

**PENGARUH PARAMETER PROSES ATOMISASI LAS-OKSI
ASITELIN TERHADAP KUALITAS BENTUK BAJA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Surya Adi Putra

No. Mahasiswa : 14525056

NIM : 2014070653

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu didalam penulisan naskah ini dan di sebutkan sebagai referensi”. Apabila dikemudian hari ada terbukti pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima sanksi atau hukuman sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 01 Agustus 2021



Surva Adi Putra
NIM : 14525056

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGARUH PARAMETER PROSES ATOMISASI LAS-OKSI
ASITELIN TERHADAP KUALITAS BENTUK BAJA
TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

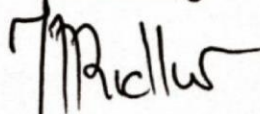
Nama : Surya Adi Putra

No. Mahasiswa : 14525056

NIRM : 2014070653

Yogyakarta, 17 Juni 2021

Pembimbing



Muhammad Ridlwan S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGARUH PARAMETER PROSES ATOMISASI LAS-OKSI ASITELIN TERHADAP KUALITAS BENTUK BAJA TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Surya Adi Putra


No. Mahasiswa : 14525056

NIRM : 2014070653

Tim Penguji

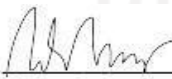
Muhammad Ridlwan, S.T., M.T

Ketua


Tanggal : 02 September 2021

Agung Nugroho Adi, ST, MT

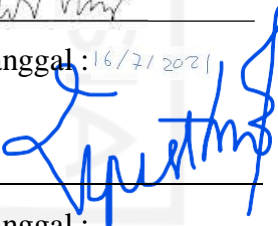
Anggota I



Tanggal : 16/7/2021

Yustiasih Purwaningrum, ST., MT.

Anggota II


Tanggal :

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiono, ST, M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk orang tua saya Ibu Siti Nurbaya, Kakak Saya Citra Kharisna Dewi, Keluarga Besar dan Mardewi yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada saya. Atas Segala Kerendahan Hati, Terima Kasih Untuk Semuanya.



HALAMAN MOTTO

Apapun proses yang kau hadapi saat ini, berdoalah untuk mengucapkan terimakasih.

Karena dengan berterima kasih kamu dapat menghargai nikmat yang diberikan olehnya.



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tak lupa Shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Selama pelaksanaan Tugas Akhir serta pembuatan laporan Tugas Akhir penulis menemui beberapa kendala dan berkat bimbingan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Risdiyono,S.T., M.Eng, selaku Kepala Prodi Teknik Mesin.
2. Bapak Muhammad Ridlwan S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan perhatian baik sebelum hingga Tugas Akhir ini selesai.
3. Kedua orang tua yang selalu mendukung dan menasihati.
4. Sahabat saya Aldino Data Pratama dan Mohamad Syarifudin yang selalu Menemani, Memberikan Solusi dan Semangat. Terima Kasih Untuk Semuanya, Kalian Luar Biasa

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih belum sempurna, jadi penulis mengharapkan saran dan kritik. Semoga penelitian yang dibuat oleh penulis dapat berguna bagi mahasiswa di lingkup UII dan masyarakat umum. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Juni 2021



Surya Adi Putra

ABSTRAK

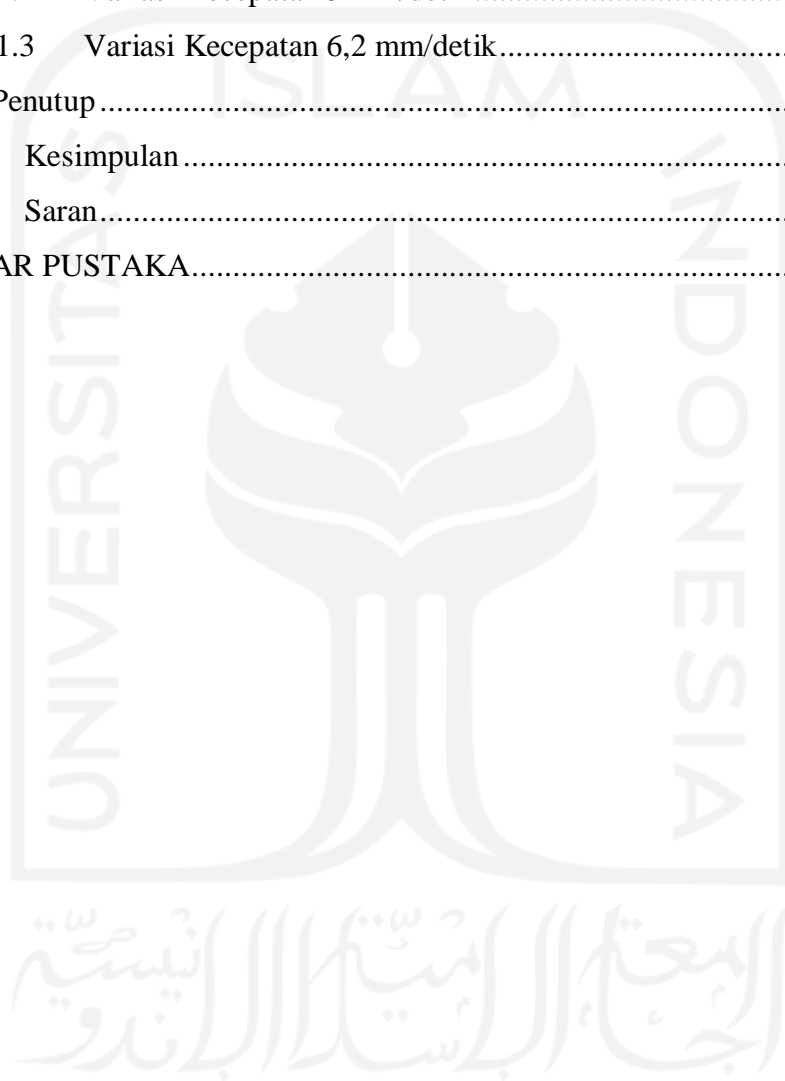
Metoda paling umum yang digunakan dalam pembuatan serbuk adalah atomisasi. Terdapat tiga metoda atomisasi antara lain atomisasi air, atomisasi gas dan atomisasi sentrifugal. Atomisasi saat ini sedang berkembang dikarenakan industry pembuatan produk ataupun part engineering sedang berkembang. Metoda atomisasi lain yang dapat digunakan adalah atomisasi las oksasi-asitelin. Las oksasi-asitelin nantinya akan menjadi sumber energi yang digunakan dalam pembuatan serbuk. Bahan yang digunakan adalah kawat yang akan dilelehkan dengan nyala oksasi-asitelin pada suhu berkisar antara 3480°C. Lelehan yang terbakar akan disemprot oleh welding torch sehingga menghasilkan serbuk. Bahan kawat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.8 mm. Parameter sudut nozzle yang mengalami kontak dengan nyala api digunakan 75°, 90° dan 115°. Dan Variasi kecepatan yang digunakan adalah 3,1 mm/detik, 7 mm/detik dan 6,2 mm/detik.

Kata kunci : Atomisasi, Serbuk, Las oksasi-asitelin

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar.....	xi
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian dan Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Pembuatan Serbuk.....	4
2.2.1 Metoda Atomisasi Gas	5
2.2.2 Metoda Atomisasi Air	7
2.2.3 Metoda Atomisasi Sentrifugal	8
2.3 Karakteristik Serbuk.....	9
2.4 Pengujian Ukuran Serbuk.....	14
2.5 Las Oksi-Asitelin	15
Bab 3 Metode Penelitian	17
3.1 Alur Penelitian	17
3.2 Peralatan dan Bahan	18
3.2.1 Peralatan Yang digunakan.....	18

3.2.2	Bahan.....	23
3.3	Proses Pembuatan Serbuk.....	23
3.4	Pengujian Struktur Makro	24
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	25
4.1	Pengujian Bentuk Partikel	25
4.1.1	Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik.....	25
4.1.2	Variasi Kecepatan 5 mm/detik.....	29
4.1.3	Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik.....	32
Bab 5	Penutup	35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....		36



