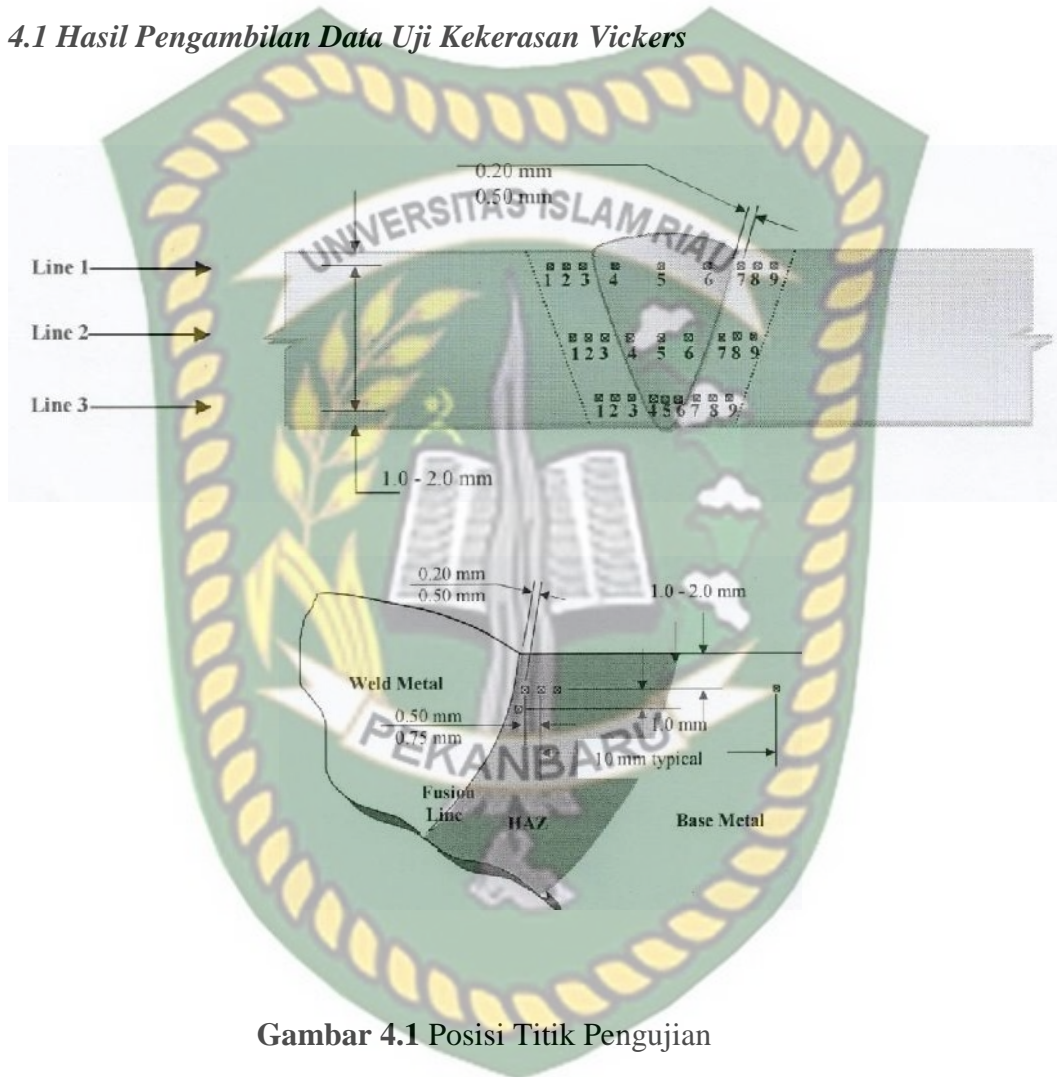
N = jumlah data tiap variable

Data yang diperoleh merupakan data yang bersifat kuantitatif berarti data berupa angka-angka yang selanjutnya disajikan dengan diagram.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data Uji Kekerasan Vickers



Gambar 4.1 Posisi Titik Pengujian Kekerasan(Laboratorium PT. Hi-Test Batam, 2021)

