



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN

Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 1214 Malang 65145

Surat Keterangan Penelitian  
Nomor : 061/PT.13.FT.6.M/VII/2015

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa:

Nama : Teguh Aris Santoso  
Nim. : 105060207111001-62  
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin S1  
Fakultas : Teknik  
Universitas/Instansi : Universitas Brawijaya Malang

Benar-benar telah melaksanakan penelitian / pengambilan data Pengujian Kekerasan Mikrovickers, Foto Mikro dan Faoto Makro pada Baja Aluminium A6061 di Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 29 Juni - 27 Juli 2015 dengan judul skripsi :

"Pengaruh Variasi *Friction Time* Terhadap Sifat Tarik Sambungan *Friction Welding* dengan Panjang *Chamfer* 3mm pada Alumimiun Alloy 6061."

Demikian surat keterangan ini di buat dengan sebenar benarnya dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan dengan seperlunya.



Malang, 30 Juli 2015

Ka. Lab. Pengujian Bahan

Ir. Erwin Sulistyono, MT.  
NIP. 19661213 199802 1 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

### LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN

Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 1214 Malang 65145

#### DATA HASIL PENGUJIAN

Jenis Pengujian : Pengujian Kekerasan Mikrovickers  
Satuan : HV  
Beban : 0.98 N  
Bahan : Baja Al-Mg-Si  
Penguji : Teguh Aris Santoso  
NIM. : 105060207111001-62  
Universitas/Instansi : Universitas Brawijaya Malang  
Tanggal Pengujian : 03 Juli 2015

Panjang Chamfer	Friction Time	Daerah	Kekerasan (VHN)
3 mm	40 detik	Las	172.17
		HAZ	151.93
		Logam Induk	137.33
	60 detik	Las	167.63
		HAZ	146.5
		Logam Induk	126.67

Panjang Chamfer	Friction Time	Daerah	Kekerasan (VHN)
Tanpa chamfer	40 detik	Las	158.13
		HAZ	170.67
		Logam Induk	123.9
	60 detik	Las	123.13
		HAZ	149.23
		Logam Induk	120.57



Malang, 30 Juli 2015

Ka. Lab. Pengujian Bahan

*Erwin Sulisty*

Ir. Erwin Sulisty, MT.

NIP. 19661213 199802 1 001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK  
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN KONSTRUKSI  
Mayjend. Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 587710, 587711 Pes. 1125-1126

SURAT KETERANGAN

No : 091 /LBK.FT/IV/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UB, Menerangkan bahwa mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama : Teguh Aris Santoso  
NIM : 105060207111001/ S-1 Teknik Mesin  
Lembaga : Universitas Brawijaya

Untuk melengkapi data penelitiannya, telah melakukan pengujian Tekan Pegas di Lab Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Malang 23 April 2015  
Kepala Laboratorium



Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS  
NIP. 195112111981032001



PENGUJIAN KE-1				PENGUJIAN KE-2				PENGUJIAN KE-3				RATA-RATA PENGUJIAN 1, 2, & 3			
Beban (kg)	Displacement (mm)	Konstanta (kg/mm)		Beban (kg)	Displacement (mm)	Konstanta (kg/mm)		Beban (kg)	Displacement (mm)	Konstanta (kg/mm)		Beban (kg)	Displacement (mm)	Konstanta (kg/mm)	
10	1,44	6,94		10	1,69	5,92		10	1,59	6,29		10	1,57	6,38	
20	3,11	6,43		20	3,18	6,29		20	2,98	6,71		20	3,09	6,48	
30	4,51	6,65		30	4,63	6,48		30	4,31	6,96		30	4,48	6,70	
40	5,51	7,26		40	5,92	6,76		40	5,55	7,21		40	5,66	7,07	
50	6,91	7,24		50	7,18	6,96		50	6,70	7,46		50	6,93	7,22	
60	8,23	7,29		60	8,49	7,07		60	7,89	7,60		60	8,20	7,32	
70	9,61	7,28		70	9,90	7,07		70	9,12	7,68		70	9,54	7,34	
80	10,86	7,37		80	11,34	7,05		80	10,33	7,74		80	10,84	7,39	
90	12,66	7,11		90	12,83	7,01		90	11,48	7,84		90	12,32	7,32	
100	13,46	7,43		100	14,05	7,12		100	12,67	7,89		100	13,39	7,48	
110	14,76	7,45		110	15,29	7,19		110	13,84	7,95		110	14,63	7,53	
120	15,76	7,61		120	16,66	7,20		120	15,06	7,97		120	15,83	7,60	
130	17,35	7,49		130	17,94	7,25		130	16,26	8,00		130	17,18	7,58	
140	18,30	7,65		140	19,28	7,26		140	17,46	8,02		140	18,35	7,64	
150	19,97	7,51		150	20,79	7,22		150	18,67	8,03		150	19,81	7,59	
160	21,39	7,48		160	22,31	7,17		160	19,87	8,05		160	21,19	7,57	
170	22,65	7,51		170	23,60	7,20		170	21,10	8,06		170	22,45	7,59	
180	23,75	7,58		180	24,79	7,26		180	22,31	8,07		180	23,62	7,64	
190	24,77	7,67		190	25,99	7,31		190	23,49	8,09		190	24,75	7,69	
200	25,87	7,73		200	27,27	7,33		200	24,70	8,10		200	25,95	7,72	
210	27,45	7,65		210	28,54	7,36		210	25,95	8,09		210	27,31	7,70	
220	28,78	7,64		220	29,91	7,36		220	27,16	8,10		220	28,62	7,70	
230	29,98	7,67		230	31,37	7,33		230	28,50	8,07		230	29,95	7,69	
Konstanta Rata-Rata			7,38	Konstanta Rata-Rata			7,05	Konstanta Rata-Rata			7,74	Konstanta Rata-Rata			7,39
Konstanta Maximum			7,73	Konstanta Maximum			7,36	Konstanta Maximum			8,10	Konstanta Maximum			7,72
P <sub>10</sub> = 89,75 mm				P <sub>10</sub> = 89,75 mm				P <sub>10</sub> = 89,75 mm				P <sub>10</sub> = 89,75 mm			
P <sub>20</sub> = 89,55 mm				P <sub>20</sub> = 89,55 mm				P <sub>20</sub> = 89,47 mm				P <sub>20</sub> = 89,47 mm			
P <sub>1</sub> = 89,75 mm				P <sub>1</sub> = 89,75 mm				P <sub>1</sub> = 89,73 mm				P <sub>1</sub> = 89,74 mm			
P <sub>2</sub> = 89,55 mm				P <sub>2</sub> = 89,47 mm				P <sub>2</sub> = 89,47 mm				P <sub>2</sub> = 89,50 mm			

BRAWIJAYA



The Learning University

**LABORATORIUM STRUKTUR**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI MALANG**  
Gedung D9 Lt 2 Kampus UM Jl. Semarang No. 5 Malang Telp/Fax: (0341) 587 082 Ext. 2051

## SURAT KETERANGAN

No. 23b.06.2015

Yang bertandatangan di bawah ini Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, menerangkan bahwa,

Nama : Teguh Aris Santoso

NIM : 105060207111001

Instansi : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Telah melakukan pengujian tarik aluminium sebanyak 32 benda uji pada tanggal 17 Juni 2015 di Laboratorium Struktur-Teknik Sipil-FT-UM.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 23 Juni 2015  
Kepala Laboratorium  
Teknik Sipil-FT-UM



**Drs. EkoSuwarno, M.Pd**  
NIP. 19650216 199001 1001



# Calibration Certificate



www.easternproengineering.com  
e-mail : service@easternproengineering.com

Certificate Number  
4796.EPE.10.14

Order Number : 500.14.227  
Received Date : October 02, 2014

Company Name : Lab. Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang  
Address : Jl. Semarang No. 5 - Malang