DAFTAR TABEL

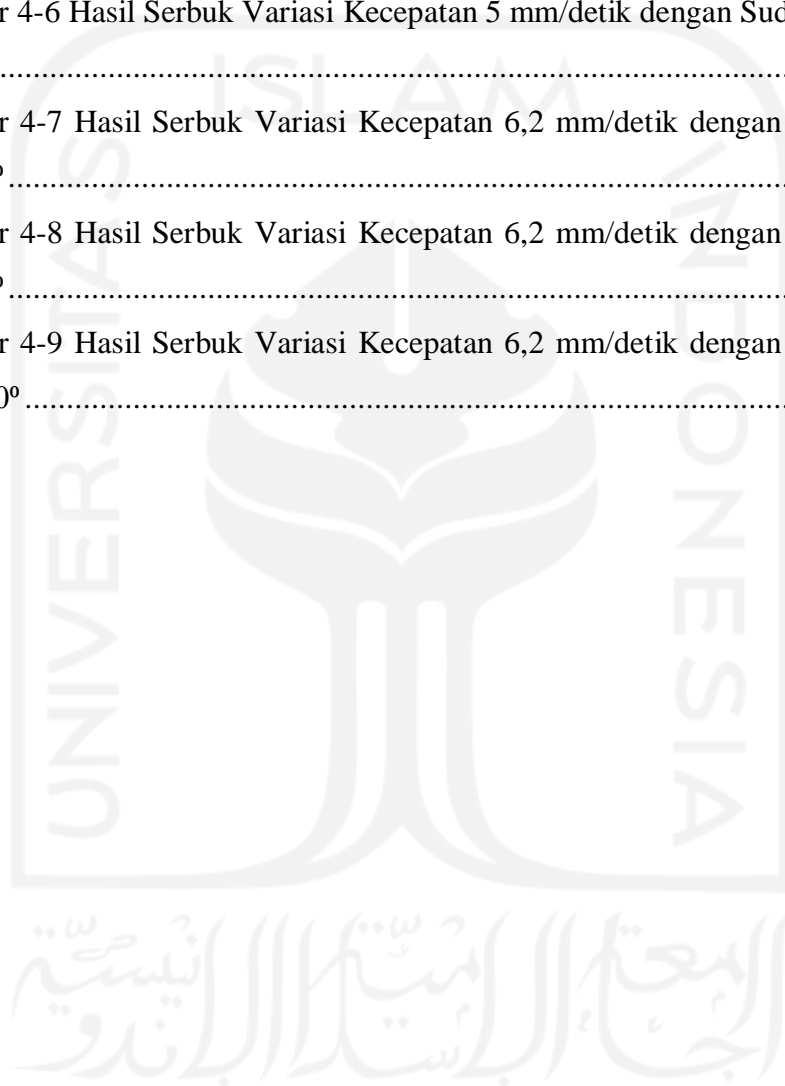
Tabel 2-1 Standar ukuran ayakan.....12



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Proses Horizontal Atomisasi Dengan Udara Bertekanan.....	6
Gambar 2-2 Proses Atomisasi Vertikal.	6
Gambar 2-3 Proses atomisasi metoda air.....	7
Gambar 2-4 Rotating electrode.....	9
Gambar 2-5 Bentuk partikel serbuk.....	9
Gambar 2-6 possible size medsure.....	10
Gambar 2-7 equivalent sphere diameter.....	11
Gambar 2-8 distribusi ukuran partikel.....	13
Gambar 2-9 Metoda ayakan.....	14
Gambar 2-10 Nyala netral.....	15
Gambar 2-11 Nyala Karburasi.....	16
Gambar 2-12 Nyala Oksidasi.....	16
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3-2 Box.....	18
Gambar 3-3 <i>gearbox</i>	19
Gambar 3-4 Flexibel coupling.....	19
Gambar 3-5 gear extruder.....	20
Gambar 3-6 Bearing U Profil.....	20
Gambar 3-7 Potensio.....	20
Gambar 3-8 Sensor Speed Meter Proximity.....	21
Gambar 3-9 Pneumatic Connector.....	21
Gambar 3-10 pillow block.....	22
Gambar 3-11 Arduino uno.....	22
Gambar 3-12 welding torch.....	22
Gambar 3-13 Alat atomisasi oksi-asitelin.....	23
Gambar 3-14 Mikroskop optik.....	24
Gambar 4-1 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°.....	26
Gambar 4-2 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°.....	27

Gambar 4-3 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°	28
Gambar 4-4 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°	29
Gambar 4-5 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°	30
Gambar 4-6 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°	31
Gambar 4-7 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°	32
Gambar 4-8 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°	33
Gambar 4-9 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°	34



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Industri saat ini dituntut supaya lebih cepat dikarenakan produksi massal. Permintaan pasar terkait produk engineering juga mengalami peningkatan kualitas dan kuantitas. Salah satu teknologi yang digunakan dalam produksi massal adalah dengan memanfaatkan serbuk besi sebagai material yang dimasukkan ke dalam cetakan. Serbuk tersebut kemudian dipanaskan sehingga didapatkan material yang solid sesuai dengan bentuk cetakan. Penggunaannya sendiri begitu sangat luas mencakup dalam berbagai bidang seperti cetakan, katub, bearing, *cutting tools* dan masih banyak lainnya.

Penggunaan serbuk logam sudah menjadi bagian sangat penting dalam komponen karena lebih baik daripada cara konvensional lain seperti pengecoran logam (Wisnu, 2019). Keunggulan serbuk logam sendiri mencakup banyak hal seperti mampu membuat bentuk yang sulit, tingkat ketelitian yang tinggi, dan dapat diproduksi dalam industri *massal*.

Salah satu metode dalam membuat serbuk untuk menunjang Industri produksi massal saat ini adalah dengan metode atomisasi. Beberapa metoda atomisasi yang telah dikenal adalah metoda atomisasi air, metoda atomisasi gas, dan metoda atomisasi sentrifugal (Ridlwani, Tontowi, & R, 2005). Metode atomisasi gas dan atomisasi sentrifugal serbuk yang dihasilkan dapat berukuran kecil dan berbentuk bola. Bentuk bulat ini sangat bagus ketika di gunakan dalam proses metalurgi serbuk. Akan tetapi muncul permasalahan dikarenakan biaya yang dikeluarkan dalam proses atomisasi hingga menghasilkan serbuk menghasilkan biaya relatif mahal. Maka diperlukan sebuah metode atomisasi yang dapat menurunkan biaya operasi.

Salah satu cara yang dapat menurunkan biaya produksi adalah menggunakan metode las oksidasi yang mempunyai biaya produksi lebih murah. Diharapkan penelitian mampu memberikan serbuk yang berkualitas dan proses produksi serbuk relatif cepat untuk memenuhi permintaan Industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal yang menjadi rumusan masalah antara lain :

- a) Bagaimana bentuk serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi las oksasi-asitelin
- b) Bagaimana parameter alat yang menghasilkan serbuk terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Supaya pembahasan dalam penelitian tidak meluas dan jelas arah geraknya maka peneliti membuat batasan masalah. Batasan masalah ini akan membantu dalam pembahasan penelitian sehingga dapat lebih terstruktur. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut ;

- a) Tidak membahas kelistrikan.
- b) Menggunakan metode las asitelin.
- c) Tidak membahas perancangan desain alat.
- d) Menggunakan nyala api oksidasi.
- e) Membahas terkait pengaruh sudut *nozzle* dan kecepatan laju material.
- f) Menggunakan 3 buah *nozzle*.
- g) Kecepatan pemakanan pada variasi 3.1 mm/detik, 5 mm/detik, dan 6.2 mm/detik.
- h) Sudut kontak kawat terhadap nyala api dengan sudut 75°C, 90°C, dan 115°C.

1.4 Tujuan Penelitian dan Perancangan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan jumlah material yang digunakan pada metode atomisasi menggunakan las oksasi-asitelin. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pembuatan serbuk menggunakan metode ini.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Penelitian ini tentunya memiliki beberapa manfaat yang dapat berguna baik bagi Industri ataupun mahasiswa.

- a) Menjadi alternatif dalam pengolahan serbuk besi yang relatif lebih murah.
- b) Menghasilkan serbuk biji yang berkualitas.
- c) Sebagai acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk membuat pembaca mudah memahami dalam penulisan ini maka dibuat sistematika penulisan. Sistematika penulisan antara lain;

- a) BAB 1 Pendahuluan berisi tentang latar belakang dan permasalahan yang ada serta manfaat dan tujuan penelitian.
- b) BAB 2 Tinjauan Pustaka berisi tentang dasar teori yang digunakan.
- c) BAB 3 Metode Penelitian berisi tentang tahapan penelitian dan langkah-langkah yang akan dilakukan.
- d) BAB 4 Hasil dan Pembahasan berisi tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan serta pembahasannya.
- e) BAB 5 Penutup berisi tentang kesimpulan serta saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Efisiensi dari proses atomisasi las oksasi-asitelin relatif masih rendah yaitu rata-rata 12,2% dengan laju produksinya rata-rata 0,1429 gram/menit (Ridlwani, Tontowi, & R, 2005). Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa banyak material yang terbuang dalam proses atomisasi. Serta diameter kawat juga sangat mempengaruhi dalam proses ini. Untuk kawat dengan diameter 1,25 mm mempunyai hasil yang relatif lebih tinggi yaitu sudut serang 30°, hasil 15,1% dan 0,1573 gram/menit.

Beberapa teknologi yang digunakan dalam proses semburan panas, yaitu: nyala oksasi-asitelin, busur listrik, dan busur plasma. Aplikasi proses semburan panas adalah untuk perlindungan terhadap korosi (Kadyrop dan Getman, 2001). Bentuk serbuk yang bagus digunakan sebagai bahan baku proses semburan panas adalah bentuk bola, karena memiliki sifat mampu alir yang tinggi dan kondisi yang optimal pada saat partikel dicairkan dan di semprotkan (Mikli dkk, 2001).

Proses semburan oksasi-asitelin adalah proses pembuatan serbuk logam dengan semburan panas menggunakan sumber energi nyala oksasi-asitelin dan bahan baku logam awal adalah aluminium cair. Salah satu keuntungan dari proses semburan panas ini adalah banyaknya jenis material yang dapat digunakan dalam proses ini (Pawlowski, 1995).

2.2 Pembuatan Serbuk

Serbuk dapat dijelaskan sebagai sebuah benda padat yang terpotong menjadi halus. Membuat serbuk dapat dibuat dengan hampir semua logam. Terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam membuat serbuk antara lain atomisasi gas, atomisasi air dan atomisasi sentrifugal.

Metalurgi serbuk sendiri mempunyai beberapa keuntungan antara lain;

- Material tidak adak yang terbuang
- Mempunyai tingkat ketelitian dan kehalusan yang tinggi.

- Mempunyai ketahanan aus serta kekuatan yang meningkat.
- Dapat digunakan untuk benda-benda dengan bentuk kompleks.
- Meminimalisir proses permesinan.