Gambar di atas menunjukkan bahwa titik pengujian kekerasan terdiri dari HAZ dan logam las. Dimana dalam pengujian ini penentuan titik

kekerasan dilakukan ditengah-tengah spesimen. Pengujian kekerasan menghasilkan data dan nilai kekerasan dari spesimen kelompok Laju pengelasan dan kelompok *Heat input*. Nilai kekerasan dari setiap spesimen dimasukkan kedalam tabel dibawah ini:

4.1.1 Data Uji kekerasan Vickers Variasi Heat Input Tinggi.

Tabel 4-1 Data Hasil pengujian Vickers

Sample Identification	Material Specification	Test Location	Line 1		Line 2		Line 3	
			No	Result	No	Result	No	Result
Heat Input Tinggi	EN 10025-2 S355J2N	HAZ	1	186	1	176	1	180
			2	196	2	185	2	184
			3	199	3	187	3	190
	Weld Metal	HAZ	4	250	4	205	4	200
			5	230	5	217	5	210
			6	250	6	210	6	204
	EN 10025-2 S355J2N	HAZ	7	216	7	187	7	196
			8	207	8	179	8	188
			9	207	9	178	9	185

HAZ	Weld Metal	HAZ
186	250	216
196	230	207
199	250	207
176	205	187
185	217	179
187	210	178
180	200	196
184	210	188
190	204	185
187	220	194

Pada table 4.1 hasil pengujian Vickers untuk *travel speed* rendah didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan Vickers pada daerah HAZ.1 sebesar 187 HV, pada daerah HAZ.2 didapatkan 197 HV dan nilai kekerasan tertinggi hasil pengujian Vickers sebesar 220 HV pada daerah *Weld metal*.

4.1.2 Data Uji kekerasan Vickers Variasi Heat Input Sedang

Tabel 4-2 Data Hasil pengujian Vickers

Sample Identification	Material Specification	Test Location	Line 1		Line 2		Line 3		
			No	Result	No	Result	No	Result	
Heat Input Sedang	EN 10025-2 S355J2N	HAZ	1	184	1	171	1	178	
			2	193	2	182	2	180	
			3	198	3	183	3	188	
	Weld Metal			4	245	4	202	4	199
				5	229	5	214	5	207
				6	249	6	209	6	201
	EN 10025-2 S355J2N	HAZ		7	210	7	184	7	193
				8	204	8	174	8	187
				9	205	9	177	9	183

HAZ	Weld Metal	HAZ
184	245	210
193	229	204
198	249	205
171	202	184
182	214	174
183	209	177
178	199	193
180	207	187
188	201	183
184	217	191

Pada table 4.2 hasil pengujian Vickers untuk *travel speed* normal didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan Vickers pada daerah HAZ.1 sebesar 184 HV, pada daerah HAZ.2 didapatkan 191 HV dan nilai kekerasan tertinggi hasil pengujian Vickers sebesar 217 HV pada daerah *Weld metal*.

4.1.3 Data Uji kekerasan Vickers Variasi Heat Input Rendah

Tabel 4-3 Data Hasil pengujian Vickers

Sample Identification	Material Specification	Test Location	Line 1		Line 2		Line 3	
			No	Result	No	Result	No	Result
Travel Speed fast	EN 10025-2 S355J2N	HAZ	1	187	1	172	1	166
			2	190	2	178	2	174
			3	189	3	180	3	178
	Weld Metal	4	243	4	213	4	197	
		5	238	5	204	5	193	
		6	252	6	205	6	198	
	EN 10025-2 S355J2N	HAZ	7	214	7	186	7	182
			8	203	8	179	8	177
			9	204	9	183	9	181

HAZ	Weld Metal	HAZ
187	243	214
190	238	203
189	252	204
172	213	186
178	204	179
180	205	183
166	197	182
174	193	177
178	198	181
180	216	190

