ARTIKEL

Optimasi Kekuatan Tarik Pada Pengelasan SMAW Material ST 41 Dengan Metode Taguchi

Optimation Of Tensile Strength at SMAW Welding ST 41 Material Using Taguchi Method

Oleh:

BAYU AGUNG SATRIO WIBOWO

13.1.03.01.0059

Dibimbing oleh :

1. **FATKUR RHOHMAN, M.Pd.**
2. **AM. MUFARRIH, M.T.**

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	:Bayu Agung Satrio Wibowo
NPM	:13.1.03.01.0059
Telepun/HP	:085790969809
Alamat Surel (Email)	:bayu.asw48@gmail.com
Judul Artikel	:Optimasi Kekuatan Tarik Pada Pengelasan SMAW Material ST 41 Dengan Metode Taguchi
Fakultas – Program Studi	:Teknik- Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	:Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	:Jl. KH. Ahmad Dahlan No.76, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64112

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme.
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 ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 11 Agustus 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Fatkur Rhohman, M.Pd NIDN. 0728088503	**Am. Mufarrih, M.T.** NIDN. 0730048904	**Bayu Agung Satrio Wibowo** NPM. 13.1.03.01.0059

OPTIMASI KEKUATAN TARIK PADA PENGELASAN SMAW MATERIAL ST 41 DENGAN METODE TAGUCHI

BAYU AGUNG SATRIO WIBOWO
13.1.03.01.0059
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email: bayu.asw48@gmail.com
Fathur Rhohman, M.Pd.[1] dan Am. Mufarrih, M.T[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Pengelasan pada saat ini banyak sekali digunakan untuk proses penyambungan dan penyatuan, karena sambungan las relatif lebih cepat dan kuat. Penyambungan dengan cara pengelasan membutuhkan ampere yang sesuai dengan jenis benda kerja. Hasil pengelasan ini diharapkan dapat menghasilkan suatu sambungan yang memiliki sifat mekanis (uji tarik) yang baik.Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan hasil kekuatan tarik yang paling optimal dari variasi arus, jenis kampuh, serta media pendingin terhadap kekuatan tarik pada sambungan las material ST 41. Metode penelitian menggunakan metode taguchi, sedangkan untuk analisa data penelitian menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA*)* dengan bantuan *software minitab 16*.Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik rata-rata paling optimal pada pengaturan arus 70 ampere, dengan menggunakan kampuh V, serta media pendingin oli bekas sebesar 0,6507 kN. Hasil analisa juga menunjukkan faktor variasi arus dan variasi jenis kampuh berpengaruh terhadap kekuatan tarik dengan *P-Value* < α (0.05) sedangkan faktor variasi media pendingin tidak berpengaruh dengan *P-Value* > α (0.05). Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor variasi arus dan variasi jenis kampuh berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik, sedangkan faktor variasi media pendingin tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik.

Kata kunci : Kekuatan tarik, SMAW, ST 41, taguchi

A. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang dengan pesat, Salah satu bidang yang ikut berkembang dengan pesat adalah pengelasan. Pengelasan pada saat ini banyak sekali digunakan untuk proses penyambungan dan penyatuan, karena sambungan las relatif lebih cepat dan kuat. Hasil pengelasan ini diharapkan dapat menghasilkan suatu sambungan yang memiliki sifat mekanis (uji tarik). Menurut Suprodjo dan Purwandi (2005), mengatakan bahwa secara matematis optimasi adalah cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum atau minimum dari suatu fungsi tertentu.

Dalam penelitian ini memiliki tujuan masalah antara lain: (1) untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi arus, jenis kampuh, dan media pendingin terhadap kekuatan tarik pada sambungan las material ST 41, (2) untuk mengetahui pengaturan variasi arus, jenis kampuh, dan media pendingin yang tepat agar dapat memperoleh kekuatan tarik paling optimal.

