



**PENGARUH LAJU ALIRAN PARTIKEL ALUMINIUM
TERHADAP PEMBENTUKAN NANOPARTIKEL ALUMINA
DENGAN METODE DC THERMAL PLASMA**

SKRIPSI

Oleh

**Arief Ginanjar Dirgantara
NIM 101910101094**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PENGARUH LAJU ALIRAN PARTIKEL ALUMINIUM
TERHADAP PEMBENTUKAN NANOPARTIKEL ALUMINA
DENGAN METODE DC THERMAL PLASMA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Arief Ginanjar Dirgantara
NIM 101910101094**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur yang tiada henti penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa taala atas curahan rahmat, nikmat serta hidayahnya sehingga karya tulis dalam bentuk skripsi ini dapat selesai. Dengan rasa bangga dan kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Suwarga dan Ayahanda Saiful Bahri, terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, motivasi dan bimbingan serta didikan yang selalu tiada henti tercurahkan untuk saya, serta mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan.
2. Kakakku Anton Budi Satria, Adi Bagus Pramono, Agung Hardianto, juga beserta para istrinya, terima kasih telah membantu saya selama ini. Semoga kita dalam limpahan rahmat Allah. Mari kita raih yang terbaik dan tetap semangat wujudkan impian orang tua agar Mama dan Papa kita bangga dan bahagia di dunia maupun di akhirat nanti.
3. Semua guru dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi. Tiada ilmu yang saya dapatkan tanpa perantara Bapak-Ibu, terima kasih banyak untuk semuanya;
4. Almamater yang kubanggakan.
5. Semua teman-temanku Mech-X, yang sudah memberikan motivasi yang begitu berarti, berbagi pengalaman suka cita, juga teman-teman di organisasi Mobil Irit dan Gokart terima kasih untuk semua dukungannya.

MOTTO

Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah

(HR.Turmudzi)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka
mengubah keadaan diri mereka sendiri

(Terjemahan Surat Ar-Ra'ad Ayat 11)

Orang-orang yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu, Orang-orang
yang masih terus belajar, akan menjadi pemilik masa depan.

(Mario Teguh)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Arief Ginanjar Dirgantara**

NIM : **101910101094**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Pengaruh Laju Aliran Partikel Aluminium Terhadap Pembentukan Nanopartikel Alumina Dengan Metode DC Thermal Plasma*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016
Yang menyatakan,

Arief Ginanjar Dirgantara
NIM. 101910101094



SKRIPSI

**PENGARUH LAJU ALIRAN PARTIKEL ALUMINIUM
TERHADAP PEMBENTUKAN NANOPARTIKEL ALUMINA
DENGAN METODE DC THERMAL PLASMA**

Oleh

Arief Ginanjar Dirgantara

NIM 101910101094

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Salahudin Junus, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Pengaruh Laju Aliran Partikel Aluminium Terhadap Pembentukan Nanopartikel Alumina Dengan Metode DC Thermal Plasma*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Kamis, 23 Juni 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Dr. Salahudin Junus, S.T., M.T.
NIP. 19751006 200212 1 002

Anggota I,

Sumarji, S.T., M.T.
NIP. 19680202 199702 1 001

Sekretaris,

M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T.
NIP. 19800307 201212 1 003

Anggota II,

Dr. Gaguk Jatisukamto, S.T.,M.T.
NIP. 19690209 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Laju Aliran Partikel Aluminium Terhadap Pembentukan Nanopartikel Alumina Dengan Metode *DC Thermal Plasma*; Arief Ginanjar Dirgantara, 101910101094; 2016; halaman40; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Nanoteknologi saat ini telah memainkan peranan yang sangat penting dalam pengembangan produk-produk pertanian, kesehatan dan elektronik. Khususnya dibidang pertanian, nanoteknologi memiliki kemampuan untuk bekerja hingga tingkat atomik untuk menciptakan sifat struktur yang lebih luas, sangat fundamental dan menguntungkan. Teknologi *thermal plasma* semakin banyak digunakan dalam aplikasi pengolahan bahan. Selain menjadi sumber suhu yang sangat tinggi mencapai 14.727°C , juga merupakan media mudah untuk mewujudkan banyak reaksi penting dalam industri metalurgi dan kimia. Banyak digunakan dalam mengembangkan pelapisan permukaan, untuk sintesis keramik (metal oksida), produksi bahan nanokristalin dan untuk pengembangan metalurgi dan mineral dalam menghasilkan nilai tambah. Aluminium oksida (alumina) saat ini merupakan salah satu keramik oksida yang paling bermanfaat dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti katalis, sensor, semikonduktor, ilmu kedokteran, kapasitor, baterai, dan bahan dasar insektisida.

Pembuatan reaktor *DC thermal plasma* dan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, waktu penelitian dari bulan September 2015 sampai dengan bulan Februari 2016. Uji SEM dan XRD di lakukan di Fakultas MIPA Fisika Universitas Negeri Malang. Pengujian SEM untuk mengetahui morfologi bentuk dan ukuran nanopartikel alumina, pengujian XRD untuk mengetahui terbentuknya kristal pada nanopartikel alumina.

Material Aluminium yang di gunakan untuk pembuatan nanomaterial Alumina ini berupa serbuk halus aluminium ukuran mesh 170 (88 mikron). Pembuatan nanopartikel menggunakan metode *DC thermal plasma* dengan mengalirkan serbuk Aluminium melalui selang tekanan udara pada torch. Variasi laju aliran serbuk pada selang tekanan udara yang terukur dengan flow meter diambil variasi tekanan 10, 12,5 dan 15 SCFH (Standart Cubic Feet Per Hour). Lama serbuk mengalir selama proses yaitu 1 menit, dengan *ampere* mesin plasma di atur 20 *ampere*, setiap variasi tekanan udara oksigen. Pada variasi laju tekanan udara oksigen 10 SCFH, dengan berat awal 29,03 gram dan disimpan di bak penampung menuju selang udara oksigen, dengan tekanan oksigen untuk torch di atur tekanan 35 SCFH. Setelah proses selesai, sisa serbuk Aluminium di bak penampung di timbang kembali, hasilnya tersisa 27,87 gram, dengan demikian laju aliran serbuk Aluminium terproses 1,16 gram/menit. Proses untuk variasi tekanan oksigen 12,5 SCFH laju aliran Aluminium sebesar 3,19 gram/menit dan pada laju tekanan 15 SCFH laju aliran serbuk Aluminium sebesar 3,5 gram/menit.

Karakterisasi morfologi nanopartikel Alumina menggunakan mesin SEM merk FEI, Inspect S50. Dengan pembesaran 60.000x pada mesin SEM terlihat bentuk nanopartikel Alumina variasi tekanan 10, 12,5 dan 15 SCFH, terlihat semua nanopartikel Alumina berbentuk bulat. Dengan image J hasil foto SEM diolah untuk mencari ukuran rata-rata nanopartikel di setiap variasi tekanan udara. Pada variasi tekanan udara 10 SCFH menghasilkan ukuran rata-rata 32,92 nm, tekanan udara 12,5 SCFH menghasilkan ukuran rata-rata 31,01 nm dan pada tekanan udara 15 SCFH menghasilkan ukuran rata-rata sebesar 21,03 nm.

Untuk mengetahui struktur kristal nanopartikel Alumina dilakukan uji dengan menggunakan mesin XRD merk PANalytical, X'Pert Pro. Penentuan struktur kristal dengan teknik sinar-x didasarkan pada hukum Bragg, sudut difraksi sinar-x pada posisi 2 Theta. Hasil pola difraksi Alumina dicari persamaan pictnya dengan jurnal nanopartikel Alumina dan disesuaikan dengan *powder diffraction file* (PDF) Alumina untuk menentukan bahwa ini merupakan material Alumina.

SUMMARY

Effect Of Aluminum Particles Flow Rate To The Formation of Nanoparticles Alumina With DC Thermal Plasma Method; Arief Ginanjar Dirgantara, 101910101094, 2016; page; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Nanotechnology is now playing a very important role in the development of agricultural products, health and electronics. Particularly in agriculture, nanotechnology has the ability to work up to the atomic level to create broader structural nature, very fundamental and profitable. Thermal plasma technology is increasingly used in materials processing applications. In addition to being a source of very high temperatures reached 14.727oC, also an easy medium to realize many important reactions in the metallurgical and chemical industries. Widely used in developing the surface coating, for the synthesis of advanced ceramics (metal oxides), the production of nanocrystalline materials and for metallurgical and mineral development in generating added value. Aluminium oxide (alumina) is currently one of the most helpful oxide ceramics and widely used in various applications such as catalysts, sensors, semiconductor, medical science, capacitors, batteries, and the base material insecticides.

Making the DC thermal plasma reactor and research conducted at the Laboratory of Applied Technology , Department of Mechanical Engineering , Faculty of Engineering , University of Jember , a study from September 2015 to February 2016. SEM and XRD tests done at the Faculty of Mathematics and Physics , State University of Malang . SEM testing to determine the morphology of the shape and size of nanoparticles of Alumina , XRD testing to determine the formation of crystals in the Alumina nanoparticles.