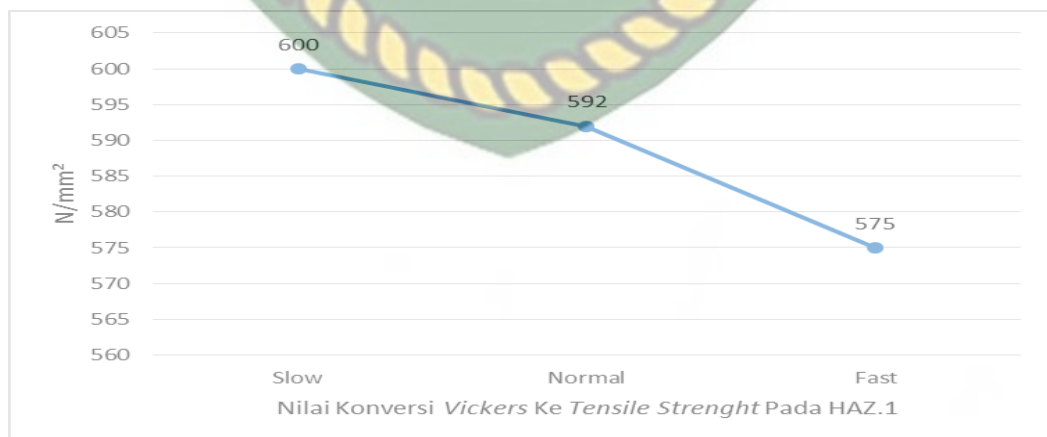
Pada table 4.3 hasil pengujian Vickers untuk *travel speed* normal didapatkan hasil rata-rata nilai kekerasan Vickers pada daerah HAZ.1 sebesar 180 HV, pada daerah HAZ.2 didapatkan 190 HV dan nilai kekerasan tertinggi hasil pengujian Vickers sebesar 216 HV pada daerah *Weld Metal*.

4.2 Analisis Data Hasil Uji Kekerasan

Tabel 4-4 Data Hasil pengujian Tarik

	HAZ	Weld metal	HAZ		HAZ	Weld metal	HAZ		HAZ	Weld metal	HAZ
	Heat Input Tinggi	596	800		696	Heat Input Sedang	589		787.5	675	Heat Input Rendah
	631	740	664.5	620.5	736.5		654	610	768	650.5	
	641.5	800	664.5	638	801.5		657.5	606.5	807	654	
	566	657.5	599.5	548.5	647		589	552	685.5	596	
	592.5	699.5	576.5	582	689		559	573	654	576.5	
	603	675	573	585.5	671.5		569.5	575	657.5	585.5	
	575	640	631	573	641.5		620.5	531	634.5	582	
	589	675	603	575	664.5		599.5	559	620.5	569.5	
	610	654	592.5	603	643.5		585.5	573	638	578.5	
Average	600 N/mm ²	705 N/mm ²	622 N/mm ²	Average	591 N/m ²	698 N/mm ²	612 N/m ²	Average	575 N/mm ²	694 N/mm ²	609 N/mm ²