Pengujian tarik merupakan proses pengujian yang biasa dilakukan karena pengujian tarik dapat menunjukkan perilaku bahan selama proses pembebanan. Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik, yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji. Kekuatan tarik disebut juga tegangan tarik maksimal bahan (Kenyon, dan Ginting 1984).

Tegangan *(stress)* adalah beban dibagi luas penampang bahan dan regangan *(strain)* adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan (Santoso, 2006).

$$\text{Stress } (\sigma) = F/A \qquad (1)$$

Dimana :

F : gaya tarikan (Newton)

A : luas penampang (mm^2)

$$\text{Strain } (\varepsilon) = \Delta L/L \qquad (2)$$

Dimana :

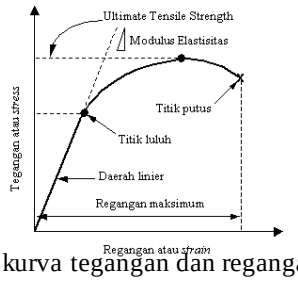
ΔL : pertambahan panjang (mm)

L : panjang awal (mm)

Hubungan antara stress dan strain dapat dirumuskan :

$$E = \sigma / \varepsilon \qquad (3)$$

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan–pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan.



Gambar 1. kurva tegangan dan regangan (Smith, 1984)

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji (Santoso, 2006).

$$\sigma u = \frac{fu}{Ao} \quad (4)$$

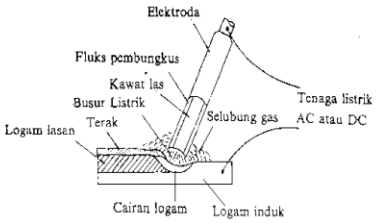
Dimana :

σu = Tegangan nominal (kg/mm²)

Fu = Beban maksimal (kg)

Ao = Luas penampang mula dari penampang batang (mm²)

Sedangkan untuk proses pengelasan SMAW menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara anoda dan katoda (ujung elektroda dan permukaan benda kerja).



Gambar 2. Skema Las SMAW (Wiryosumarto dan Okumura 2000)

Penggunaan ampere pada pengelasan sangat bergantung pada besar kecilnya diameter elektroda yang dipakai. Arus listrik yang terlalu besar dapat mengakibatkan terjadinya elektroda yang terlalu panas dan dapat merusak kestabilan fluks, lebar cairan terlalu besar sehinga mengkibatkan logam lasan berpori (*porosity*) dan besar kemungkinan terjadi *undercut*. Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk (Widharto, 2006).

B. METODE PENELITIAN

Taguchi menggunakan metode perancangan yang dibagi dalam tiga tahapan yaitu perancangan sistem, perancangan parameter dan perancangan toleransi, metode Taguchi berusaha untuk membuat design produk eksperimen yang tahan terhadap variasi berdasarkan eksperimen pemilihan faktor-faktor kendali yang optimal dan mengurangi noise metode ini pada tahapan eksperimen menggunakan *Signal to Noise Rasio* (SNR) sebagai salah satu methode statistik dalam mencari produk sambungan terhadap variasi.

Menurut Soejanto (2009) mengatakan bahwa metode Taghuchi berupaya mencapai sasaran tersebut dengan

menjadikan produk dan proses tidak sensitif terhadap faktor gangguan. Metode Taguchi memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain eksperimen lainnya (Soejanto, 2009). Kelebihan-kelebihan tersebut antara lain : (1) Lebih efisien karena dapat melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan level faktor. (2) Dapat memperoleh proses yang menghasilkan produk secara konsisten terhadap faktor yang tidak dapat dikontrol. (3) Menghasilkan kesimpulan mengenai level dari faktor kontrol yang menghasilkan respon yang optimal.