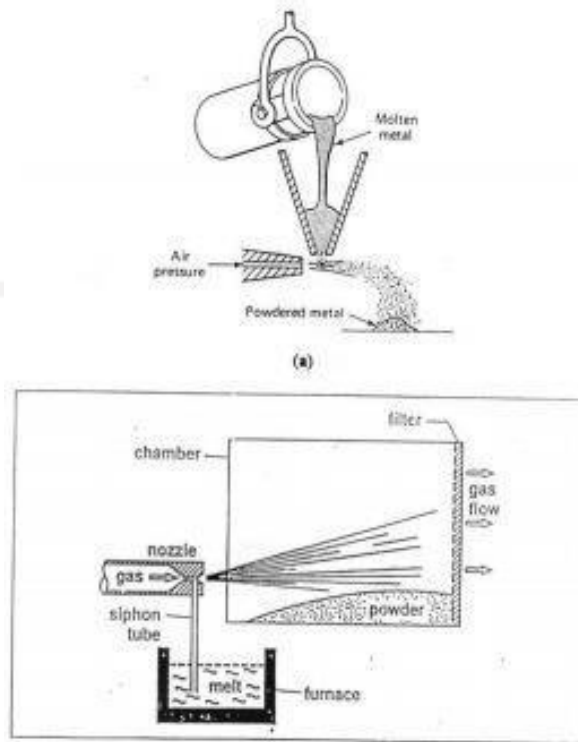
Disamping mempunyai kelebihan metalurgi serbuk sendiri mempunyai kekurangan antara lain:

- Biaya produksi yang relatif mahal
- Perlu dilakukan pembuatan serbuk terlebih dahulu.
- untuk bentuk geometri yang kompleks, kerapatan produk metalurgi serbuk dapat bervariasi.

2.2.1 Metoda Atomisasi Gas

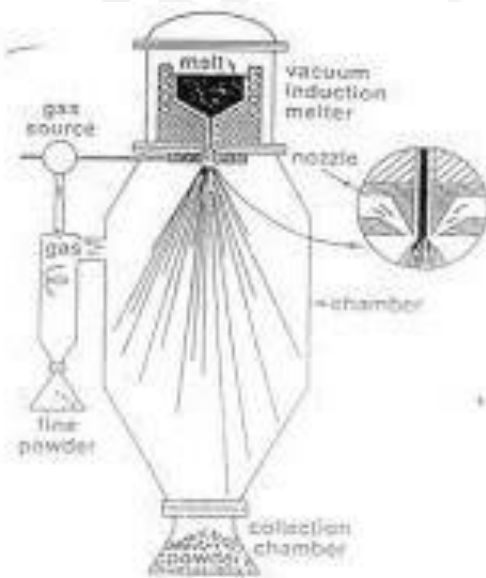
Suatu senyawa logam yang dipanaskan akan membentuk atom logam pada suhu $\pm 1700\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau lebih (Rahayu, Aprilia, & Ayu, 2015). Pada dasarnya prinsip proses atomisasi gas adalah sebuah logam yang dicairkan menggunakan tungku induksi. Sebuah logam yang dicairkan dilakukan atomisasi dengan mengalirkan cairan ke dalam nozzle. Gas bertekanan tinggi akan memecah cairan tersebut menjadi sebuah serbuk. Proses atomisasi gas dibagi menjadi dua yaitu proses atomisasi gas bertekanan dan proses atomisasi menggunakan gas inert.

Proses atomisasi gas bertekanan tinggi dapat dilihat pada gambar 2-1
Proses Horizontal Atomisasi Dengan Udara Bertekanan



Gambar 2-1 Proses Horizontal Atomisasi Dengan Udara Bertekanan
(Techologi & Little, 1997)

Proses menggunakan gas inert dapat dilihat pada gambar 2-2 Proses Atomisasi Vertikal.



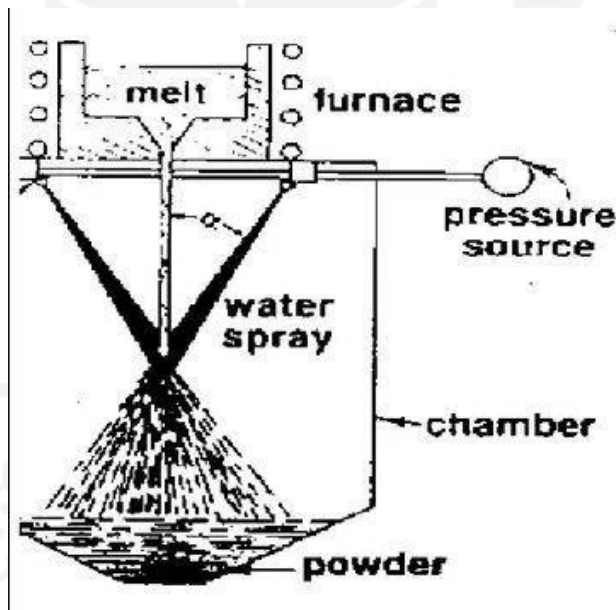
Gambar 2-2 Proses Atomisasi Vertikal.

(German, 1994)

Campuran gas yang umum digunakan adalah udara, nitrogen, argon dan helium. Jadi terdapat 4 nyala dapat dipilih berdasarkan pada sifat unsur-unsur sumber api. Gas di sini juga mempunyai fungsi lain yaitu melindungi butiran logam dari oksidasi. Logam juga akan menentukan pemilihan gas yang digunakan.

2.2.2 Metoda Atomisasi Air

Teknik atomisasi dengan air adalah teknik yang umum digunakan untuk memproduksi serbuk logam dan paduan yang memiliki temperatur cair kira-kira dibawah 1600 C (German, 1994). Prinsip kerjanya air ditembakkan dengan tekanan tinggi menabrak logam cair., terjadi gaya pemecah aliran logam dan terjadi pembekuan serbuk secara cepat. Secara garis besar proses ini mempunyai kemiripan dengan metoda atomisasi gas hanya terdapat perbedaan pada sifat fluida dan proses pendinginan. Secara singkat proses atomisasi air dapat dilihat pada gambar 2-5 Proses atomisasi metoda air.



Gambar 2-3 Proses atomisasi metoda air

(German, 1994)

Pendinginan yang begitu cepat akan membuat bentuk dari serbuk tidak teratur. Akan tetapi bentuk tersebut dapat dikontrol dengan cara kondisi *superheat* jauh di atas daerah *liquiditas*. Oli sintetik atau cairan lain yang tidak reaktif dapat

digunakan sebagai pengganti air untuk memperoleh kontrol yang lebih baik dari bentuk partikel dan mengontrol adanya oksidasi (German, 1994).

Sudut *nozzel* berpengaruh terhadap distribusi serbuk yang dihasilkan, model matematik yang menghubungkan ukuran partikel dalam W/A dengan parameter dalam pengoperasian alat mirip dengan gas atomization. Tekanan tinggi atau kecepatan aliran fluida, menyebabkan penurunan dalam ukuran partikel rata-rata, hubungannya dapat ditunjukkan sebagai berikut :

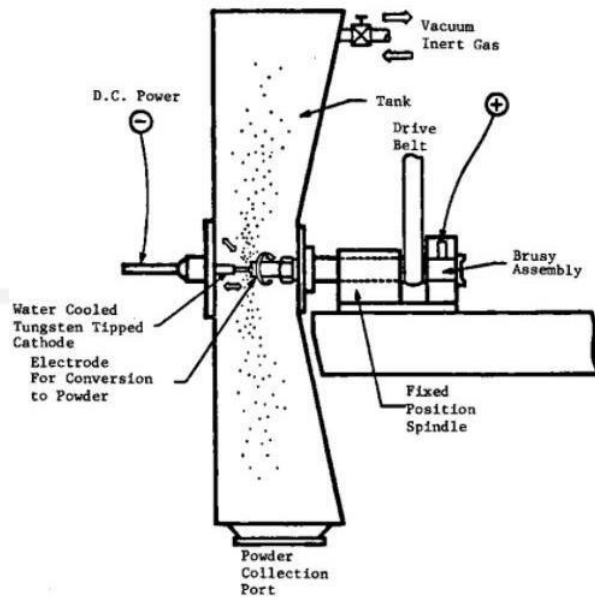
$$D = \frac{\beta \ln(p)}{V \sin(\alpha)}$$

dimana β adalah konstan yang menghubungkan antara material dan efek desain dari atomizer, V adalah kecepatan air, dan α adalah sudut antara aliran logam cair dan water *nozzle*. Dengan jelas terlihat bahwa energi yang bersama dengan air sebagai hasil dari tekanan dan kecepatan adalah faktor utama dalam mengontrol ukuran partikel.

2.2.3 Metoda Atomisasi Sentrifugal

Pecahan logam cair berbentuk percikan-percikan logam cair yang kemudian menjadi serbuk dibuat dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Logam cair berubah menjadi serbuk dikarenakan pendinginan yang cepat. Besar gaya sentrifugal berbanding lurus dengan tingkat kehalusan dari butiran serbuk.

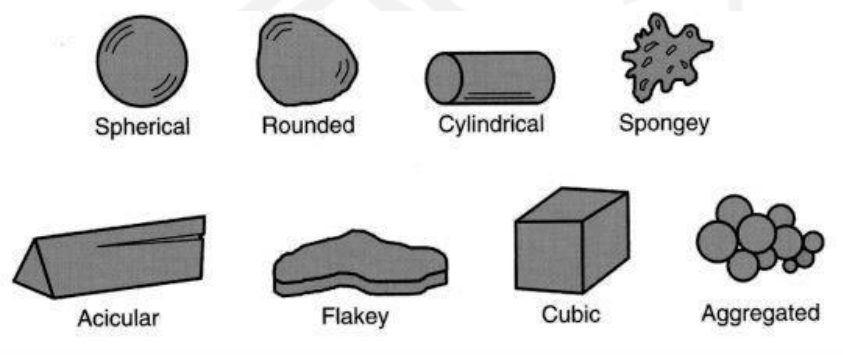
Salah satu contoh dari metoda atomisasi sentrifugal ini adalah metoda elektroda berputar, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2-4 *Rotating electrode*



Gambar 2-4 Rotating electrode
(German, 1994)

2.3 Karakteristik Serbuk

Serbuk mempunyai berbagai macam bentuk tergantung pada bagaimana proses pembuatan serbuk tersebut. Bentuk dari serbuk sangat mempengaruhi dalam sifat karakteristik alir, kemampuan mampatan dan kemampuan isian. Berbagai bentuk partikel serbuk dapat dilihat pada gambar 2-5 Bentuk partikel serbuk.

