

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 5

NOMOR 2

HAL.: 85 - 172

JULI 2017

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 5 No. 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Juli 2017

DAFTAR ISI

	Halaman
KAJIAN PREFERENSI PENGGUNA JASA ANGKUTAN DARAT UNTUK PINDAH KE ANGKUTAN LAUT (Studi Kasus: Truk Angkutan Barang Jawa – Sumatera) <i>Hariman Al Faritzie (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	85 – 93
EVALUASI TINGKAT KECACATAN KEMASAN PUPUK DENGAN METODE SIX SIGMA <i>Devie Oktarini, Irnanda Pratiwi, Selvia Aprilyanti (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	94 – 100
ANALISA PENGGUNAAN KAWAT ELEKTRODA E 7016 UNTUK PENGELASAN OKSIASETILEN PADA BAJA ST45 <i>Bahrul Ilmi (Dosen Tek. Mesin Universitas IBA).....</i>	101 – 108
ANALISA RUGI DAYA SALURAN PADA PENYULANG ARWANA SEBELUM DAN SETELAH PERBAIKAN MENGGUNAKAN <i>ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSIS PROGRAM (ETAP) 7.5.0</i> DI PT. PLN (PERSERO) AREA PALEMBANG <i>Redho Hermawan, Dyah Utari Yusa Wardhani (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	109 – 118
PERHITUNGAN WAKTU PENJADWALAN PEMBUATAN LORI (Studi Kasus di PT S.A.U) <i>Hermanto M.Z., Togar Partai Oloan, Herman Ahmad (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	119 – 126
PENGARUH CAMPURAN AIR HUJAN DAN BAKING SODA TERHADAP GAS BUANG MOTOR BAKAR HONDA SUPRA FIT 100 CC <i>Muhammad Amin Fauzie, Sukarmansyah, Iswahyudi (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	127 – 139
ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK LENTUR CAMPURAN BETON DENGAN PENAMBAHAN RANTING BAMBU <i>Ilmas Sulistyro Rofii, Indra S. Fuad, Wartini, Yules Pramona Z. (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	140 – 145
SISTEM LEMARI PENDINGIN SAYURAN SEDERHANA DENGAN MEDIA ES BATU <i>Abdul Muin (Dosen Tek. Mesin UTP)</i>	146 – 151
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KAIT TUNGGAL JENIS EYE HOOK DENGAN BEBAN 0,5 TON <i>Zulkarnain Fatoni, M. Lazim (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	152 – 161
ANALISIS PENGARUH REKRUTMEN DAN PENGEMBANGAN KARIR TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT. KARYATAMA SAVIERA PALEMBANG <i>Tolu Tamalika (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	162 – 172

ANALISA PENGGUNAAN KAWAT ELEKTRODA E 7016 UNTUK PENGELASAN OKSIASETILEN PADA BAJA ST45

*Bahrul Ilmi*⁵

Abstrak: Pada tulisan ini dilakukan uji coba terhadap penggunaan kawat elektroda las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) yaitu elektroda E 7016 sebagai alternatif kawat las R G45 pada pengelasan oksiasetilen (Oxy Acetylene Welding, OAW) pada pelat baja ST45. Langkah pertama adalah pembuatan spesimen uji tarik untuk raw material sesuai ASTM E8 dan untuk sambungan las tumpul sesuai JIS Z3121. Lalu dilakukan uji tarik dan struktur mikro. Nilai kekuatan tarik untuk pengelasan menggunakan kawat R G45 adalah 36,656 kgf/mm² dan kekuatan luluh 29,612 kgf/mm², sedangkan kekuatan tarik pada spesimen menggunakan kawat E 7016 adalah 31,798 kgf/mm² dan kekuatan luluh 27,578 kgf/mm². Jadi, dari pengujian diatas, walaupun kekuatan tarik kawat E 7016 lebih tinggi, tetapi kekuatan tarik sambungan las OAW menggunakan kawat R G45 lebih baik dikarenakan kekuatan tarik dan kekuatan luluhnya lebih tinggi dibanding sambungan las OAW menggunakan kawat E 7016. Dari foto struktur mikro, fasa pada hasil pengelasan dengan kawat R G45 lebih mendekati fasa pada raw material, dibandingkan menggunakan kawat E 7016, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik pada hasil pengelasan OAW dengan bahan tambah kawat R G45 lebih baik daripada kawat E 7016 dan kawat E 7016 sebaiknya tidak digunakan dalam las OAW.