Material Aluminium is used for the manufacture of nanomaterial Alumina Aluminum in the form of fine powder of 170 mesh size (88 microns). Making

nanoparticles using thermal DC plasma with Aluminium powder flowing through the air pressure hose on the torch. Powder flow rate variation on the measured air pressure hose with flow meter is taken variations in pressure of 10, 12.5 and 15 SCFH (Standard Cubic Feet Per Hour). Long flowing powder during the process of 1 minute, with the engine ampere 20 ampere plasma set, any variations in air pressure of oxygen. At the rate variation in air pressure oxygen 10 SCFH, with initial weight of 29.03 grams and is stored in a tank to the air hose of oxygen, the oxygen pressure at the set pressure to torch 35 SCFH. Once the process is complete, the rest of the Aluminum powder in a tank at the weigh back, the result remained 27.87 gram, thus processed Aluminum powder flow rate of 1.16 grams/minute. The process for variations in oxygen pressure of 12.5 SCFH flow rate of Aluminum amounted to 3.19 grams/minute and at a rate of 15 SCFH pressure Aluminum powder flow rate of 3.5 grams/minute.

Alumina nanoparticles morphological characterization using SEM machine brands FEI , Inspect S50 . With the enlargement of the engine 60.000x SEM visible forms of pressure variations Alumina nanoparticles 10 , 12.5 and 15 SCFH , visible all round shaped Alumina nanoparticles . With the image J the SEM images processed to find the average size of nanoparticles in any variations in air pressure . In variations of air pressure 10 SCFH generate an average size of 32.92 nm , the air pressure of 12.5 SCFH generate an average size of 31.01 nm and at 15 SCFH air pressure produces an average size of 21.03 nm.

To determine the crystal structure of nanoparticles Alumina test using the brand PANalytical XRD machine , X'Pert Pro . Crystal structure determination by x-ray technique is based on the law of Bragg , angle x-ray diffraction at position 2 Theta . The results of the diffraction pattern pict Alumina sought equality with Alumina nanoparticles journals and adapted to the powder diffraction file (PDF) Alumina to determine that this is a material Alumina .

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Laju Aliran Partikel Aluminium Terhadap Pembentukan Nanopartikel Alumina Dengan Metode DC Thermal Plasma*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Salahudin Junus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, Bapak M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota dan Bapak Imam Sholahuddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing di lapangan yang selalu memberikan ide, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini.
2. Bapak Sumarji, S.T., M.T. selaku dosen penguji I, dan Bapak Dr. Gaguk Djatisukamto, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
3. Ibunda Suwarga dan Ayahanda Saiful Bahri, terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, motivasi dan bimbingan serta didikan yang selalu tiada henti tuncurahkan untuk saya, serta mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan.
4. Kakakku Anton Budi Satria, Adi Bagus Pramono, Agung Hardianto, juga beserta para istrinya, terima kasih telah membantu saya selama ini. Semoga kita dalam limpahan rahmat Allah. Mari kita raih yang terbaik dan tetap semangat wujudkan impian orang tua agar Mama dan Papa kita bangga dan bahagia di dunia maupun di akhirat nanti.

5. Seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.
6. Semua teman-teman teknik mesin 2010 (MECHANICAL – X), terimakasih untuk motivasi, dukungan serta kebersamaannya selama ini.
7. Teman-teman yang selalu memberi dukungan, team Riset Lab Teknologi Terapan, teman KKN posko 54, team Mobil Irit Tawang Alun, team Gokart Fakultas Teknik, terimakasih untuk motivasi dan kebersamaannya.
8. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2016

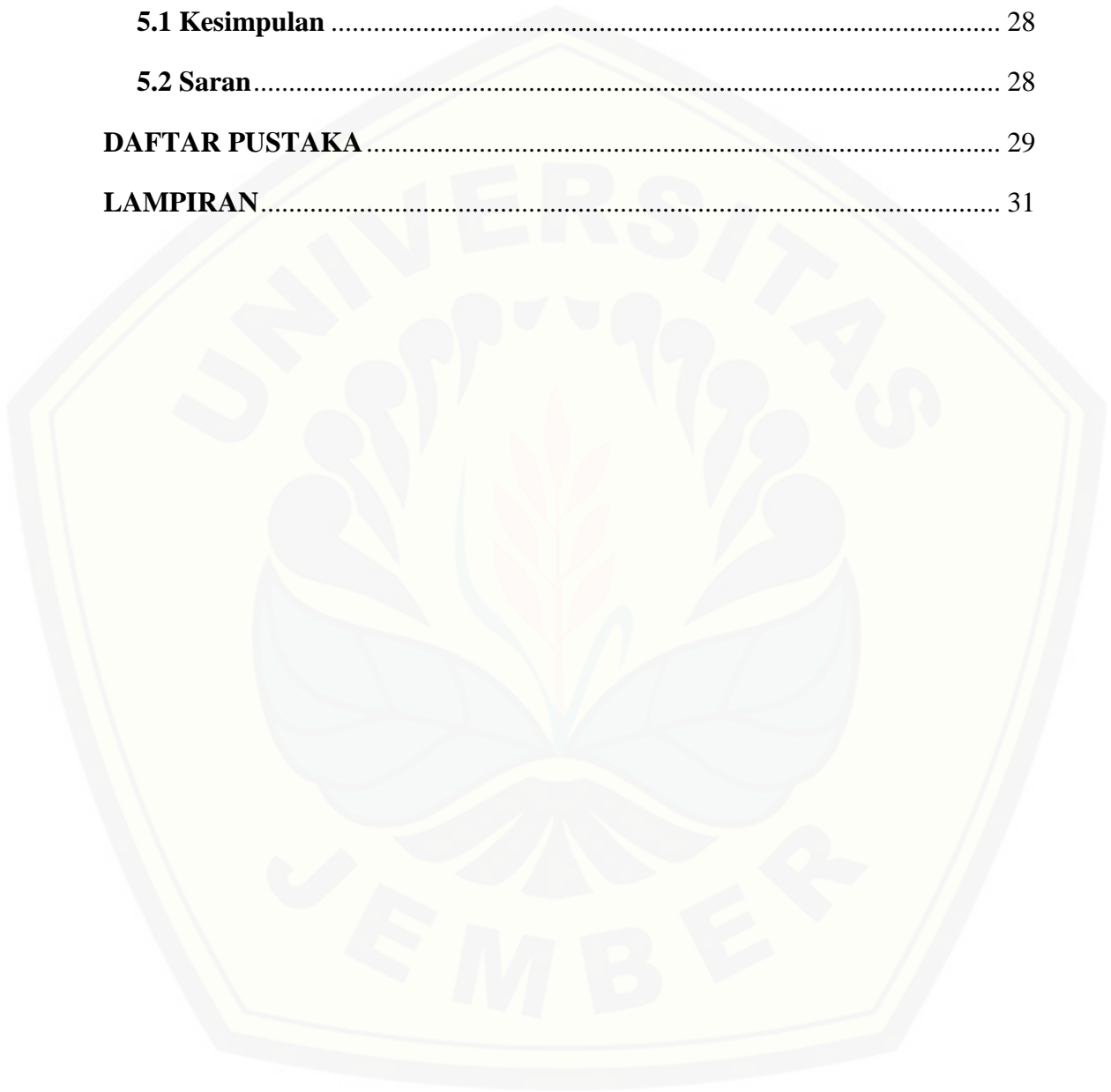
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Hipotesa	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nano Material	5

2.2 Aluminium	6
2.3 Partikel Nano Alumina (Al₂O₃)	6
2.4 Metode pembuatan nanopartikel alumina	8
2.5 Aplikasi Nano Teknologi di Bidang Pertanian	10
2.6 Scanning Electron Microscope (SEM)	11
2.7 X-Ray Diffraction (XRD)	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Metode Penelitian	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.3 Bahan Dan Alat	14
3.3.1 Bahan.....	14
3.3.2 Alat	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1 Prosedur Penelitian.....	16
3.5 Penyajian Hasil Penelitian	16
3.6 Diagram Alir Penelitian	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Analisa Serbuk Aluminium	19
4.1.1 Komposisi Kimia Serbuk Aluminium	19
4.2 Analisa Serbuk Nanopartikel Alumina	20
4.3 Analisa Hasil Laju Aliran Serbuk Alumina	21
4.4 Analisa Serbuk Alumina dengan Scanning Electron Microscope	22
4.5 Analisa Ukuran Rata-Rata Serbuk Nanopartikel Alumina	26