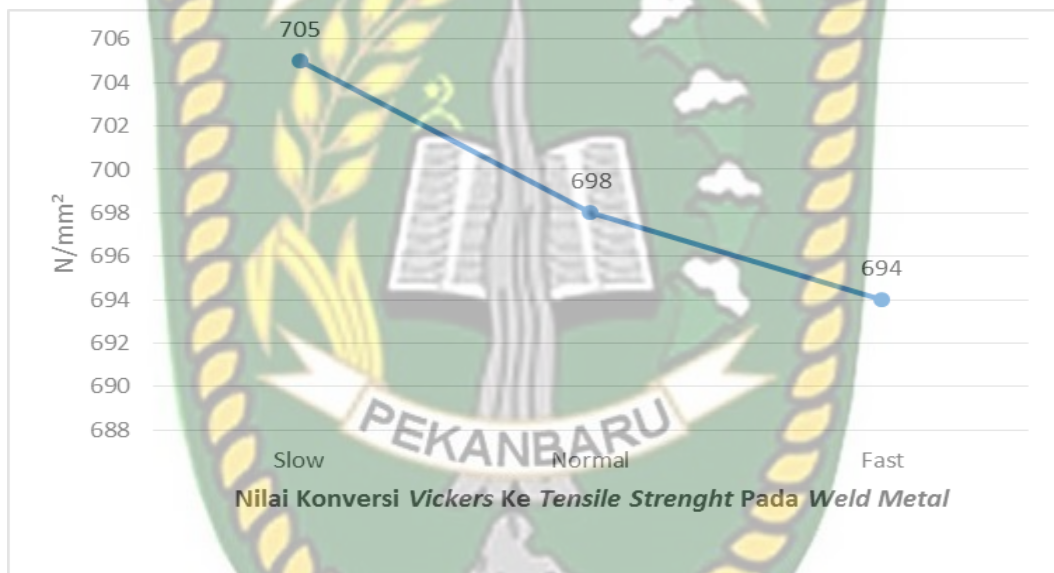
4.2.1 Hasil Uji Tarik pada daerah HAZ.1



Gambar 4.2 Grafik *Tensile Strenght* Pada HAZ.1

Dari gambar 4.1 diatas dapat kita lihat bahwa hasil konversi dari *vickers* ke *tensile strength* setelah dimasukkan ke persamaan interpolasi didapatkan untuk pengelasan *Slow* sebesar 600 N/mm^2 , sedangkan pada pengelasan Normal didapatkan nilai sebesar 592 N/mm^2 , dan untuk pengelasan *Fast* hasil yang didapatkan yaitu sebesar 575 N/mm^2 .

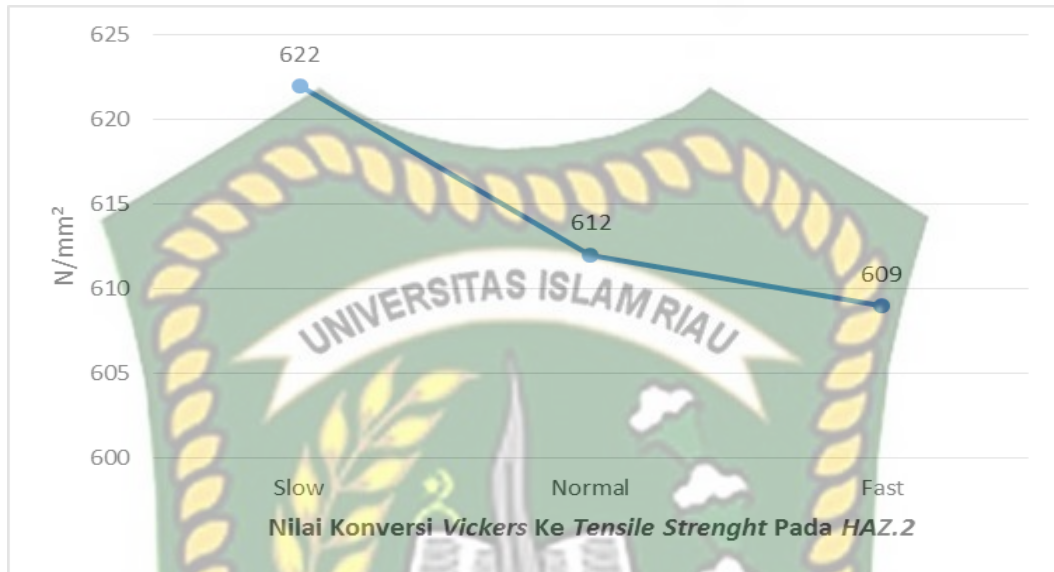
4.2.2 Hasil Uji Tarik Pada Daerah Weld Metal



Gambar 4.3 Grafik *Tensile Strength* Pada *Weld Metal*

Dari gambar 4.2 diatas dapat kita lihat bahwa hasil konversi dari *vickers* ke *tensile strength* setelah dimasukkan ke persamaan interpolasi didapatkan untuk pengelasan *Slow* sebesar 705 N/mm^2 , sedangkan pada pengelasan Normal didapatkan nilai sebesar 698 N/mm^2 , dan untuk pengelasan *Fast* hasil yang didapatkan yaitu sebesar 694 N/mm^2 .