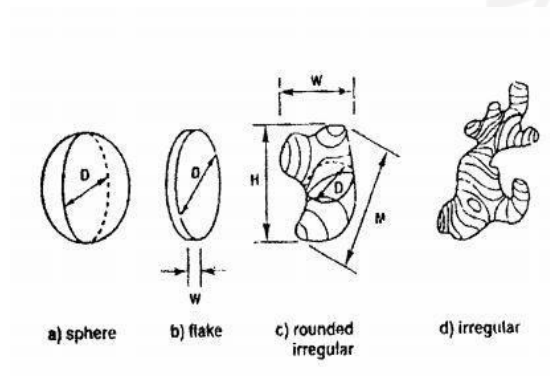


Gambar 2-5 Bentuk partikel serbuk

Adapun sifat-sifat yang dimiliki serbuk logam antara lain ;

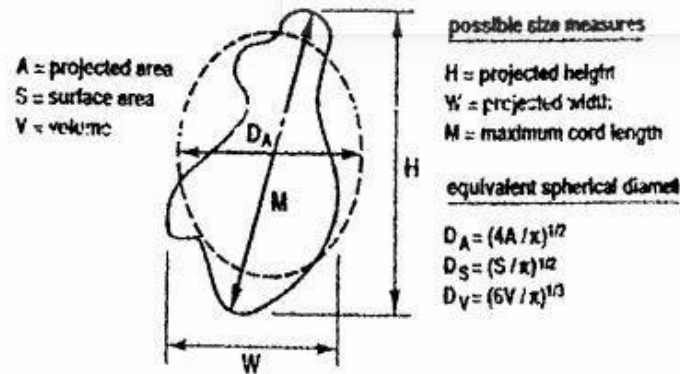
- a) Ukuran Partikel

Metode yang dapat digunakan dalam mengukur ukuran partikel antara lain adalah dengan pengayakan atau melakukan pengukuran dengan mikroskop. Ukuran butir sangat terpengaruh oleh kehalusan dan faktor ini berhubungan dengan luas kontak antar permukaan, butir kecil memiliki porositas kecil dan luas kontak antar permukaan besar sehingga difusi antar permukaan akan semakin besar. Ada 2 cara yang dapat digunakan dalam menentukan ukuran partikel yaitu *possible size measure* dan *equivalent sphere diameter*. Untuk cara pertama dapat dilihat pada gambar 2-6 *possible size measure*.



Gambar 2-6 possible size measure
(German, 1994)

Diameter Bola Ekuivalen (Equivalent Sphere Diameter) dapat ditentukan dari luas permukaan, volume, dan luas proyeksi dari partikel, seperti pada Gambar 2.7 *equivalent sphere diameter*.



Gambar 2-7 equivalent sphere diameter
(German, 1994)

Berdasarkan luas proyeksi partikel (D_A) dirumuskan sebagai berikut :

$$A = \frac{\pi \cdot D_A^2}{4}$$

Ket : A = Luas proyeksi partikel (mm^2)

Diameter bola *ekuivalen* berdasarkan volume bola partikel (D_V) dirumuskan sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \cdot D_V^3}{6}$$

Ket : v = volume proyeksi partikel (mm^3)

Bola *Ekuivalen* Berdasarkan Luas Permukaan Partikel (D_S):

$$S = \pi \cdot D_S^2$$

Ket : S = Luas proyeksi partikel (mm^2)

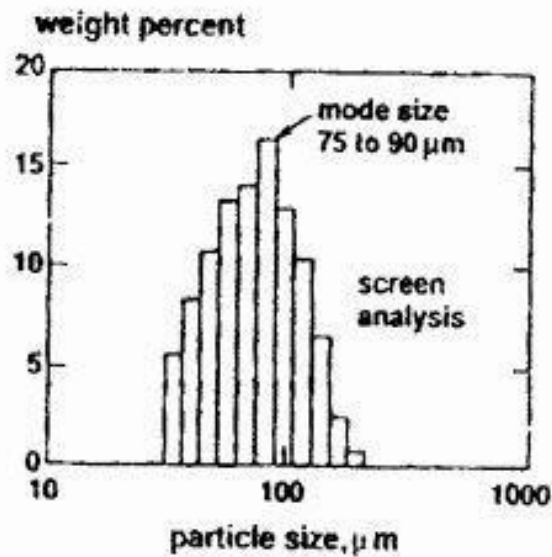
b) Distribusi Ukuran dan Mampu Alir

Distribusi ukuran partikel ditentukan jumlah partikel dari ukuran standar dalam serbuk tersebut. Mampu alir adalah karakteristik yang menggambarkan alir serbuk dalam memenuhi cetakan. Untuk ukuran dari serbuk dapat dilihat pada tabel 2-1 Standar ukuran ayakan.

Tabel 2-1 Standar ukuran ayakan

Nomor Ayakan	Lubang ayakan
2	9.5 mm
3.5	5.6 mm
4	4.75 mm
8	2.36 mm
10	2.00 mm
20	850 μm
30	600 μm
40	425 μm
50	300 μm
60	250 μm
70	212 μm
80	180 μm
100	150 μm
120	125 μm
200	75 μm
230	63 μm
270	53 μm
325	45 μm
400	38 μm

Analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik histogram menyatakan ukuran partikel secara kolektif. Grafik tersebut menunjukkan jumlah serbuk yang berada pada setiap inkremen ukuran partikel yang dapat dilihat pada gambar 2-8 distribusi ukuran partikel.



Gambar 2-8 distribusi ukuran partikel
(German, 1994)

c) Sifat Kimia

Sifat kimia sangat dipengaruhi oleh kemurnian serbuk. Pada metalurgi serbuk diharapkan tidak terjadi reaksi kimia antara matrik dan penguat.

d) Kompresibilitas

Perbandingan volume serbuk dengan volume benda yang di tekan dinamakan kompresibilitas. Kompresibilitas mempunyai nilai yang berbeda-beda dan dipengaruhi oleh distribusi ukuran dan bentuk butir.

e) Kehalusan

Kehalusan berkaitan erat dengan ukuran butir dan ditentukan dengan mengayak serbuk dengan ayakan standar atau dengan pengukuran mikroskop. Ayakan standar berukuran mesh 36 - 850 μm digunakan untuk mengecek ukuran dan menentukan distribusi ukuran partikel dalam daerah tertentu.

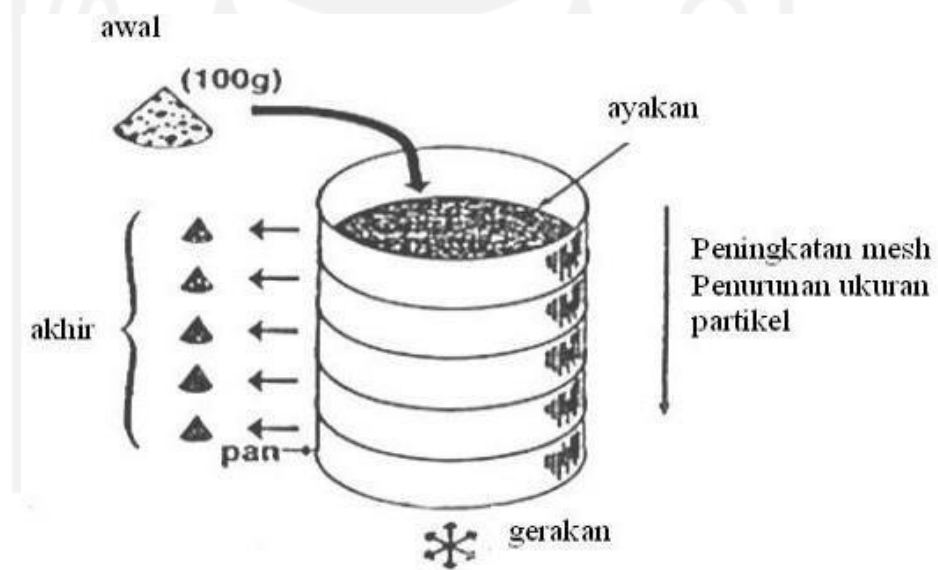
f) Kemampuan Sinter

Sinter adalah proses pengikatan partikel melalui proses penekanan dengan cara dipanaskan 0.7-0.9 dari titik lelehnya.

2.4 Pengujian Ukuran Serbuk

Untuk menganalisa ukuran partikel, teknik yang digunakan adalah teknik screening. Teknik ini adalah teknik yang paling umum digunakan untuk menganalisa ukuran partikel dengan cepat sesuai dengan standar ASTM B214. Adapun cara pengukuran ukuran partikel serbuk dengan menggunakan teknik screening adalah :

- sample serbuk yang akan diukur dimensinya ditimbang.
- kemudian screen yang akan digunakan disusun dengan ukuran bukaan yang semakin menurun, ukuran bukaan yang paling kecil adalah berada di dasar atau paling bawah dan ukuran bukaan yang paling besar ditempatkan paling atas, seperti terlihat pada gambar berikut 2-6 Metoda ayakan.



Gambar 2-9 Metoda ayakan.

(German, 1994)

- Kemudian memasukkan serbuk tersebut pada bagian rak saringan paling atas kemudian digetarkan selama 15 menit.
- Setelah digetarkan maka sejumlah serbuk akan masuk kedalam masing-masing screen dengan ukuran yang berbeda-beda pada setiap tingkatan mesh.