Kata kunci: kawat las, las oksiasetilen, kekuatan sambungan

Abstract: In this paper, conducted investigation on the use of electrode rod of shielded metal arc welding (SMAW), namely the electrode E 7016 as an alternative to welding rod R G45 on oxy acetylene welding (OAW) of low carbon steel ST 45. The first step is machining tensile test specimens for raw material according to ASTM E8 and for butt welded joints according to JIS Z3121. Then do tensile test and microstructure test. Values for tensile strength using R G45 rod is 36.656 kgf/mm² and yield strength is 29.612 kgf/mm², while the tensile strength of the specimen using electrode rod E 7016 is 31.798 kgf/mm² and yield strength is 27.578 kgf/mm². Microstructure of raw material is dominated by ferrite and a little pearlite. So, from the above test result, although the tensile strength of the E 7016 rod is higher, but the tensile strength of welded joints using welding rod R G45 due to better tensile strength and yield strength higher than welded joints using E 7016 rod. From the photos microstructure, phase in welds with welding rod R G45 closer to phase in the raw material, as compared to using rod E 7016, so that it can be concluded that the tensile strength of the OAW welding results with the added material welding rod R G45 better than with the rod E 7016 and rod E 7016 should not be used in OAW.

Keywords: welding rod, oxy acetylene welding, weld joints strength

⁵ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA.

PENDAHULUAN

Berdasarkan definisi *Deutch Industrie Normen (DIN)*, Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair. Dari definisi tersebut dapat dijelaskan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam menggunakan energi panas (Amstead, 1997).

Pada las oksiasetilen (*Oxy Acetylene Welding, OAW*), panas diperoleh dari nyala api hasil pembakaran gas asetilen (C₂H₂) atau gas karbit. Gas asetilen dihasilkan dari reaksi kimia antara bongkahan karbit (CaC₂) dan air (H₂O). Panas yang dihasilkan dapat mencapai 2680°F hingga 10.000°F. Pada bagian logam yang terkena nyala panas hasil pembakaran ini akan

mencair dan cairan itu akan menutupi antara dua bagian logam yang disambung. Las jenis ini walaupun kecepatan pengelasannya lambat, tetapi sangat disukai karena praktis dan memiliki pengaturan panas yang fleksibel.

Las oksiasetilen umumnya menggunakan kawat las R G45 untuk menyambung material baja karbon rendah. Berbeda dengan las listrik (*Shielded Metal Arc Welding, SMAW*), dimana pada las SMAW tersedia banyak variasi kawat elektroda las sesuai kekuatan tarik materialnya.

Kedua jenis pengelasan, yaitu las OAW dan SMAW sangat umum dijumpai dalam menyambung berbagai jenis baja. Terkadang dengan keterbatasan ketersediaan kawat las OAW untuk menyambung baja dengan kekuatan tarik tertentu, digunakan juga kawat

3, hanya untuk posisi di bawah tangan saja (E xx3x). Angka 4, untuk semua posisi kecuali arah turun (E xx4x).

Digit terakhir (digit keempat atau kelima) menunjukkan jenis arus dan tipe salutan. Digit tersebut mulai dari angka 0 sampai 8 yang menunjukkan tipe arus dan polaritas yang digunakan, dimana ada empat pengelompokan yang dapat menunjukkan tipe arus untuk tiap tipe elektroda, yaitu:

1. Elektroda dengan digit terakhirnya 0 dan 5 dapat digunakan hanya untuk tipe arus searah polaritas terbalik (DCRP).
2. Elektroda dengan digit terakhirnya 2 dan 7 dapat digunakan untuk arus AC atau arus searah polaritas lurus (DCSP).
3. Elektroda dengan digit terakhirnya 3 dan 4 dapat digunakan untuk arus AC atau DC (DCRP dan DCSP).
4. Elektroda dengan digit terakhir 1, 6 dan 8 dapat digunakan untuk arus AC atau DCRP.

