Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Volume 4 No. 2 (2022)

Analisis Pengaruh *Preheating* Terhadap Hasil Pengelasan *SMAW* pada ASTM A53 Dengan Variasi *Temperature* dan Waktu Dengan Pengujian Kekerasan dan Struktur mikro

Adib Ulil Albab (Mahasiswa), Maula Nafi (Dosen Pembimbing)
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: adib.albab20@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia industry, baja merupakan material yang sangat banyak dijumpai dari Sebagian bahan bahan baja yang dijumpai sebagai bahan dalam pembuatan mesin, ada banyak beberapa baja yang kita jumpai salah satunya adalah ASTM A53, penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas merupakan atau bisa disebut dengan pengelasan merupakan hal yang sering kita temui atau dilakukan salah satu pengelasan yang sering kita temui itu adalah pengelasan SMAW (shield metal arc welding) pemanasan yang berlebihan atau tidak merata dapat mengakibatkan tegangan sisa, distorsi, atau perubahan metalurgi yang tidak diinginkan pada logam induk, Adapun cara untuk memperbaikinya adalah dengan melakukan preheating atau bisa disebut dengan pemanasan awal sebelum dilakukan pengelasan, Adapun tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetauhi pengaruh preheating terhadpa kekerasan untuk hasil pengelasan material baja ASTM A53 (2) mengetauhi dampak dari variasi temperature dan waktu untuk struktur mikro, pada hasil pengelasan baja ASTM A53 (3) mengetauhi efek dari temperature dan waktu pada kekerasan pada hasil pengelasan baja ASTM A53. Proses preheating digunakan variasi temperature 160℃,210℃,260℃ dengan waktu tunggu 7menit,15menit,20menit. Setelah pengelasan SMAW selesai, dilakukan pengujian kekerasan dan mikrostruktur baja ASTM A53 untuk mengetahui besarnya kekerasan dan struktur mikro baja, yang disebut sebagai pengelasan. Pengelasan SMAW (shield metal arc welding) adalah jenis pengelasan yang sering kita jumpai atau lakukan. Panas yang diterapkan terlalu cepat atau tidak merata dapat menyebabkan regangan sisa, deformasi, atau perubahan metalurgi yang tidak diinginkan pada logam dasar jika prosesnya tidak dilakukan dengan benar. Adapun cara untuk memperbaikinya adalah dengan melakukan preheating atau pemanasan awal sebelum dilakukan pengelasan, adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu (1) mengetauhi pengaruh preheating terhadpa kekerasan untuk hasil pengelasan material baja ASTM A53 (2) mengetauhi pengaruh pada variasi temperature dan waktu terhadap struktur mikro untuk hasil pengelasan baja ASTM A53 (3) mengetauhi pengaruh temperature dan waktu pada kekerasan untuk hasil pengelasan baja ASTM A53. Proses preheating digunakan variasi temperature 160℃,210℃,260℃ dengan waktu tunggu 7menit,15menit,20menit. Setelah itu dilakukan pengelasan SMAW dengan memutar dan dilanjutkan melakukan Baja ASTM A53 menjalani pengujian kekerasan dan struktur mikro untuk menentukan kekerasan dan struktur mikronya.

Kata kunci: *Preheating*, Pengelasan *SMAW*, Rockwell, Metalografi, Struktur Mikro, ASTM A53, Baja karbon menengah

PENDAHULUAN

Sementara paduan logam masih dalam keadaan cair, pengelasan metalurgi jalinan dilakukan pada sambungan dua paduan logam untuk menyatukannya. *menurut deutsche industry norman* (DIN). Dalam Tulung (2019:1) memberi pengertian "Pengelasan merupakan proses menyambungkan logam dengan cara pemanasan setempat, sehingga menyebabkan terdapatnya jalinan metalurgi antara logam yang disambung. SMAW ialah proses pengelasan memakai tenaga panas buat mencairkan logam serta induk elektroda(bahan pengisi), pengelasan SMAW ini bisa digunakan dalam posisi pengelasan sehingga lebih efisien.

Dalam melakukan sambungan pengelasan ada beberapa factor yang mempengaruhi hasil pengelasan itu baik atau tidak, salah satunya adalah preheating, pemanasan yang dilakukan sebelum benda dilakukan proses pengelasan, Hal ini sangat penting karena ketika pengelasan terjadi, panas dihasilkan di area pengelasan, yang mengakibatkan permintaan panas dalam jumlah besar di area pengembangan. Pemanasan dan pendinginan yang tidak merata akan menimbulkan berbagai dampak pada daerah pengelasan, termasuk struktur mikro kekerasan dan kekuatan Tarik. Penelitian yang dilakukan oleh Gathot, dkk (2015) mengatakan "Teknik pengelasan untuk bahan dengan nilai ekivalen karbon lebih besar dari 0,4 persen tidak sama dengan prosedur pengelasan untuk bahan dengan nilai ekivalen karbon kurang dari 0,4 persen." Salah satu perbedaannya adalah pada proses pengelasan dilakukan pemanasan terlebih dahulu sebelum proses pendinginan dengan tujuan menurunkan kecepatan pendinginan setelah proses pendinginan tidak banyak berubah.

TINJAUAN PUSTAKA

Preheating

pemanasan yang dilakukan pada logam (benda kerja) yang akan dilakukan pengelasan untuk memperoleh serta memelihara temperature sebelum dilakukan pengelasan merupakan pengertian preheating menurut american welding soecity (AWS), sedangkan temperature Pemanasan awal adalah proses menaikkan suhu logam induk (benda kerja) di sekitar lokasi las sebelum dilakukan pengelasan. Melakukan perlakuan panas pada awal benda kerja untuk mempersiapkannya untuk pemrosesan selanjutnya, seperti pengelasan, dikenal sebagai langkah perawatan awal. Dalam kebanyakan kasus, suhu awal antara 30 dan 400 derajat Celcius, dan suhu pemanasan awal ditentukan oleh faktor-faktor berikut:

1. Kehadiran elemen dan baja
2. Ketebalan benda kerja
3. Sumber panas yang terjadi akibat pemanasan.

Baja karbon yang baru saja dilas dan kemudian diuji dengan cepat, misalnya, diperiksa secara kimiawi untuk kekerasan dan adanya retakan pada benda kerja. Oleh karena itu, diperlukan persiapan terlebih dahulu untuk memperlambat pendinginan agar tidak terbentuk retakan di area yang tidak diinginkan atau di tempat lain, dengan terus menjadi bahan yang tebal, hingga terus menjadi besar dalam jumlah pendinginan, dan dengan terus menjadi bahan yang tebal, sampai terus menjadi waktu pemanasan yang dibutuhkan, pemanasan dini pada bahan baja yang digunakan dalam industri Manufaktur bermacam- macam, buat mengetauhi temperature pemanasan dini buat bermacam tipe serta ketebalan plat merupakan dengan metode memandang katalog yang diterbitkan oleh pabrik pembentuk baja. Pemanasan dini kerap digunakan saat pengelasan bahan-bahan gampang retak serta susah untuk dilas sehingga dapat memperlambat proses pendinginan, temperature preheating dibuat berbagai macam tipe baja serta logam yang lain bisa dilihat dari table dibawah ini:

Tabel 2. 1 Temperature Preheating sebelum Pengelasan Logam,Baja,Stainless,Alumunium

Jenis	Unsur	Temperature ˚C
Baja Karbon	0,30 – 0.55C	90 – 150
	0,55 – 0,83C	150 -260
	0,10 – 0,30C	260 – 430
Baja Karbon Mo	0,30 – 0,35C	150 – 315
	<1,75C	260 – 430
Baja Mn	15,0 Mn	150 – 480
	<3,50Ni	Tidak perlu
Baja Nikel		90 – 370
Baja Cr		150 – 260
Baja Ni-Cr		90 – 590
Stainless Steel		Tidak perlu
Besi Cor		370 – 480
Alumunium		260 – 370
Temabaga		260 – 430
Nikel		90 – 150

Pemanasan dini wajib diusahakan menyeluruh zona pengelasan, perihal ini buat memperoleh hasil baik secara metalurgi, temperature dini yang pemanasan sangat besar ataupun tidak menyeluruh bisa menimbulkan tegangan sisa yang besar, distorsi ataupun pergantian metalurgi yang tidak di idamkan pada logam induk(barang kerja)

Dimungkinkan untuk mengatur jarak antar atom dalam suatu bahan tanpa menerapkan beban eksternal karena ikatan sisa, yang merupakan gaya elastis. Ketika material yang tersisa disambung dengan adanya deformasi plastis yang tidak sama di =, perlakuan tidak cukup komprehensif jika dibandingkan dengan laju pendinginan material yang ditemui selama operasi pengelasan.

Kala dicoba preheating, hingga seluruh sambungan pengelasan wajib dipanaskan hingga temperature yang di idamkan(temperature preheat bagian luar serta dalam logam induk wajib tercapai). Berikut merupakan tujuan dari pemanasan dini saat sebelum dicoba pengelasan merupakan selaku berikut:

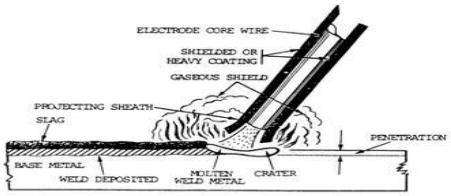
1. Pemanasan dini mempunyai tujuan kurangi kelembaban pada zona pengelasan, secara universal dicoba dengan memanaskan permukaan material pada temperature relative rendah.

2. Pemanasan awal dimaksudkan untuk mengeraskan permukaan dan menghilangkan kotoran yang berpotensi berbahaya yang mungkin ada. Selama proses pengelasan, hal ini dapat mengakibatkan porositas, penggetasan hidrogen, atau retakan akibat hidrogen.

3. Semua pengelasan busur dilakukan pada suhu sumber panas tinggi dalam suhu gradien yang dikurangi, menghasilkan suhu yang lebih dingin antara sumber panas lokal dan bahan induk dalam bahan yang tidak terlihat selama suhu gradien reduksi.

Pengelasan

Pengelasan SMAW merupakan salah satu Metode pengelasan logam menggunakan busur arus listrik dengan temperature sangat besar, pada pengelasan SMAW memakai elektroda untuk berperan selaku pengisi dan ada suatu salutan yang henda melindungi cairan logam pengelasan, dalam pengelasan SMAW tidak membutuhkan tekanan dari gas inert yang bekerja buat kurangi ataupun melenyapkan pengaruh pengaruh dari hawa area semacam oksigen ataupun senyawa partikel - partikel diudara yang bisa memunculkan gelembung dari hasil pengelasan tersebut.



Poses pengelasan SMAW terjalin sebab terdapatnya perbandingan potensial (tegangan listrik) dan ada pula hambatan pada arus listrik untuk permukaan logam bawah sehingga memunculkan busur api yang sangat panas .Temperatur menggapai kisaran 3000˚C, sehingga elektroda serta logam bawah hendak mencair jadi satu pada dikala proses pengelasan yang terjalin serta salutan elektroda(fluks) hendak naik mengarah pada permukaan cair tersebut, setelah itu hendak mengeraskan serta melindungi logam hasil dari area logam buat menjamin hasil pengelasan tidak hadapi cacat.

ASTM A53

ASTM A53 merupakan perpaduan baja karbon yang digunakan sebagai baja structural atau untuk pipa ledeng bertekanan rendah, spesifikasi paduan ini ditetapkan oleh ASTM international. Dalam spesifikasi

ASTM A53 / A53M, Pipa A53 tersedia 3 type dan 2 kelas, A53 type F yang di las dengan tungku secara longitudinal atau di las secara kontinu (hanya Grade A) A53 type E yang dilas resistansi listrik secara longitudinal (kelas A dan B) dan A53 type S, yaitu pipa tanpa sambungan, di produksi dengan panas dan mungkin finishing dingin, baja baja (kelas A dan B), pipa ASTM A53 berukuran sesuai dengan system nominal pipa size (NPS) biasanya tersedia dengan ujung pipa nasional atau dengan ujung potong polos, ini dapat digunakan untuk pengangkutan uap air, dan udara itu juga dapat dilas dan dapat digunakan dalam aplikasi structural,meskipun ASTM A500tube, yang tersedia didalam ukuran yang ssama, terkadang lebih disukai, Ini adalah standart yang diterapkan oleh organisasi standart ASTM international, organisasi pengembangan standart sukarela yang menetapkan standart teknis untuk bahan, sistem dan layanan, ASTM A53 STANDART-06A

Cakupan ASTM A53 standart ASTM A53 adalah spesifikasi standart untuk pipa,baja,hitam dan panas dicelupkan, dilapisi seng, dilas dan mulus, spesifikasi ini mencakup pipa baja galvanis hitam dan baja Galvanis yang di las dan dilas dalam NPS 1/8 hingga NPS 26 [DN 6 hingga DN 650] (catatan 1), inklusif, dengan ketebalan dinding nominal (catatan 2) seperti yang diberikan padda table X2, 2 dan X2., harus diizinkan melengkapi pipa yang memiliki dimensi lain asalkan pipa tersebut memenuhi semua persyaratan lain dari spesifikasi ini, persyaratan tambahan yang bersifat opsional disediakan dan harus berlaku ganya jika ditentukan oleh pembeli.

