

ISBN : 978-602-5085-10-9



PROSIDING SIGER 2017

SEMINAR NASIONAL ENERGI DAN INDUSTRI MANUFAKTUR 2017

SIGER 2017

SEMINAR NASIONAL ENERGI DAN INDUSTRI MANUFAKTUR 2017

Bandar Lampung, 7 - 8 November 2017



Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Subhanallahu wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Hidayah yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga buku Prosiding Seminar Nasional Energi dan Industri Manufaktur – SIGER 2017 pada tanggal 7 – 8 November 2017 di Universitas Lampung dapat terlaksana dengan baik.

Buku prosiding ini memuat sejumlah artikel penelitian dari berbagai kontributor dari kalangan dosen, peneliti, dan mahasiswa dari berbagai perguruan tinggi dan lembaga penelitian di Indonesia. Artikel ilmiah tersebut telah direview dan dikumpulkan oleh panitia, serta dipresentasikan dalam acara SIGER 2017.

Dalam kesempatan ini perkenankan kami, atas nama panitia pelaksana mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memfasilitasi dan mendukung terlaksananya kegiatan ini:

1. Rektor Unila, Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.
2. Dekan Fakultas Teknik Unila, Bapak Prof. Suharno, M.Sc.
3. Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Unila
4. Segenap panitia seminar nasional yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya demi suksesnya kegiatan ini.

Semoga buku prosiding ini dapat memberi kemanfaatan bagi kita semua, untuk kepentingan pengembangan ilmu, teknologi, seni, dan budaya. Di samping itu, diharapkan juga dapat menjadi referensi bagi upaya pembangunan akademik di Indonesia.

Kami juga menyadari bahwa, “Tiada gading yang tak retak”, untuk itu kami mohon maaf jika terdapat hal-hal yang belum sempurna dan kurang berkenan. Saran dan kritik yang membangun, kami tunggu demi kesempurnaan buku prosiding SIGER ini.

Editorial board:

Shirley Savetlana, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas teknik, Universitas Lampung

Irza Sukmana, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas teknik, Universitas Lampung



Susunan Panitia SIGER 2017

Pengarah:

Prof. Suharno, MSc., Dekan Fakultas Teknik Unila

Dr. Helmy Fitriawan

Dr. Muh. Sarkowi

Penanggung Jawab:

Ahmad Su'udi S.T., M.T.

Ketua Pelaksana: Irza Sukmana, S.T., M.T., Ph.D.,

Sekretaris: A. Yudi Eka Risano, S.T., M.T.,

Bendahara: Novri Tanti, S.T., M.T.

Ketua Bidang Ilmiah: Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.

Koordinator Divisi Reviewer dan Publikasi Ilmiah: Dr. Jamiatul Akmal, ST. MT.

Anggota:

Dr. Amrizal

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim

Dr. Eng. Suryadiwansa Harun

Koordinator Prosiding: Dr. Asnawi Lubis

Anggota:

Dyan Susila, S.T., M.T.

Zulhanif, S.T., M.T.

Harnowo Supriadi, S.T., M.T.

Ketua Bidang Acara dan Pelaksanaan: Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, MT.

Koordinator Divisi Sarana dan Prasarana: Tarkono, S.T., M.T.

Anggota:

Jorfri Boyke, ST. MT.

Ahmad Yahya, S.T., M.T.

Nafrizal, S.T., M.T.

Martinus, S.T., M.T.



Koordinator Divisi Eksternal dan Kesekretariatan: Dr. Amrul, S.T., M.T.

Anggota:

Zulhendri Hasyimi, S.T., M.T.

Herry Wardono, S.T., M.T.

Agus Sugiri, S.T., M.T.

Reviewer

- Prof. Udin Hasanudin** – *Fakultas Pertanian, Universitas Lampung*
- Prof. Sutopo Hadi** – *Fakultas MIPA, Universitas Lampung*
- Dr. Ainul Ghurri** – *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana*
- Dr. Ahmad Zaenuddin** – *Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*
- Dr. Edwin Azwar** – *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*
- Dr. M. Badaruddin** – *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*
- Dr. Diding Suhandy** – *Fakultas Pertanian, Universitas Lampung*
- Dr. Agung Mataram** – *Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*
- Dr. Masdar Helmi** – *Fakultas Teknik, Universitas Lampung*
- Dr. Ahmad Kafrawi Nasution** – *Fakultas Teknik, Universitas Bung Hatta*