Tipe salutan fluks elektroda, secara umum adalah sebagai berikut: Angka 1,0 dan 1, tipe salutannya adalah: *celluloce* (E xxx0 atau E xxx1). Angka 2,3 dan 4, tipe salutannya adalah: *rutile* (E xxx2, E xxx3 atau E xxx4). Angka 5,6 dan 8, tipe salutannya adalah: *basic* (E xxx5, E xxx6, E xxx8). Angka 7, tipe salutannya adalah: oksida besi (E xxx7).

Komposisi bahan paduan pada elektroda ditunjukkan dengan dua digit setelah empat atau lima digit terakhir kode elektroda.

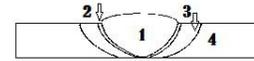
Baja Karbon

Baja karbon adalah baja yang hanya terdiri dari unsur besi (Fe) dan karbon (C) tanpa adanya bahan paduan. Baja karbon terbagi menjadi tiga, yaitu baja karbon rendah, karbon sedang dan karbon tinggi.

Baja karbon rendah (*mild steel*) mengandung karbon antara 0,08% - 0,3% C. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 8 - 30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, strip dan batangan. Baja karbon sedang (*medium*) mengandung karbon antara 0,30% - 0,60% C. Baja karbon ini banyak digunakan untuk komponen-komponen mesin. Baja karbon tinggi mengandung karbon antara 0,70% - 1,30% C. Baja karbon ini banyak dipergunakan untuk komponen yang mendapat perlakuan panas (*heat treatment*).

Metalurgi Las

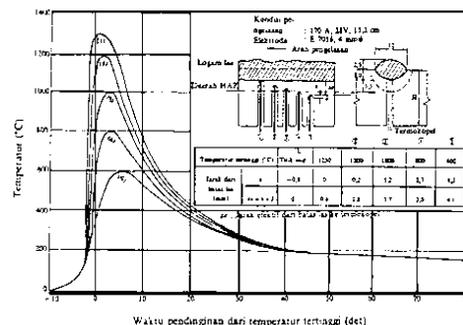
Logam akan mengalami pengaruh pemanasan akibat pengelasan dan akan mengalami perubahan struktur mikro di sekitar daerah lasan sebagaimana penjelesan gambar berikut ini (Harsono, 2000).



Gambar 4 Daerah Pengaruh Panas pada Sambungan Las (Harsono, 2000)

1. Logam las (*weld metal*), daerah dimana terjadi pencairan logam dengan cepat dan kemudian membeku.
2. *Fusion line*, daerah perbatasan antara daerah yang mengalami peleburan dan yang tidak melebur. Daerah ini sangat tipis sekali sehingga dinamakan garis gabungan antara logam las dan HAZ.
3. HAZ, daerah yang dipengaruhi panas dan juga logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat, sehingga terjadi perubahan struktur.
4. Logam induk, logam dasar dimana panas pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat.

Pada proses pengelasan terjadi suatu siklus termal las yaitu proses pemanasan dan pendinginan yang terjadi pada daerah lasan atau dapat dikatakan proses perubahan panas yang bersifat lokal, tidak seperti proses perubahan panas pada umumnya (Harsono, 2000).



Gambar 5 Siklus Termal Las (Harsono, 2000)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini:

dapat dilihat pada tabel berikut ini.