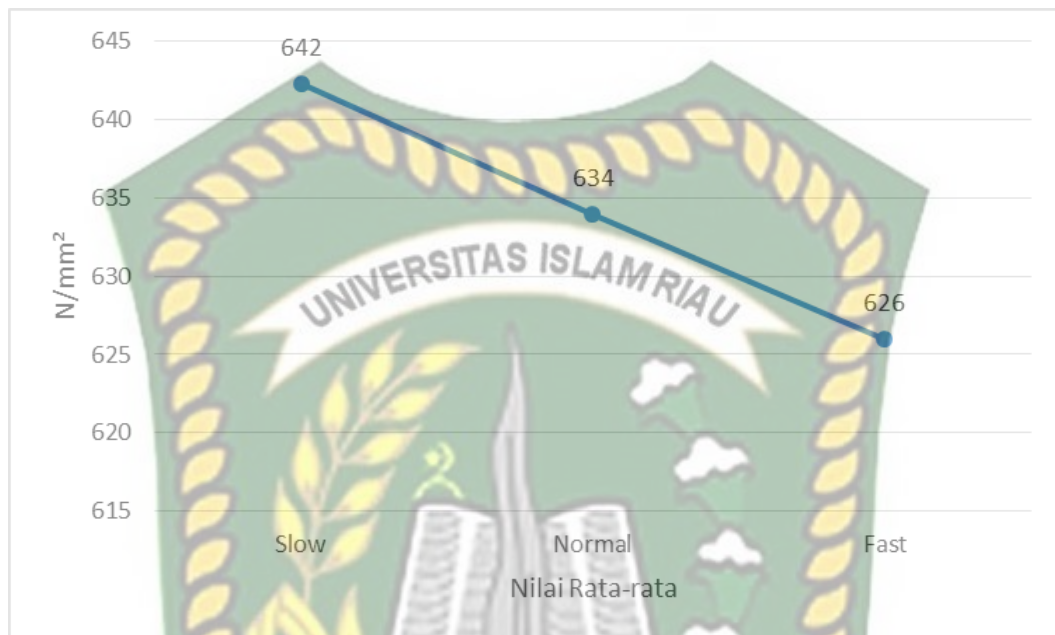
4.2.3 Hasil Uji Tarik Pada Daerah HAZ.2



Gambar 4.4 Grafik Konversi Hasil Vickers Ke Tensile Strength Pada HAZ.2

Dari gambar 4.2 diatas dapat kita lihat bahwa hasil konversi dari vickers ke tensile strength setelah dimasukkan ke persamaan interpolasi didapatkan untuk pengelasan *Slow* sebesar 622 N/mm², sedangkan pada pengelasan Normal didapatkan nilai sebesar 612 N/mm², dan untuk pengelasan *Fast* hasil yang didapatkan yaitu sebesar 609 N/mm²

4.2.4 Hasil Uji Tarik Rata-rata



Gambar 4.4 Grafik Rata-rata *Tensile Strength*

Dari gambar 4.4 diatas dapat kita lihat bahwa hasil konversi dari *vickers* ke *tensile strength* setelah dimasukkan ke persamaan interpolasi didapatkan untuk pengelasan *Slow* sebesar 642 N/mm², sedangkan pada pengelasan *Normal* didapatkan nilai sebesar 634 N/mm², dan untuk pengelasan *Fast* hasil yang didapatkan yaitu sebesar 626 N/mm².

Rata-rata hasil *tensile strength* dimasukkan pada tabel 4.4 Pengujian dengan *travel speed slow* atau *heat input* tinggi nilai rata-rata *tensile strength* cukup tinggi dibandingkan dengan variasi pengelasan lainnya, dimana didapatkan sebesar 600 N/mm² pada daerah HAZ.1, 622 N/mm², dan 705 N/mm² pada daerah logam las (*weld metal*), sedangkan pada pengelasan *heat input* sedang dan *heat input* rendah, nilai pada daerah HAZ.1, HAZ.2, dan *Weld Metal* terdapat perbandingan *tensile strength* sebesar 625 N/mm².