Equipment Name : Universal testing Machine  
Manufacture : Kai Wei  
Type / Model :  
Serial Number : 068  
Capacity : 1000 kN  
Resolution : 0.1 kN

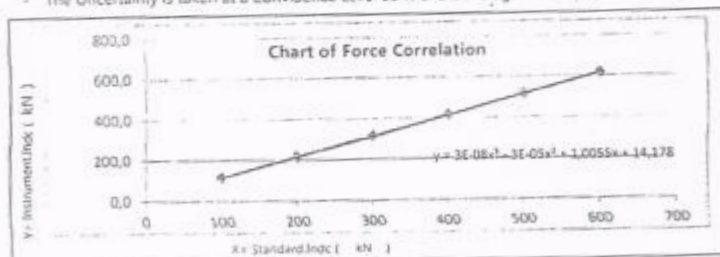
Environment Condition of Calibration  
Temperature :  $25 \pm 2$  °C  
Humidity :  $54 \pm 5$  %  
Reference : SMM-WI-F-01  
Calibration Date : October 02, 2014  
Calibration Location : Lab. Struktur Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Negeri Malang

### Calibration Report

Standard Indication (kN)	PT. EASTERN PRO ENGINEERING					
	Adjusting	Adjusting	Adjusting	Adjusting	Adjusting	Adjusting
0	13,2	-	-13,2	-	0,0	-
100	214,5	-	-14,5	-	-14,5	-
200	214,4	-	-14,4	-	-7,2	-
300	314,4	-	-14,4	-	-4,8	-
400	413,9	-	-13,9	-	-3,5	-
500	514,2	-	-14,2	-	-2,8	-
600	614,6	-	-14,6	-	-2,4	-
700	715,6	-	-15,6	-	-2,2	-

Uncertainty 95% ± : 0,96 %

The Uncertainty is taken at a Confidence Level 95 % and Coverage Factor (k) = 2



Calibrator used  
Calibrator Name  
1. Loadcell

Manufacture  
ELE

Type  
LI-SWI

Serial Number

Traceable to SI Through  
LK - 013 - IDN

Calibrated By

Asih M. N. E.  
Technician

Date of Issued  
October 08, 2014



Ir. Sukiswanto  
Director

-End of Certificate-

This certificate applies only for the item specified above  
It is prohibited to quote/reproduce and/or publish part of this certificate without written permission from PT. EASTERN PRO ENGINEERING  
This certificate is valid when sealed by PT. EASTERN PRO ENGINEERING

Kawasan Wangsa Niaga Wetan No. 27 Kota Baru Parahyangan - Bandung Barat

Phone : (021) 680-9950





PT.H.P.METALS INDONESIA

122804

Method: AI-SS-6063  
 Comment: AI-Base SS-6063  
 Sample No.: 2  
 Element Concentration  
 Sample ID:  
 5/8/2014 10:36:53 AM

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.568	0.311	0.252	0.0212	0.827	0.0836	0.0434	0.0135
2	0.574	0.304	0.255	0.0214	0.826	0.0832	0.0419	0.0134
3	0.562	0.302	0.250	0.0213	0.813	0.0831	0.0418	0.0133

	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.0043	0.0038	0.0088	0.0021	0.00061	0.00072	0.0012	0.00013
2	0.0035	0.0032	0.0084	0.0030	0.00062	0.00071	0.0011	< 0.00010
3	0.0027	0.0027	0.0084	0.0030	0.00061	0.00071	0.0012	< 0.00010

	Be	Zr	Bi	Cd	Al		
	%	%	%	%	%		
1	0.00006	0.0015	< 0.00030	0.0012	97.9		
2	0.00006	0.0015	< 0.00030	0.0012	97.9		
3	0.00006	0.0015	< 0.00030	0.0011	97.9		