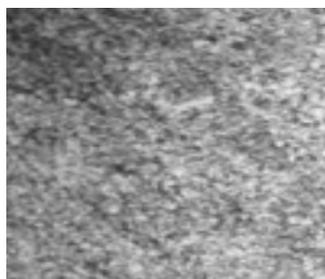
Tabel 4 Hasil Perhitungan Pengujian Tarik

Variasi Perlakuan	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)	Reduksi Penampang (RA)	Kekuatan luluh (Ys)	Modulus elastisitas (E)	Kelentingan (μ)
	kgf/mm ²	%	%	kgf/mm ²	kgf/mm ²	kgf/mm ²
Raw material	42,730	52	60,9	24,551	82,173	11,109
R G45	36,656	9,86	17,1	29,612	371,764	1,807
E 7016	31,798	7,8	15,3	27,578	407,666	1,240

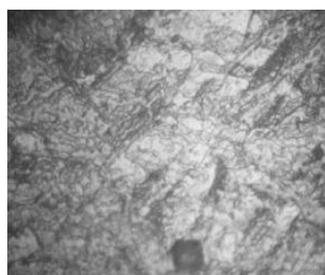
Foto Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur atau fasa yang terjadi pada benda uji sebelum dan setelah menerima perlakuan. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop dengan lensa pembesaran 500X pada benda uji yaitu:

1. Foto struktur mikro pada spesimen *raw material*.
2. Foto struktur mikro pada spesimen yang dilas dengan kawat R G45.
3. Foto struktur mikro pada spesimen yang dilas dengan kawat E 7016.



Gambar 8 Struktur Mikro Raw Material



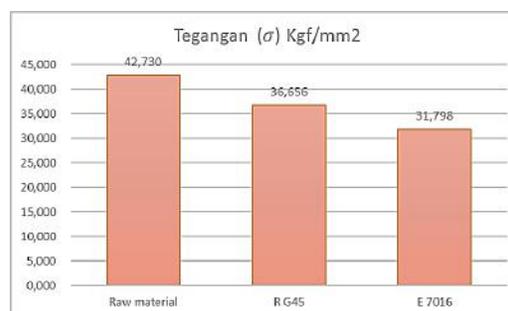
Gambar 9 Struktur Mikro Spesimen R G45



Gambar 10 Struktur Mikro Spesimen E7016

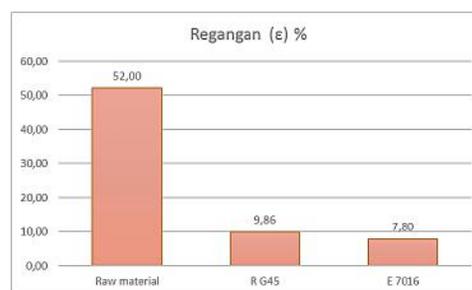
HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik perbandingan nilai hasil perhitungan pengujian tarik untuk ketiga spesimen dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



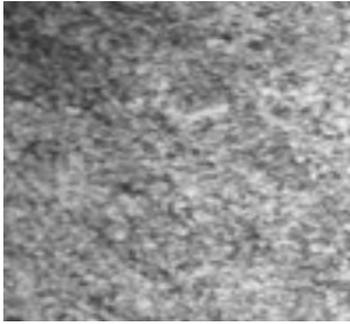
Gambar 11 Grafik Perbandingan Tegangan

Dari grafik diatas maka dapat dilihat nilai tegangan spesimen *raw material* sebesar 42,73 kgf/mm². Nilai tegangan untuk spesimen yang mengalami perlakuan pengelasan dengan R G45 adalah sebesar 36,656 kgf/mm² lebih rendah atau mengalami penurunan kekuatan tarik jika dibandingkan *raw material*. Nilai tegangan pada spesimen dengan E 7016 adalah sebesar 31,798 kgf/mm² lebih rendah lagi dibanding spesimen dengan R G45.