4.6 Analisa Pola Difraksi (XRD)	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31

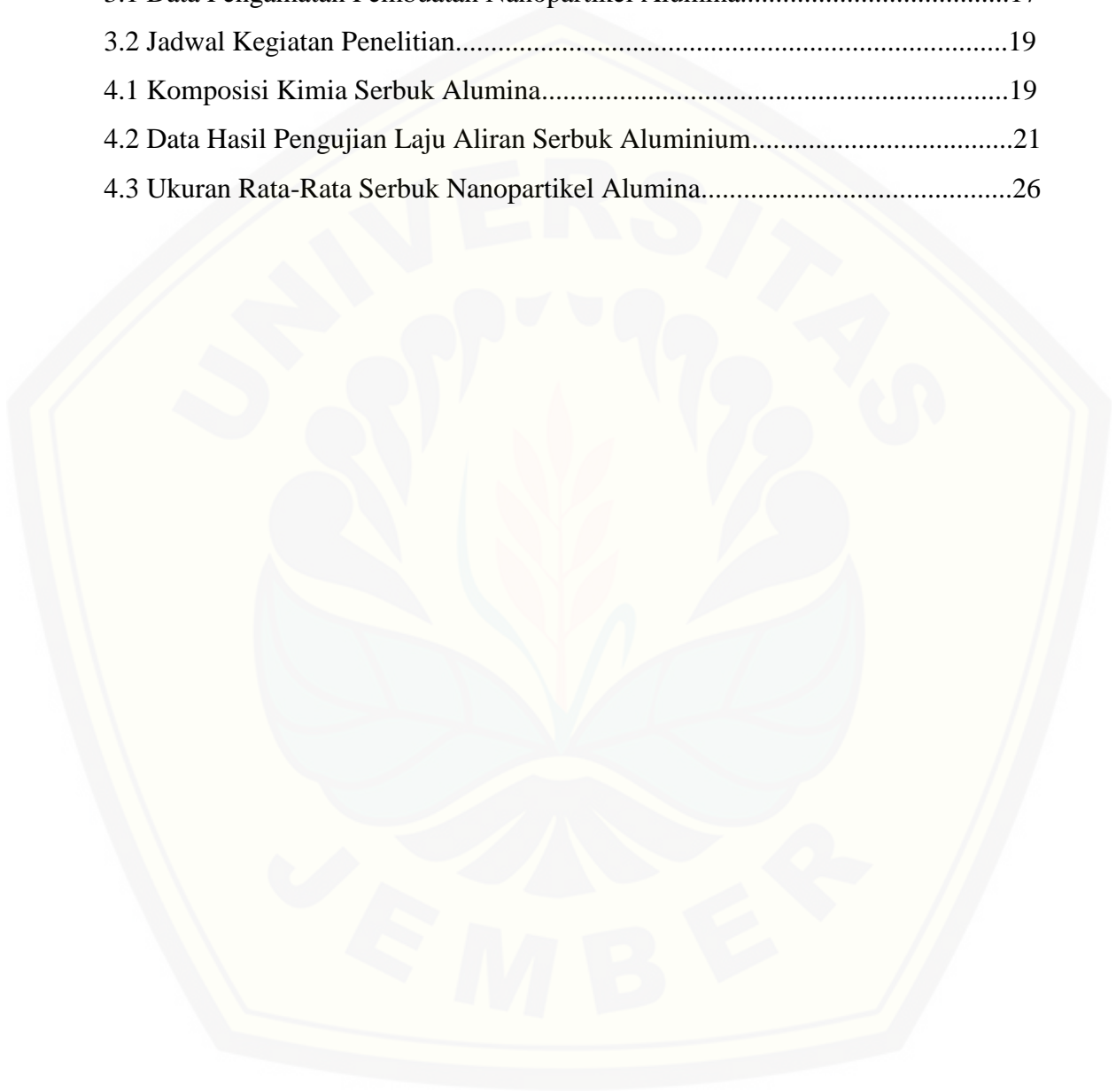


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Partikel Nano Alumina.....	7
2.2 Transformasi Al.....	7
2.3 Pembentukan Nano Partikel.....	8
2.4 Macam Busur Thermal Plasma.....	9
2.5 Komponen Sistem Thermal Plasma.....	9
2.6 Mesin Uji SEM.....	11
2.7 Difraksi Sinar X.....	12
2.8 Mesin Uji XRD.....	13
3.1 Serbuk Aluminium Merck.....	15
3.2 Mesin DC Thermal Plasma.....	15
3.3 Reaktor DC Thermal Plasma.....	15
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	18
4.1 Serbuk Aluminium Merck.....	19
4.2 Serbuk Nanopartikel Alumina.....	20
4.3 Grafik Laju Aliran Serbuk Aluminium.....	22
4.4 Foto SEM Serbuk Nanopartikel Alumina.....	24
4.5 Pembentukan Nanopartikel Metode Plasma.....	25
4.6 Pola Difraksi XRD Alumina Sintesa DC Thermal Plasma.....	27
4.7 Pola Difraksi XRD Alumina.....	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Data Pengamatan Pembuatan Nanopartikel Alumina.....	17
3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	19
4.1 Komposisi Kimia Serbuk Alumina.....	19
4.2 Data Hasil Pengujian Laju Aliran Serbuk Aluminium.....	21
4.3 Ukuran Rata-Rata Serbuk Nanopartikel Alumina.....	26





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanoteknologi saat ini telah memainkan peranan yang sangat penting dalam pengembangan produk-produk pertanian, kesehatan dan elektronik. Khususnya dibidang pertanian, nanoteknologi memiliki kemampuan untuk bekerja hingga tingkat atomik untuk menciptakan sifat struktur yang lebih luas, sangat fundamental dan menguntungkan (Mahendra, 2012; Gul dkk, 2014). Banyak peneliti sepakat bahwa nanopartikel dapat memberikan unjuk kerja yang lebih baik terutama karena kerja spesifik area permukaan dan aktifasi permukaannya lebih tinggi dibandingkan dengan skala mikron seperti sifat kimia, thermal, magnetik, optik, listrik, dan mekanis (Yu, 2009; Kong, 2008; Mahmoud, 2014).

Kehadiran nanoteknologi telah mempengaruhi perekayasaan dalam menghasilkan struktur nano yang mampu diterapkan dalam berbagai macam aplikasi. Beberapa metode dalam pembuatan material nano diantaranya metode *break-down* melalui proses pengurangan dimensi partikel (*ball mill, jet mill* dll), *build-up* yang berasal dari sintesa fasa gas melalui proses fisik maupun kimiawi (*plasma, laser, sputtering* dll.), dan terakhir metode sintesa berbasis fasa cair (dekomposisi *thermal, spray drying* dll.) yang menghasilkan berbagai bentuk morfologi dan jenis material berukuran nano (Vollath, 2008). Pertimbangan utama proses pembuatan material nanopartikel yaitu kemudahan, biaya teknologi yang murah, jangkauan produk yang dihasilkan, laju produksi yang tinggi dan aplikasi produk yang sangat luas.

Teknologi thermal plasma semakin banyak digunakan dalam aplikasi pengolahan bahan. Selain menjadi sumber suhu yang sangat tinggi mencapai 14.727°C (Kong, 2008), juga merupakan media mudah untuk mewujudkan banyak reaksi penting dalam industri metalurgi dan kimia. Banyak digunakan dalam mengembangkan pelapisan permukaan, untuk sintesis keramik maju (metal oksida), produksi bahan nanokristalin dan untuk pengembangan metalurgi dan mineral dalam menghasilkan nilai tambah. Beberapa metode masih sangat sulit untuk menghasilkan jumlah yang

relatif besar untuk produk nanopartikel dengan biaya rendah. Baru-baru ini, teknik *DC thermal plasma* telah dikembangkan untuk mensintesis berbagai nanopartikel oksida dengan kualitas tinggi tetapi juga sangat murah dengan laju produksi yang tinggi (Nirmala dkk, 2010; Takayuki, 2009; Hong dkk, 2009). Metode ini juga telah digunakan secara luas oleh banyak industri karena fleksibilitas untuk mensintesis logam, paduan (*alloy*), material oksida, polimer, dan bubuk komposit (Laha dkk, 2005).

Aluminium oksida (alumina) saat ini merupakan salah satu keramik oksida yang paling bermanfaat dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti katalis, sensor, semikonduktor, ilmu kedokteran, kapasitor, baterai, dan bahan dasar insektisida. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan serbuk nanopartikel alumina dilaporkan mampu mengatasi serangan hama *sitophilus oryzae* dan *ryzopertha dominica* yang terdapat pada beras dan gandum secara efektif dan efisien (Teodoro, dkk., 2010; Sabbour, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat material nanopartikel Alumina menggunakan metode *DC thermal plasma*. Menggunakan tabung reaktor bersirkulasi pendingin air untuk mendinginkan *chamber* di sekitar busur api plasma. Material serbuk Aluminium dialirkan campur melalui gas oksigen pada selang mesin *DC plasma* yang sudah ditentukan tekanan aliran oksigennya hingga mengenai busur api plasma, kemudian hasil dari serbuk material Alumina yang sudah terkena api plasma di tampung dalam filter untuk kemudian dianalisis bentuk morfologinya menggunakan alat uji SEM dan XRD.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi laju aliran serbuk aluminium terhadap morfologi nanopartikel Alumina yang di hasilkan dengan metode *DC thermal plasma* ?

2. Bagaimanakah struktur kristal nanopartikel Alumina yang di hasilkan dengan metode *DC thermal plasma* ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dan menghindari meluasnya permasalahan yang ada, maka penelitian ini akan diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Proses pembuatan nanopartikel menggunakan metode *DC thermal plasma*.
2. Karakterisasi morfologi, struktur kristal dan ukuran kristal dari sampel dengan menggunakan uji SEM, XRD.
3. Kuat arus *ampere* meter mesin DC plasma 20 *ampere*.
4. Tekanan udara pada torch yang terukur dengan flowmeter 35 SCFH (Standart Cubic Feet Per Hour).
5. Ukuran serbuk Aluminium mesh 170 (88 micron).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan material nanopartikel alumina berukuran di bawah 100 nanometer di setiap variasi tekanan udara 10, 12,5 dan 15 SCFH dengan pengujian SEM.
2. Mengetahui laju aliran serbuk Aluminium dalam gram/menit pada variasi tekanan udara 10, 12,5 dan 15 SCFH.
3. Menghasilkan Alumina menggunakan metode *DC thermal plasma* melalui pengujian XRD.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