Profil Pembicara

Full Name	ABDUL AZIZ BIN MOHAMED, PROF. MADYA DR.
Email	AzizM@uniten.edu.my
Affiliation	Department of Mechanical Engineering College of Engineering Universiti Tenaga Nasional (UNITEN) Malaysia
Academic Qualification	Honorary Secretary Malaysian Welding and Joining Society (MWJS) Authorized Body for Welding Certification in Malaysia 1) PhD (Marine/Advanced Materials - NDT), Cranfield University, England, United Kingdom, 1998 2) MSc (Materials/Nuclear Technology), Surrey University, England, United Kingdom, 1980 3) BSc (Solid State/Nuclear Physics), Universiti Kebangsaan Malaysia, 1979
Courses Taught in UNITEN	1) MEFB121 - Manufacturing Processes Lab. 2) MEMB453 - Non Destructive Testing 3) MENB403 - Introduction to Nuclear Engineering 4) MENB423 - Introduction to Reactor Physic 5) METB113 - Engineering Materials
Professional Bodies/ Professional Recognition	1) Asia-Oceania Neutron Scattering Association (AONSA): Malaysia representative- 2008 2) Institute of Materials Malaysia: Council member - Materials Evaluation & NDT- 1989 3) Malaysian Nuclear Society: Sec Gen (2000-2011); Vice President (2011-present) 4) Malaysian Welding and Joining Society: Council member- 2005
Research/ Project	Advanced Moderators for Intense Cold Neutron Beams in Materials Research: Neutron Moderation Effectiveness by Alumina (LTCC Based) and Polymeric Materials such as Teflon under TRIGA Neutron Environment with and without Beryllium filter Cooled with liquid Nitrogen



Topik Makalah

1. Keynote (KN)
2. International Session (IS)
3. Material dan Manufaktur (MM)
4. Energi dan Konstruksi Mesin (EKM)



Daftar Isi

Keynote

- KN-001 **Overview on Advanced Welding Systems in Component Manufacturing for an Energy Sector**
Abdul Aziz Bin Mohamed, Mohd Isa B, Mohamad Ashaari

International Session

- IS-001 **An Overview of Internet of Things (IoT)-Based Healthcare Services: Lesson Learnt from BLESS U Joint Project** I-1
Misfa Susanto, Helmy Fitriawan, Yim Fun Hu, Jiachen Hou, and Thsiamo Sigwele
- IS-002 **Improving Energy Security Model through Detailing Renewable and Energy Efficiency Indicators: A Concept for Manufacture Industry** I-5
Erkata Yandri, Ratna Ariati, Ricky Ibrahim
- IS-003 **Preliminary Investigation on Combined Expansion Tube-Axial Splitting-Type Impact Energy Absorbers** I-14
Yuwono Budi Pratiknyo, Rachman Setiawan,
- IS-004 **Corrosion of Low-Carbon Steel in Fuels (Premium and Pertalite)** I-21
R. Mangga, M. Zuckry, Y. Arifin

Material dan Manufaktur

- MM-001 **Studi Kelayakan Produksi Pewarna Antosianin Food Grade Skala Mini Plant** II-1
Ermiziar T., Yuli Amalia Husnil, Latifa Hanum Lalasari, Raskita Saragih,
- MM-002 **Analisis Pengaruh Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis Pada Aluminium Seri 6061** II-7
Nur Imam Subagyo, Zulhanif, Harnowo Supriadi