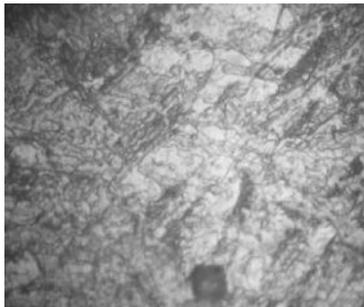
Gambar 12 Grafik Perbandingan Regangan

Nilai regangan untuk spesimen *raw material* diatas maka didapat sebesar 52%. Nilai regangan untuk spesimen dengan R G45

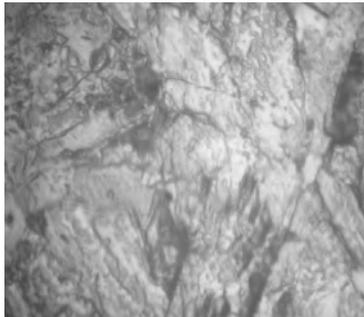


Gambar 17 Struktur Mikro *Raw Material*

Struktur mikro pada *raw material* didominasi butir-butir ferit yang berwarna putih (terang), sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. Butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir ferit cenderung lunak.



Gambar 18 Struktur Mikro Spesimen R G45



Gambar 19 Struktur Mikro Spesimen E7016

Pada foto di gambar struktur mikro terdiri dari campuran ferit dan perlit yang ukuran dan jumlahnya cenderung lebih kecil. Ada foto gambar 5.8 struktur mikro terdiri dari campuran ferit dan perlit yang ukuran dan jumlahnya cenderung lebih besar. Fasa pada hasil pengelasan dengan kawat las R G45 lebih mendekati fasa pada *raw material*, dibandingkan dengan menggunakan kawat E 7016, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik pada hasil pengelasan dengan bahan tambah kawat las R G45 lebih baik

daripada dengan bahan tambah kawat elektroda E 7016.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik dan kekuatan luluh untuk spesimen uji tarik baja karbon rendah ST 45 pada pengelasan menggunakan elektroda R G45 lebih tinggi dengan nilai kekuatan tarik $36,656 \text{ kgf/mm}^2$ dan kekuatan luluh sebesar $29,612 \text{ kgf/mm}^2$ dibandingkan menggunakan kawat elektroda E 7016 dengan kekuatan tarik sebesar $31,798 \text{ kgf/mm}^2$ dan kekuatan luluh $27,578 \text{ kgf/mm}^2$.
2. Struktur mikro yang dimiliki pelat baja ST 45 sebelum dilakukan pengelasan didominasi oleh ferit dan diikuti dengan tidak terlalu banyak perlit. Lalu setelah dilakukan pengelasan dengan bahan tambah kawat las R G45 dan kawat elektroda E 7016 memiliki hasil yang berbeda. Hasil terbaik pengelasan pelat baja ST 45 adalah dengan menggunakan bahan tambah kawat las R G45.
3. Penggunaan kawat elektroda E 7016 sebagai alternatif bahan tambah untuk pengelasan oksiasetilen pada baja st45 sebaiknya tidak dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H, Ostwald F. Phillip. Begeman Myron L., 1997, *Teknologi Mekanik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Beumer B.J.M., 1994, *Ilmu bahan logam*. Jakarta: Penerbit Bharatara.
- Datasheet for: Steel Grades: Mould Steel AWS E7016.* www.steel-grades.com/Steel-Grades/Mould-Steel/AWS-E7016.html. Diakses 1 Oktober 2016.
- Harsono, Wiryosumarto dan Okumura Toshie, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

elektroda las SMAW sebagai alternatif pengganti di lapangan. Oleh karena itu, peneliti memandang perlu dilakukan penelitian untuk melihat apakah kawat elektroda pengelasan SMAW memang dapat dipergunakan sebagai alternatif pengganti kawat las pada pengelasan OAW atau tidak.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pengujian yang dilakukan hanya pengujian tarik dan pengujian struktur mikro.
2. Material yang disambung adalah pelat baja ST 45.
3. Pengelasan yang dilakukan adalah las oksiasetilen dengan menggunakan kawat las R G45 dan kawat elektroda E 7016.

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

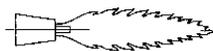
1. Untuk mengetahui sifat mekanis material ST 45 setelah mengalami proses pengelasan OAW dengan menggunakan jenis kawat las R G45 dan kawat elektroda E 7016.
2. Untuk mengetahui perubahan struktur mikro material.
3. Untuk mengetahui apakah kawat elektroda E 7016 dapat digunakan sebagai alternatif kawat las R G45 pada pengelasan OAW.