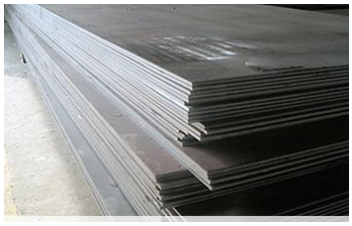
Faktor dan level penelitian yang digunakan terlihat pada tabel dibawah

Tabel 1. Variabel dan Level Penelitian

Variabel Bebas	Level	Nilai Variabel		
Arus	3	60 Ampere	70 Ampere	80 Ampere
Kampuh	2	I	V	-
Media Pendingin	3	Air Garam	Air Kelapa	Oli Bekas

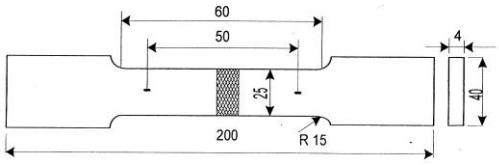
Sehingga untuk tabel hasil percobaan dengan menggunakan 2 replikasi atau pengulangan nantinya akan dirata-rata untuk memperoleh hasil yang paling optimal.

Adapun tahap penelitian yang akan dilakukan oleh penulis dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah yang pertama menyiapkan material yang akan digunakan yaitu material ST 41.



Gambar 3. Material ST 41

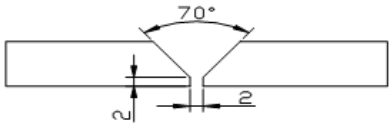
Material ST 41 dengan ketebalan 4 mm dipotong dengan panjang 200 mm dan lebar 40 mm, lalu dibentuk dengan skema sebagai berikut :



Gambar 4. Skema material

Pada gambar 4. material ST 41 dengan ketebalan 4 mm, panjang 200 mm, dan lebar 40 mm. Setelah plat dipotong lalu tahap selanjutnya adalah membuat kampuh I dan kampuh V.

Gambar 5. Kampuh I (Sonawan dan Rochim 2004)



Gambar 6. Kampuh V (Sonawan dan Rochim 2004)

Kemudian spesimen di las dengan variasi arus pengelasan mulai dari 60, 70,

dan 80 Ampere secara bertahap. Lalu dilanjutkan dengan proses pendinginan dengan menggunakan tiga variasi media pendingin yaitu air garam, air kelapa, dan oli bekas, setelah itu dilakukan proses pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik pada sambungan las.

Gambar 7. Mesin uji tarik

Kemudian untuk teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode statistik *Analysis Of Variance* (ANOVA). Dengan persyaratan uji ANOVA adalah data yang dianalisis harus terlebih dahulu dilakukan uji asumsi IIND (Identik, Independen, dan Distribusi Normal). ANOVA menggunakan taraf signifikan 0,05 atau 5% artinya hipotesis yang diterima sebesar 95% untuk *software* yang digunakan adalah *Minitab 16*.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa uji sehingga sebelum masuk hasil uji perlu diketahui dulu deskripsi hasil data pada setiap variabel. Kemudian diuji asumsi (IIDN) setelah itu tahap ANOVA.

1. Deskripsi Hasil Data Variabel

Nilai kekuatan tarik yang telah didapat dari hasil pengujian dari berbagai variasi.

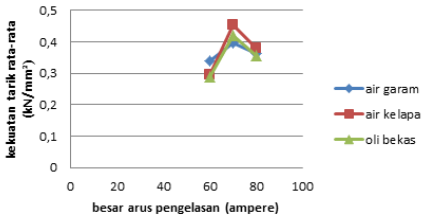
Gambar 8. Pengambilan Data

Tabel dibawah ini merupakan hasil pengambilan data dari pengujian kekuatan tarik pada sambaungan las SMAW dengan 2 replikasi.

Tabel 2. Data hasil pengujian kekuatan tarik

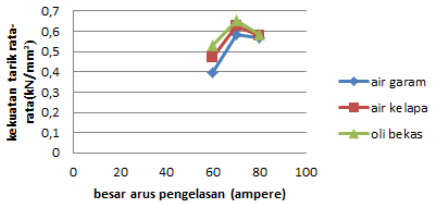
No	Kampuh	Arus (Ampere)	Media Pendingin	Kekuatan Tarik (kN/mm²)		
				1	2	Rata-rata
1			Air Garam	0,263	0,414	0,338
2			Air Kelapa	0,290	0,298	0,294
3		60	Oli Bekas	0,289	0,291	0,290
4			Air Garam	0,372	0,418	0,395
5			Air Kelapa	0,390	0,517	0,453
6	I	70	Oli Bekas	0,459	0,383	0,421
7			Air Garam	0,435	0,292	0,363
8			Air Kelapa	0,404	0,357	0,380
9		80	Oli Bekas	0,324	0,387	0,355
10			Air Garam	0,398	0,398	0,398
11			Air Kelapa	0,433	0,511	0,472
12		60	Oli Bekas	0,473	0,583	0,528
13			Air Garam	0,588	0,584	0,586
14	V		Air Kelapa	0,652	0,596	0,624
15		70	Oli Bekas	0,579	0,722	0,650
16			Air Garam	0,633	0,501	0,567
17		80	Air Kelapa	0,462	0,698	0,580
18			Oli Bekas	0,584	0,578	0,581

Untuk tampilan grafik hasil dari rata-rata data penelitian kekuatan tarik dapat kita lihat grafik dibawah ini.



Gambar 9. Grafik hasil uji tarik dengan kampuh I

Dari gambar 9. diatas menunjukan hasil kekuatan tarik material ST 41 pasca pengelasan dengan menggunakan arus sebesar 60, 70, dan 80 Ampere dengan menggunakan media pendingin air garam, air kelapa, dan oli bekas pada kampuh I dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik rata-rata terendah terletak pada media pendingin oli bekas dengan arus 60 ampere yaitu sebesar 0,290 kN/mm^2, sedangkan nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi terletak pada media pendingin air kelapa dengan arus sebesar 70 ampere yaitu sebesar 0,4535 kN/mm^2.

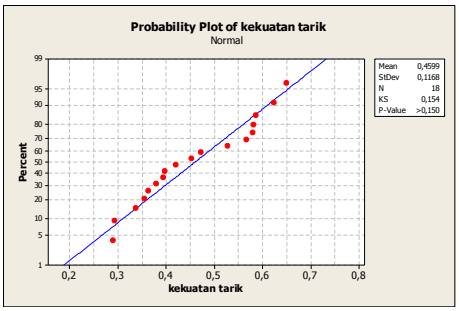


Gambar 10. Grafik hasil uji tarik dengan kampuh V

Dari gambar 10. diatas menunjukan hasil kekuatan tarik material ST 41 pasca pengelasan dengan menggunakan arus sebesar 60, 70, dan 80 Ampere dengan menggunakan media pendingin air garam, air kelapa, dan oli bekas pada kampuh V dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik rata-rata terendah terletak pada media pendingin air garam dengan arus 60 ampere yaitu sebesar 0,398 kN/mm^2, sedangkan nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi terletak pada media pendingin oli bekas dengan arus sebesar 70 ampere yaitu sebesar 0,6507 kN/mm^2.

2. Analisa Data

Prosedur analisa data, perlu terlebih dahulu diuji dengan asumsi IIDN (Identik, Independen, dan Distribusi Normal). Pertama Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov yang terdapat pada program *minitab 16*.

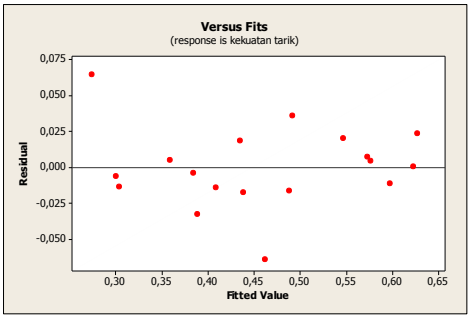


Gambar 11. Plot Uji Distribusi Normal pada kekuatan tarik.

H_0 ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada α = 0.05. Gambar 11. menunjukan bahwa dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh *P-Value* sebesar 0.150 yang berarti lebih besar dari α = 0.05. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa H_0

merupakan residual berdistribusi normal (Arikunto. 2002).

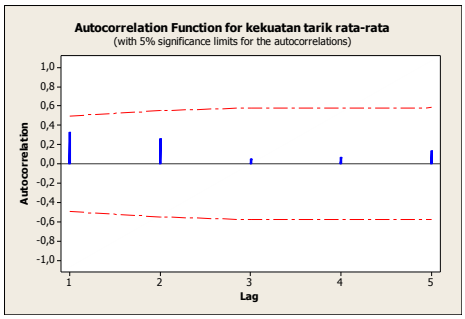
Kemudian uji identik untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak



Gambar 12. Plot residual Plot Residual kekuatan tarik

Gambar 12. menunjukkan bahwa residual terbesar secara acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Dengan demikian asumsi residual identik terpenuhi.

Yang terakhir pengujian independen, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *auto coreelation function* (ACF) yang terdapat pada program *minitab 16*.



Gambar 13. Plot ACF pada respon kekuatan tarik rata – rata

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukan pada gambar 13. Tidak ada nilai AFC pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen (Arikunto. 2002).

3. Hasil Analisa Data

Analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel proses yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. ANOVA untuk kekuatan tarik berdasarkan perhitungan program *minitab 16* dapat tabel dibawah ini:

Tabel 3. Analisa Varians Variabel Proses Terhadap kekuatan tarik rata-rata

Optimation of Tensile Strength at SMAW Welding ST 41 Material Using Taguchi Method

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Kampuh	1	0,159650	0,159650	0,159650	145,01	0,000
Arus	2	0,055794	0,055794	0,0278897	25,34	0.000
Media Pendingin	2	0,003144	0,003144	0,001572	1,43	0.278
Error	12	0,013212	0,013212	0,001101		
Total	17	0,231800				

S = 0,0331812 R-Sq = 94,30% R-Sq(adj) = 91,93%

Sedangkan nilai persentase kontribusi pengaruh dari setiap faktor penelitian (variabel bebas) terhadap kekuatan tarik adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Persentase Kontribusi Untuk Setiap Faktor Penelitian

Variabel Bebas	DF	Seq SS	Adj MS	% Kontribusi
Kampuh	1	0,159650	0,159650	68,87
Arus	2	0,055794	0,55794	24,06
Media Pendingin	2	0,003144	0,003144	1,35
Error	12	0,013212	0,001101	5,72
Total	17	0,231800		100.00

4. Pengujian Hipotesis

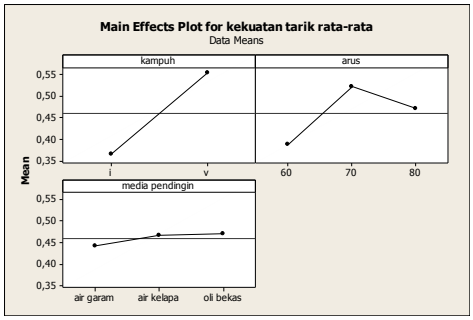
Dalam pengujian hipotesis untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat menggunakan cara membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis varian dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, α (signifikan) 0.05.

Untuk variabel bebas variasi kampuh. Kesimpulan: F_{hitung} = 145.01> $F_{(0.05;1,34)}$ = 4.13, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh variasi kampuh terhadap kekuatan tarik.

Untuk variabel bebas variasi arus Kesimpulan: F_{hitung} = 25.34 > $F_{(0.05;1,34)}$ = 4.13, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh variasi arus terhadap kekuatan tarik.

Untuk variabel bebas variasi media pendingin. Kesimpulan: F_{hitung} = 1.43< $F_{(0.05;1,34)}$ = 4.13, maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh variasi media pendingin terhadap kekuatan tarik.

Pengaruh yang diberikan dari tiga variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui gambar *main effect plot* untuk kekuatan tarik yang didapat dari uji ANOVA pada *Software Minitab 16* sebagai berikut.



Gambar 14. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap kekuatan tarik

5. Pembahasan

Beberapa kombinasi yang mampu menghasilkan kekuatan tarik yang optimal.

Dimana pengaruh kampuh V dengan arus 70 ampere dan pada media pendingin oli bekas yang mampu menghasilkan kekuatan tarik tertinggi. Hasil eksperimen dan analisa data besar dan kecilnya nilai kekuatan tarik terpengaruh dari variabel bebas antara lain sebagai berikut :

Hasil Penelitian pada kampuh V menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada kampuh I dengan persen kontribusi sebesar 68,87%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Saputra (2014), dengan penelitian "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekutan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Dengan Menggunakan Las Listrik." yang menyatakan bahwa kampuh V memiliki pengaruh lebih besar daripada kampuh I.

Hasil penelitian menunjukan arus 70 ampere memiliki kekuatan tarik tertinggi daripada arus 80 dan 60 ampere dengan persen kontribusi sebesar 24,06%. hasil ini sesuai dengan penelitian Santoso (2006), dengan penelitian "Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E6013." yang menyatakan bahwa arus 70 ampere memiliki pengaruh lebih besar terhadap kekuatan tarik.

Hasil penelitian menunjukan untuk media pendingin tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil penelitian kekuatan tarik dengan persen kontribusi sebesar 1,35%. Sehingga sesuai penelitian Santoso (2006), dengan penelitian "Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E6013." yang menyatakan bahwa media pendingin tidak berpengaruh signifikan tehadap hasil uji tarik pada sambungan las SMAW.

Dari hasil pembahasan diatas diketahui bahwa variabel bebas kampuh dan arus memiliki pengaruh terhadap hasil kekuatan tarik, sedangkan variabel media pendingin tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil kekuatan tarik sambungan las SMAW.

D. PENUTUP

1. Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul Optimasi kekuatan tarik pada pengelasan smaw material st 41 dengan metode taguchi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Optimasi kekuatan tarik pada pengelasan SMAW untuk variasi arus dan kampuh memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dengan hasil dari analisa variansi untuk nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau *P-value* lebih kecil dari nilai signifikan (0.05 = 5%). Sedangkan untuk media pendingin tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik dimana *P-value* lebih besar dari nilai signifikan (0.05 = 5%).
b. Pada pengaturan variasi arus, kampuh, dan media pendingin untuk mendapatkan hasil uji kekuatan tarik dapat menggunakan variasi arus 70 ampere kemudian kampuh V serta media pendingin oli bekas yang diperoleh hasil kekuatan tarik paling optimal.

2. Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menguji faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil kekuatan tarik pada sambungan las SMAW misalkan

dengan variasi arus yang lebih besar dan jenis material yang lain sehingga mendapatkan hasil kekuatan tarik yang lebih optimal.

E. DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi. 2002. *Prosedur Penelitian*, Bina Aksara, Jakarta.

Kenyon, W. dan Ginting, D. 1984. *Dasar-Dasar Pengelasan*. Jakarta: Erlangga.

Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E6013*. (Skripsi). Semarang: Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Saputra, Hendra. 2014. *Analisis Pengaruh Media Pendingin terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik*, (http://eprints.unlam.ac.id) Diunduh 20 Nopember 2016.

Smith, D. 1984. *Welding Skills and Teknology*. New York: McGraw.

Soejanto. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sonawan, H. dan Rochim, Suratman. 2004. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.

Suprodjo dan Purwandi. 2005. *Optimasi Secara Matematis*. (http://ejournal.itn.ac.id) Diunduh 8 Nopember 2016.

Widarto, Sri. 2006. *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Wiryosumarto. dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan Ke 8. Jakarta: Pradnya Paramita.