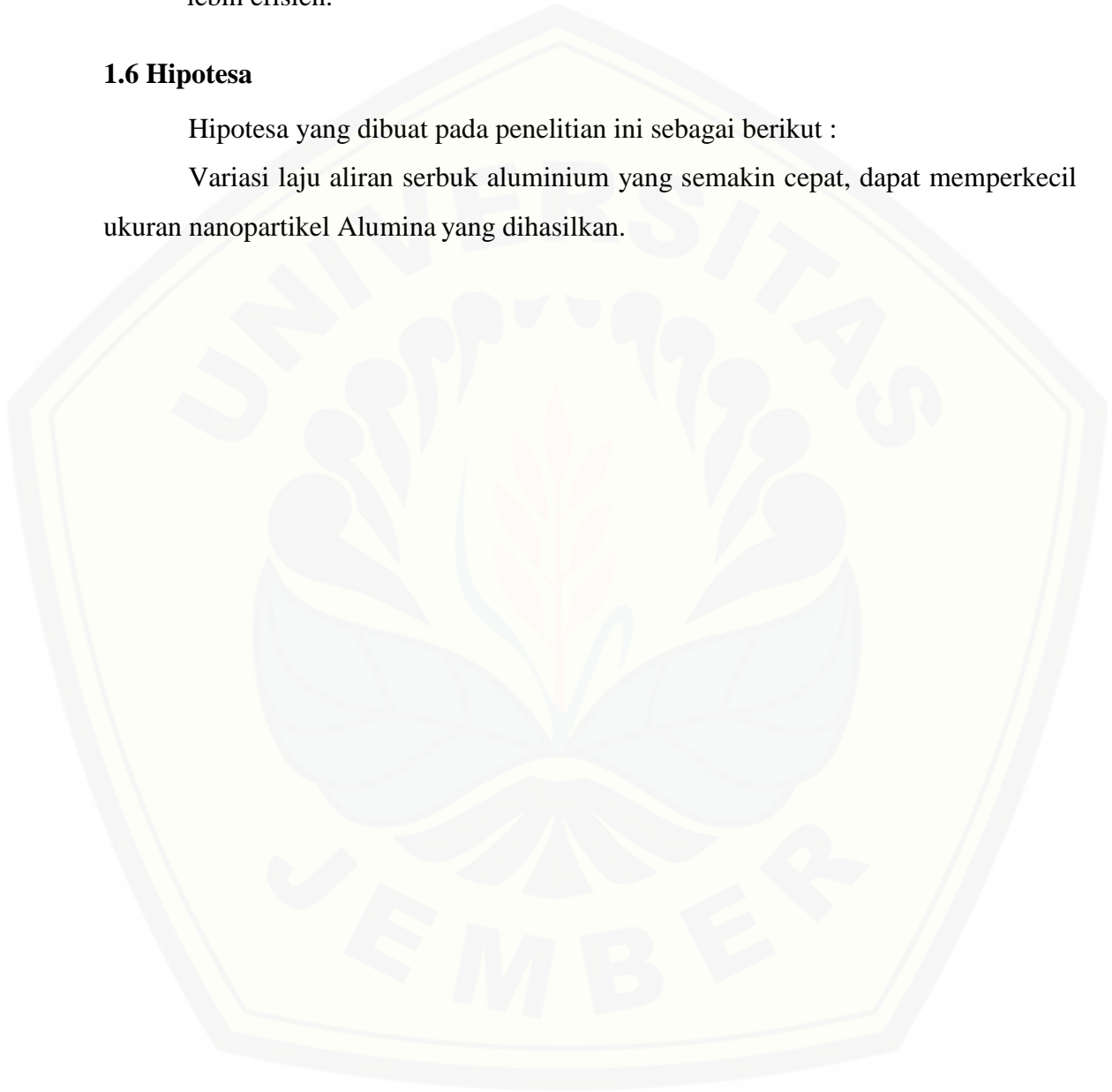
1. Dengan menggunakan alat *DC thermal plasma*, dapat menjadikan serbuk material ukuran mikro menjadi ukuran nanometer.

2. Dengan partikel material yang berukuran nano, akan meningkatkan sifat mekanis suatu material yang akan membuat penggunaan material tersebut lebih efisien.

1.6 Hipotesa

Hipotesa yang dibuat pada penelitian ini sebagai berikut :

Variasi laju aliran serbuk aluminium yang semakin cepat, dapat memperkecil ukuran nanopartikel Alumina yang dihasilkan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nano Material

Nanomaterial merupakan material yang mempunyai ukuran dalam skala nanometer yang berkisar 1-100 nm. Dengan ukuran nano, material akan lebih menguntungkan dari pada ukuran besar. Nanoteknologi yaitu bidang-bidang teknologi dimana dimensi dan toleransi pada skala nano memainkan peranan penting. Karakteristik material dapat menjadi berbeda setelah menjadi nanomaterial.

Keistimewaan sifat nanomaterial adalah bahwa dia mampu melakukan penetrasi lebih cepat dan sifatnya bisa sangat berbeda dengan sifat yang dimiliki ketika zat tersebut masih dalam ukuran lebih besar. Sebagai contoh *aurum (gold)* akan sangat toksik ketika berukuran nano, tembaga (Cu) memiliki sifat lebih keras dan feromagnetik akan menjadi superparamagnetik pada ukuran 20 nm. Cara ini bisa diadaptasi untuk zat kimia dari bahan organik seperti *pyretrin* yang dihasilkan oleh *pyretrium* dan banyak disintetis untuk digunakan sebagai insektisida. *Pyretrin* dalam ukuran nano diharapkan dapat bersifat lebih toksik dan melakukan penetrasi lebih optimal pada serangga target meskipun harus dilihat lagi efek sampingnya pada manusia dan lingkungan seperti kemungkinan terhirup oleh manusia dan sampai berapa lama dapat terurai di alam.

Menurut hasil penelitian material ukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material ukuran besar seperti mikro. Sifat tersebut dapat diubah-ubah melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan, dan pengontrolan interaksi antar partikel. Kekayaan sumber daya alam Indonesia menyimpan potensi yang sangat besar untuk pengembangan teknologi nano. Keanekaragaman sumber daya alam hayati Indonesia, alam tropis dan gunung api yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia merupakan penyedia iklim dan mineral penyubur tanah yang ideal untuk tumbuhnya berbagai tanaman baik tanaman pangan, kayu keras dan obat. Melalui rekayasa nanoteknologi, bahan alam berkhasiat obat (herbal) dapat dimanfaatkan sebagai obat (biofarmaka).

Juga bahan tanaman yang berpotensi sebagai pengendali hama dapat dimanfaatkan sebagai pestisida organik yang efektif, efisien dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan teknologi nano. (Firda Yanuar 2014)

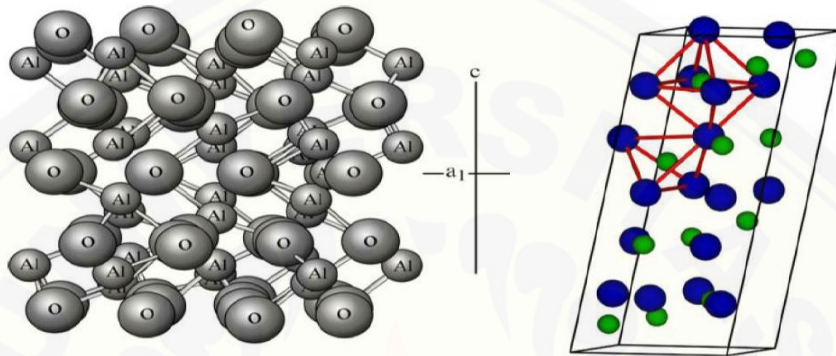
2.2 Aluminium

Aluminium merupakan unsur logam paling banyak di kerak bumi. Umumnya ditemukan dengan bersenyawaan dengan unsur lain. Aluminium diproduksi dari proses *Hall-Heroult*. Aluminium secara luas digunakan pada aplikasi industri. Aluminium merupakan logam selain besi yang paling banyak digunakan, atau berada dibawah besi dan baja secara keseluruhan. Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1807 sebagai unsur dan kemudian direduksi pertama kali sebagai logam oleh H.C Oersted, dan kemudian Hall dan Heroult berhasil memisahkan logam aluminium dan alumina. Proses Hall Heroult sampai saat ini masih digunakan untuk memproduksi aluminium. Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, mudah dibentuk dan merupakan penghantar listrik yang baik. Serta beberapa sifat baik lainnya sebagai sifat suatu logam. Kekuatan mekaniknya dapat meningkat dengan penambahan unsur – unsur seperti Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan lain sebagainya secara unsur mandiri atau bersamaan. Selain itu sifat - sifat baik lainnya, seperti ketahanan terhadap korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian yang rendah dan lain sebagainya juga akan meningkat (Suprihanto 2006).

2.3 Partikel Nano Alumina (Al_2O_3)

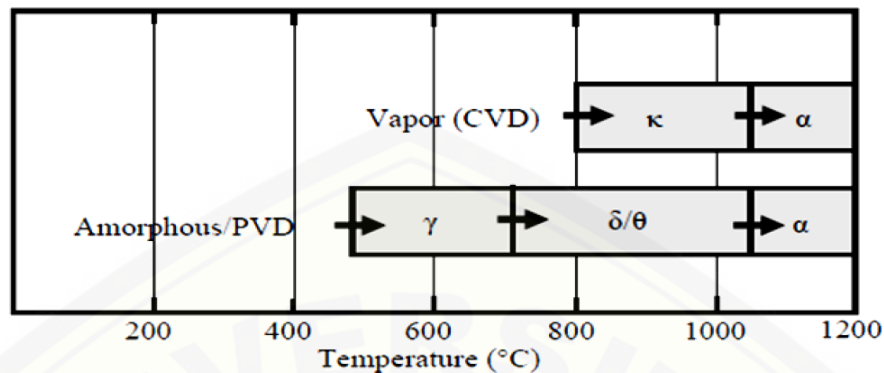
Material atau struktur yang mempunyai ukuran nano akan mempunyai sifat-sifat yang berbeda dari material sejenis dengan ukuran besar. Alumina (Al_2O_3) atau aluminium oksida jenis oksida yang terbentuk dari logam aluminium dan tersedia di alam umumnya sebagai mineral corundum. Ketika ditambah Cr^{3+} mineral ini disebut ruby dan safir apabila ditambah ion Ti yang secara natural terkandung kombinasi Ti^{4+} dan Fe^{2+} sebagai natural safir. Pada skala nanometer material ini memiliki

karakteristik hingga efek quantum mekanis dibandingkan masih dalam ukuran serbuk mikron atau bongkahan. Ukuran partikel yang sangat kecil menyebabkan besarnya luasan permukaan aktif yang dapat meningkatkan kemampuan ikatan molekuler yang lebih baik (Rupesh, 2013; Takashi, 2009).