TINJAUAN PUSTAKA

Las Oksiasetilen

Las oksiasetilen (*Oxygen Acetylene Welding, OAW*) adalah pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan dua jenis gas sebagai pembentuk nyala api. Gas yang digunakan adalah gas Oksigen (O_2) dan gas asetilen (dari kata *acetylene*, C_2H_2) sebagai bahan bakar. Gas asetilen memiliki kelebihan yaitu menghasilkan temperatur nyala api yang tinggi (Beumer, 1994).

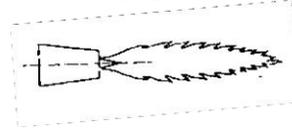
Nyala hasil pembakaran dapat berubah tergantung pada perbandingan antara gas oksigen (O_2) dengan gas asetilen (C_2H_2). Pada nyala netral, nyala api kerucut dalam berwarna putih menyala, nyala api kerucut luar berwarna kuning.



Gambar 1 Nyala Netral

Setelah dicapai nyala api netral kemudian kita kurangi aliran gas asetilen maka kita akan mendapatkan nyala api oksigen lebih. Nyala

apinya pendek dan berwarna ungu, nyala kerucut luarnya juga pendek (Beumer, 1994).



Gambar 2 Nyala Oksigen Lebih

Nyala asetilen lebih didapat setelah dicapai nyala api netral kemudian kita mengurangi aliran gas oksigen, nyala apinya menampakkan kerucut api dalam dan antara, nyala api luar berwarna biru (Beumer, 1994).



Gambar 3 Nyala Asetilen Lebih

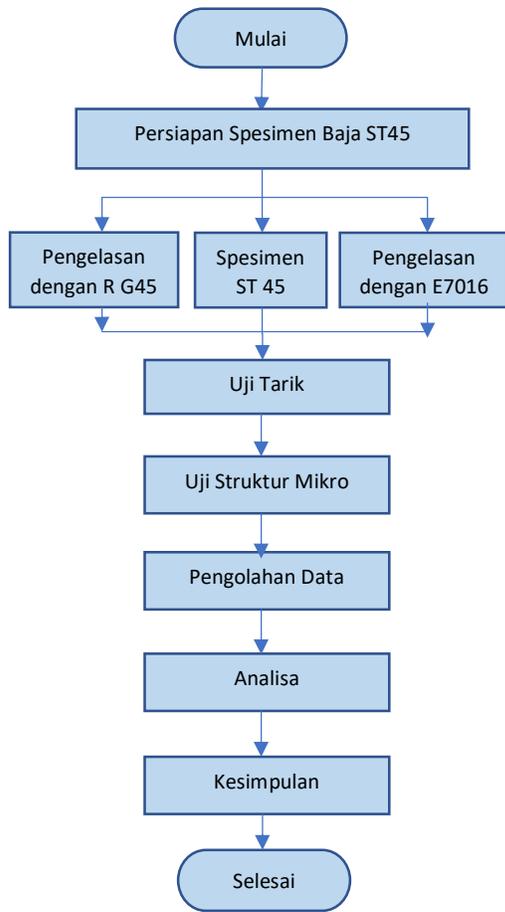
Kawat Las R G45

Kawat las R G45 adalah jenis kawat las tanpa salut (*bare welding rod*) terbuat dari baja lunak khusus untuk las oksiasetilen (OAW), dua digit terakhir menunjukkan kekuatan tarik minimum, yaitu 45 x 1000 psi pada hasil pengelasan yang diperkenankan. Kawat R G45 tidak memerlukan fluks dan pemuluran tidak diperkenankan (Beumer, 1994).

Untuk penggunaan kawat R G45 diperlukan nyala netral dan nyala dengan jumlah gas asetilen sedikit lebih dibanding jumlah gas oksigen. Karena tidak memiliki salut pelindung oksidasi, kawat ini memiliki komposisi kimia dengan kandungan sulfur maksimum 0,04%, fosfor maksimum 0,04%, aluminium maksimum 0,02%.