MM-003	Analisa Dapur Peleburan Alumunium Menggunakan Biomassa Sebagai Bahan Bakar Terhadap Karakteristik Peleburan <i>E. Nugroho dan Dwi Yuono L</i>	II-13
MM-004	Analisis Fasilitas Wudhu Masjid di Bandar Lampung dari Tinjauan Ergonomis sebagai Bagian Peningkatan Kualitas Pelayanan Fasos Kota <i>Achmad Yahya Teguh Panuju</i>	II-21
MM-005	Perubahan Sifat Mekanik Baja AISI 3215 dengan Besarnya Derajat Deformasi Plastis dan Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>) <i>I.Kt. Suarsana</i>	II-29
MM-006	Performansi Tempa Mekanis Pada Proses Pembuatan Bilah Gangsa Salah Satu Perangkat Gamelan Bali <i>IGN. Priambadi, I Ketut Gede Sugita</i>	II-35
MM-007	Pengaruh Lama Waktu Sintering Terhadap Morphologi Hidroksiapatit (HA) Berbahan Batu Kapur Untuk Aplikasi Pada Tulang <i>Agus Hendriyanto, Tri Cahyo Wahyudi, Shirley Savetlana, dan Irza Sukmana</i>	II-40
MM-008	Pengaruh Ukuran Serbuk Logam Hasil Permesinan Terhadap Kualitas Sintering Magnesium AZ31 Untuk Aplikasi Baut Tulang <i>Suef Supriyadi, Ika Kartika, Yanuar Burhanuddin, dan Irza Sukmana</i>	II-45
MM-009	Proses Produksi dan Pemanfaatan Pewarna alami Antosianin Kulit Melinjo Merah Pada Makanan dan Minuman <i>Raskita Saragih, Ermiziar, T, Latifa Hanum Lalasari, Yuli Amalia Husnil</i>	II-51

Energi dan Konstruksi Mesin

EKM-001	Peningkatan Kinerja Termal Heat Pipe dengan Hybrid Nanofluid <i>Wayan Nata Septiadi, I.K.G. Wirawan, I.G.K. Sukadana, Nandy Putra dan Gemilang Ayu Iswari</i>	III-1
EKM-002	Analisis Pembakaran Mesin Sepeda Motor dengan Rasio Kompresi dan Bahan Bakar Yang Berbeda <i>Ainul Ghurri, I.K.G. Wirawan, Tegar Putra Kirana dan Dhama Kusuma</i>	III-11



Material dan Manufaktur



Analisis Pengaruh Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis Pada Aluminium Seri 6061

Nur Imam Subagyo¹, Zulhanif², Harnowo Supriadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng
Universitas Lampung, Kedaton, Bandar Lampung 35145

E-mail: Nurimam.subagyo@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian proses *artificial aging* terhadap aluminium seri 6061 bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanisnya. Aluminium seri 6061 diberi perlakuan panas dengan suhu 450⁰C selama 15 menit, kemudian *diquenching* dengan media pendingin berupa oli. Selanjutnya diberi perlakuan panas kembali pada suhu 190⁰C dengan variasi *holding time* 1 jam, 5 jam, dan 11 jam, kemudian didinginkan secara lambat dengan suhu ruangan. Hasil uji komposisi kimia menggunakan *Spectromax* menunjukkan persentase Mg sebesar 1,41%, Si sebesar 0,911%, dan Al sebesar 96,7%. Hasil uji kekerasan menggunakan *Rockwell Hardness Tester* didapatkan nilai kekerasan bahan tanpa perlakuan panas sebesar 49,4 (HRB), *holding time* 1 jam sebesar 53,8 (HRB), *holding time* 5 jam sebesar 79,6 (HRB) dan *holding time* 11 jam sebesar 50,4 (HRB). Dari hasil uji SEM EDX menggunakan alat *Zeiss Evo* ® MA 10, menunjukkan persentase unsur Al dari bahan tanpa perlakuan panas (96,7%) menurun terhadap bahan dengan *holding time* 1 jam (89,55%), dan bahan dengan *holding time* 5 jam (81,58%) penurunan tersebut menunjukkan terdapat fasa kedua pada bahan yang diberi perlakuan *artificial aging*.

Kata kunci : Aluminium Seri 6061, *Artificial aging*, Kekerasan, SEM EDX

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk aluminium paduan. Penambahan unsur paduan terhadap aluminium dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan fisis dan mekanis logam tersebut.

Menurut Surdia pada tahun 1995, paduan antara aluminium dan magnesium (Al-Mg) yang mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik. Sejak lama, paduan ini disebut dengan hidronalium dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Jika sedikit magnesium ditambahkan pada aluminium, maka pengerasan penuaan akan sangat jarang terjadi. Dan pada paduan aluminium silikon (Al-Si) sangat baik kecairan nya, mempunyai permukaan yang baik, tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran. Silikon juga mempunyai ketahanan korosi yang baik, ringan, koefisien pemuaian yang kecil, serta sebagai penghantar listrik yang baik. [3]

Zhang pada tahun 2002 mendemonstrasikan bahwa proses *artificial aging* umumnya dilakukan pada