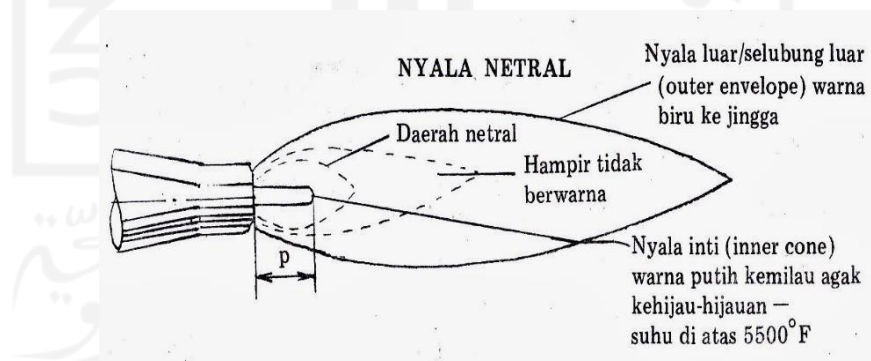
- e) Kemudian menimbang serbuk yang tinggal pada masing-masing screen tersebut dan dihitung persentasenya tiap interval ukuran. Serbuk yang melewati suatu ukuran mesh ditandai dengan tanda (-) dan yang tertahan di suatu tingkat mesh ditandai (+). Sebagai contoh -100 / +200 mesh artinya serbuk tersebut melewati ukuran 100 mesh tapi tidak bisa melewati ukuran 200 mesh.

2.5 Las Oksi-Asitelin

Pada pengelasan ini bahan bakar gas yang digunakan adalah O_2 sehingga menghasilkan nyala api $3.500^{\circ}C$, dimana suhu tersebut akan mencairkan logam induk dan logam pengisinya. Sedangkan untuk bahan bakar yang digunakan adalah gas asitelin, propan atau hydrogen. Nyala hasil pembakaran tergantung dengan perbandingan antara gas oksigen dan gas asitelin. Terdapat 3 nyala yaitu :

a) Nyala netral

Terjadi jika perbandingan kedua gas tersebut sama. Nyala api ini biasanya digunakan untuk pengelasan baja, tembaga, besi cord an baja tahan karat. Nyala terdiri atas kerucut dalam yang berwarna putih bersinar dan kerucut luar yang berwarna biru bening yang dapat dilihat pada gambar 2-7 Gambar Nyala netral.

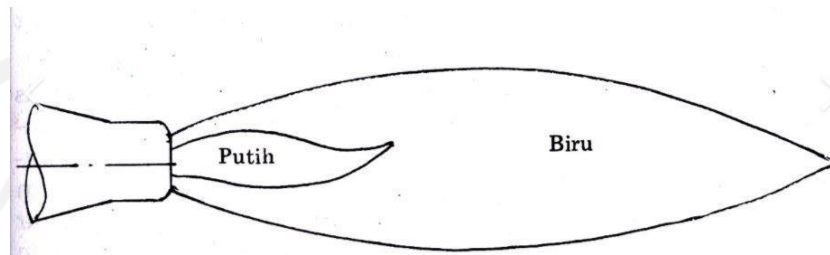


Gambar 2-10 Nyala netral

b) Nyala Karburasi

Terjadi jika gas O_2 yang digunakan lebih banyak jika dibandingkan gas asitelin. Nyala api ini biasanya digunakan pada pengelasan bahan logam monel, nikel dan berbagai jenis baja. Di antara kerucut dalam dan kerucut luar muncul kerucut nyala baru

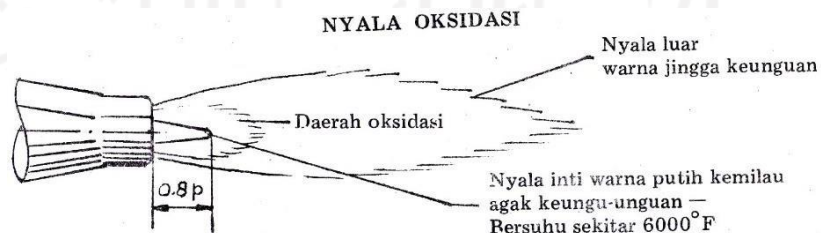
yang mempunyai warna biru. Kemudian diantara kerucut warna tersebut dengan kerucut luar akan muncul kerucut berwarna keputih-putihan yang mempunyai panjang tergantung dari kelebihan gas asetilin yang terlihat pada gambar 2-8 Nyala karburasi.



Gambar 2-11 Nyala Karburasi

c) Nyala Oksidasi

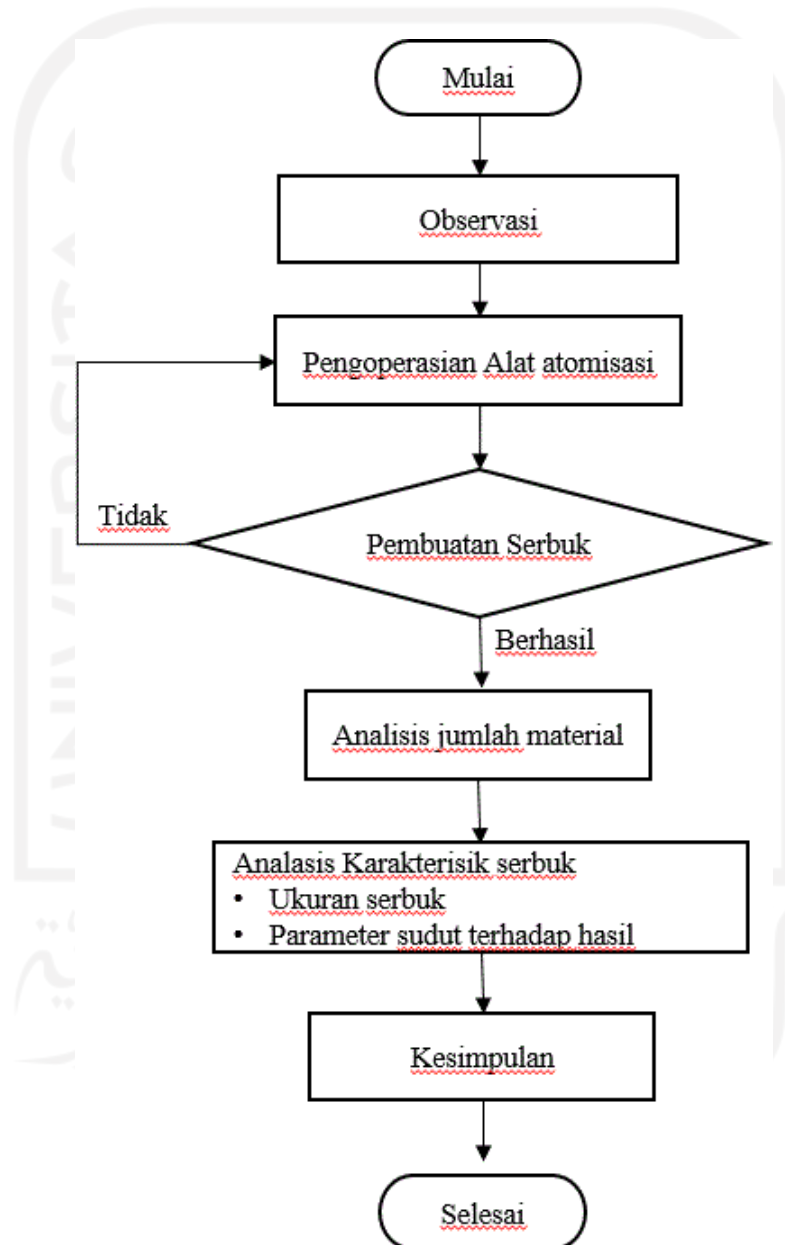
Bila gas oksigen melebihi dari jumlah yang diperlukan untuk menghasilkan nyala netral maka nyala menjadi pendek dan warna kerucut dalam berubah dari putih bersinar menjadi ungu yang dapat dilihat pada gambar 2-9 Nyala Oksidasi. Nyala api ini biasanya digunakan untuk pemotongan material logam dan untuk pengelasan dengan material perunggu dan kuningan. Bila nyala ini digunakan maka akan terjadi proses oksidasi atau dekarburasi pada logam cair. Dalam nyala oksi-asetilen netral terjadi dua reaksi bertingkat yaitu :



Gambar 2-12 Nyala Oksidasi

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan Yang digunakan

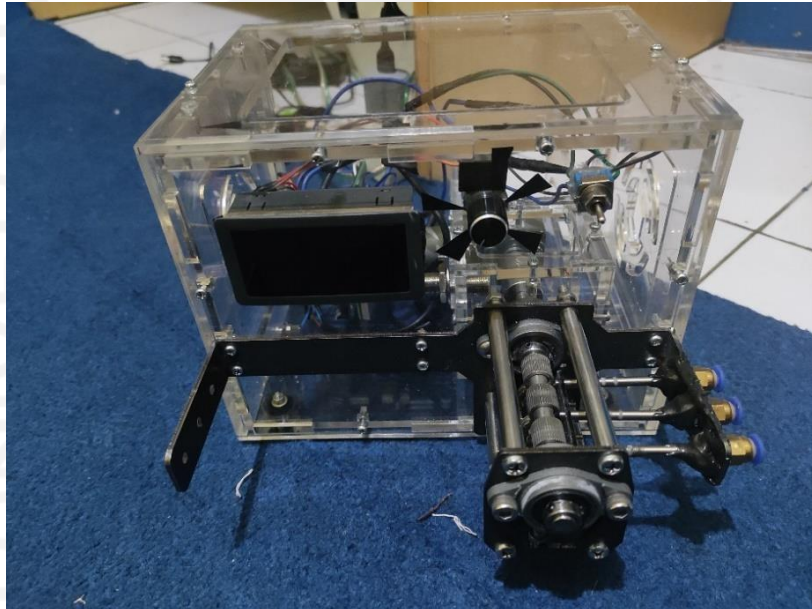
Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain;

- Alat atomisasi Las-oksi Asitelin.