Kawat Elektroda E 7016

Kawat E 7016 adalah jenis kawat las dengan salut terbuat dari baja lunak khusus untuk las busur listrik (SMAW). Menurut *American Welding Society (AWS)* kode elektroda dinyatakan dengan E diikuti dengan 4 atau lima digit yang artinya adalah sebagai berikut (Beumer, 1994): huruf E, Elektroda, dua atau tiga digit pertama: menunjukkan nilai kekuatan tarik minimum x 1000 psi pada hasil pengelasan yang diperkenankan. Digit ketiga atau empat: menunjukkan tentang posisi pengelasan yang artinya sebagai berikut: Angka 1, elektroda dapat digunakan untuk semua posisi (E xx1x). Angka 2, elektroda dapat digunakan untuk posisi di bawah tangan (E xx2x). Angka



Gambar 6 Diagram Alir Penelitian

Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan adalah pelat baja ST 45 dengan ukuran 20,0 mm x 12,5 mm x 9,8 mm dengan jumlah 7 spesimen.

Tabel 1 Komposisi Baja ST 45

Grade	C%	Mn%	S	N	Cu	Nb	Ti
ST 45	0,08-0,2	0,90-1,50	0,015	0,012	0,30	0,020	0,03
	Si	P	Al	Cr	Mo	Ni	Vi
	0,40	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	0,02

Kawat las atau bahan penambah digunakan sebagai bahan pengisi benda kerja yang disambung adalah kawat las R G45 dan kawat elektroda E 7016 dengan diameter masing-masing 3,2 mm.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Tabung gas asetilen
2. Tagung gas oksigen
3. Regulator, Selang gas, Torch

4. Gerinda, Jangka Sorong
5. Mesin Uji Tarik GT-7001-LC-50
6. Mesin Mounting ML32B-E3
7. Mesin Polishing P25RR-H
8. Mikroskop Metalurgi MM10A
9. Kamera Digital RCM1301 CCD 1,3MP.

Persiapan Spesimen

Spesimen dibentuk sesuai standarisasi JIS Z3121 untuk benda uji yang mendapat perlakuan pengelasan dan ASTM E8 untuk spesimen tanpa perlakuan.



Gambar 7 Spesimen Uji Tarik

PENGOLAHAN DATA

Data Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian raw material didapat data-data pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Data Hasil Uji Tarik Sebelum Pengelasan

Material	Area (mm ²)	Max load (kgf)	Tensile (kgf/mm ²)	Elongation (%)	Ys (kgf/mm ²)
ST 45	122,500	5234,375	42,730	52	24,551

Hasil pengujian benda uji yang telah mendapat perlakuan pengelasan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

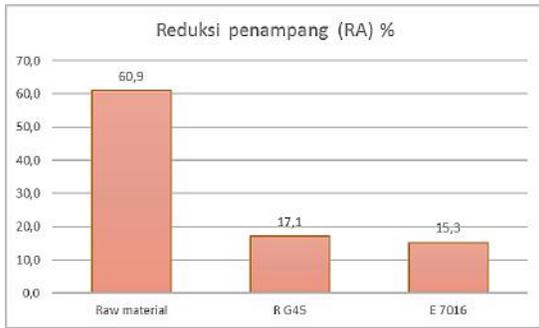
Tabel 3 Data Hasil Uji Tarik Setelah Pengelasan

No.	Variasi Perlakuan	No Spesimen	Area	Max load	Tensile	Elongation	Yield Strength
			(mm ²)	(kgf)	(kgf/mm ²)	(%)	(kgf/mm ²)
1.	R G45	1	122,500	4377,415	35,734	9,5	29,055
		2	122,500	4478,722	36,561	9,7	29,447
		3	122,500	4615,187	37,675	10,4	30,336
	Nilai rata-rata			122,500	4490,441	36,656	9,86
2.	E 7016	1	122,500	3719,957	30,367	7,2	26,965
		2	122,500	3818,091	31,168	7,6	27,037
		3	122,500	4147,972	33,861	8,8	28,732
	Nilai rata-rata			122,500	3895,34	31,798	7,8

Perhitungan Uji Tarik

Setelah didapat data-data hasil pengujian, maka dilakukan perhitungan yang hasilnya

adalah sebesar 9,86% mengalami penurunan dibanding spesimen *raw material*. Nilai regangan spesimen E 7016 sebesar 7,80% lebih rendah lagi dibanding spesimen R G45.