4.3 Pembahasan

Dari analisis yang dilakukan pada data hasil penelitian maka didapatkan data perbandingan sebagai berikut :

Tabel 4-5 Data Hasil Perbandingan

Heat input		Vicker Hardness Number		
Min	Max	HAZ	Weld metal	HAZ
2.1	2.6	187	220	194
1.3	1.7	184	217	191
1.0	1.1	180	216	181

Rata-rata nilai kekerasan pengujian Vickers dari tabel 4.1 – 4.2 – 4.3 dimasukkan ke dalam 4.5. Dilihat dari data hasil perbandingan pada tabel tersebut, nilai kekerasan pengujian Vickers terbesar ditunjukkan oleh pengelasan dengan variasi heat input yang paling tinggi atau pada variasi travel speed slow dengan nilai kekerasan pada sambungan las (Weld Metal) dengan perbedaan 3 nilai kekerasan pada travel speed normal atau heat input sedang.

Rata-rata nilai hasil pengujian tensile strength dimasukkan pada tabel 4.4 Pengujian dengan *travel speed slow* atau *heat input tinggi* nilai rata-rata *tensile strength* cukup tinggi dibandingkan dengan variasi pengelasan lainnya.

Pada pengujian metallografi dapat dilihat bahwa fasa yang terbentuk setelah material mengalami proses pengelasan adalah fasa ferit (α) dan perlit ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$), di mana fasa ferit menjadi matriksnya. Rata-rata butir setiap bagian pada benda kerja setelah pengelasan lebih kecil bila dibandingkan dengan sebelum mengalami proses pengelasan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini dengan judul “Analisa Penagruh variasi *heat input* dan laju pengelasan dengan metoda pengelasan *SMAW* pada material baja karbon EN10025-2 S355J2N dengan pengujian uji kekerasan *Vickers*” dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan pada hasil pengelasan dengan *Heat input* besar, nilai kekerasannya paling tinggi dibandingkan *Heat input* kecil.
2. Nilai kekerasan pada hasil pengelasan dengan Laju pengelasan Slow (rendah) besar nilai kekerasannya paling besar dibanding laju pengelasan normal dan cepat..

5.2 Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya terutama dalam pengujian DT, Sebaiknya menggunakan lebih dari 2 spesimen sehingga bisa membandingkan kualitas material dan hasil pengelasan.

1. Sebelum pengujian pastikan terlebih dahulu material sudah di NDT Seperti *Penetrant test*, *Magnetic particle test* dan *Radiography test*.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan setelah selesai pengelasan hendaknya benda kerja dilakukan (PWHT) *postweld heat treatment* untuk

meminimalis terjadinya retak dan mengurangi tegangan sisa yang terjadi untuk material dengan ketebalan yang besar.

3. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektrodes terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen akan menyebabkan las-lasan menjadi *porosity* (*Lubang-lubang kecil pada hasil pengelasan*).



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

ASTM A370-12a, 2012. Standard Test Methods And Definitions for Mechanical Testing of Steel Product.

Barry R dan Jay Heizer, 2001, 'Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi', Jakarta, Salemba Empat.

Janti G dan Nyoman S, 2000, 'Pengantar Teknik dan Sistem Industri', Surabaya, Guna Widya.

Smith, D., 1984, *Welding Skills and Technology*, McGraw-Hill, New York.

Sonawan, H., Suratman, R., 2004, Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam, Alfa Beta, Bandung.

Sri Widharto. 2001 Petunjuk kerja las, Pradnya pamaita: Jakarta.

Wiriosumarto, H., dan Okumura, T., (2000), Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta.

Wiriosumarto.Harsono.Prof. Dr. Ir dan Prof. Dr. Toshie Okumura. 1994. Teknologi Pengelasan Logam. PT. Pradnya Paramitha.