Alat atomisasi Las oksasi-asitelin adalah alat yang akan digunakan dalam pembuatan serbuk logam. Peralatan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu *box*, *welding torch* (telah dimodifikasi), tabung oksasi-asitelin.

1. *Box*

Box disini adalah sebuah alat yang terdiri dari beberapa komponen. Secara jelas dapat dilihat pada gambar 3-2 *Box*.



Gambar 3-2 Box

Komponen-komponen *box* beserta fungsinya adalah sebagai berikut :

a) Rangka *Box*

Rangka *box* terbuat dari material akrilik dengan ketebalan akrilik 5mm. Material akrilik dipakai karena lebih mudah adalah proses *assembly* dan biaya yang terjangkau.

b) Motor DC

Motor DC mempunyai fungsi sebagai penggerak kawat. Motor DC yang dipakai adalah motor DC *gearbox* 12v 2 rpm yang dapat dilihat pada gambar 3-3 *gearbox*.



Gambar 3-3 gearbox

c) *Flexible coupling*

Flexible coupling mempunyai fungsi sebagai penerus dari motor ke poros. *Flexible coupling* dapat dilihat pada gambar 3-5 *Flexible coupling*.



Gambar 3-4 Flexible coupling

d) *Gear Extruder*

Gear Extruder mempunyai fungsi sebagai pendorong kawat. Kawat nantinya akan masuk ke pipa nylon. *Gear extruder* dapat dilihat pada gambar 3-5 *gear extruder*.



Gambar 3-5 gear extruder

e) *Bearing U Profil*

Bearing U Profil mempunyai fungsi sebagai penerus gaya tekan dari baut ke kawat dan pendorong kawat. *Bearing U Profil* dapat dilihat pada gambar 3-6 *Bearing U Profil*



Gambar 3-6 Bearing U Profil

f) Potensio

Potensio disini mempunyai fungsi sebagai pengatur kecepatan motor DC. Kecepatan yang dapat diatur berkisar antara 0 - 6,2 mm/detik. Potensio dapat dilihat pada gambar 3- 7 Potensio



Gambar 3-7 Potensio

g) *Switch*

Switch mempunyai fungsi sebagai pengubah arah putar motor dc.

h) *Sensor Speed Meter Proximity*

Sensor Speed Meter Proximity mempunyai fungsi sebagai pembaca kecepatan motor output display rpm. Nantinya output rpm dapat dilihat pada sebuah layar. *Sensor Speed Meter Proximity* dapat dilihat pada gambar 3-8 *Sensor Speed Meter Proximity*



Gambar 3-8 Sensor Speed Meter Proximity

i) *Pneumatic Connector*

Pneumatic Connector mempunyai fungsi sebagai pengunci pipa nilon. *Sensor Pneumatic Connector* dapat dilihat pada gambar 3-9 *Pneumatic Connector*.



Gambar 3-9 Pneumatic Connector

j) *Pillow block*

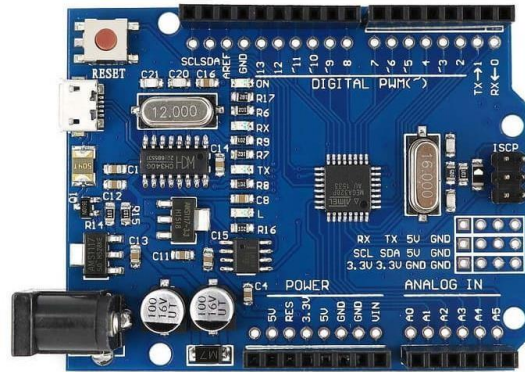
Pillow block mempunyai fungsi sebagai penahan poros. Adapun *pillow block* yang digunakan berjumlah 4 buah. Untuk lebih jelas tentang dapat dilihat pada gambar 3-10 *pillow block*.



Gambar 3-10 pillow block

k) Arduino Uno

Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengatur komponen elektrik. Untuk lebih jelas tentang dapat dilihat pada gambar 3-11 Arduino Uno.



Gambar 3-11 Arduino uno

2. *Welding Torch*

Welding torch yang telah dimodifikasi dan mempunyai *nozzle* berjumlah 3. Untuk memperjelas dapat dilihat pada gambar 3-3 *welding torch*



Gambar 3-12 welding torch

Adapun *assembly* alat oksiiitelin dapat dilihat pada gambar 3-4 alat atomisasi oksiiitelin.



Gambar 3-13 Alat atomisasi oksiiitelin

- Ember
Ember di gunakan sebagai media wadah air.

3.2.2 Bahan

Bahan disini baik digunakan sebagai specimen ataupun untuk membantu dalam proses pembuatan serbuk

- Kawat galvanis berdiameter 0,8 mm digunakan sebagai spesimen yang nantinya akan melalui proses atomisasi las oksiiitelin.

3.3 Proses Pembuatan Serbuk

Proses pembuatan serbuk dilakukan secara berturut turut dengan variasi kecepatan pemakanan 3,1 mm/detik , 5 mm/detik dan 6,2 mm/detik serta sudut kontak kawat terhadap nyala api dengan sudut 75°C, 90°C, dan 115°C. Adapun langkah langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Persiapan pertalan las oksiiitelin meliputi *box*, *welding torch*, gas oksiiitelin dan selang oksiiitelin.
2. Pemasangang *specimen* kawat melalui *box*.

3. Mengatur sudut nozzle terhadap titik nyala api dan mengatur kecepatan putaran aliran kawat.
4. Kawat dialirkan melalui welding torch.
5. Kawat yang keluar dari welding torch di beri semburan api oksisitetin dengan bertekanan tinggi. Kemudian dari proses tersebut akan didapatkan serbuk yang disemprotkan oleh nozzle. Dan nozzle yang digunakan berjumlah 3 buah.
6. Logam padat yang tersembur mengakibatkan terjadinya percikan api dan kemudian tertampung di dalam bak penampung yang telah diberi air.

3.4 Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro bertujuan untuk mengetahui struktur makro yang dihasilkan dari proses atomisasi. Pengujian dilakukan menggunakan mikroskop optic dengan menggunakan perbesaran lensa 4, 10, 100. Adapun alat pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 3-4 Mikroskop optik.



Gambar 3-14 Mikroskop optik

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

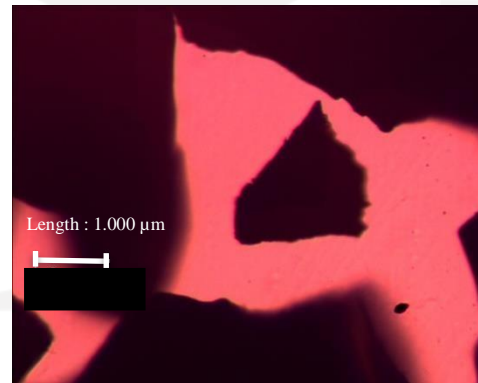
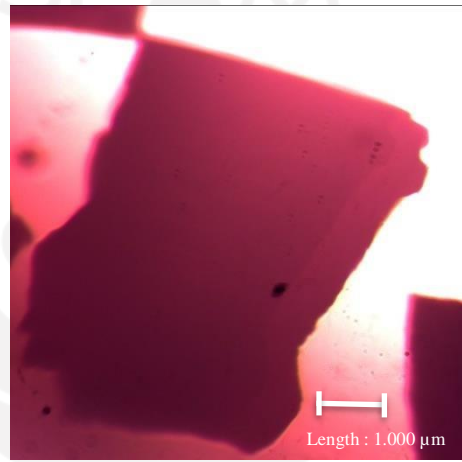
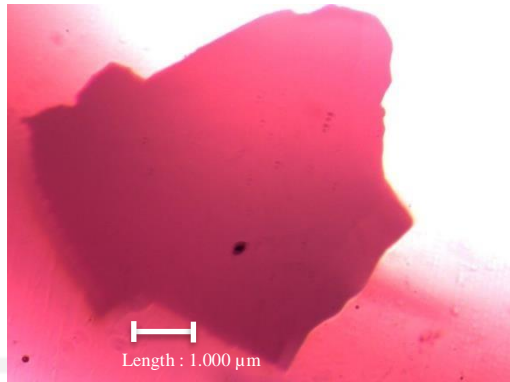
4.1 Pengujian Bentuk Partikel

Serbuk yang dihasilkan dilakukan pengujian menggunakan mikroskop sehingga didapatkan struktur makro yang dapat dilihat. Bentuk serbuk juga beranekaragam menyesuaikan dengan variasi kecepatan dan sudut nyala api.

4.1.1 Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik

4.1.1.1 Sudut Nyala Api 75°

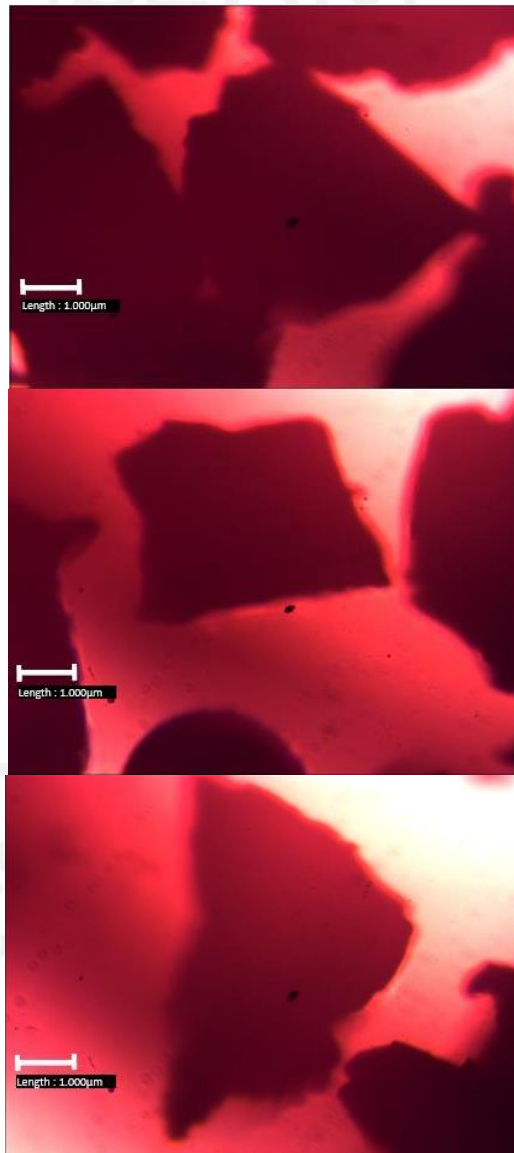
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *Spherical*, *spakey* dan *acicular*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk sangat kecil tidak memenuhi standar untuk metalurgi serbuk dengan ukuran 36 - 850 μ m, seperti yang terlihat pada gambar 4.1 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°.