Gambar 2.1 (a) Atom Al menempati duapertiga intertisi oktahedral pada HCP (hexagonal close packed) dari atom oksigen. (b) θ -alumina, bulatan besar representasi dari O_2 dan yang terkecil adalah atom Al (Rupesh, 2013)

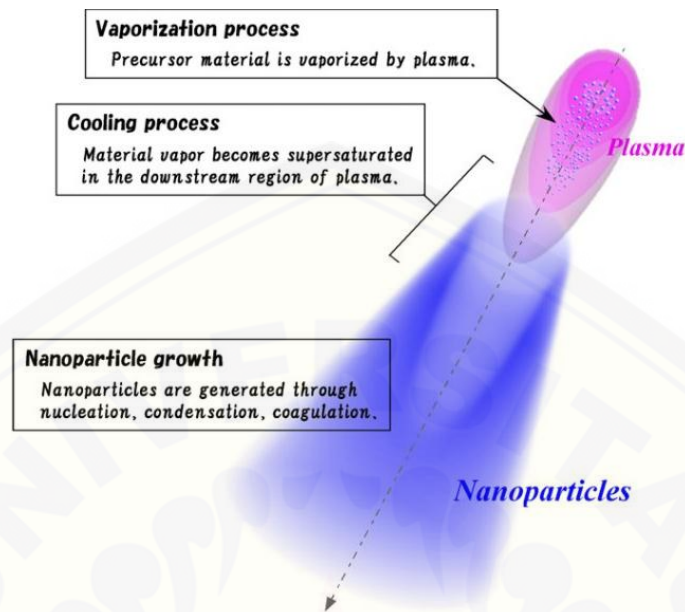
Struktur kristal alumina berbeda-beda fasa tergantung dari kemurnian alumina dan karakteristik mekanis dan fisik yang dinotasikan sebagai α , γ , θ , dan κ pada Gambar 2.2 di bawah. Sebagai contoh fasa α terbentuk pada suhu diatas 1000°C memiliki ikatan ion yang tinggi, perilaku polymorph termodinamik yang stabil yang sangat sesuai untuk aplikasi suhu tinggi, modulus elastisitas hingga 440 GPA dan tersedia secara natural dalam bentuk corundum atau safir, fasa lainnya berbentuk bongkahan *metastable* namun masih bisa diolah dalam bentuk akhir yang dapat disesuaikan. Fasa α dan κ secara luas digunakan sebagai lapisan tahan gesek karena sifat thermal dan kekerasannya yang baik, sementara untuk jenis fasa γ dan θ lebih cocok digunakan sebagai katalis maupun komposit disebabkan oleh energi permukaan yang rendah namun luasan aktif area yang tinggi meningkatkan reaksi sebagai katalis atau penguat komposit (Rupesh, 2013).



Gambar 2.2 Transformasi aluminium hingga menjadi α -alumina (Rupesh, 2013)

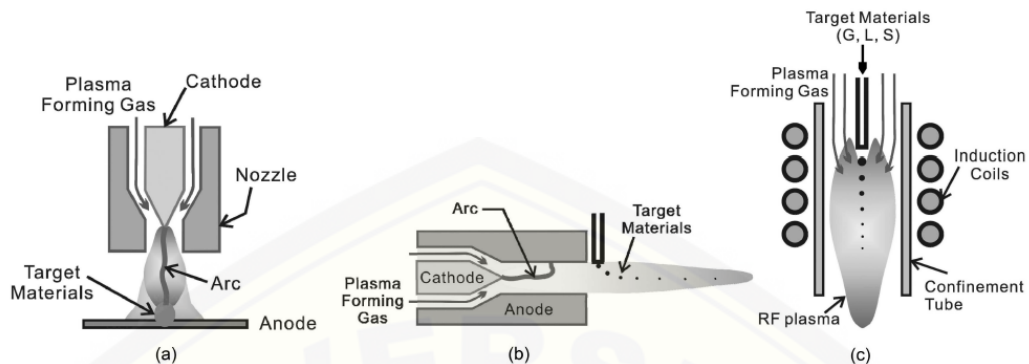
2.4 Metode Pembuatan Nanopartikel Alumina

Alumina dapat disintesis dengan berbagai teknik termasuk *thermal plasma*, *ball-mill*, *sol-gel*, *pirolisis*, *sputtering*, hidrotermal, dan laser ablasi (Veeradate, 2012). Proses thermal plasma telah banyak digunakan dan memiliki potensi yang sangat menguntungkan baik untuk sintesa nanopartikel maupun deposisi lapisan struktur skala nano. Secara terpisah suhu yang tinggi dan densitas serbuk berpengaruh kuat terhadap laju proses produksi nanopartikel dan proses pelapisan. Seperti pada Gambar 2.3 di bawah, produksi nanopartikel dimulai dari penguapan material prekursor melalui api plasma dengan suhu yang sangat tinggi. Kemudian uap berlalu melewati hingga busur api plasma terjauh dimana suhu api mulai terjadi penurunan secara drastis. Proses quenching mengakibatkan uap berada pada posisi supersaturasi yang tinggi menghasilkan sejumlah tahapan produksi nanopartikel secara cepat melalui homogenisasi nukleasi, heterogenisasi kondensasi dan koagulasi partikel. Thermal plasma dapat dihasilkan dari bermacam-macam gas atau pencampuran beberapa gas yang memungkinkan nanopartikel dapat dibuat menjadi beragam jenis keramik sama seperti metal dan alloy (Masaya, 2011).

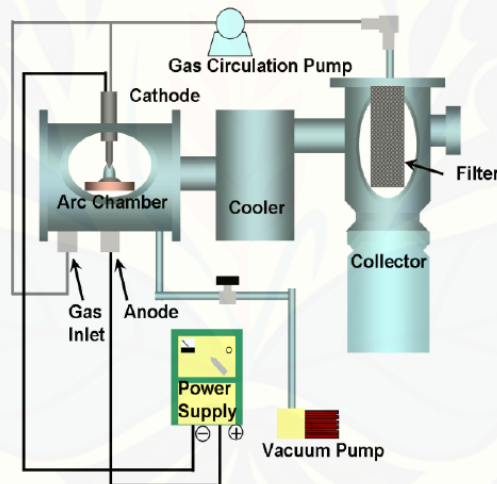


Gambar 2.3 Proses pembentukan nanopartikel melalui busur api plasma (Masaya, 2011).

Teknologi plasma secara umum terdapat tiga jenis metode yang sering digunakan pada Gambar 2.4 di bawah, yaitu Transfer busur plasma DC, non-transfer busur plasma DC, busur plasma RF dan telah memenuhi banyak harapan industri maupun peneliti dalam menghasilkan produk partikel nano yang efisien dan ekonomis. Salah satu metode yang mudah, murah dan lebih tepat digunakan untuk sintesa nanopartikel yaitu menggunakan metode non-transfer busur plasma DC. Untuk Transfer busur plasma DC biasanya digunakan untuk pendeposisian material diatas substrat. Sedangkan metode busur plasma RF, menggunakan medan induksi yang dihasilkan dari coil dengan konstruksi dan instalasi yang lebih rumit dan berbiaya mahal.



Gambar 2.4 Ragam bentuk umum busur thermal plasma yang digunakan untuk sintesa serbuk nano (a) Transfer busur plasma DC, (b) non-transfer busur plasma DC, (c) busur plasma RF (Jun-Ho, 2012).



Gambar 2.5 Susunan komponen yang digunakan untuk sistem thermal plasma sintesa nanopartikel (Takayuki, 2009).

Dari Gambar 2.5 diatas menunjukkan bahwa komponen utama untuk sistem thermal plasma adalah *arc chamber*, *power supply* (generator plasma) katoda dan anoda, pendingin, kolektor, pompa vakum, pompa resirkulasi gas dan filter. Secara simultan prekursor material dihisap melalui pompa vakum, dialirkan busur api plasma yang ada di *arc chamber*, dihisap oleh pompa resirkulasi gas melalui filter dan nanopartikel jatuh dengan sendirinya didalam ruang kolektor.

2.5 Aplikasi Nano Teknologi di Bidang Pertanian

Pada dasarnya prinsip penemuan nanoteknologi adalah untuk memaksimalkan hasil atau produksi tanaman dengan meminimalkan penggunaan pupuk, pestisida dan kebutuhan lainnya dengan melakukan monitoring kondisi tanah seperti perakaran dan mengaplikasikannya langsung ke target sehingga tidak ada yang terbuang. Untuk pestisida, jika hal ini diterapkan akan dapat meminimalisir penggunaan pestisida pada tanaman karena hanya serangga target saja yang terkena dampaknya.

Penggunaan teknologi nano pada pupuk akan memungkinkan pelepasan nutrisi yang terkandung pada pupuk dapat dikontrol. Jadi hanya nutrisi yang benar-benar akan diserap oleh tanaman saja yang dilepaskan, sehingga tidak terjadi kehilangan nutrisi ada target yang tidak dikehendaki seperti tanah, air dan mikroorganisme. Pada pupuk nano, nutrisi dapat berupa enkapsulasi nanomaterial, pelapisan oleh lapisan pelindung yang tipis atau dilepaskan dalam bentuk emulsi dari nanopartikel.