PT.H.P.METALS INDONESIA

122804

Method: AI-SS-6063  
 Comment: AI-Base SS-6063  
 Sample No.: 2  
 Element Concentration  
 Sample ID:  
 5/8/2014 10:36:53 AM

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	%	%	%	%	%	%	%	%
Ø (3)	0.568	0.305	0.252	0.0213	0.823	0.0833	0.0424	0.0134

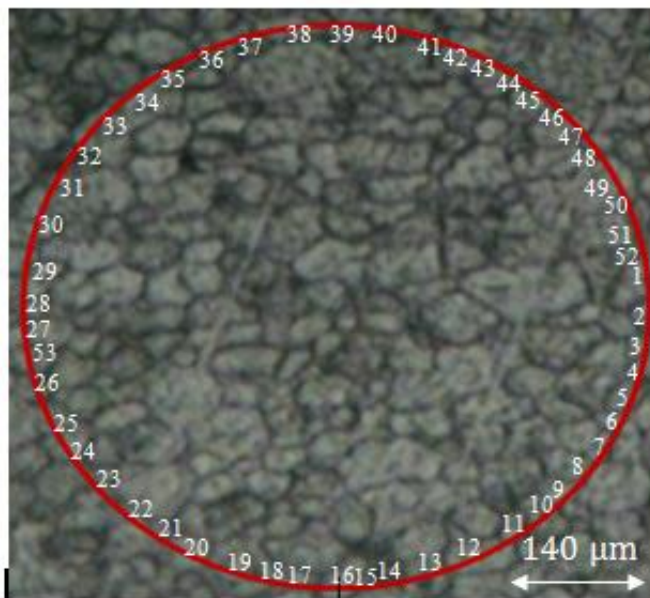
	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
	%	%	%	%	%	%	%	%
Ø (3)	0.0036	0.0032	0.0085	0.0030	0.00064	0.00072	0.0011	0.00011

	Be	Zr	Bi	Cd	Al		
	%	%	%	%	%		
Ø (3)	0.00006	0.0015	< 0.00030	0.0012	97.9		



TABLE 4 Grain Size Relationships Computed for Uniform, Randomly Oriented, Equiaxed Grains

Grain Size No. G	$\bar{N}_A$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{d}$ Average Diameter		$\bar{r}$ Mean Intercept		$\bar{N}_L$ No./mm
	No./in. <sup>2</sup> at 100X	No./mm <sup>2</sup> at 1X	mm <sup>2</sup>	μm <sup>2</sup>	mm	μm	mm	μm	
00	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91239	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.84	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.0	4.00	62.00	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
3.5	5.66	87.68	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.00806	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.9	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0238	23.8	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.00050	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.8	0.00036	356	0.0189	18.9	0.0168	16.8	59.46
9.0	256.00	3968.0	0.00025	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.04	5611.6	0.00018	178	0.0133	13.3	0.0119	11.9	84.09
10.0	512.00	7936.0	0.00013	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.0
10.5	724.08	11223.2	0.000089	89.1	0.0094	9.4	0.0084	8.4	118.9
11.0	1024.00	15872.0	0.000063	63.0	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
11.5	1448.15	22446.4	0.000045	44.6	0.0067	6.7	0.0060	5.9	168.2
12.0	2048.00	31744.1	0.000032	31.5	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.0
12.5	2896.31	44892.9	0.000022	22.3	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.8
13.0	4096.00	63488.1	0.000016	15.8	0.0040	4.0	0.0035	3.5	282.8
13.5	5792.62	89785.8	0.000011	11.1	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.0	8192.00	126976.3	0.000008	7.9	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.0



LAS Friction time 40 detik 3mm

N intercept = 53

N inside = 98

D average = 12,712 μm



**Temperatur Pengelasan *Friction Welding* dengan Panjang *Chamfer* 3 mm dan 0 mm (Tanpa *Chamfer*)**

<i>Chamfer</i>	Friction Time (detik)	Pengulangan	T (chuck) °C	T(friction time) °C	T(tailstock) °C	T(Penyangga) °C	T(upset) °C
3 mm	40	1	29.3	187.45	30.56	36.32	189.32
		2	31.43	189.56	30.32	36.89	190.36
		3	32.56	188.42	30.87	37.54	191.66
		4	33.21	189.55	30.54	37.21	192.98
		5	33.76	187.33	30.21	37.77	192.44
		6	34.45	188.63	30.43	38.56	192.35
	45	1	30.65	190.21	30.44	36.45	192.43
		2	31.23	190.89	31.56	36.9	192.68
		3	31.78	191.63	31.24	37.21	193.22
		4	32.54	192.65	30.67	37.4	193.67
		5	33.67	192.67	30.44	38.67	193.84
		6	33.89	192.88	31.94	38.92	193.54
	50	1	31.27	191.38	30.46	37.23	193.54
		2	31.89	192.67	30.87	38.76	193.67
		3	32.76	193.87	30.21	38.65	194.33
		4	32.9	193.21	31.76	37.56	194.86
		5	33.21	194.55	31.89	37.31	196.33
		6	33.78	194.76	32.54	36.44	196.79
	55	1	33.21	192.35	33.29	37.45	196.34
		2	33.78	192.87	33.54	37.89	196.67
		3	34.76	193.35	34.54	38.53	195.78
		4	34.54	192.33	34.87	38.66	194.76
		5	35.98	193.73	33.99	37.45	194.31
		6	35.82	192.93	34.43	37.21	193.58
60	1	36.76	195.34	35.43	36.54	196.47	
	2	36.84	196.38	35.89	37.84	197.44	
	3	37.98	195.74	36.84	37.75	197.32	
	4	36.91	195.39	36.21	36.92	197.68	
	5	36.52	196.73	35.44	37.77	197.77	
	6	36.71	196.82	36.92	38.56	198.43	

Chamfer	Friction Time (detik)	Pengulangan	T (chuck) °C	T(friction time) °C	T(tailstock) °C	T(Penyangga) °C	T(upset) °C
0 mm	40	1	29.56	195.34	30.56	36.32	197.32
		2	31.78	196.38	30.32	36.89	197.45
		3	32.74	195.74	30.87	37.54	197.54
		4	33.54	195.39	30.54	37.21	197.66
		5	34.76	196.73	30.21	37.77	198.32
		6	35.77	196.82	30.43	38.56	198.63
	45	1	31.27	197.34	30.44	36.45	199.32
		2	31.89	197.44	31.56	36.9	198.76
		3	32.76	197.83	31.24	37.21	199.72
		4	32.9	198.32	30.67	37.4	198.78
		5	33.21	197.31	30.44	38.67	199.61
		6	33.78	197.68	31.94	38.92	198.66
	50	1	30.54	198.23	30.46	37.23	199.32
		2	31.22	198.45	30.87	38.76	199.65
		3	31.78	198.54	30.21	38.65	200.12
		4	32.54	198.33	31.76	37.56	199.87
		5	33.67	198.75	31.89	37.31	199.77
		6	33.89	198.35	32.54	36.44	199.93
	55	1	33.21	199.32	33.29	37.45	200.13
		2	33.78	198.7	33.54	37.89	201.43
		3	34.76	199.43	34.54	38.53	201.67
		4	34.54	198.67	34.87	38.66	202.43
		5	35.98	199.76	33.99	37.45	201.62
		6	35.82	199.79	34.43	37.21	201.79
60	1	36.43	200.76	35.43	36.54	205.43	
	2	36.88	201.45	35.89	37.84	206.32	
	3	38.73	202.45	36.84	37.75	206.49	
	4	37.45	202.76	36.21	36.92	205.91	
	5	36.52	203.21	35.44	37.77	206.78	
	6	36.71	203.76	36.92	38.56	207.81	