Gambar 4-1 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°

4.1.1.2 Sudut Nyala Api 90°

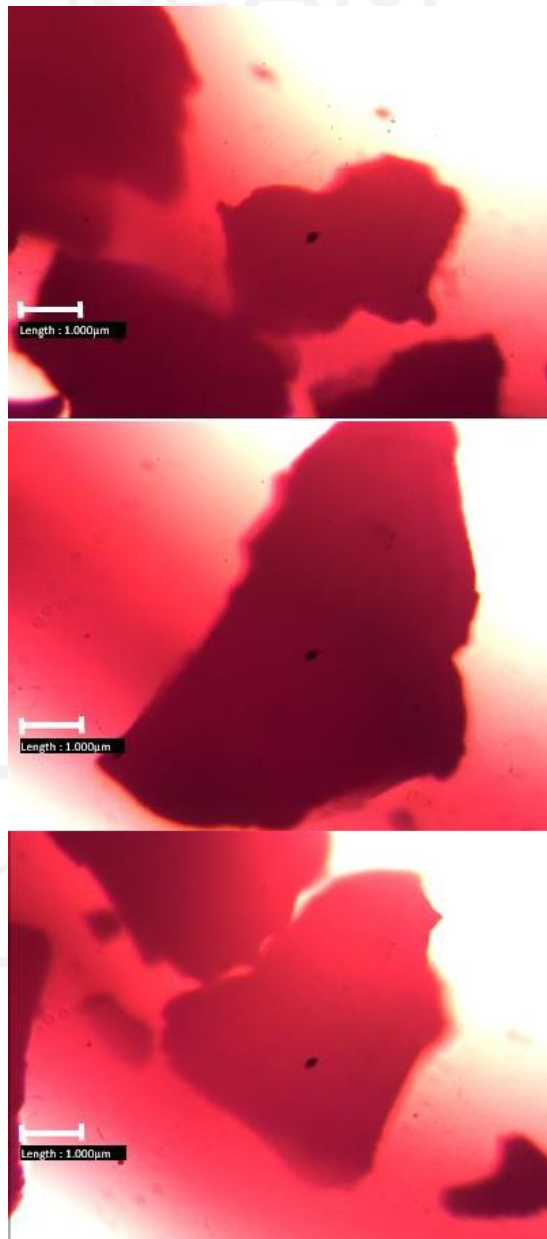
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk sangat kecil tidak memenuhi standar untuk metalurgi serbuk dengan ukuran 36 - 850 μ m, seperti yang terlihat pada gambar, seperti yang terlihat pada gambar 4-2 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°.



Gambar 4-2 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°

4.1.1.3 Sudut Nyala Api 110°

Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey* dan *accicular*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk sangat kecil tidak memenuhi standar untuk metalurgi serbuk dengan ukuran 36 - 850 μ m, seperti yang terlihat pada gambar 4- 3 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°.

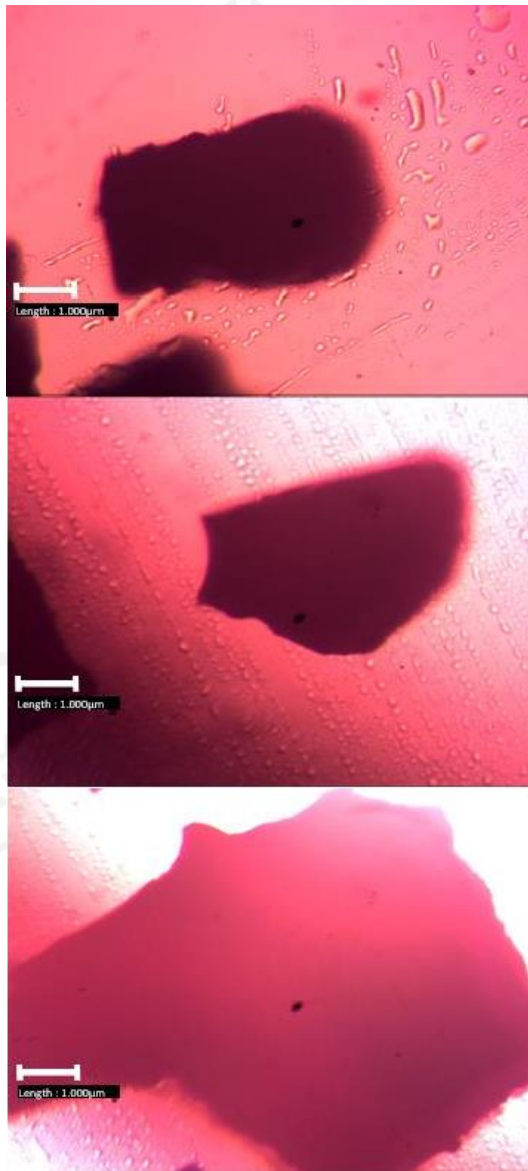


Gambar 4-3 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 3,1 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°

4.1.2 Variasi Kecepatan 5 mm/detik

4.1.2.1 Sudut Nyala Api 75°

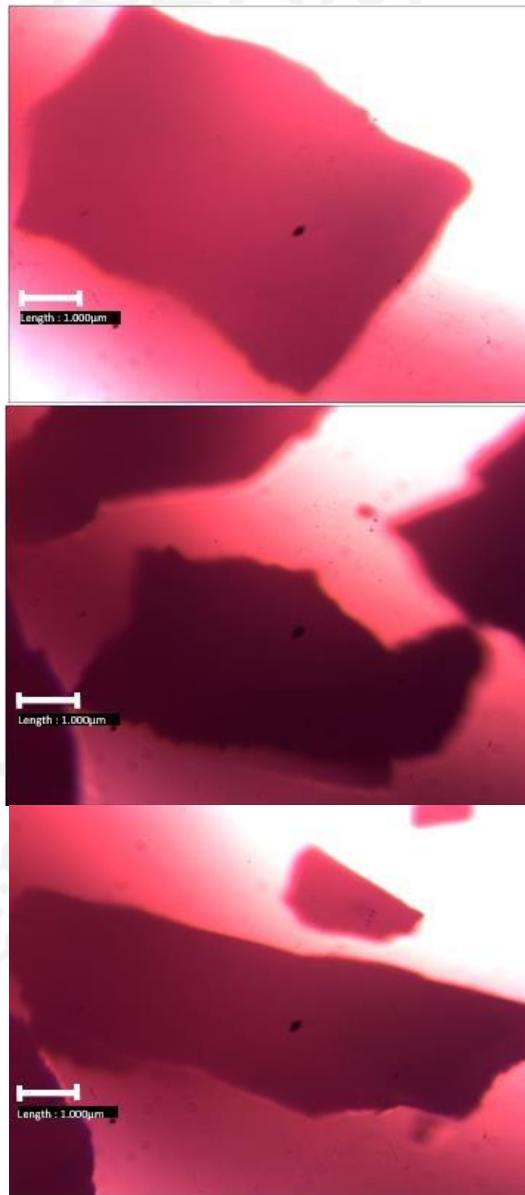
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk ada beberapa yang memenuhi standar ukuran 36 - 850 μ m dan ada yang terlalu kecil, seperti yang terlihat pada gambar 4-4 hasil serbuk variasi kecepatan 5 mm/detik dengan sudut nyala api 75°.



Gambar 4-4 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°

4.1.2.2 Sudut Nyala Api 90°

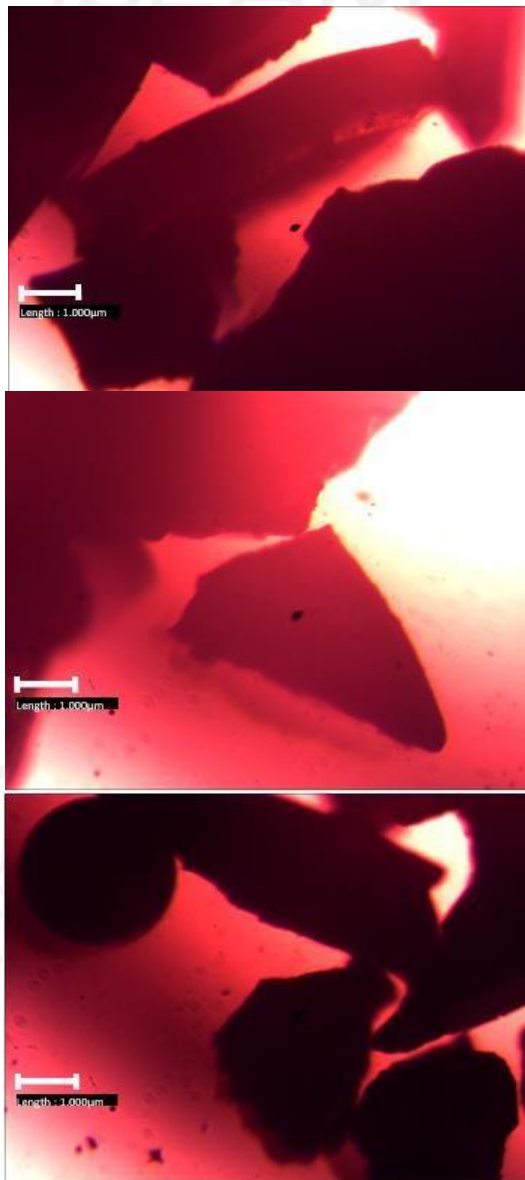
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey* dan *cubic*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk ada beberapa yang memenuhi standar ukuran 36 - 850 μ m dan ada yang terlalu kecil, seperti yang terlihat pada gambar 4-5 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°.