Pengembangan nanoteknologi pada pestisida baik itu pestisida kimia maupun pestisida organik akan dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan pestisida maupun insektisida. Lebih jauh lagi, penggunaan pestisida yang langsung pada target akan meminimalisir berkembangnya mekanisme resistensi pada hama dan mengurangi kematian serangga non target. Hal ini tentu akan membawa dampak positif bagi produksi pertanian, karena banyak kasus sebelumnya dimana terjadi ledakan hama tertentu akibat penggunaan pestisida yang kurang tepat.

Teknologi nano pada pestisida organik dapat dilakukan dengan mengembangkan material toksik yang dikandung oleh tanaman atau bahan organik dalam ukuran nanopartikel sehingga akan lebih mudah mengenai sasaran dan jumlah pestisida yang dibutuhkan pun jauh lebih kecil. Namun seperti halnya teknologi yang lain, pemanfaatan nanoteknologi pada pestisida memiliki dua sisi berbeda. Beberapa ahli berpendapat bahwa pestisida dalam ukuran nano dapat menjadi berbahaya bagi manusia karena bisa menginfeksi kulit atau terhirup dan masuk ke paru-paru

kemudian sampai ke otak. Ini masih menjadi perdebatan apakah teknologi ini bisa digunakan dan dikembangkan atau lebih baik tidak sama sekali.

2.6 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah mikroskop electron yang dapat digunakan untuk mempelajari detil arsitektur permukaan material dalam daerah makro dan submikron. SEM merupakan teknik analisis menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Perbesaran SEM yang dalam rentang perbesaran sekitar 100 kali – 300.000 kali diharapkan dapat mengidentifikasi perubahan pori yang terjadi pada zeolit sebelum dan sesudah modifikasi. (Prasetyo, dkk, 2012)

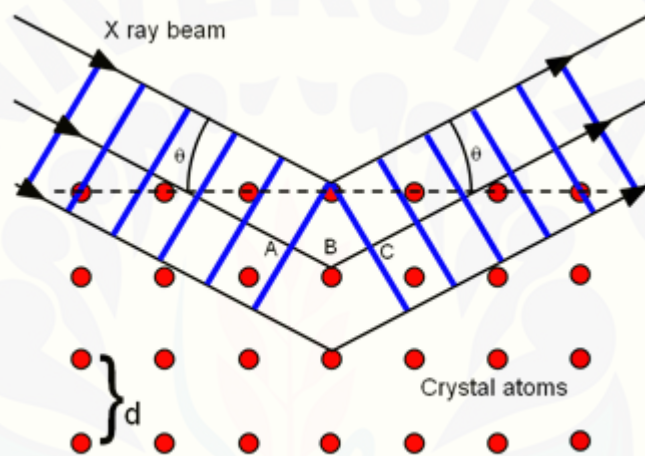


Gambar 2.6 Mesin alat uji SEM untuk mengetahui bentuk morfologi nanopartikel.

2.7 X-Ray Diffraction (XRD)

XRD atau sinar X digunakan untuk tujuan pemeriksaan yang tidak merusak pada material maupun manusia. Disamping itu, sinar X dapat juga digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif material.

Pada waktu suatu material dikenai sinar X, maka intensitas sinar yang ditransmisikan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Gambar dibawah akan menjelaskan pengertian tersebut.



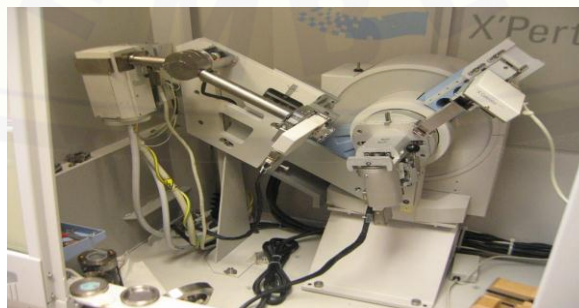
Gambar 2.7 Sinar X

Hukum Bragg merupakan perumusan matematika tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar X yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi. Sinar X dihasilkan dari tumbukan antara elektron kecepatan tinggi dengan logam target. Dari prinsip dasar ini, maka dibuatlah berbagai jenis alat yang memanfaatkan prinsip dari Hukum Bragg ini.

XRD atau X-Ray Diffraction merupakan salah satu alat yang memanfaatkan prinsip tersebut dengan menggunakan metoda karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.

Dasar dari prinsip pendifraksian sinar X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material. Standar ini disebut JCPDS.

Prinsip kerja XRD secara umum adalah sebagai berikut : XRD terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti, dan detektor sinar X. Sinar X dihasilkan di tabung sinar X yang berisi katoda memanaskan filamen, sehingga menghasilkan elektron. Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dihasilkan pancaran sinar X. Objek dan detektor berputar untuk menangkap dan merekam intensitas refleksi sinar X. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar X dan mengolahnya dalam bentuk grafik. (Ratnasari, dkk, 2009)



Gambar 2.8 Mesin alat uji X-Ray untuk mengetahui jenis kristal yang dihasilkan

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji unjuk kerja mesin *DC thermal plasma* dengan variasi laju aliran bahan serbuk aluminium ke dalam reaktor.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan reaktor *DC thermal plasma* dan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, waktu penelitian dari bulan September 2015 sampai dengan bulan Februari 2016. Untuk Uji SEM dan XRD dilakukan di Fakultas MIPA Fisika Universitas Negeri Malang.

3.3 Bahan Dan Alat

3.3.1 Bahan

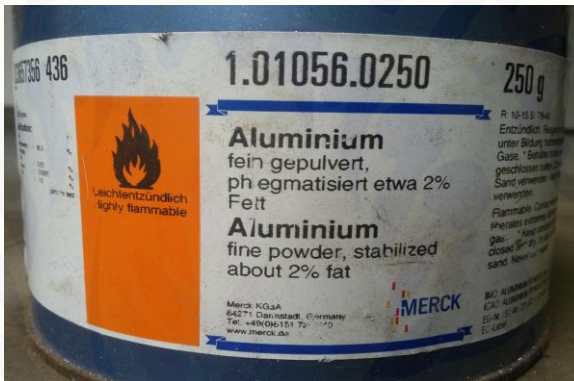
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium ukuran mesh 170 (88 micron).

3.3.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Mesin *DC Plasma* Cutting Rilon Cut 40
2. Reaktor *DC Thermal Plasma*
3. Bak Tampung Air Pendingin
4. Pompa Air Resun SP-3800
5. Tabung Filter
6. Kain Kasa Buat Filter
7. Kompresor

8. Flow Meter
9. Blower
10. Timbangan
11. Ayakan
12. Sensor Api
13. Stopwatch
14. SEM
15. XRD



Gambar 3.1 : Serbuk Aluminium Merck



Gambar 3.2 : Mesin DC thermal plasma Rilon Cut 40



Gambar 3.3 : Reaktor Mesin *DC thermal plasma*

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Prosedur Penelitian

Pengerjaan penelitian ini dilakukan beberapa tahap antara lain:

1. Memodifikasi mesin *DC Plasma Cutting* yang tersedia dipasaran.
2. Membuat *arc chamber*, sistem pendingin yang menggunakan media udara dan air, filter dan kolektor menggunakan bahan logam stainless steel.
3. Memodifikasi mesin blower untuk digunakan untuk resirkulasi udara.
4. Dilanjutkan proses perakitan komponen menjadi satu sistem reaktor *thermal plasma* portabel.
5. Bahan baku diayak dengan menggunakan saringan, ukuran saringan yang dipilih adalah mesh 170 (88 micron).
6. Kemudian bahan baku dimasukan kedalam bak penampung serbuk Aluminium yang terhubung dengan selang udara.

7. Menyalakan mesin *DC Thermal plasma*, bersamaan dengan itu serbuk Aluminium akan terdorong oleh udara dari kompresor menuju reaktor. Serbuk Aluminium kemudian terbakar dan pecah menjadi inti yang kecil-kecil dan beroksidasi dengan udara didalam reaktor menjadi Alumina (Al_2O_3).
8. Proses selanjutnya, Alumina dihisap oleh blower supaya masuk kedalam ruang filter melalui pipa yang terendam cairan pendingin bersirkulasi.
9. Untuk proses terakhir mengamati hasil nanopartikel menggunakan mikroskop dan kemudian dilanjut pengujian SEM dan XRD.