Penerapan pipa baja standart ASTM A53 yang dipesan berdasarkan spesifikasi ini ditujukan untuk aplikasi mekanis dan tekanan dan juga dapat diterima untuk penggunaan niasa di saluran uap, air, gas dan udara, cocok untuk pengelasan, dan cocok untuk operasi pembentukan yang melibatkan penggulungan, pembengkokan, dan fliens.

Tipe dan nilai spesifikasi ini mencangkup tipe dan tingkatan berikut :

I. tipe F – dilas dengan tungku, dilas kontinu grade A

II. tipe E – dilas tahan listrik, kelas A dan B

III. tipe S – mulus, kelas A dan B

Element	Type S (seamless)		Type E (electric-resistance welded)		Type F (furnace-welded pipe)
	Grade A	Grade B	Grade A	Grade B	Grade A
Carbon max. %	0.25	0.30	0.25	0.30	0.3
Manganese %	0.95	1.2	0.95	1.2	1.2
Phosphorous, max. %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sulfur, max. %	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Copper, max.%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.4
Nickel, max. %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.4
Chromium, max. %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.4
Molybdenum, max. %	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Vanadium, max. %	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Kandungan dan type type ASTM A53

Uji Kekerasan

Keahlian sesuatu material merupakan tolak ukur keahlian material tersebut buat menahan deformasi plastis, factor kekrasan merupakan pula selaku ketahanan terhadap penetrasi pada permukaannya, sehingga ada ikatan Antara kekerasan serta kekuatan, bahan. Dengan membagikan beban memakai indentor kedalam area buat memandang material kekerasan dari sesuatu logam yang diukur, pada biasanya wujud indentor merupakan piramida, peluru ataupun bola ataupun kerucut, terbuat dengan bahan yang lebih keras disbanding bahan yang diuji, contohnya karbit tungsten, baja yang dikeraskan, ataupun intan yang mana umumnya digunakan buat indenters, tata cara untuk melakukan pengujian kekerasan sangat simpel, yang mana banyak dicoba untuk pemilihan bahan. Ada berbagai tata cara penguji yang bisa mengalahkan dimensi, bahan, kekerasan dll.

Uji Kekerasan Brinell

Hal ini dilakukan dengan memesan lekukan untuk permukaan logam menggunakan bola baja 10mm, dan diberi beban 3000kg untuk logam lunak, beban dikurangi menjadi 500kg tersisa untuk jejak dalam, sebaliknya, beban sangat keras menggunakan paduan tungsten karbida dengan tujuan pembuatan distorsi indentor,

waktu pengangkutan beban untuk jangka waktu tertentu, umumnya 30 detik, diameter lekukan diukur dengan mikroskop energi rendah setelah beban dilakukan. Setelah Anda menemukan nilai rata-rata dari dua pengukuran diameter yang diambil dari jejak tegak lurus, Anda dapat melanjutkan ke langkah berikutnya.

F= gaya tekan(kgf) D= diameter indenter(mm) d= diameter indentasi(mm) HBW berarti hardness Brinell dengan indenter karbida tungsten.

Jika indentor digunakan, itu adalah bola baja yang digunakan sampai kekerasan diwakili oleh HBS, atau lebih umum dengan BHN, tercapai. Simbol HBW dan HBS perlu disertakan dalam proses pengaturan nilai Brinell Hardness jika diameter indentor dan beban yang digunakan tidak standar. Jika diameter indentor dan beban yang digunakan tidak standar, maka perlu juga menyertakan kondisi pengujian seperti diameter indentor, beban dan waktu tinggal, jika waktu yang dihabiskan saat pembebanan lebih dari 10-15 detik.

Uji kekerasan Vickers

Uji kekerasan Vickers adalah metode untuk menentukan kekerasan berlian yang menggunakan penumbuk piramida berlian persegi. Sudut yang dibentuk oleh permukaan yang berlawanan dari piramida adalah 136°. Untuk alasan ini, dikenal sebagai Tes ini dikenal sebagai uji kekerasan intan, dan angka kekerasan Vickers (VHN) diturunkan sebagai berikut: gaya dibagi dengan luas permukaan lekukan, namun pada kenyataannya luas permukaan diperkirakan dari pengukuran mikroskopis yang dilakukan di sepanjang panjang jejak.

Terlepas dari kenyataan bahwa lekukan yang terbuat dari piramida mutlak diperlukan dalam uji beban ini, yang umumnya digunakan antara 1 dan 120kg tergantung pada logam yang akan diuji, ada kemungkinan penyimpangan dari lekukan, lekukan bantalan jarum, akan terjadi sebagai akibat dari faktor berikut:

1. Kemunculan logam pada permukaan piramida yang sering terjadi pada logam yang lebih lunak dan menghasilkan pengurangan panjang diagonal piramida yang berlebihan

2. Logam yang hadapi proses pengerjaan dingin disebabkan adanya penumpukan keatas logam disekitar permukaan penumbuk, pada keadaan demikian dimensi diagonal hendak menciptakan permukaan penumbuk.

3. pada keadaan ini dimensi diagonal hendak menciptakan permukaan kontak yang kecil, yang mana bisa memunculkan kesalahan angka yang besar

Ditentukan bahwa angka yang diperoleh benar dengan nilai 1300. (setara dengan Brinell 850). Berbeda dengan Brinell, indentor relatif tidak akan rata. Beban yang digunakan selama pengujian Vickers berkisar antara satu dan seratus dua puluh kg gaya. Perubahan beban relatif tidak akan berpengaruh pada temuan pengujian; penggunaan beban yang berbeda pada material yang sama akan dapat memberikan nilai yang sama.

Pengujian Rockwell

Proses Uji Kekerasan Rockwell berbeda secara signifikan dari prosedur yang digunakan oleh Brinell dan Vickers. Tidak perlu melakukan pengukuran kompresi manual untuk uji kekerasan Rockwell; sebagai gantinya, pengukuran dilakukan oleh mesin, dan nilai kekerasan material yang diuji disajikan segera setelah pengujian. Nilai ini dapat dilihat pada dial indicator, dan nilai kekerasan ditentukan dengan membagi kedalaman identifikasi dengan kebalikan dari nilai tersebut. Bola baja yang dikeraskan dengan diameter 1/16 inci dan 1/8 inci digunakan, seperti kerucut berlian dengan sudut 120 derajat dan ujung membulat, yang disebut sebagai brale (kerucut kuningan). Untuk pengujian, sedikit gaya 10 kgf diterapkan, yang, pada pengenalan awal dan penempatan ID di tempat terbaik untuk

penekanan Tombol pada skala memiliki satu set nol diikuti oleh beban utama utama) yang besarnya bervariasi tergantung pada skala rockwell yang digunakan, dengan skala Rockwell digunakan untuk membuat suara keras dan skala Rockwell tidak digunakan. digunakan untuk mengeluarkan suara yang keras. Skala Rockwell digunakan untuk menentukan kekerasan material dengan kekerasan sedang berdasarkan densitasnya. Skala B memiliki rentang nilai mulai dari 0 hingga 100 poin.

Berbeda dengan tata cara Brinell serta Vickers memakai pengukuran manual, tata cara Rockwell menilai kekerasan yang dapat diakses secara langsung pada skala yang dapat ditemukan pada mesin yang digunakan. Nilai kekerasan spesimen dapat ditentukan langsung dari skala pada mesin menggunakan metode ini. tanpa memerlukan peralatan tambahan. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan saat melakukan prosedur uji kekerasan Rockwell adalah sebagai berikut: yakni:

1. Kerataan dan kehalusan permukaan sangat penting dalam kriteria ini, seperti kemampuan untuk disangga dengan baik dan permukaan menjadi horizontal. Spesifikasi juga harus sesuai dengan persyaratan berikut:

2. Metode Rockwell berisi sebagian besar pengukuran, dan jumlah waktu yang dihabiskan untuk pengukuran tersebut ditentukan oleh kombinasi tipe pengenal serta beban utama yang digunakan Ada tiga jenis yang berbeda indentor yang berbeda, masing-masing dengan tiga jenis beban yang berbeda.

Skala Rockwell	Indentor	Beban	Satuan
C	Kerucut intan	150	Rc
D	Kerucut intan	100	Rd
A	Kerucut intan	60	Ra
G	Bola 1/16"	150	RG
B	Bola 1/16"	100	RB
F	Bola 1/16"	60	RF
K	Bola 1/8"	150	RK
E	Bola 1/8"	100	RE
H	Bola 1/8"	60	RH

Jenis jenis skala kekerasan pada uji kekerasan rockwell

Rockwell Superfacial

Uji kekerasan Rockwell biasa (standar) dan uji kekerasan Rockwell superfisial adalah dua jenis pengujian kekerasan Rockwell yang dapat dilakukan pada suatu material. Dengan cara yang sama seperti mesin uji kekerasan Rockwell biasa bekerja, perangkat pengujian kekerasan Rockwell superfisial bekerja dengan cara yang sama. Di sisi lain, indentor yang digunakan pada Rocwell superfisial identik dengan indentor yang digunakan pada Rockwell standar. Beban pendahuluan yang lebih kecil (beban minor) digunakan pada pengujian Superficial Rockwell yaitu hanya 3 kgf, dan beban total juga lebih kecil dari pada pengujian Rockwell biasa, yaitu 15 kgf, 30 kgf, dan 45 kgf. Pengujian Rockwell Superficial umumnya digunakan untuk menguji bahan tipis, baik permukaan maupun pengerasan, komponen kecil atau barang yang tidak dapat diuji dengan pengujian Rockwell biasa; beban awal (beban kecil) hanya 3 kgf. Hal ini diperlukan untuk menulis angka yang diikuti dengan huruf T dan N untuk menyusun nilai kekerasan Rockwell superfisial dengan cara ini. Angka kekerasan bahan uji adalah 22, huruf HR menunjukkan kekerasan Rockwell, angka 15 menunjukkan berat beban uji adalah 15 kgf, dan huruf T menunjukkan bahwa indentor sferis yang digunakan pada pengujian superfisial Rockwell memiliki diameter sebesar 1/16" (misalnya, 22 HR 15T).

Kerucut berlian dapat digunakan sebagai indentor sampai huruf N diganti dengan huruf T, di mana titik indentor bola dengan diameter 1/16" digunakan pada skala T sebagai pengganti kerucut berlian. 1/4 " indentor bola diameter diwakili oleh skala X, sedangkan indentor bola berdiameter 1/2" diwakili oleh skala Y. Beban yang diterapkan pada skala Rockwell superfisial, Selain jenis indentor yang digunakan, beban minor dan beban total yang digunakan, serta penerapan tipikal skala ini, semuanya dirinci dalam tabel berikut:

Skala	INDENTOR	Beban minor F0 (kgf)	Beban total F (kgf)	Aplikasi khas untuk material
15N 30N 45N	Kerucut intan Kerucut intan Kerucut intan	3 3 3	15 30 45	Sama dengan skala A,C,D tetapi untuk bahan yang tipis dan bahan dengan pengerasan kuliut
15T 30T 45T	Bola 1/16” Bola 1/16” Bola 1/16”	3 3 3	15 30 45	Sama dengan B,F,G tetapi untuk bahan bahan yang tipis
15W 30W 45W	Bola 1/8” Bola 1/8” Bola 1/8”	3 3 3	15 30 45	Matrial yang sangat lunak
15X 30X 45X	Bola 1/4" Bola 1/4" Bola 1/4"	3 3 3	15 30 45	
15Y 30Y 45Y	Bola 1/2" Bola 1/2" Bola 1/2"	3 3 3	15 30 45	

Pro dan kontra dari pengujian Rockwell dibahas secara rinci di bawah ini. Ada berbagai keuntungan dan kerugian dari pengujian kekerasan Rockwell, yaitu sebagai berikut:

Kelebihan:

- Nilai kekerasan benda uji dapat langsung dibaca dari jam pengukur yang sedang diukur.
- Prosedur pengujian selesai dalam waktu singkat.
- Pengukuran jejak tidak memerlukan penggunaan mikroskop (lekukan)
- Tes ini cukup tidak mengganggu sifatnya.
- Ini sangat cocok untuk menguji volume besar bahan yang berbeda sekaligus.

Kekurangan:

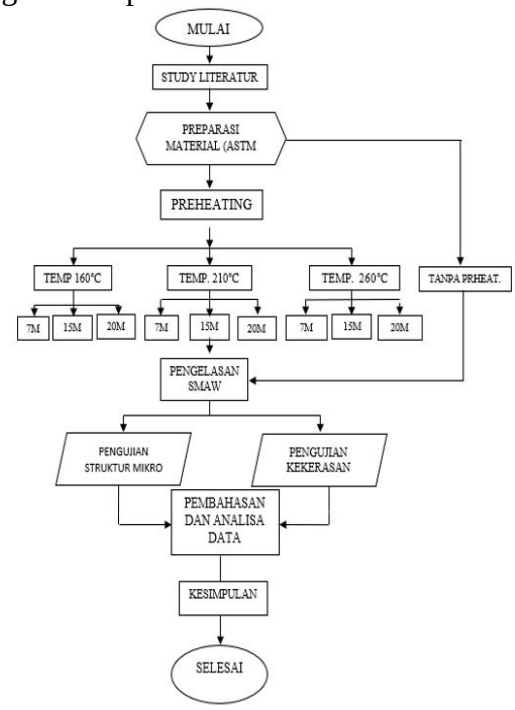
▪ Tingkat akurasi tidak memenuhi standar yang dipersyaratkan.
▪ Posisi ini pada spesimen harus bebas dari kontaminasi selama proses pengujian (minyak, kerak, zat asing, dll.).
▪ Bukan hal yang biasa jika mesin uji terkena kejutan saat melakukan pengujian.

Pengujian struktur mikro dicoba buat mengenali isi faktor isi yang ada didalam spesimen baja karbon menengah yang hendak diuji. Dengan memakai spesimen uji yang sudah dihaluskan supaya bisa nampak isi didalam barang uji tersebut. Sepanjang pendinginan dari logam cair, hingga mengarah temperatur kamar, logam las hadapi serangkaian pergantian fasa baja karbon menengah(0. 3% hingga 0, 8%) hendak hadapi pergantian pergantian fasa cair jadi ferrite kala pembekuan berlangsung setelah itu berganti jadi austenite serta kesimpulannya jadi ferrite serta pearlite, struktur mikro yang hendak tercipta didetetapkan pada dikala pendinginan, terdapat sebagian factor yang pengaruhi struktur mikro, semacam komposisi akhir logam las, filler dan keadaan hawa disekitar zona pengelasan. Proses pendinginan pada alas berlangsung secara kontinu, ialah proses penyusutan temperatur berlangsung tanpa terdapatnya penyusutan temperatur secara tiba- tiba, salah satu tata cara buat persentase tertentu dari total yang tersebar di seluruh struktur mikro Untuk menguji metode ini, buat garis grid pada gambar struktur mikro sampai diperoleh 100 titik. Kemudian, berdasarkan rumus di bawah ini, hitung persentase fase yang dicari dalam gambar struktur mikro. Fase 0 adalah fase gelap.

$$= \frac{JumlahFasaGelap}{Jumlah\ Total\ Titik} \times 100\%$$

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian



Langkah Kerja

Berikut ini adalah tindakan pertama yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini: study literatur tentang pemotongan material setelah itu pemanasan awal sebelum dilakukan pengelasan bertujuan untuk menghindari terjadinya retak las yang terjadi dalam proses pengelasan, setelah itu baru dilakukan pengelasan, serta pengujian struktur mikro dan uji kekerasan, untuk memperjelas berikut tahapan tahapannya.

Study Literatur

Langkah ini melibatkan mempelajari dan memperdebatkan teori yang akan digunakan untuk melakukan penelitian, serta mengumpulkan data dari buku dan internet, sebagai bagian dari proses penelitian.

Preparasi Material

Pemilihan material specimen uji

Material yang digunakan adalah baja karbon menengah ASTM A53 dengan spesifikasi grading A sch 40 pertama-tama logam tersebut akan dilakukan pemotongan terlebih dahulu dengan ukuran 100mm per specimen material tersebut memiliki ketebalan 2mm

specimen setelah dipotong

Pilihan elektroda las, serta kecepatan dan arus proses pengelasan, semuanya merupakan pertimbangan penting. Secara khusus, elektroda tipe E7018 digunakan dalam penyelidikan ini, dan memiliki diameter 4 x 400mm dan panjang 400mm. Selain itu, arus yang digunakan dalam penyelidikan ini berkisar dari 125 hingga 200 A. Sambungan las Selama penyelidikan ini, sambungan tipe-V dengan sudut 60 derajat digunakan sebagai sambungan las.

Proses Preheating

Pemanasan dini(preheating) merupakan memanaskan segala ataupun Sebagian barang saat sebelum pengelasan buat kurangi perbandingan panas yang terjalin antara wilayah lasan dengan wilayah dekat, pemanasan ini dicoba dengan api oxy-gas ataupun dengan dapur tempa ataupun oven, material di panaskan dengan temperature bermacam- macam ialah(160, 210, 260°C) dengan waktu tahan berikutnya material didinginkan hingga dengan temperature ruangan di dalam furnace.

Furnace untuk preheating

Proses Pengelasan

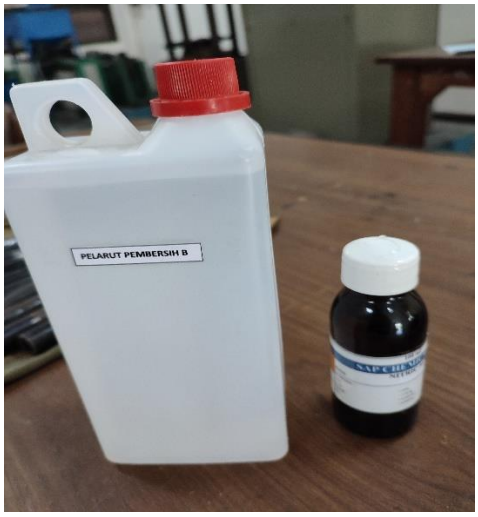
Pengelasan SMAW (protective metal arc welding) digunakan dalam penelitian ini. Sebelum pengelasan, logam dasar yang telah

digunakan untuk membuat jahitan las harus dibersihkan secara menyeluruh untuk menghilangkan debu atau kotoran logam yang tertinggal di permukaan logam Setelah logam dasar dibersihkan secara menyeluruh, baja dilas menggunakan las smaw (logam pelindung atau las) Dengan teknik dan metode pengelasan yang benar, dan sesuai dengan parameter yang ditetapkan, pengelasan dilakukan dengan cara diputar hingga merata dengan parameter sebagai berikut:

1. Pengelasan dengan kampuh i tunggal
2. Arus listrik yang digunakan 125-200ampere
3. Dengan tegangan 26 volt

Pengujian Struktur Mikro

1. The welded material is cut with a cut that is perpendicular to the weld groove, resulting in a profile that seems to be side-welded in appearance.
2. Sehabis itu permukaan sisa potongan digerinda serta diamplas dengan kertas amplas, serta dilanjut dengan polising memakai diamon pasta sampai menemukan permukaan semacam kaca
3. Sehabis itu, material dibersihkan memakai alcohol serta kapas buat membersihan sisa sisa diamon pasta yang masih melekat
4. Dilanjut dengan proses Etsa memakai larutan nital dengan komposisi 〖HNO〗_3 2% serta alcohol 98%, Setelah larutan direndam dengan larutan Nital dan digosokkan ke daerah las dan sekitarnya, proses diulangi sampai kapasitansi yang dipoles terlihat.



Cairan nitrat dan alcohol

5. Sehabis di etsa material dibersihkan memakai alcohol buat melenyapkan sisa sisa larutan nilai supaya tidak hadapi korosi yang mengusik pengamatan pada material
6. Sehabis itu material diamati makrostrukturnya di foto
7. Bahan diperiksa di bawah mikroskop dengan perbesaran 500x pada logam HAZ, logam dasar, dan logam las.

Mikroskop untuk melihat struktur mikro pada baja

Pengujian Kekerasan Rockwell

1. Karakteristik ini harus dipenuhi oleh spesimen: – mereka harus rata dan halus. - Diperlukan ketebalan minimal enam milimeter. - Mampu disangga dengan baik, dan permukaan uji harus horizontal.

2. Dalam kebanyakan kasus, bola baja yang dikeraskan digunakan sebagai indentor, tetapi untuk bahan yang sangat keras (hingga 650 BHN), bola tungsten karbida digunakan sebagai indentor. Jarak antara titik uji dan tapak lekukan harus setidaknya dua kali diameter tapak lekukan.
3. Di antara aplikasi untuk P/D2 adalah 30 untuk baja, 10 untuk tembaga, dan 5 untuk aluminium. Pemakaian beban(P) dan pengenal diameter(D) diperlukan untuk mencegah terjadinya ketentuan tersebut di atas.
4. Benda uji dikenai uji kekerasan ini dengan cara menekan indentor pada permukaan benda uji selama 10-15 detik.

Proses pengujian kekerasan

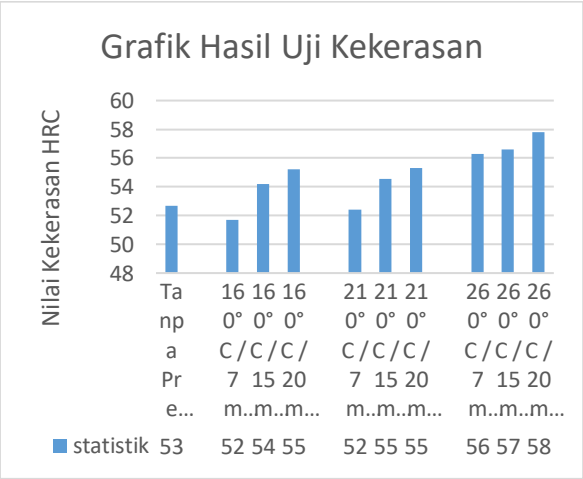
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan pada material baja A53 yang dilakukan dengan menggunakan proses pengelasan disajikan pada tabel berikut. SMAW dengan variasi temperature preheating (160˚C, 210˚C, 260˚C) dan waktu tahan (7menit, 15 menit, 20menit) standart pengujian menggunakan ASTM E18-15.
Dengan menggunakan mesin rockwell indentor C, dilakukan pengujian kekerasan. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan nilai rata-rata kekerasan benda uji, dan hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

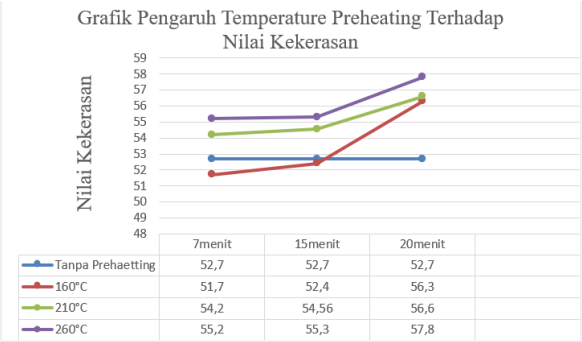
Nilai rata-rata Kekerasan Uji Rockwell C pada spesimen dengan suhu preheating

No.Spesimen	Nilai rata-rata HRC	keterangan
1	52,7	Tanpa preheating
2	51,7	160˚C / 7menit
3	54,2	160˚ / 15menit
4	55,2	160˚C / 20menit
5	52,4	210˚C / 7menit
6	54,5	210˚C / 15menit
7	55,3	210˚C / 20menit
8	56,3	260˚C / 7menit
9	56,6	260˚C / 15menit
10	57,8	260˚C / 20menit

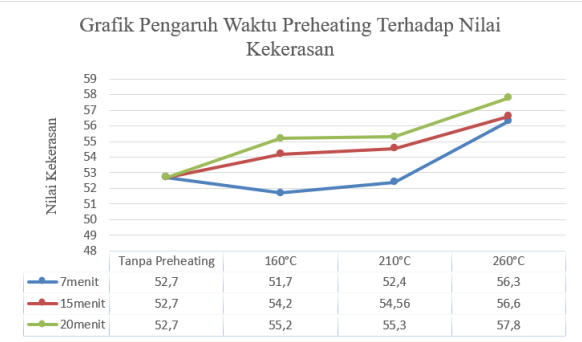


Grafik uji kekerasan

hasil grafik yang ditunjukkan pada gambar dapat dikatakan bahwa Preheating mempengaruhi nilai kekerasan pada hasil pengelasan baja ASTM A53 perbedaan kekerasan anatara specimen yang telah dilakukan preheating dan tidak, nilai kekerasan pada specimen yang tidak dilakukan preheating adalah 52,7HR, sedangkan nilai kekerasan pada specimen yang telah dilakukan preheating terendah didapat pada specimen dengan temperature 210˚C dan waktu tahan 7menit dengan nilai kekerasan 52,4HRC



Grafik pengaruh Temperature Preheating Terhadap Nilai Kekerasan

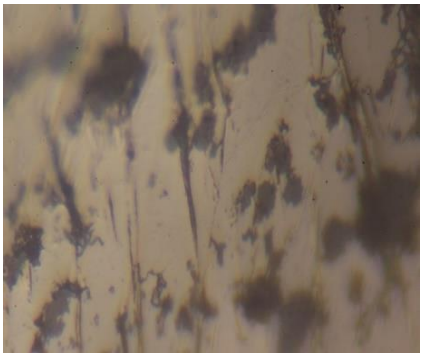


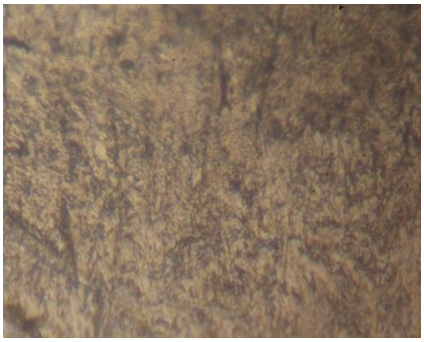
Grafik Pengaruh Waktu Preheating Terhadap Nilai Kekerasan

grafik pengaruh suhu preheating terhadap nilai kekerasan yang digunakan, Semakin lama waktu preheating semakin bertambah juga nilai kekerasan pada baja, didapat nilai kekerasna terkecil pada suhu 160˚C dengan waktu preheating 7menit didapat nilai kekerasan 51,7HRC dan nilai terbesar didapat pada suhu 260˚C dengan waktu tahan 20menit didapat nilai kekerasan 57,8HRC.

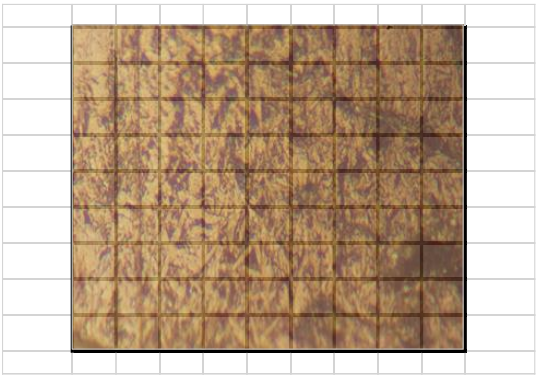
Dari Grafik gambar 4.1.2 grafik pengaruh waktu preheating terhadap nilai kekerasan, terjadi penaikan nilai kekerasan setiap bertambahnya temperature preheating dan terjadi penurunan nilai kekerasan pada suhu 160˚C dengan waktu preheating 7menit dengan nilai kekerasan 51,7HRC

Hasil Pengamatan Struktur Mikro





Struktur mikro mengandung fase ferit dan perlit, sebagaimana dibuktikan oleh hasil foto struktur mikro yang ditunjukkan di atas, yang menunjukkan perbedaan jumlah ferit perlit yang ada di setiap bagian struktur mikro.

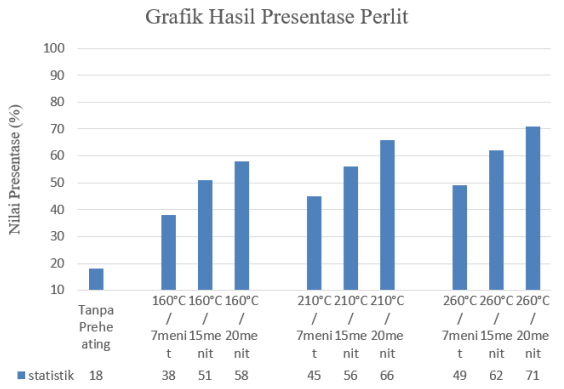


Presentase perlit $= \frac{jumlah\ fasa\ perlit}{jumlah\ titik}$ x 100%

$= \frac{38}{100\%}$ x 100% = 38%

Presentase ferrite = 100% - prosentase perlit=

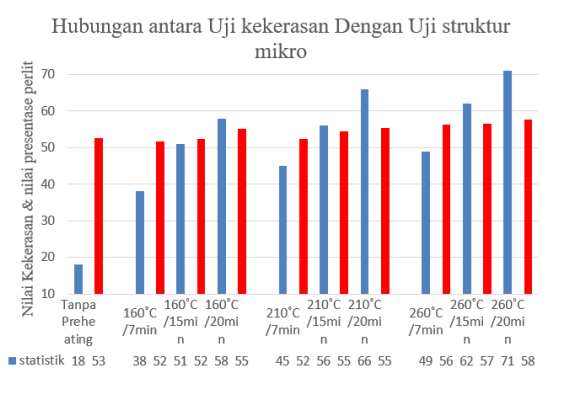
100% - 38 = 62%



Grafik presentase perlit

Dari hasil Gambar Grafik presentase perlit pada area logam las, terjadi perubahan nilai presentase perlit semakin tinggi temperature dan semakin lama waktu tahan yang digunakan menyebabkan kenaikan nilai presentase perlit presentase perlit terendah ditunjukkan pada specimen tanpa perlakuan panas yaitu presentase perlit 18% sedangkan pada presentase perlit tertinggi ditunjukkan pada specimen dengan suhu 260˚C dengan waktu tahan 20menit yaitu dengan presentase 71% hal ini yang mempengaruhi kenaikan kekerasan pada baja, dimana semakin tinggi temperature dan waktu tahan preheating dapat menaikan presentase perlit dan menaikan nilai kekerasan tiap penaikan suhu dan waktu tahan preheating

Hubungan antara kekerasaan dan struktur mikro



Hubungan natara kekerasan dan struktur mikro

Pada gambar 4.5, hubungan antara pengujian kekerasan dan struktur mikro, dimana didalam grafik tersebut menunjukkan kenaikan presentase perlit bertambah, dimana semakin besar presentase perlit akan menaikan sifat kekerasan.

Dimana perlit adalah suatu campuran eutectoid terdiri dari simentit (karbida besi 〖Fe〗 _3C) dan ferrite (larutan karbon padat besi α), berselang, seling berlapis lapis mengandung 0,8% C, terbentuk dibawah 723˚C (temperature A1)

Disini dapat kita jelaskan bahwa mengapa semakin tinggi presentase perlit semakin naik juga kekerasannya dikarenakan karena perlit mengandung karbon dimana karbon yang menyebabkan tingkat kekerasan pada baja, semakin banyak karbon semakin keras suatu material

Pada nilai kekerasan semakin tinggi temperature dan waktu preheating maka angka kekerasannya juga akan bertambah, hal ini dapat dilihat pada nilai kekerasan terendah ditunjukkan pada specimen tanpa preheating dengan nilai kekerasan sebesar 52,7 dan nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan pada specimen dengan suhu preheating 260˚C dengan waktu tahan preheating 20menit dan didapat nilai kekerasan sebesar 57,8

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil riset yang dicoba pada Analisa pengaruh preheating terhadap hasil pengelasan SMAW pada ASTM A53 dengan alterasi temperature serta waktu dengan

pengujian kekerasan serta struktur mikro hingga di bisa kesimpulan selaku berikut:

1. Dari hasil pengujian kekerasan dengan terdapatnya alterasi temperature serta waktu tahan preheating bisa disimpulkan kalau terus menjadi besar temperature serta waktu preheating yang digunakan hendak terus menjadi besar pula nilai kekerasan pada sesuatu material

2. Dari Analisa uji struktur mikro, dengan terdapatnya alterasi temperature preheating serta waktu tahan preheating yang digunakan terjalin peningkatan presentasi perlit tiap peningkatan temperature serta waktu preheating pada baja

3. Dari hasil riset bisa disimpulkan kalau proses preheating saat sebelum pengelasan bisa mempengaruhi terhadap watak mekanik pada hasil pengelasan material spesialnya ASTM A53, perihal ini ditunjukkan dari informasi hasil pengujian kekerasan dimana nilai kekerasan terendah didapat pada specimen yang tidak dicoba proses preheating sebaliknya nilai kekerasan paling tinggi didapat pada specimen yang dicoba perlakuan panas sangat besar serta dengan waktu tahan sangat lama.

Saran

1. Melaksanakan pengujian Tarik serta impact pada pengujian berikutnya buat mengetauhi kekuatan Tarik serta kekuatan impact pada hasil pengelasan yang sudah dicoba preheating buat memenuhi watak informasi mekanik yang dimilikidari hasil pengelasan baja ASTM A53 yang sudah dicoba preheating.

2. Pada riset ini digunakan tata cara pengelasan SMAW serta pada riset berikutnya dicoba dengan memakai tata cara pengelasan yang lain buat mengetauhi pengaruh terhadao hasil

DAFTAR PUSTAKA

Mauluvi. Farel (2019) “Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating Pada Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Baja ST60” Semarang :Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Askar. Saiful (2013) “ Pengaruh Preheating Dan Tempering Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Baja JIS SS400” Mataram : Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Nugroho. Adi (2018) “Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Stell ASTM A36” Kepulauan Riau : Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Putera Batam.

Haryadi. Soni (2016) “Pengaruh Pre Dan Post Heating Pada Proses Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik Baja Karbon AISI 1045” Semarang : Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Dwi. Gathot (2015) “Pengaruh Variasi Suhu Preheating Terhadap Sifat Mekanik Material SA 516 Grade 70 Yang Disambung Dengan Metode Pengelasan SMAW” Surabaya : Teknik Mesin Fakultas Teknik Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Dadang Yudhistira Akbar,Wartono,Dandung Rudy Hartana (2020) “Pengaruh Temperature Preheating Terhadap Sifat Mekanis Las SMAW Pada Baja Karbon” Yogyakarta : Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Santoso. Joko (2006) “Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik

Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018" Semarang : Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Harsono Wiryosumarto & Toshie Okumura, (1985), Teknologi Pengelasan Logam, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Eddy Gunawan,(2017), Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (ST41) Dengan Metode Pack Carbirizing, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo.

Nofri, & Acang Taryana, Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur, Institu Teknologi Nasional, Jakarta Selatan

ASM Handbook, (1995). Welding, Brazing, and Soldering, Vol 6, ASTM International, USA.

Gunawan, Eddy.(2017)."Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (ST41) Dengan Metode Pack Carbirizing".Sidoarjo : Teknik Mesin,Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hasyim Latif.

Harsono Wiryosumarto & Toshie Okumura, (1988). Teknologi Pengelasan Logam, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Vlack, V., 1981, Ilmu dan Teknologi,ERLANGGA,Jakarta.

Amanto, H., & Daryanto,(1999),Ilmu Bahan. Bumi Aksara, Jakarta

Widharto, (1996). Welding Inspection, Mitra Wacana Media, Jakarta.

Lanal Septiawan Nugroho, (2017), Pengaruh Proses Annealing Terhadap Perubahan Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Pipa SA 179 yang Telah Mengalami Pembengkokan, Istitut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Iswanto, Priyo Tri Himarosa, Rela Adi, (2017), Karakterisasi Sambungam SMAW Baja Karbon Rendah Menggunakan 3 Jenis Elektroda, Yogyakarta.

An American Standart, 2015. "Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials". Journal ASTM E18-15

An American Standard,1995."Standard Practice For Preparation of Metallographic Specimens". Journal E-3 95

Tio Gefien Imami, Analisis Struktur Mikro Baja Tulangan Karbon Sedang, Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.