Gambar 4-5 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°

4.1.2.3 Sudut Nyala Api 110°

Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey*, *spherical*, dan *acicular*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk ada beberapa yang memenuhi standar ukuran 36 - 850 μ m dan ada yang terlalu kecil, seperti yang terlihat pada gambar Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°.

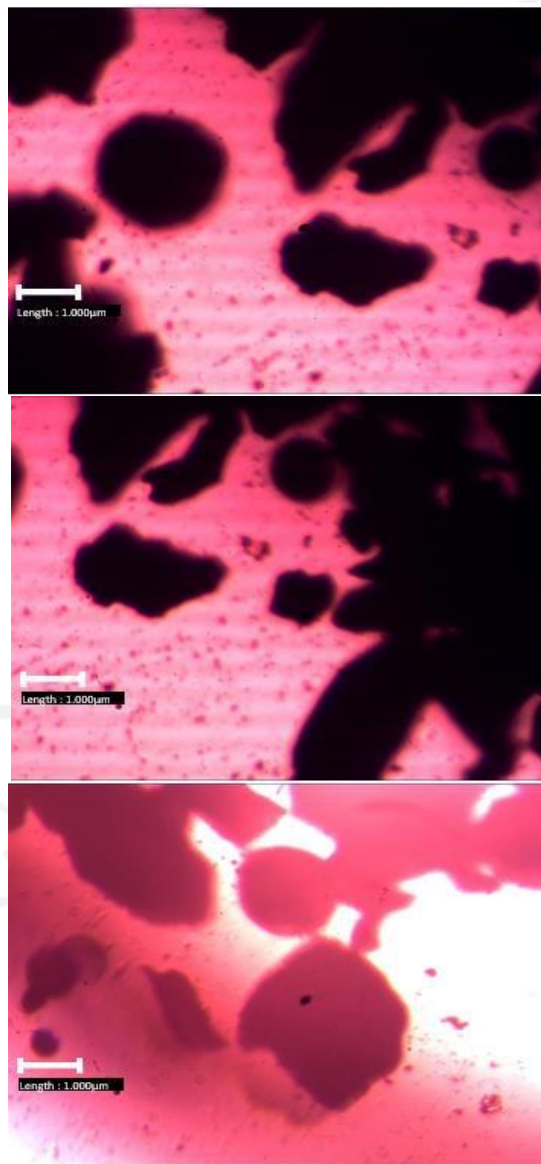


Gambar 4-6 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 5 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°

4.1.3 Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik

4.1.3.1 Sudut Nyala Api 75°

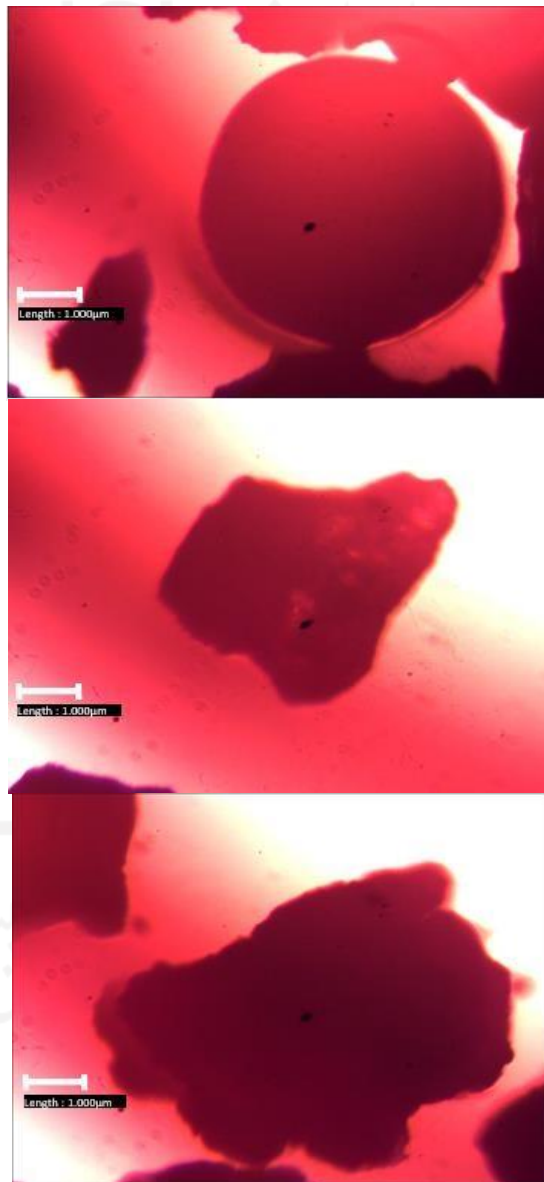
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *spherical* dan *flakey*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk tidak ada yang memenuhi standar, seperti yang terlihat pada gambar 4-7 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°.



Gambar 4-7 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 75°

4.1.3.2 Sudut Nyala Api 90°

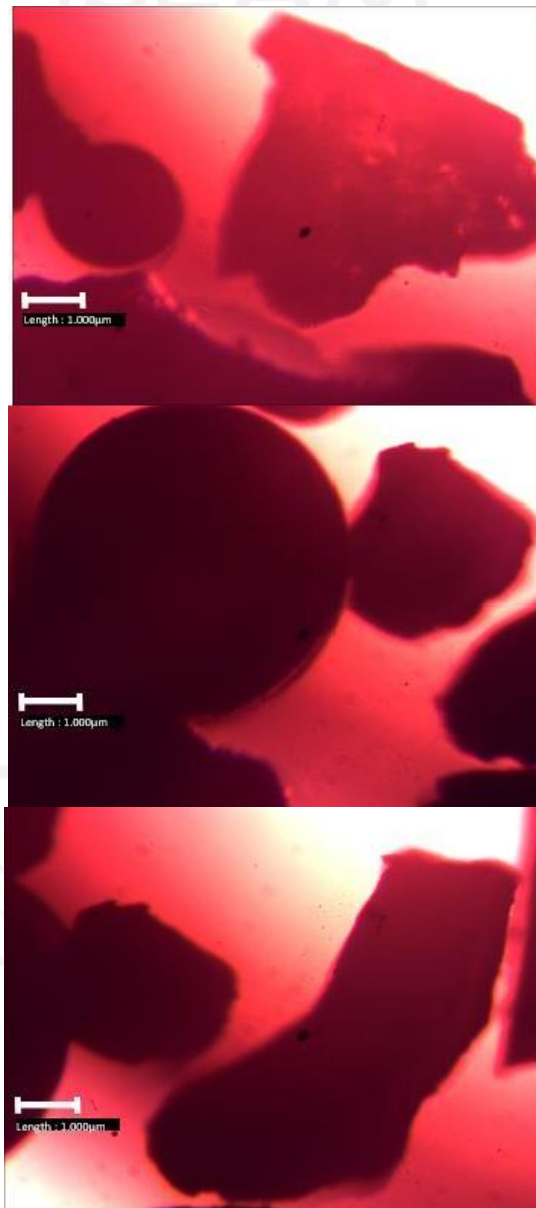
Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *spongey* dan *spherical*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk cukup kecil, seperti yang terlihat pada gambar 4-8 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°



Gambar 4-8 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 90°

4.1.3.3 Sudut Nyala Api 110°

Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi oksasi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk *flakey* dan *spherical*. Memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk ada beberapa yang memenuhi standar ukuran 36 - 850 μ m dan ada yang terlalu kecil, seperti yang terlihat pada gambar 4-9 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°.



Gambar 4-9 Hasil Serbuk Variasi Kecepatan 6,2 mm/detik dengan Sudut Nyala Api 110°

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Proses Atomisasi oksi-asitilen dapat digunakan membuat serbuk logam. Serbuk logam yang dihasilkan dari proses atomisasi plasma oksi asitilen ini memiliki karakteristik ukuran relatif lebih kecil, dan bentuk sangat belum seragam.
2. Ukuran serbuk banyak yang tidak memenuhi standar dari ukuran serbuk yang digunakan untuk metalurgi serbuk yaitu 36 - 850 μm .
3. Variasi RPM yang paling tepat digunakan jika melihat dari ukuran partikel adalah 6,2 mm/detik dengan sudut 110°. Lebih banyak bentuk *spherical* ditemukan dan lebih banyak ukuran serbuk yang memenuhi standar jika dibandingkan dengan variasi lainnya.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas serbuk dan karakteristik serbuk.

DAFTAR PUSTAKA

- German, M. (1994). *Powder Metallurgy Science*. New-Jersey: Powder Industries Federation.
- Rahayu, D., Aprilia, D., & Ayu, D. R. (2015). Makalah Spektrofotometer Serapan Atom.
- Ridlwan, M., Tontowi, A. E., & R, H. S. (2005). PROSES PEMBUATAN SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI LAS OKSI-ASITELIN.
- Seri Analisis Ekonomi. (2019). *LPEM FEB UI*.
- Techologi, M., & Little. (1997).
- Widarto. (2008). *Teknik Permesinan*.
- Wisnu, T. (2019). Analisa Penerapan Metoda Atomisasi Air Terhadap Karakteristik Serbuk Alumunium. *Optimasi Teknik Industri*.
- Wulandari, I. G. (2020). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI INDUSTRI PERHIASAN LOGAM MULIA DI KOTA DENPASAR.