3.5 Penyajian Hasil Penelitian

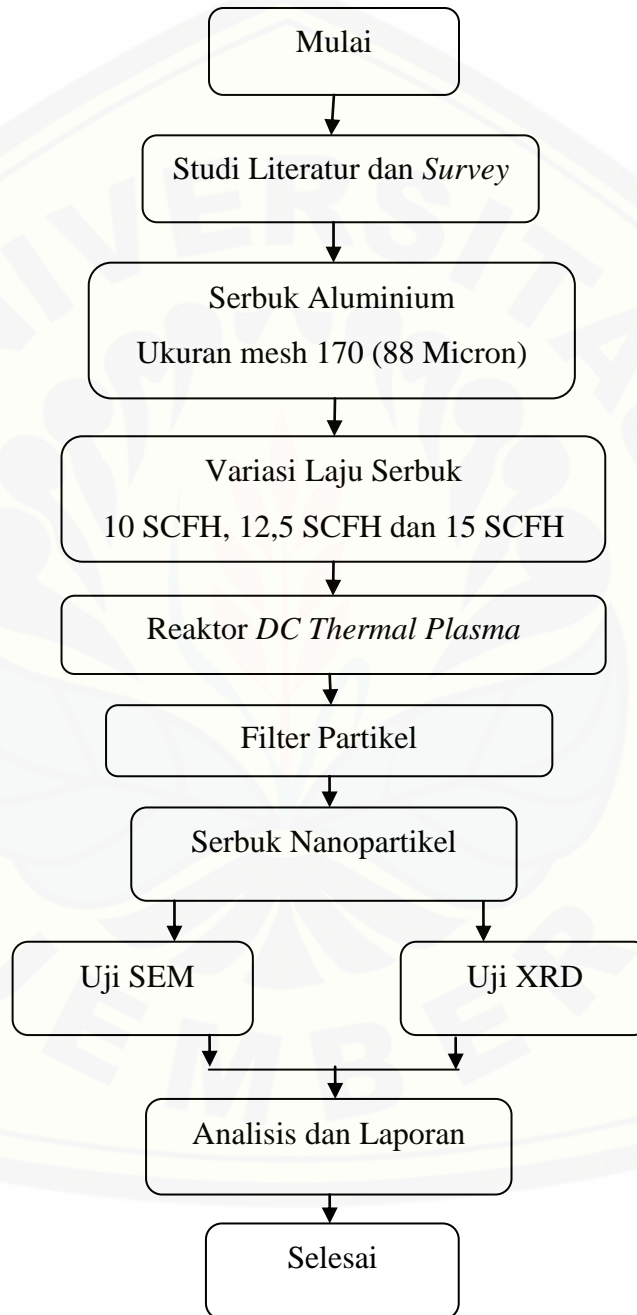
Hasil penelitian akan disajikan pada tabel, grafik dan foto uji SEM, XRD.

Pengamatan pada penelitian ini yaitu tekanan gas *carrier* oksigen (SCFH) dan besarnya arus yang diatur (Ampere) dalam menghasilkan luasan busur api plasma terhadap morfologi dan bentuk kristal Alumina yang dihasilkan.

Bentuk morfologi nanopartikel melalui pengujian SEM. Kemudian untuk jenis kristal yang dihasilkan melalui pengujian XRD yang nantinya diharapkan hasil dari proses ini menjadi material yang diharapkan.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pembuatan serbuk nanopartikel alumina dengan metode *top down DC thermal plasma* dapat disimpulkan :

1. Dengan variasi tekanan udara 10 SCFH dapat menghasilkan serbuk nanopartikel alumina berukuran rata-rata ukuran nanopartikel sebesar 32,92nm, variasi tekanan 12,5 SCFH menghasilkan rata-rata ukuran nanopartikel 31,01nm, dan pada variasi tekanan 15 SCFH menghasilkan rata-rata ukuran nanopartikel 21,03nm.
2. Dengan tekanan udara 10 SCFH, laju aliran serbuk yang terbakar api plasma sebesar 1,16 gram/menit, tekanan udara 12,5 SCFH laju aliran serbuk yang terbakar sebesar 3,19 gram/menit dan pada tekanan udara 15 SCFH laju aliran serbuk yang terbakar sebesar 3,5 gram/menit.
3. Pembentukan nanopartikel dengan serbuk awal aluminium dengan metode *top down DC thermal plasma* dengan uji XRD menghasilkan serbuk alumina.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian ini yaitu, elektroda pada torch mesin plasma hendaknya menggunakan grafit agar mengurangi pengotor pada hasil serbuk nanopartikel, grafit (karbon) bila terbakar akan menjadi udara, tidak berupa pengotor pada serbuk nanopartikel yang mengakibatkan terdapat perubahan warna pada serbuk nanopartikel alumina.

DAFTAR PUSTAKA

- Aluminium Powder, *Merck KGaA*, Darmstadt, Germany, 2015
- Firda Yanuar. 2014. *Pemanfaatan Nanoteknologi Dalam Pengembangan Pupuk Dan Pestisida Organik*. Loka Penelitian dan Pengembangan Penyakit Bersumber Binatang Ciamis, Litbang Kesehatan.
- Gul Tahira Hafiza, Saeed Shafqat, Khan Ahmad Zafar Fawad, Manzoor Amir Syed. 2014. *Potential of Nanotechnology in Agriculture and Crop Protection*. Bahauddin Zakariya University Multan, Bahadur Campus, Layyah, Pakistan.
- Ho Jun. 2012. *Thermal Plasma Synthesis Of Nano-Sized Powders*. High Enthalpy Plasma Research Center, Chonbuk National University Jeonbuk, 561-756, Korea
- Hong Jian YI, Yi You Sun, Feng Jian Gao, Yan Chun Xu. 2009. *Synthesis of Crystalline Gamma-Al₂O₃ with High Purity*. College of Materials Science and Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China.
- Kao Jung-Mu, Chang Ho, Wu Yih-Yuh, Tsung Tshih-Tsing, Lin Ming-Hong. 2005. *Producing Aluminum-Oxide Brake Nanofluids Using Plasma Charging System*. Graduate Institute of Mechanical and Electrical Engineering, National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan, 106, R.O.C.
- Kong Peter, Kawczak Alex. 2008. *Nanoparticles for Nanocomposite Energy Applications*. INL U.S. Department of Energy National Laboratory Operated by Battelle Energy Alliance.
- Laha T, Balani K, Agarwal A, Patil S, Seal S. 2005. *Synthesis of Nanostructured Spherical Aluminum Oxide Powders by Plasma Engineering*. Department of Mechanical & Materials Engineering, Florida International University, Miami, FL 33174.
- Mahendra Rai. 2012. *Role Of Nanotechnology In Agriculture With Special Reference To Management Of Insect Pests*. Springer-Verlag.
- Mahmoud K Adel. 2014. *Production of Alumina Nanoparticles (Al₂O₃) Using Pulsed Laser Ablation Technique in Distilled Water Solution*. Mechanical Engineering Department, College of Engineering, University of Diyala, Iraq.

- Masaya Shigeta. 2011. *Thermal Plasma Fast-Track Nanoparticle Production*. Department of Mechanical Systems and Design, Graduate School of Engineering, Tohoku University in Japan.
- Nirmala M, Nair G Manjula, Rekha K, Anukaliani A, Samdarshi S.K, Nair G Ranjith. 2010. *Photocatalytic Activity of ZnO Nanopowders Synthesized by DC Thermal Plasma*. PG and Research Department of Physics, Kongunadu Arts and Science College, Coimbatore – 641 029, Tamil Nadu, India.
- Prasetyo A, Nafsiati R, Kholifah, S.N, Botianovi A. 2012. *Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang Yang Mengalami Modifikasi Pori Dengan Uji SEM-EDS*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ratnasari, Hermanihadi, Indriyanto, Fathony, Devi, Agung, dan Rais. 2009. *X-Ray Diffraction (XRD)*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rupesh. 2013. *Alumina*. Nanotechnology Research Center, DAVIET, Jalandhar-144008, India
- Sabbour, M.M. 2012. *Entomotoxicity Assay Of Two Nanoparticle Material 1-(Al₂O₃andTiO₂) Against Sitophilus Oryzae Under Laboratory And Store Conditions In Egypt*. Pests and Plant Protection Dep., National Research Centre ,Dokki, Cairo Egypt. El- Behouth St., P.O. Box 12622, Do()kki, Cairo, Egypt.
- Stadler Teodoro, Buteler Micaela, Weaver K David. Sofie Stephen. 2011. *Comparative Toxicity of Nanostructured Alumina and a Comercial Inert Dust for Sitophilus Oryzae (L) and Rhyzopertha Dominica (F) at Varying Ambient Humidity Levels*. Laboratorio de Toxicologia Ambiental, Instituto de Medicina y Biologia Experimental de Cuyo(IMBECU), Centro Cientifico Tecnologico CONICET-Mendoza, CC 131 M 5500 IRA Mendoza, Argentina.
- Suprihanto Agus. 2006. *Pengujian Mekanik & Fisik Pada Metal Matrix Composite (MMC) Aluminium-Fly Ash*. Majalah Rotasi, Vol. 8 No. 4, ISSN : 1411-027X.
- Takashi. 2009. *Structural Properties and Surface Characteristics on Aluminum Oxide Powders*. Ceramics Research Laboratory, Nagoya Institute of Technology Honmachi 3-101-1, Tajimi, Gifu 507-0033, JAPAN

- Veeradate Piriyawong, Thongpool Voranuch, Asanithi Piyapong, Limsuwan Pichet. 2012. *Preparation and Characterization of Alumina Nanoparticles in Deionized Water Using Laser Ablation Technique*. Applied Nanotechnology Laboratory (ANT Lab), Department of Physics, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, Thailand.
- Vollath Dieter. 2008. *Plasma Synthesis Of Nanopowders*. Springer Science+Business Media B.V.
- Watanabe Takayuki, Tanaka Manabu. 2009. *Thermal Plasma Processing for Functional Nanoparticle Synthesis*. Dept, Environmental Chemistry and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Yokohama 226-8502, Japan.
- Widowati W. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit Andi. Hal. 109- 110, 119-120, 125-126.
- Yu. I.K. Rhee J.H. Cho S. Yoon H.K 2009. *Design and Installation of DC Plasma Reactor for SiC Nanoparticle Production*. Material Research Team, National Fusion Research Center, Daejeon 305-333, South Korea.

LAMPIRAN

Lampiran A

HASIL PENGUJIAN XRD

Date: 3/21/2016 Time: 8:19:07 AM

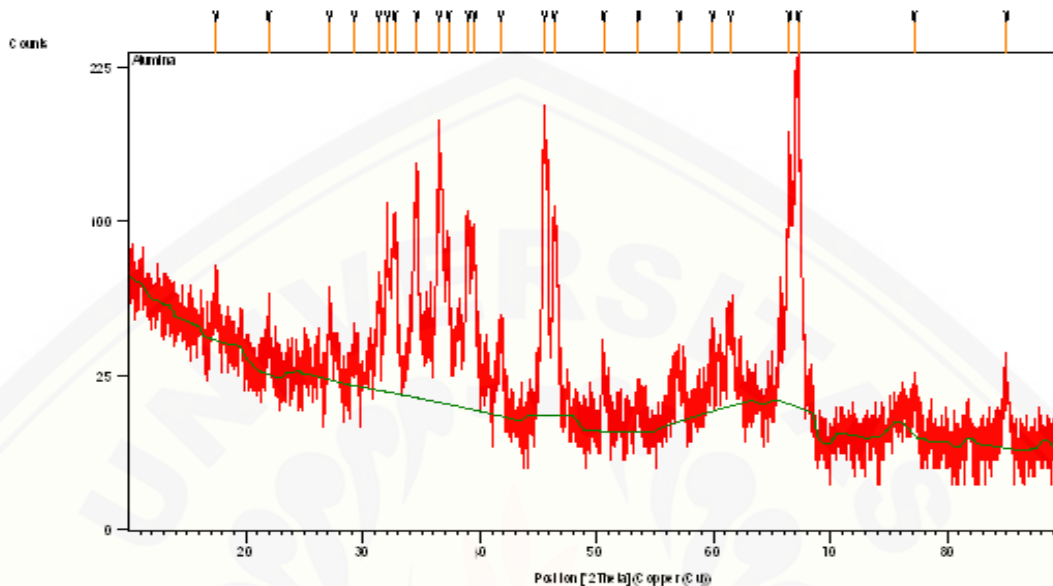
File: Alumina

User: State Univ of Malang

Anchor Scan Parameters

Dataset Name: Alumina
 File name: E:\XPert Data\2016\NON UM\Arief - Jember\Alumina.xrdml
 Sample Identification: Alumina
 Comment: Alumina
 Configuration=Stage Flat Samples, Owner=User-1, Creation date=9/15/2009 2:20:30 PM
 Goniometer=Pw3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size 2Theta:0.001; Minimum step size
 Omega:0.001
 Sample stage=Pw3071/xx Bracket
 Diffractometer system=XPERT-PRO
 Measurement program=10 - 90 deg 0.02 step 33 min, Owner=User-1, Creation date=5/12/2010 10:51:57
 AM
 Measurement Date / Time: 3/18/2016 8:51:47 AM
 Operator: State Univ of Malang
 Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
 Scan Axis: Gonio
 Start Position [°2Th.]: 10.0100
 End Position [°2Th.]: 89.9900
 Step Size [°2Th.]: 0.0200
 Scan Step Time [s]: 0.7000
 Scan Type: Continuous
 Offset [°2Th.]: 0.0000
 Divergence Slit Type: Fixed
 Divergence Slit Size [°]: 0.9570
 Specimen Length [mm]: 10.00
 Receiving Slit Size [mm]: 0.1000
 Measurement Temperature [°C]: 25.00
 Anode Material: Cu
 K-Alpha1 [Å]: 1.54060
 K-Alpha2 [Å]: 1.54443
 K-Beta [Å]: 1.39225
 K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
 Generator Settings: 35 mA, 40 kV
 Diffractometer Type: 0000000011063758
 Diffractometer Number: 0
 Goniometer Radius [mm]: 240.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 91.00
 Incident Beam Monochromator: No
 Spinning: No

Graphics



Peak List

1 Of 2

Date: 3/21/2016 Time: 8:19:07 AM

File: Alumina

User: State Univ of Malang

Pos. [°2θ.]	Height [cts]	FWHM [°2θ.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
17.4782	28.09	0.2362	5.07412	13.26
21.9131	25.45	0.2362	4.05618	12.01
27.1284	24.62	0.3149	3.28709	11.62
29.2477	11.41	0.4723	3.05356	5.38
31.3288	37.60	0.2362	2.85529	17.74
32.0694	74.13	0.1968	2.79103	34.98
32.7015	78.66	0.3149	2.73852	37.12
34.5432	121.32	0.3149	2.59660	57.25
36.4950	152.75	0.1968	2.46209	72.08
37.2440	67.85	0.2362	2.41429	32.02
38.9657	82.89	0.2362	2.31149	39.11
39.4871	66.31	0.2362	2.28216	31.29
41.7408	28.68	0.3149	2.16400	13.54
45.4484	171.85	0.2755	1.99572	81.10
46.4946	87.15	0.2362	1.95322	41.13
50.6830	15.54	0.3936	1.80120	7.33
53.6334	7.17	0.9446	1.70887	3.39
57.1410	12.41	0.9446	1.61203	5.86
59.9502	18.16	0.6298	1.54303	8.57
61.4813	31.83	0.4723	1.50823	15.02
66.4849	139.18	0.1968	1.40635	65.68
67.2118	211.91	0.3936	1.39290	100.00
77.1447	9.96	0.4723	1.23646	4.70
85.0178	17.00	0.4800	1.13999	8.02

Document History

Insert Measurement:

- File name = "Alumina.xrdml"
- Modification time = "3/21/2016 8:18:17 AM"
- Modification editor = "State Univ of Malang"

Default properties:

- Measurement step axis = "None"
- Internal wavelengths used from anode material: Copper (Cu)
- Original K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Used K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Original K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Used K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Original K-Beta wavelength = "1.39225"
- Used K-Beta wavelength = "1.39225"
- Dist. focus to div. slit = "91.00000"
- Irradiated length = "10.00000"
- Spinner used = "No"
- Linear detector mode = "None"
- Length linear detector = "2"
- Step axis value = "0.00000"
- Offset = "0.00000"
- Sample length = "10.00000"
- Modification time = "3/21/2016 8:18:17 AM"
- Modification editor = "State Univ of Malang"

Search Peaks:

- Minimum significance = "2.00"
- Minimum tip width = "0.01"
- Maximum tip width = "1.00"
- Peak base width = "2.00"
- Method = "Top of smoothed peak"
- Modification time = "2/18/2016 11:13:43AM"
- Modification editor = "State Univ of Malang"

Lampiran B

Indek Powder Diffraction File (PDF) Alumina

PDF#04-0877: QM=Intermediate; d=Film/Visual; I=(Unknown)
 Alumina
 Al₂O₃
 Radiation=CuKα1 Lambda=1.5406 Filter=
 Calibration= 2T=17,653-85,015 I/Ic(RIR)=
 Ref: Level-1 PDF

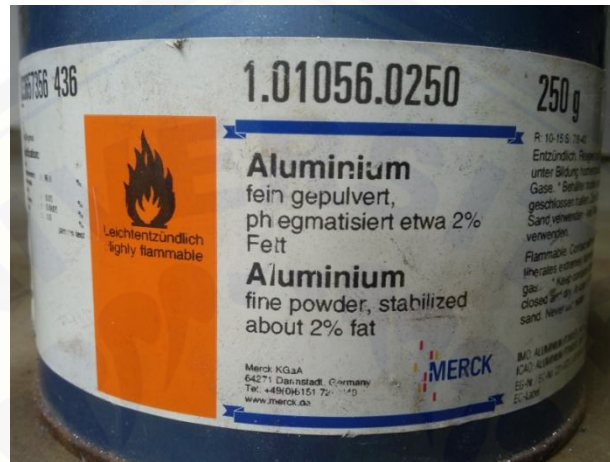
Z= mp=
 P.S=
 Density(c)= Density(m)= Mwt= Vol=
 Ref: Ibid.

Strong Lines: 1,39/X 2,73/8 1,99/8 2,43/6 1,40/6 2,87/4 2,28/4 1,49/4

2-Theta	d(Å)	I(f)	(h k l)	Theta	1/(2d)	2pi/d	n ²
17,653	5,0200	30,0		8,826	0,0996	1,2516	
19,493	4,5500	30,0		9,747	0,1099	1,3809	
21,819	4,0700	20,0		10,909	0,1229	1,5438	
31,137	2,8700	40,0		15,568	0,1742	2,1893	
32,778	2,7300	80,0		16,389	0,1832	2,3015	
34,742	2,5800	30,0		17,371	0,1938	2,4353	
36,962	2,4300	60,0		18,481	0,2058	2,5857	
39,491	2,2800	40,0		19,745	0,2193	2,7558	
45,545	1,9900	80,0		22,773	0,2513	3,1574	
46,534	1,9500	30,0		23,267	0,2564	3,2221	
47,568	1,9100	20,0		23,784	0,2618	3,2896	
50,673	1,8000	20,0		25,336	0,2778	3,4907	
60,024	1,5400	40,0		30,012	0,3247	4,0800	
61,344	1,5100	30,0		30,672	0,3311	4,1611	
62,258	1,4900	40,0		31,129	0,3356	4,2169	
64,177	1,4500	30,0		32,088	0,3448	4,3332	
66,761	1,4000	60,0		33,381	0,3571	4,4880	
67,306	1,3900	100,0		33,653	0,3597	4,5203	
73,327	1,2900	20,0		36,664	0,3876	4,8707	
75,372	1,2600	10,0		37,686	0,3968	4,9867	
85,015	1,1400	20,0		42,507	0,4386	5,5116	

Lampiran C

Gambar C Alat, Bahan dan Proses Pembuatan



Gambar C.1 Serbuk Aluminium



Gambar C.2 Flowmeter



Gambar C.3 Kompresor



Gambar C.4 Pompa Air Resun SP-3800



Gambar C.5 Timbangan



Gambar C.6 Perakitan Reaktor



Gambar C.7 Serbuk Nanopartikel Alumina



Gambar C.8 Mesin Pengujian SEM