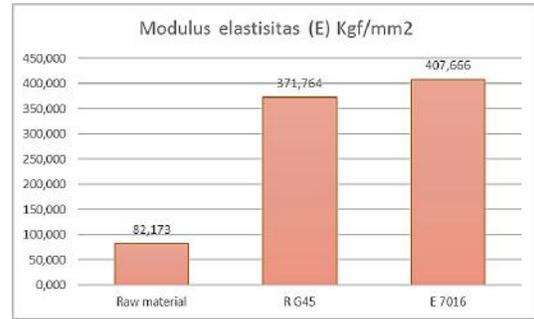
Gambar 13 Grafik Perbandingan Reduksi Penampang

Nilai reduksi penampang untuk spesimen *raw material* didapat sebesar 60,9%. Nilai untuk spesimen R G45 sebesar 17,1% mengalami penurunan dibanding *raw material*. Nilai reduksi penampang spesimen E 7016 adalah 15,3% lebih rendah dibanding spesimen R G45.



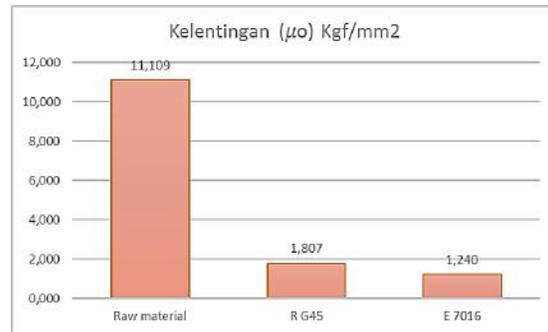
Gambar 14 Grafik Perbandingan Kekuatan Luluh

Nilai kekuatan luluh untuk spesimen *raw material* didapat sebesar 24,551 kgf/mm². Kekuatan luluh untuk *specimen* R G45 sebesar 29,612 kgf/mm² mengalami peningkatan dibanding *raw material*. Nilai kekuatan luluh untuk spesimen E 7016 sebesar 27,578 kgf/mm² mengalami peningkatan dibanding *raw material* tetapi lebih rendah dibanding spesimen R G45.



Gambar 15 Grafik Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas untuk spesimen *raw material* sebesar 82,173 kgf/mm². Nilai untuk spesimen R G45 sebesar 371,764 kgf/mm² mengalami peningkatan dibanding spesimen *raw material*. Nilai untuk spesimen E 7016 sebesar 407,666 kgf/mm² mengalami peningkatan dibanding *raw material* dan spesimen R G45.



Gambar 16 Grafik Kelentingan

Nilai kelentingan untuk spesimen *raw material* didapat sebesar 11,109 kgf/mm². Nilai kelentingan untuk *specimen* R G45 sebesar 1,807 kgf/mm² mengalami penurunan dibanding spesimen *raw material*. Nilai untuk spesimen E 7016 sebesar 1,240 kgf/mm² mengalami penurunan dibanding *raw material* dan R G45.

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro hasil pengelasan. Dari hasil pengujian didapat bahwa telah terjadi perubahan pada struktur mikro spesimen hasil pengelasan.

Product Description RG45. www.arc-zone.com/welding-rod-rg45. Diakses 1 Oktober 2016.

Schey, Jhon A., 2009, *Proses Manufaktur*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Sonawan, Hery dan Suratman Rochim, 2003, *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Sriwidharto, 1987, *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

_____, 2014, *Petunjuk Praktikum Uji Tarik*. Palembang: Laboratorium Metalurgi Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA.