JURNAL

ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN, SUDUT, MERK ELEKTRODA, TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS BUSUR LISTRIK PADA BAJA ST 37

ANALYSIS THE INFLUENCE OF THE VARIATION COOLING, THE ANGLE, BRAND THE ELECTRODES IN A WELDING ARC OF ELECTRICITY TO STEEL ST 37

Oleh:

ILHAM ARIF PURWANTO

12.1.03.01.0081

Dibimbing oleh :

1. Dr. Suryo Widodo, M.Pd
2. Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: ILHAM ARIF PURWANTO
NPM	: 12.1.03.01.0081
Telepon/HP	: 085648171100
Alamat Surel (Email)	: ilhamagger05@gmail.com
Judul Artikel	: ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN, SUDUT, MERK ELEKTRODA, TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS BUSUR LISTRIK PADA BAJA ST 37
Fakultas – Program Studi	: FT/ TEKNIK MESIN
Nama Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
Alamat PerguruanTinggi	: JL. AHMAD DAHLAN NO 76 KEDIRI

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiatisme;
b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri 31 januari 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Dr. Suryo Widodo, M.Pd NIP / NIDN: 0002026403	Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng NIP / NIDN: 0709088301	ILHAM ARIF PURWANTO NPM: 12.1.03.01.0081

ANALISA VARIASI MEDIA PENDINGIN, SUDUT, MERK ELEKTRODA, TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS BUSUR LISTRIK PADA BAJA ST 37

Ilham Arif Purwanto
12.1.03.01.0081
FT-Teknik Mesin
ilhamagger05@gmail.com

Dr. Suryo Widodo, M.Pd. dan Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng

Universitas Nusantara PGRI Kediri

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pengalaman peniliti. Pada proses pengelasan variasi pendingin, sudut, merk elektroda merupakan salah satu dari sekian banyak factor yang mempengaruhi nilai tingkat kekuatan hasil pengelasan.

Dalam menentukan hasil dari variansi kekuatan tarik digunakan desain eksperimen metode taguchi yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses, serta bertujuan menekan biaya dan *ressource* seminimal mungkin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal dapat dipilih dengan semua level faktor yang mempunyai presentase respon lebih besar lebih baik untuk kekuatan. Menurut peringkatnya kondisi optimal yang baik pada kekuatan adalah faktor C merk elektroda pada level 1 yaitu merk A, faktor A pendingin pada level 3 yaitu udara, sedangkan faktor B sudut pada level 1 yaitu $60^{0.}$

Berdasarkan hasil perhitungan uji ANAVA pada kekuatan tarik menunjukkan dari ketiga faktor tersebut yang tidak ada pengaruh yang sangat signifikan yaitu faktor A pendingin (F_{hitung} sebesar 0,15), faktor B sudut (F_{hitung} sebesar 0,03), dan faktor C merk elektroda (F_{hitung} sebesar 0,41). Sehingga untuk pelaku industri kecil bisa menggunakan ketiga faktor tersebut saat proses pengelasan karena dari hasil perhitungan tidak ada pengaruh respon yang signifikan.

Kata kunci : Pengelasan Busur Listrik, Pendingin, Sudut, Merk Elektroda

I. LATAR BELAKANG

Proses pendinginan dilakukan terhadap hasil pengelasan karena proses ini berguna untuk memperbaiki kekuatan tarik dari hasil pengelasan tanpa mengubah komposisi kimia secara menyeluruh. Pada proses pengelasan yang di ikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu bisa mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan, misalnya kekuatan tarik yang meningkat atau kondisi mikrostrukturnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi pendingin, sudut, dan merk elektroda terhadap kekuatan tarik benda.

Pada pengelasan las listrik ini, sering berhubungan dengan arus listrik dan elektroda, dimana besar kecilnya arus tergantung dari diameter elektroda yang digunakan. Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik dan sempurna maka perlu dilakukan pengaturan arus yang sesuai dengan diameter elektroda dan pengaturan panjang pendeknya busur.

Proses pendinginan adalah suatu metode perlakuan suhu rendah tetapi masih diatas titik beku, baik secara sendirian maupun dikombinasikan dengan teknik pengawetan lain (Ridho Adhy, 2012).

Untuk meningkatkan hasil dan mutu pengelasan peneliti menggunakan metode minitab / taguchi.

Karena luasnya penerapan robus desain ini, dilandasi oleh kekuatan pereduksian jumlah kombinasi suatu desain yang dihasilkan dan mampu mengakomondasi eksperimen dengan banyak faktor.

Terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah setelah mengalami proses pengelasan las listrik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang membandingkan tiga media pendingin yaitu udara, air, dan oli pada pengelasan plat baja karbon rendah menggunakan las listrik terhadap kekuatan tarik bahan hasil pengelasan. Penelitian ini menggunakan 12 spesimen, tiga spesimen tanpa dilas, tiga spesimen menggunakan media pendingin udara, tiga spesimen menggunakan media pendingin air, tiga spesimen menggunakan media pendingin oli. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada hasil pengelasan terdapat pada penggunaan media pendingin udara sebesar 34.59kgf/mm^2. Sedangkan kekuatan tarik rata-rata terendah terdapat pada penggunaan media pendingin air sebesar 24.84kgf/mm^2. Kekuatan tarik rata-rata dengan menggunakan media pendingin oli bekas berada diantara media pendingin udara dan air sebesar 29.03 kgf/mm2.

Kecepatan pendinginan berpengaruh terhadap hasil pengujian tarik semakin cepat pendinginan setelah pengelasan maka akan semakin menurunkan kekuatan tarik pada sambungan bajakarbonrendah (Darul Saputra, 2014).

Pelat baja merupakan lembaran baja dengan ketebalan yang relatif kecil dibandingkan ukuran panjang dan lebar lembarnya. Lembaran baja setelah dirol mumpunyai sifat-sifat yang mudah dilas dan dibentuk. Dalam konstuksi baja, plat baja banyak digunakan untuk konstruksi jembatan.

Pelat baja St 37 merupakan bahan bangunan yang sangat kuat dan liat dengan struktur butir yang halus, dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin.

Arti dari St itu sendiri adalah singkatan dari *Steel* (baja) sedangkan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 km/mm^2.

II. METODE

A. Identifikasi Variabel Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang pengaruh variasi pendingin, sudut, dan merk elektroda terhadap kekuatan sambungan las busur listrik pada baja baja ST 37.

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya dapat dikendalikan dan dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan tertentu dalam penelitianyang mengarah pada tujuan dari penelitian. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Media Pendingin
b. Sudut
c. Merk Elektroda

2. Variabel respon

Variabel respon merupakan variabel yang nilainya tidak dapat ditentukan diawal dan akan dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Nilai variabel ini dapat diketahui setelah melakukan eksperimen. Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah kekuatan sambungan.

3. Variabel konstan.

Variabel konstan merupakan variabel yang nilainya ditentukan berdasarkan pertimbangan tertentu dalam penelitian yang mengarah pada tujuan dari penelitian. Variabel konstan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Arus listrik 70 A.
b. Waktu pendinginan selama 1 jam.
c. Pelat baja ST 37 dengan ketebalan 5 mm.
d. Sudut yang digunakan dalam pengelasan $60^{0,}$ $70^{0,}$ $80^{0.}$
e. Elektroda yang digunakan merk A, B, C.

B. Teknik dan Pendekatan Penelitian

1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini disajikan dengan angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data, serta penampilan hasilnya.

2. Teknik Penelitian

Teknik penelitian menggunakan metode taguchi yaitu desain eksperimen yang dapat merancang suatu produk dan proses yang *robust* terhadap kondisi lingkungan, mengembangkan kualitas produk yang *robust* terhadap vairasi komponen dan meminimalkan variasi di sekitar target.

Rancangan eksperimen ini diawali dengan pemilihan matriks yang tergantung dari banyaknya variabel kontrol dan level dari masing-masing variabel tersebut. Tabel 3.1 menunjukan jenis variabel bebas, jumlah level dan nilai dari variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel Bebas dan Pengaturan Level

Variabal bebas		level 1	level 2	level 3
A.	Pendingin	Oli	Air Garam	Udara
B.	Sudut	60^0	70^0	80^0
C.	Merk	A	B	C

Sedangkan faktor konstan yang dipertahankan didalam penelitian ini adalah:

- Arus listrik 70 A.
- Waktu pendinginan 60 menit.
- Sudut 60^0, 70^0, 80^0
- Merk Elektroda A, B, C
- Pelat baja ST 37 dengan ketebalan 5mm.

Faktor dan level penelitian yang digunakan tampak padaTabel 3.2 sedangkan matrik penelitiannya ditunjukan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Variabel Bebas Penelitian

Variabel Bebas	Level	Nilai Variabel		
Pendingin	3	Oli	Air garam	Udara
Sudut	3	60^0	70^0	80^0
Merk	3	A	B	C

Pengambilan data eksperimen dilakukan secara acak dengan kombinasi parameter mengacu pada rancangan percobaan yang sesuai dengan matrik penelitian orthogonal pada Tabel 3.3. Pengacakan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan lunak perangkat *Minitab 16*.

Tabel 3.3 Matrik Ortoghonal

NO	PARAMETER PEMESINAN		
	Pendingin	Sudut	Merk Elektroda
1.	Oli	60^0	A
2.	Oli	70^0	C
3.	Oli	80^0	B
4.	Air Garam	60^0	B
5.	Air Garam	70^0	A
6.	Air Garam	80^0	C
7.	Udara	60^0	C
8.	Udara	70^0	B
9.	Udara	80^0	A

C. Teknik Analisis Data

1. Jenis Analisis

Pada tahap ini, pengumpulan data pengolahan data dilakukan. Selain itu, juga dilakukan perhitungan dan pengujian data statistik pada data hasil eksperimen. Data eksperimen ini menggunakan analisa variansi (ANAVA). Analisa variansi adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif mengestimasi kontribusi dari setiap faktor pada pengukuran respon.

Analisa variansi yang digunakan pada desain parameter berguna untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor, sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan dan ANAVA juga berguna untuk menganalisis data percobaan yang terdiri dari dua faktor atau lebih dengan dua level atau lebih. ANAVA terdiri dari perhitungan derajat kebebasan (db), jumlah kuadrat, kuadrat tengah, dan F_{hitung}.

2. Norma Keputusan

Untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik dilakukan analisis variansi.

Nilai F_{hitung} kurang dari F_{tabel} mengindikasikan bahwa faktor tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon, jika nilai F_{hitung} lebih dari F_{tabel} maka mengindikasikan bahwa faktor tersebut berpengaruh terhadap respon. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F.

Hipotesis variabel terhadap respon :

H_0 : $\tau_1 = \tau_2$, jika H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh variabel terhadap respon.

H_1 : $\tau_2 \neq \tau_2$, jika H_1 diterima, artinya ada pengaruh variabel terhadap respon.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

1. Data Hasil Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan faktor-faktor yang terdapat pada mesin las busur listrik, variabel-variabel yang digunakan antara

lain yaitu pendingin, sudut, dan merk elektroda. Data hasil eksperimen yang diambil pada penelitian ini adalah kekuatan dan struktur mikro.

Rincian tentang data kekuatan dan distorsi masing-masing dapat dilihat pada lampiran 3. Hasil eksperimen secara keseluruhan ditunjukan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Eksperimen

Seting Faktor Kombinasi Ke-	Kekuatan
1. (Oli, 60^0, A)	29,47
2. (Oli, 70^0, B)	30,38
3. (Oli, 80^0, C)	28,75
4. (Air Garam, 60^0, B)	27,17
5. (Air Garam, 70^0, A)	25,98
6. (Air Garam, 80^0, C)	33,48
7. (Udara, 60^0, C)	34,18
8. (Udara, 70^0, B)	31,69
9. (Udara, 80^0, A)	26,85

Sumber : Hasil Pengukuran Pada Eksperimen.

Pengambilan data untuk kekuatan pada sambungan las busur listrik dilakukan sebanyak satu kali percobaan dengan menggunakan spesimen yang sesuai dengan metriks orthogonal dari metodhe taguchi.

2. Perhitungan S/N Rasio

Perhitungan nilai rasio S/N tergantung pada jenis karakteristik kualitas dari respon. Respon kekuatan tarik memiliki karakteristik kualitas sendiri. Respon kekuatan tarik memiliki karakteristik kualitas semakin besar semakin baik untuk dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7.

Contoh S/N rasio dari kekuatan tarik untuk kombinasi seting faktor pertama dengan karaktristik kualitas semakin besar semakin baik adalah sebagai berikut.

$$S/N_1(yield\ strength) = -10\log\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{(1/y_i^{\,2})}{n}\right]$$

$$S/N_1\ (yield\ strength) = -10\,\mathrm{Log}\left[1/29{,}47^2\right]$$

$$S/N_1\ (yield\ strength) = -10\log\left(\frac{1}{868{,}4809}\right) = 29{,}3876$$

$$S/N_1\ (yield\ strength) = 29{,}3876$$

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai rasio S/N yang diperoleh untuk masing-masing respon yang diamati pada masing-masing kombinasi faktor ditunjukan pada tabel 4.2.

No	Pendingin	Sudut	Merek Elektroda	S/N (yield Strength) Kgf/mm^2
1.	Oli	60^0	A	29,3876
2.	Oli	70^0	B	29,6518
3.	Oli	80^0	C	29,1728
4.	Air Garam	60^0	B	28,6818
5.	Air Garam	70^0	A	28,2928
6.	Air Garam	80^0	C	30,4957
7.	Udara	60^0	C	30,6754
8.	Udara	70^0	B	30,0184
9.	Udara	80^0	A	28,5789

Tabel 4.2 S/N Ratio

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata kekuatan tarik, dilakukan pengolahan data respon (data asli) kekuatan tarik yang diperoleh langsung dari pengujian tarik yang dihitung dengan SN ratio dan menggunakan software minitab 16.

Perhitungan nilai rata-rata kekuatan tarik memlalui kombinasi level dari masing-masing faktor dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

$$Y_{jk} = \frac{\sum y_{ijk}}{n_{ijk}}$$

$$Y_{A1} = \frac{29{,}3876 + 29{,}6518 + 29{,}1728}{3}$$

$$Y_{A1} = \frac{88{,}2122}{3}$$

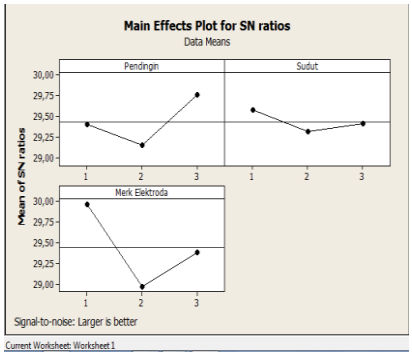
$$Y_{A1} = 29{,}40$$

Tabel 4.3 Kombinasi Faktor Untuk Respon Optimal

	Pendingin	Sudut	Merk Elektroda
Level 1	29,40	29,58	29,97
Level 2	29,16	29,32	28,97
Level 3	29,76	29,42	29,38
Delta	0,60	0,26	1,00
Ranking	2	3	1

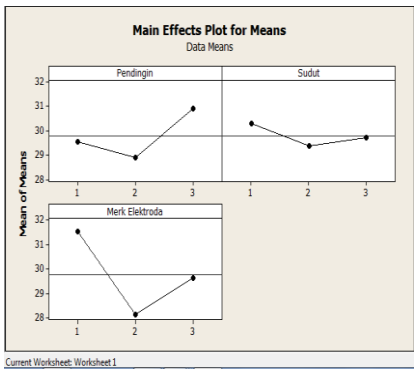
Sumber : Hasil Perhitungan

Grafik untuk milai rata-rata nilai S/N Ratio untuk tiap level faktor tampak pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Grafik SS/N Ratio Kekuatan Tarik

Grafik untuk nilai rata-rata means untuk tiap level faktor tampak pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.5 Grafik Means Kekuatan Tarik

Berdasarkan rata-rata dari nilai S/N rasio pada masing masing parameter proses, dapat ditentukan nilai level yang berpengaruh secara statistik mempengaruhi respon level yang mempengaruhi kekuatan tarik tampak pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Respon Level

Faktor	**Level**	**Nilai Level**
Merk Elektroda	Level 1	A
Pendingin	Level 3	Udara
Sudut	Level 1	60^0

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Analisis Variansi (ANAVA)

Untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik dilakukan analisis variansi. Analisis variansi ANAVA untuk kekuatan tarik tampak pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis Variansi ANAVA Variabel Proses Terhadap Kekuatan Tarik

Analysis of Variance for SN ratios

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Pendingin	2	6,44	6,44	3,22	0,15	0,869
Sudut	2	1,31	1,31	0,65	0,03	0,970
MerkElektroda	2	17,56	17,56	8,78	0,41	0,709
Error	2	42,75	42,75	21,37		
Total	8	68,05				

Sumber: perhitungan

Nilai F_{hitung} yang lebih besar dari F_{tabel} mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F adalah sebagai berikut:

1. Untuk faktor pendingin.

   H_0 : $\tau_1 = \tau_2$ Artinya tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   H_1 : $\tau_2 \neq \tau_2$ Artinya ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   Kesimpulan: F_{hitung} = 0,15 < F(0,05;2;7) = 4,75 maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh pendingin terhadap kekuatan.

2. Untuk faktor sudut.

   H_0 : $\beta_1 = \beta_2$ Artinya tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   H_1 : $\beta_1 \neq \beta_2$ Artinya ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   Kesimpulan: F_{hitung} = 0,03 < F(0,05;4;7) = 4,75 maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh sudut terhadap kekuatan.

3. Untuk faktor merk elektroda.

   H_0 : $\gamma_1 = \gamma_2$ Artinya tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   H_1 : $\gamma_1 \neq \gamma_2$ Artinya ada pengaruh terhadap kekuatan tarik.

   Kesimpulan: F_{hitung} = 0,41 < F(0,05;3;5) = 4,75 maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh merk elektroda terhadap kekuatan.

Berdasarkan uji hipotesis distribusi F, maka faktor pendingin, sudut dan merk elektroda tidak memiliki pengaruh terhadap respon kekuatan tarik. Kondisi H_0 pada respon kekuatan tarik untuk masing-masing faktor ditunjukkan oleh Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kondisi Hipotesis Nol Kekuatan Tarik

Variabel	KondisiH_0
Pendingin	Diterima

Sudut	Diterima
Merk elektroda	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan analisis data dan pengujian, maka seuai dengan rumusan pokok dalam penelitian ini dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik dengan faktor variasi pendingin.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik dengan faktor variasi sudut.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap kekuatan tarik dengan faktor variasi merk elektroda.

V. DAFTAR PUSTAKA

Adam Satriansyah, 2011, *elektroda las,* http://ntrux.wordpress.com/2011/04/12/elektroda-las, 12 Januari 2016.

Bagus sugiarto, 2012, *arus pengelasan listrik* , http://www.bengkelbangun.com/2012/12/arus-pengelasan-las-listrik.html, 12 Januari 2016.

Catatan mekanik, 2012, *pengelasan menggunakan las listrik* , http://catatanmekanik.blogspot.com/2012/03/pengelasan-menggunakan-las-listrik.html, 12 Januari 2016.

Darul Saputra, 2014, *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah Menggunakan Las Listrik,* http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/ptmesin/article/view/1494, 16 Januari 2016.

Didin S. Winatapura, 1997, *Perubahan Mikrostruktur Baja 12% Cr Selama Creep*

Dyah ayuk rahmawati, 2013, *macam-macam las listrik,* https://dyahayukrahmawati.wordpress.com/2013/06/28/macam-macam-mesin-las-listrik/, 16 Januari 2016.

Fifi Bailin Innayatu, *PENGAMATAN MIKROSTRUKTUR BESI DAN ALUMINIUM DENGAN MENGGUNAKAN MIKROSKOPIK.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Heru Catur Prasetiyo, 2011, *TEKNIK PENGELASAN* http: //herucaturprasetiyo36.wordpress.com/ 18 Januari 2016.

Indera Cahya Pradana, 2013, *laporan ST37*, http://www.scribd.com/doc/194508258/Laporan-ST-37#scribd, 16 januari 2016.

Iriawan, N. Dan Astuti, S. P. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi Offset.

Joko santoso, 2006, *Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las smaw dengan elektrodaE7018*, http://lib.unnes.ac.id/755/1/1902.pdf, 18 Januari 2016.

Lestarilee,2014,*makalah las busur listrik*, http://lestarilee.blogspot.com/2014/11/makalah-las-busur-listrik.html. 12 Januari 2016.

M. Achyarsyah, 2014, *Analisis Sifat Mekanik Pada Material AISI 4140 Dan CREUSABRO 8000 Untuk Aplikasi Gigi Bucket Produksi PT. POLMAN SWADAYA*. Bandung.

M.Erwanoor, 2013, *las listrik*, http://erwanoortkr.blogspot.com/2013/05/las-listrik.html, 12 Januari 2016.

Montgomery, D. C. 2005. *Design and analysis of experiments 6th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Montgomery, D. C. 2005. *Design and analysis of experiments 7th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mr.Arief Eka Mirayhan-Eka Setya Wijaya, 2015, *Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik*, 24 Januari 2016.

M. Taufan Rizal, 2005, *PENGARUH KADAR GARAM DAPUR (NaCl) DALAM MEDIA PENDINGIN TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PADA PROSES PENGERASAN BAJA V-155*, https://id.scribd.com/doc/188360827/PENGARUH-KADAR-GARAM-DAPUR-NaCl-DALAM-MEDIA-PENDINGIN-TERHADAP-TINGKAT-KEKERASAN-PADA-PROSES-PENGERASAN-BAJA-V-155.

Ridho adhy, 2012**,** *Pengertian las listrik*, http://teknikmes.blogspot.com/2012/11/pengertian-las-listrik.html. 16 Januari 2016.

Soejanto, I. 2009. *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi Edisi Pertama, Yogyakarta:* Graha Ilmu.

Sukamto, 2012 *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Hasil Pengelasan TIG Pada Baja Karbon Rendah,* http://jurnalteknik.janabadra.ac.id/wp-content/uploads/2012/01/Jurnal-Juli-2009Sukamto.pdf, 16 Januari 2016.

SUSPENDED, 2014, *Manfaat Uji Tarik Untuk IndustriManufaktur*, http://www.kompasiana.com/alatuji.com/manfaat-uji-tarik-untuk-industri-manufaktur_54f99b61a33311cd568b4677. 16 Januari 2016.

Tofas Faizal, 2014, *sambungan*, http://tofas2.blogspot.com/ 12 Januari 2016.

Udin juhrodin, 2013, *analisa data menggunakan minitab,* http://udinjuhrodin.byethost3.com/analisis-data-menggunakan-minitab-v-16/?ckattempt=1, 12 Januari 2016.

Ulfah dan Dwi Asmi, 2012, *Gugus Fungsional, Mikrostruktur dan Struktur Keramik Kalsium Berbasis Silika Sekam Padi pada Suhu 1100^{0}C dengan Teknik Reaksi Padatan,* Bandar Lampung