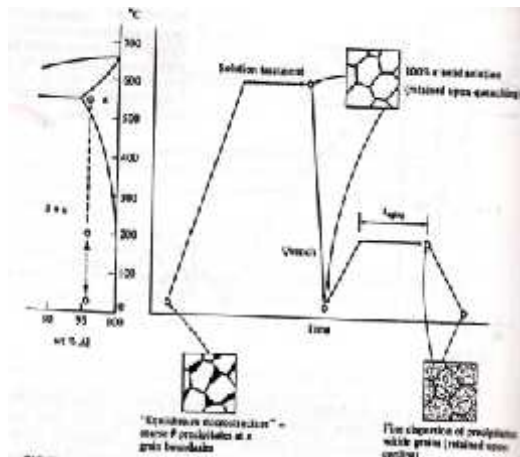
temperatur rendah dan dalam waktu yang cukup lama, bervariasi antara 5 sampai 48 jam. Pemilihan dalam jangka waktu berapa proses tersebut seharusnya dilakukan haruslah diperhitungkan secara cermat. [5]

Dalam penelitian ini penulis menggunakan bahan paduan Al-Mg-Si dengan kodefikasi bahan 6061 sebagai sampel uji, dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan *artificial aging* terhadap perubahan sifat mekanis yang terjadi pada bahan aluminium seri 6061 tersebut dengan berbagai variasi waktu penahanan dalam proses pemanasan, yaitu *holding time* 1 jam, *holding time* 5 jam, dan *holding time* 11 jam.

TINJAUAN PUSTAKA

Penguatan dan pengerasan logam paduan bisa ditingkatkan dengan pembentukan penyebaran partikel-partikel dari fasa kedua kedalam matrik fasa yang asli atau pertama. Hal ini dilakukan dengan perlakuan panas yang tepat. Prosesnya disebut *precipitation hardening* karena partikel-partikel kecil dari fasa yang baru membentuk *precipitasi* atau endapan.

Fuad pada tahun 2010 menyatakan bahwa, penuaan alami (*natural aging*) adalah penuaan untuk paduan aluminium yang di *age hardening* dalam keadaan dingin. *Natural aging* berlangsung pada temperatur ruang antara 15°C - 25°C dan dengan waktu penahanan 5 sampai 8 hari. *Artificial aging* dalam proses *age hardening* dapat dilakukan beberapa variasi perlakuan yang dapat mempengaruhi hasil dari proses *age hardening*. Salah satu variasi tersebut adalah variasi temperatur *artificial aging*. Temperatur *artificial aging* dapat ditetapkan pada temperatur saat pengkristalan paduan aluminium (150°C), di bawah temperatur pengkristalan atau di atas temperatur pengkristalan logam paduan aluminium. [1]



Gambar 1. Schematic temperature versus time plot showing both solution and precipitation heat treatment for precipitation hardening. [2]

METODOLOGI PENELITIAN

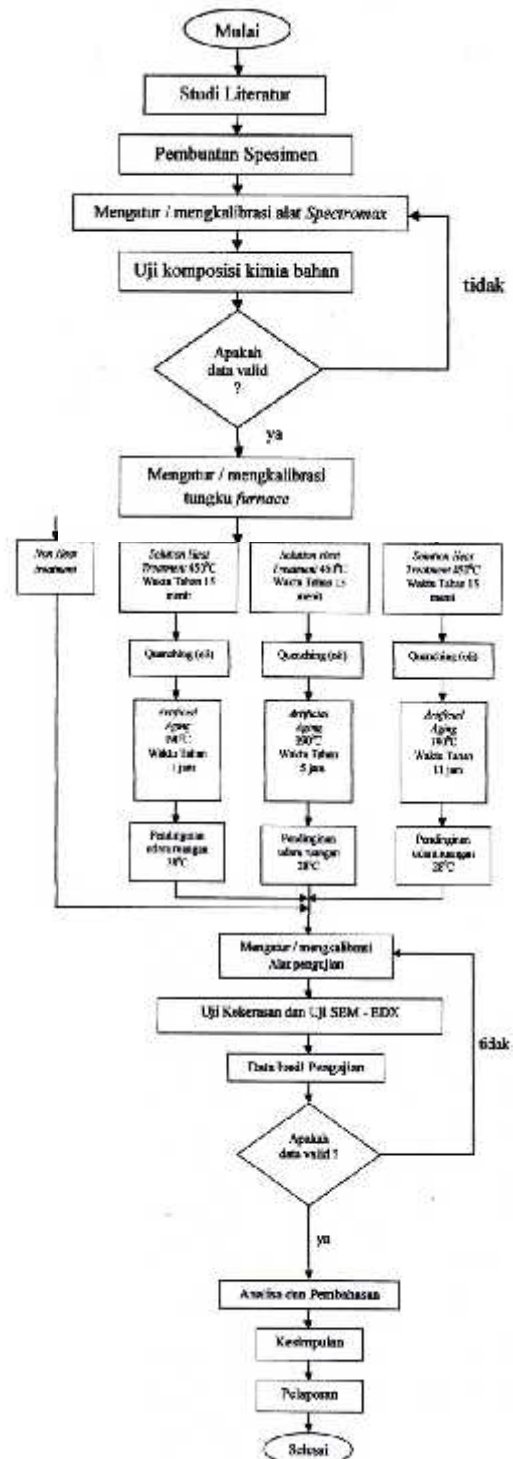
Alat Dan Bahan

1. Tungku furnace
2. Hardness Tester
3. Optical emission spectrometer spectromax
4. Amplas
5. Gerinda pemotong
6. Alat SEM EDX (*Scanning Electron Microscope*)
7. Aluminium seri 6061
8. Oli (sebagai media pendingin)

Tempat Penelitian

1. Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Lampung
2. Laboratorium Terpadu F-MIPA Universitas Lampung, dan
3. Laboratorium Kimia LIPI Tanjung bintang Lampung.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Komposisi Kimia

Berikut ini merupakan data hasil uji komposisi kimia yang telah dilakukan.

Tabel 1. Data uji komposisi kimia bahan.

No	Elements	Kadar Sampel (%)		No	Elements	Kadar Sampel (%)	
		Abstraksi	Abstraksi			Abstraksi	Abstraksi
1	Si	0,911		16	Cr	0,0124	
2	Fe	0,035		17	H ₂	<0,00100	
3	Cu	0,234		18	Lu	0,0042	
4	Mn	<0,00010		19	Li	0,0341	
5	Mg	1,41		20	Na	0,0068	
6	Cr	0,0961		21	P	0,0022	
7	Ni	0,0046		22	Pb	<0,00050	
8	Zn	0,0157		23	Sb	0,0049	
9	Ti	0,0147		24	Sn	<0,001	
10	Ag	0,0023		25	Sr	0,0052	
11	B	0,0010		26	V	<0,00050	
12	Ba	0,00155		27	Zr	0,005	
13	Cu	0,0072		28	Al	96,7	
14	Cd	0,00090		29	Co	0,0156	
15	Ce	0,0025					

Dari data diatas dapat dilihat bahwa unsur Mg dan Si merupakan unsur yang dominan, dimana persentasenya adalah Mg: 1,41% dan Si: 0,911%. Selain dari unsur Mg dan juga Si memang terdapat banyak unsur-unsur penyusun lainnya, akan tetapi dalam pengujian ini dikhususkan untuk melihat persentase dari unsur Mg dan Si nya karena kembali lagi dari tujuan dilakukannya pengujian komposisi kimia ini adalah untuk memastikan bahwasannya bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah AL-Mg-Si dengan seri 6061.

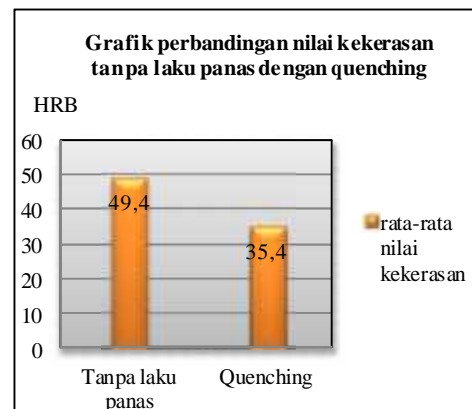
Hasil Uji Kekerasan

Pada proses *quenching*, dimana proses tersebut dilakukan proses pemanasan terlebih dahulu dengan suhu pemanasan sebesar 450°C dengan waktu tahan pemanasan selama 15 menit. Pengujian kekerasan ini dilakukan di laboratorium material teknik Universitas Lampung dengan metode *rockwell* (HRB) menggunakan indentor 1/16", Setelah dilakukan proses pengujian kekerasan dimana didapatkan perbandingan nilai kekerasan antara bahan tanpa perlakuan panas dengan bahan yang telah mengalami proses perlakuan panas *quenching* seperti pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data uji kekerasan pada proses *quenching*.

No	Kekerasan (HRB)		Keterangan
	Tanpa laku panas	Quenching	
1	40	37	Pogram Kekerasan Rockwel B Beban 100 Kgf Indentor Intan 1/16"
2	50	35	
3	41	35	
4	62	34	
5	54	36	
Rata-rata	49,4	35,4	

Dari data diatas dapat di lihat bahwa nilai kekerasan bahan yang telah di *quenching* mengalami penurunan sebesar 28,34% yaitu dari rata-rata nilai kekerasan bahan tanpa perlakuan panas sebesar 49,4 (HRB) menurun menjadi 35,4 (HRB) setelah mendapatkan proses *quenching* seperti yang terlihat pada gambar grafik dibawah ini. Setelah *quenching*, maka logam paduan alumunium menjadi lunak jika dibandingkan dengan kondisi awalnya.



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai kekerasan tanpa laku panas dengan *quenching*

Untuk meningkatkan kembali nilai kekerasan bahan maka diperlukannya perlakuan *artificial aging* terhadap bahan yang telah mendapat perlakuan *quenching* tersebut, poses *artificial aging* dimulai dengan dipanaskan nya kembali bahan dengan suhu 190°C menggunakan variasi waktu tahan pemanasan yaitu 1 jam, 5 jam, dan 11 jam. Nilai kekerasan yang didapat setelah bahan mendapat perlakuan *artificial aging* adalah sebagai berikut :

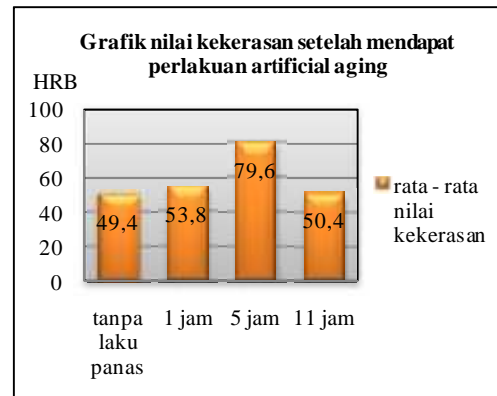
Tabel 3. Data uji kekerasan pada proses *Artificial aging*.

No uji	Kekerasan (HRB)				Keterangan
	Tanpa laku panas	Holding time 1 jam	Holding time 5 jam	Holding time 11 jam	
1	40	54	73	55	Program Kekerasan Rockwel D Beban 100 Kgf Indentor Intra 1/16"
2	70	74	70	49	
3	41	52	84	50	
4	62	54	83	49	
5	54	55	83	49	
Rata-rata	49,4	53,8	79,6	50,4	

Setelah mendapat perlakuan *artificial aging*, nilai kekerasan bahan telah meningkat dari setiap variasi *holding time* terhadap nilai kekerasan bahan tanpa perlakuan panas. Dapat dilihat pada data diatas bahwa nilai kekerasan bahan pada *holding time* 1 jam mengalami peningkatan sebesar 8,9% dari nilai kekerasan tanpa perlakuan panas yang hanya memiliki nilai kekerasan sebesar 49,4 (HRB) menjadi 53,8 (HRB). Dan untuk nilai kekerasan tertinggi terdapat pada pemanasan dengan variasi *holding time* 5 jam yang memiliki nilai kekerasan sebesar 79,6 (HRB) dimana berarti nilai kekerasan tersebut telah meningkat sebesar 61,13% dari nilai kekerasan bahan tanpa perlakuan panas.

Kemudian pada variasi *holding time* 11 jam mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 36,68% dari nilai kekerasan tertinggi pada variasi *holding time* 5 jam, dimana nilai kekerasannya adalah sebesar 50,4 (HRB) dan nilai kekerasan tersebut hanya naik sebesar 2,02% dari nilai kekerasan bahan tanpa perlakuan panas.

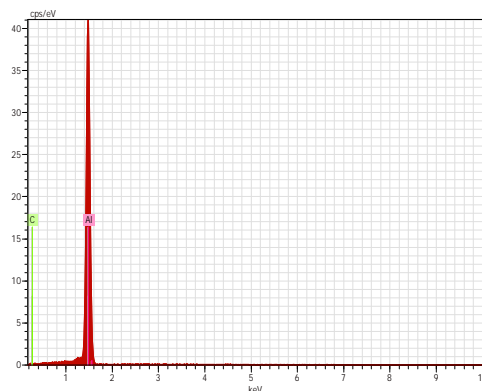
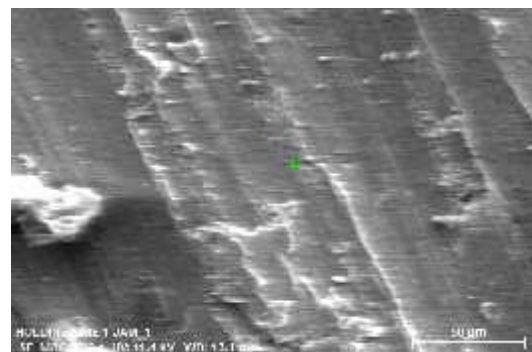
Van Vlack pada tahun 1991 menyatakan bahwa, penurunan kekerasan yang terjadi pada *holding time* 11 jam dikarenakan sudah terjadinya *over aging*, penyebabnya adalah presipitat yang telah terurai membentuk susunan yang stabil dalam larutan padat atau presipitat menggumpal sehingga struktur butirnya menjadi besar kembali Adapun untuk memperjelas perubahan nilai dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini. [4]



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai kekerasan tanpa laku panas dengan perlakuan *artificial aging*

Hasil Uji SEM EDX

Berikut ini adalah hasil pengujian SEM EDX yang telah dilakukan.

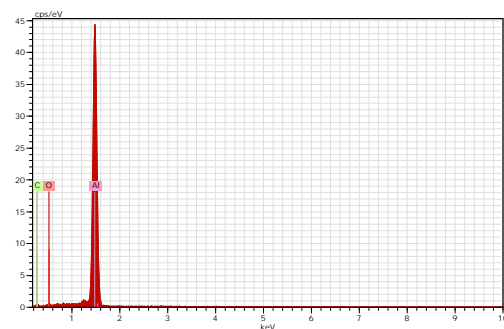
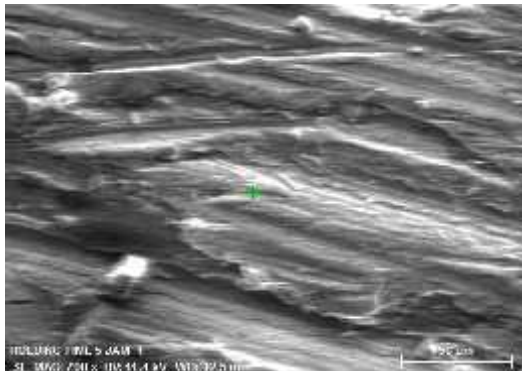


Spectrum Date: 6/12/2017 1:52:43 PM HV 11.4kV Pdb th.5.94kcpv

El	AM	Series	Unit	Count	Area	Weight	Mag
			(cps.k)	(cps.k)	(cps.k)		(cps.k)
Al	13	R	57.45	25.06	80.55		1.02
O	8	R	4.54	4.94	70.46		1.02
Total:			62.00	100.00	100.00		

Gambar 5. Hasil uji SEM dan grafik EDX pada bahan uji dengan *holding time* 1 jam dengan perbesaran 700x.

Terlihat pada pengujian SEM EDX pada bahan dengan *holding time* 1 jam ini mengalami penurunan dibandingkan persentase Al pada bahan yang tidak mendapatkan perlakuan *artificial aging*, dimana persentase Al pada bahan tanpa perlakuan *artificial aging* sebesar 96,7 % menurun menjadi 89,55 %. Sedangkan berikut ini hasil pengujian SEM EDX untuk variasi *holding time* 5 jam.



Spectrum Date: 6/12/2017 1:50:26 PM EV: 11.4kV Pals: 11.64kcp/s

Element	Series	Area	Height	Weight	Conc.
		[cps.eV]	[cps.eV]	[wt.%]	[wt.%]
Al	L-series	102.05	81.55	89.55	89.55
C	K-series	6.91	8.09	16.27	2.27
O	K-series	1.13	1.42	2.15	0.40

Total: 104.09 100.00 100.00

Gambar 6. Hasil uji SEM dan grafik EDX pada bahan uji dengan *holding time* 5 jam dengan perbesaran 700x.

Pada penelitian ini meskipun uji SEM EDX yang dilakukan pada bahan uji dengan *holding time* 1 jam maupun 5 jam tidak menunjukkan fasa kedua Mg_2Si seperti yang telah di paparkan dalam teori pengerasan presipitasi, pada hasil pengujian SEM EDX diatas menunjukkan persentase Al yang semakin menurun dari bahan tanpa perlakuan panas sampai bahan yang mendapat perlakuan *artificial aging* dengan *holding time* 1 jam dan 5 jam. Artinya jika persentase Al pada bahan yang mendapat perlakuan *artificial aging* lebih kecil dari persentase

Al pada bahan yang tidak mendapat perlakuan, maka diperkirakan bahwa bahan tersebut memiliki endapan presipitat atau terbentuknya fasa kedua yang memang menjadi tujuan dari penelitian ini.

Jika hasil uji SEM EDX yang sudah dilakukan disandingkan dengan hasil uji kekerasan, bahwa spesimen yang memiliki tingkat kekerasan tertinggi adalah pada aluminium yang mendapat perlakuan *artificial aging* dengan *holding time* 5 jam, maka hal tersebut sangat selaras dengan hasil uji SEM EDX yang menunjukkan bahwa persentase dari unsur Al yang paling kecil adalah pada aluminium yang mendapat perlakuan *artificial aging* dengan *holding time* 5 jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada bahan dengan variasi *holding time* 5 jam sebesar 79,6 (HRB), dan mengalami penurunan nilai kekerasan pada bahan dengan variasi *holding time* 11 jam sebesar 50,4 (HRB), dikarenakan pada bahan tersebut sudah mengalami *over aging*.
2. Hasil SEM EDX menunjukkan bahwa persentase unsur Al pada bahan dengan variasi *holding time* 5 jam menurun dari persentase unsur Al pada bahan lainnya. Penurunan persentase Al dapat diartikan bahwa pada bahan yang mendapat perlakuan *artificial aging* terdapat endapan presipitat atau terbentuknya fasa kedua yang menjadi penyebab bahan tersebut lebih keras dan lebih baik sifat mekanisnya.
3. Hasil uji kekerasan dan uji SEM EDX membuktikan adanya pengaruh proses *artificial aging* terhadap bahan aluminium seri 6061, dimana bahan tersebut mengalami perubahan sifat mekanis yang lebih baik.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karena pada penelitian ini terbatas akan fasilitas yang kurang memadai, khususnya untuk laboratorium yang ada di wilayah Lampung, maka sebaiknya pada penelitian berikutnya dilengkapi dengan pengujian XRD yang ada di laboratorium diluar wilayah Lampung, dengan tujuan agar dalam penelitian tersebut dapat



membuktikan secara akurat terbentuknya fasa kedua pada proses *artificial aging* yang dilakukan.

2. Mengingat nilai kekerasan bahan pada proses perlakuan *artificial aging* akan menurun jika dilakukan pengujian lebih dari 100 hari setelah bahan tersebut di beri perlakuan, maka sebaiknya dalam pengambilan data pada proses pengujian dilakukan lebih dari 24 jam dan kurang dari 100 hari setelah bahan mendapat perlakuan *artificial aging*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fuad, 2010, Perlakuan Panas Pada Paduan Al-Si, Diakses di: <http://eprint.undip.ac.id/25530/1/Fuad.pdf>. Pada tanggal : 24 Desember 2016. Pukul 13.00 WIB.
- [2] James, 1992, Material Science For Engineers Third Edition (halaman 289), New York, Macmillan Publishing Company.
- [3] Surdia T Saito, 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [4] Van Vlack, L. H., 1991, *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*, Edisi kelima. Diterjemahkan oleh Sriati Djaprie, Jakarta, Erlangga.
- [5] Zhang, 2002, Effect of a Short Solution Treatment Time on Microstructure and Mechanical Properties of Modified Al-7wt.% Si-0.3wt.% Mg Alloy, *Journal of Light Metals*, 2, pp. 27-36, 2002.