

**PENGARUH JUMLAH NOZZLE TERHADAP KUALITAS SERBUK
HASIL PROSES ATOMISASI UDARA**

TUGAS AKHIR

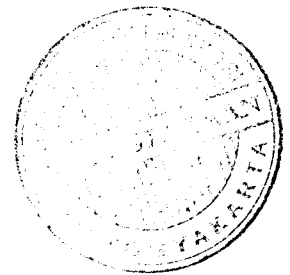
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : HERI SAPUTRA

No. Mhs : 99 525 033



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

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PENGARUH JUMLAH NOZZLE TERHADAP KUALITAS
SERBUK HASIL PROSES ATOMISASI UDARA

TUGAS AKHIR

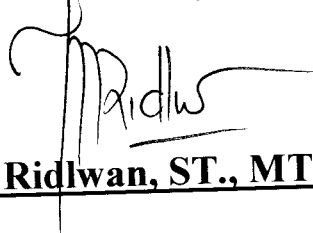
Disusun Oleh :

Nama : HERI SAPUTRA
No. Mahasiswa : 99 525 033
NIRM : 990051013109120033

Yogyakarta, 18 July 2007

Menyetujui

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Ridwan', is written over a vertical line that extends from the text below.

(M. Ridwan, ST., MT.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

“PENGARUH JUMLAH NOZZLE TERHADAP KUALITAS SERBUK
HASIL PROSES ATOMISASI UDARA”

Tugas Akhir

Nama : HERI SAPUTRA
No. Mhs : 99 525 033

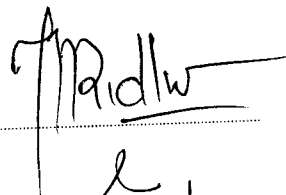
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (SI) Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 27 JULY 2007

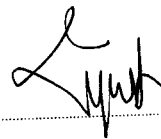
Tim Penguji

Tanda Tangan

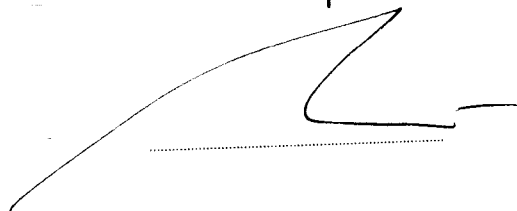
Ketua
M.RIDLWAN,ST,MT.



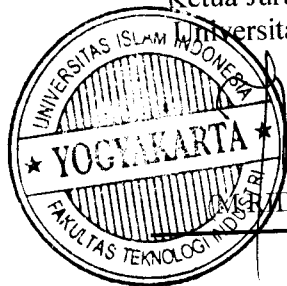
Anggota I
YUSTIASIH PURWANINGRUM,ST,MT.



Anggota II
RISDIYONO,ST,M.Eng.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Islam Indonesia




M.RIDLWAN,ST,MT)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Ananda persembahkan karya sederhana ini sebagai wujud rasa sayang
Ananda kepada :*

- ✿ *Ayahanda dan Ibunda tercinta, berkat doa,
kasih sayang, dorongan, jerih payah serta ilmu
yang diberikan kepada Ananda selama ini,
kata-kata ini tak cukup untuk menyampaikan
rasa terima kasih Ananda kepada Ayahanda
dan Ibunda.*
- ✿ *Adek² ku atas dukungan, kebersamaan selama
ini, serta menjaga semuanya tetap baik,*
- ✿ *Dosen-dosen di jurusan Teknik Mesin, Fakultas
Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia*
- ✿ *Semua teman² dan sahabat.*

*Semoga rahmat dan berkah-Nya selalu terlimpah pada kita semua. ”
Thanks Allah ”.*

HALAMAN MOTTO

“Allah mengangkat orang-orang yang beriman dari golonganmu dan juga orang-orang yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat”

(Q.S. Al-Mujaadilah; 58:11)

“Maka, tanyalah pada ahli ilmu pengetahuan apabila kamu semua tidak mengerti” (Q.S. An-Nahl; 16:43)

“Sesungguhnya disamping kesukaran terdapat kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah; 5)

KATA PENGANTAR



Assalamu' alaikum Wr. Wb.

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang serta sholawat dan salam tak lupa penulis ucapkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW beserta sahabat dan keluarganya.

Tugas akhir ini adalah sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata satu (S1) di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penulisan Tugas Akhir ini merupakan suatu perjalanan yang tidaklah mudah. Berkat bantuan dari semua pihak maka penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan sebagaimana mestinya. Untuk itulah, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST., Msc, Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, ST.,MT, Selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan sumbangan pikiran.
4. Bapak/Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknik Mesin, serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.

5. Kedua orang tuaku A.C.H.Lubis dan Nirwani Hrp yang selalu memberikan doa, dorongan dan dukungan dengan sabar hingga ananda dapat menyelesaikan studi.
6. Adek-adekku tersayang Revi Andi.Ssi dan Lisa Ade Putri yang menjadi dorongan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Cah kos K2uh Itg, SONDY syl, Om Gewes, Panji fresto, Bayu, chapoenk, Tlg Amir, trims untuk costum, printer, buku dan bantuannya.
8. Spesial Novi yang tidak pernah "*capek dech*" memberikan pengertiannya selama penyusunan skripsi ini.
9. My Family dimanapun berada, yang telah dengan sangat sabar menunggu hingga penulis menyelesaikan masa studiku di Yogyakarta.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan sehingga penulisan Tugas Akhir ini bisa selesai.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangannya dan kelemahannya. Untuk itu penulis sangat senang apabila ada kritik dan saran yang membangun Tugas Akhir ini dari pembaca.

Wassalamu' alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, July 2007

Penulis

PENGARUH JUMLAH NOZLE TERHADAP KUALITAS SERBUK HASIL PROSES ATOMISASI UDARA

Abstraksi

Proses melurgi serbuk merupakan sebuah teknologi pengerjaan logam dengan cara pemadatan pada sejumlah serbuk dari bahan murni atau bahan paduan didalam cetakan ,lalu dipanaskan dengan tungku induksi. Pada suhu tertentu akan terjadi ikatan antara partikel serbuk hingga memiliki bentuk yang kompleks. Metoda atomisasi merupakan metoda yang digunakan untuk pembuatan serbuk secara massal. Diantaranya beberapa metoda yang sering digunakan adalah metoda atomisasi air, metoda atomisasi gas, metoda atomisasi sentrifugal dan sebagainya.

Pada penelitian ini mencoba proses pembuatan serbuk logam dengan metoda atomisasi udara. Untuk metoda atomisasi udara ini agar mendapatkan hasil serbuk logam yang lebih baik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu meningkatkan tekanan udara terhadap logam cair dan menambah jumlah nozzle yang mengatomisasi logam cair. Dengan penambahan nozzle diharapkan dapat meningkatkan kualitas hasil serbuk menggunakan metoda atomisasi udara. Pada setiap metoda atomisasi menghasilkan serbuk dengan karakteristik berbeda-beda.

Ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses atomisasi udara yaitu tekanan udara , jumlah nozzle, dan raw material itu sendiri. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah batangan alumunium yang dicairkan dan menggunakan tekanan udara sebagai energi untuk mengatomisasi logam cair.

Kata kunci : Atomisasi Udara, Serbuk Alumunium , Jumlah Nozzle.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBARAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Metalurgi Serbuk.....	4
2.2. Karakteristik Serbuk.....	4
2.2.1. Bentuk Partikel (<i>Particle Shape</i>).....	5
2.2.2. Ukuran Particle (<i>Particle Size</i>).....	5
2.2.3. Distribusi Ukuran Partikel.....	8
2.3. Proses Pembuatan Serbuk	10
2.3.1. Metoda Atomisasi.....	10
2.3.2. Metoda Atomisasi Gas	11
2.3.3. Metoda Atomisasi Air	12
2.3.4. Metoda Atomisasi Sentrifugal.....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Pengujian.....	16
3.2. Bahan dan Peralatan	17
3.2.1. Bahan Penelitian.....	17
3.2.2 Peralatan Penelitian.....	17
3.3. Proses Atomisasi Udara.....	22
3.4. Parameter Proses Atomisasi	23

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Ayakan.....	24
4.1.1. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan 2 <i>Nozzle</i>	24
4.1.2. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan 3 <i>Nozzle</i>	26
4.1.3. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan 4 <i>Nozzle</i>	28
4.2. Perbandingan Distribusi Hasil Serbuk	30
4.3. Pengujian Bentuk Partikel.....	33
4.3.1. Pengamatan Bentuk Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 4	33
4.3.2. Pengamatan Bentuk Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 10	35
4.3.3. Pengamatan Bentuk Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 40	36
4.4. Analisa Hasil Pengujian	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	xiv

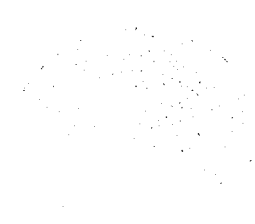
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Standar Ukuran Ayakan (<i>Standart Sieve Size</i>).....	9
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan 2 <i>Nozzle</i>	24
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan 3 <i>Nozzle</i>	26
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan 4 <i>Nozzle</i>	28
Tabel 4.4.	Hasil Serbuk Proses Atomisasi Udara Menggunakan 2 , 3 , dan 4 <i>Nozzle</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk-Bentuk Partikel Serbuk.....	5
Gambar 2.2	<i>Possible Size Measure</i>	6
Gambar 2.3.	Diameter Bola Ekuivalen	7
Gambar 2.4	Metoda Ayakan	8
Gambar 2.5	Distribusi Ukuran Partikel.....	9
Gambar 2.6	Metoda Atomisasi Gas Partikel.....	11
Gambar 2.7	Serbuk Hasil Atomisasi Gas.....	12
Gambar 2.8	Metoda Atomisasi Air	12
Gambar 2.9	Hasil Serbuk Atomisasi Air.....	13
Gambar 2.10	Metoda Atomisasi Elektroda Berputar	14
Gambar 2.11	Serbuk Hasil Atomisasi Elektroda Berputar	14
Gambar 2.12	Susunan <i>Nozzle</i> Metoda Atomisasi Udara.....	15
Gambar 2.13	Serbuk Hasil Atomisasi Udara	16
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Pengujian.....	16
Gambar 3.2	Chamber Serbuk Hasil Atomisasi	17
Gambar 3.3	Sketsa Susunan <i>Nozzle</i> Pada Atomisasi Udara.....	18
Gambar 3.4	Kompresor.....	19
Gambar 3.5	Proses Peleburan Alumunium	20
Gambar 3.6	<i>Sieve Analysis Mesh</i>	21
Gambar 3.7	Timbangan Digital.....	21
Gambar 3.8	Mikroskop Optik	22
Gambar 4.1	Grafik Berat Serbuk 2 <i>Nozzle</i>	25
Gambar 4.2	Grafik Persentase Kumulatif Partikel 2 <i>Nozzle</i>	25
Gambar 4.3	Grafik Berat Serbuk 3 <i>Nozzle</i>	27
Gambar 4.4	Grafik Persentase Kumulatif Partikel 3 <i>Nozzle</i>	27
Gambar 4.5	Grafik Berat Serbuk 4 <i>Nozzle</i>	29
Gambar 4.6	Grafik Persentase Kumulatif Partikel 4 <i>Nozzle</i>	29
Gambar 4.7	Susunan <i>Nozzle</i>	30
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Distribusi Hasil Serbuk	31

Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Hasil Serbuk Berdasarkan Ukuran Mikron (log,Ukuran)	32
Gambar 4.10	Pengamatan Hasil Serbuk 2, 3, dan 4 <i>Nozzle</i> Dengan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 4	34
Gambar 4.11	Pengamatan Hasil Serbuk 2, 3, dan 4 <i>Nozzle</i> Dengan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 10	36
Gambar 4.11	Pengamatan Hasil Serbuk 2, 3, dan 4 <i>Nozzle</i> Dengan Mikroskop Optik Pembesaran Lensa 40	37



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG.

Proses metalurgi serbuk merupakan proses yang memiliki beberapa keuntungan antara lain adalah efisiensi pemakaian bahan sangat tinggi sehingga biaya yang dibutuhkan dapat ditekan. Demikian pula material yang bersifat logam sangat luas aplikasinya pada berbagai macam peralatan elektronik, otomotif maupun peralatan lainnya. Metoda atomisasi merupakan metoda yang paling sering digunakan untuk pembuatan serbuk secara massal. Beberapa metoda atomisasi yang telah dikenal adalah metoda atomisasi air, metoda atomisasi gas, dan metoda atomisasi sentrifugal. Beberapa metoda baru dalam metoda atomisasi adalah metoda atomisasi plasma, metoda atomisasi ledakan cair, metoda atomisasi ultrasonic, dan sebagainya. Salah satu metoda yang dapat digunakan untuk membuat serbuk adalah metoda atomisasi dengan menggunakan udara.

Pada proses pembuatan serbuk logam dengan metoda atomisasi udara untuk menghasilkan bentuk serbuk logam yang lebih bulat dan ukuran lebih halus, dapat dilakukan dengan penambahan jumlah *nozzle* guna meningkatkan memberikan semburan udara dari berbagai arah terhadap logam cair yang berupa tekanan udara dari kompressor. Perbandingan *nozzle* ini untuk mengetahui berapa besarnya pengaruh jumlah *nozzle* terhadap kualitas hasil serbuk logam dengan menggunakan variasi *nozzle* mulai dari dua, tiga, hingga empat *nozzle*. Udara bertekanan tinggi disemprotkan ke arah aliran logam cair, sehingga terjadi pemecahan aliran logam cair yang disertai dengan proses pendinginan yang cepat.

Beberapa faktor yang sangat mempengaruhi terhadap hasil serbuk logam pada proses atomisasi udara adalah karakteristik *raw material* itu sendiri, jumlah *nozzle*, dan tekanan udara.

1.2. RUMUSAN MASALAH.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah membandingkan pengaruh jumlah *nozzle* terhadap bentuk dan distribusi serbuk alumunium melalui pengujian metoda atomisasi udara.

1.3. BATASAN MASALAH.

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

- Pengujian ini untuk membandingkan bentuk dan ukuran serbuk yang dihasilkan pada setiap dua, tiga, dan empat *nozzle* dengan menggunakan metoda atomisasi udara.
- Kualitas serbuk yang dimaksud adalah bentuk serbuk dan distribusi serbuk logam.
- Material awal logam menggunakan bahan logam alumunium.

1.4. TUJUAN PENELITIAN.

Tujuan dari penelitian ini untuk meneliti pengaruh jumlah *nozzle* udara terhadap bentuk dan distribusi ukuran serbuk .

1.5. MANFAAT PENELITIAN.

Manfaat dari proses peningkatan pembuatan serbuk logam ini adalah Meningkatkan efisiensi dan produktifitas dari pembuatan serbuk logam.

Serbuk merupakan bahan baku dalam pembuatan produk dengan cara dipanaskan atau *disintering* didalam sebuah cetakan hingga menghasilkan sebuah produk yang solid.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN.

Tugas akhir ini terdiri atas V Bab, bagian isi dari laporan ini adalah Bab I yang merupakan pendahuluan yang membahas tentang latar belakang masalah dari proses pembuatan serbuk dengan menggunakan metoda atomisasi udara, rumusan masalah, batasan masalah yang digunakan, tujuan dari dari penelitian, dan manfaat dari penelitian ini. Pada Bab II berisikan

teori-teori yang melandasi penyusunan tugas akhir ini. Teori-teori ini berisikan penjelasan-penjelasan proses metoda atomisasi udara dengan variasi jumlah *nozzle*, karakteristik serbuk, bentuk dan ukuran serbuk. Untuk Bab III ini berisikan *flowchart* dari proses alur penelitian hingga tahapan pengujian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian. Kemudian data dari hasil pengujian akan dibahas/dianalisa pada Bab IV yang berisikan tentang pengambilan data dari penelitian dengan membandingkan hasil pengujian pada setiap variasi jumlah *nozzle*. Dalam Bab V berisikan analisis, kesimpulan, dan saran dari fenomena yang terjadi pada pengaruh jumlah *nozzle* terhadap kualitas hasil serbuk proses atomisasi udara selama penelitian. Pada bagian penutup memuat daftar pustaka, yaitu sumber acuan yang digunakan dalam pelaksanaan dan pembuatan laporan penelitian dan lampiran yang memuat keterangan gambar rangkaian yang memang perlu dilampirkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. METALURGI SERBUK.

Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan produk dengan *raw material* berupa serbuk logam atau serbuk *non* logam yang ditekan (*compacting*) di dalam cetakan (*dies*) dan kemudian dipanaskan (*sintering*) sehingga dihasilkan sebuah produk yang solid dengan bentuk seperti cetakannya.

2.2. KARAKTERISTIK SERBUK.

Partikel didefinisikan sebagai unit terkecil dari serbuk yang tidak dapat dibagi lagi. Dalam metalurgi serbuk, partikel mempunyai ukuran lebih besar dari asap (0,01 – 1 μm) namun lebih kecil dari pasir (0,1 – 3 mm). Karakteristik yang penting dari partikel adalah: distribusi serbuk dan ukuran partikel, bentuk dan struktur internal partikel, luas permukaan, gesekan antar partikel, karakteristik alir (*flow characteristic*) dan mampu-mampat (*compressibility*), mampu isi (*packing*), serta komposisi, homogenitas, dan kontaminasi.

Beberapa keuntungan dari metalurgi serbuk yaitu :

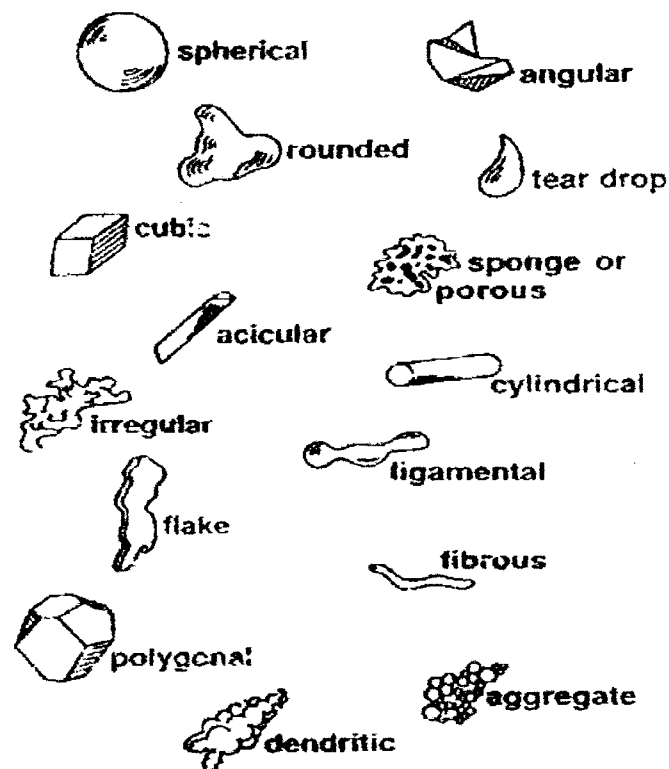
- menghilangkan atau meminimasi proses permesinan.
- tidak ada material yang terbuang.
- ketelitian dan kehalusan permukaan produk lebih tinggi.
- kekuatan dan ketahanan aus meningkat.
- bentuk produk yang kompleks.

Sedangkan kelemahan dari metalurgi serbuk yaitu :

- membutuhkan alat dan biaya produksi relatif mahal.
- bahan baku serbuk cukup mahal.
- membutuhkan proses pembuatan serbuk terlebih dahulu.
- untuk bentuk geometri yang kompleks, kerapatan produk metalurgi serbuk dapat bervariasi.

2.2.1. Bentuk Partikel (*Particle Shape*).

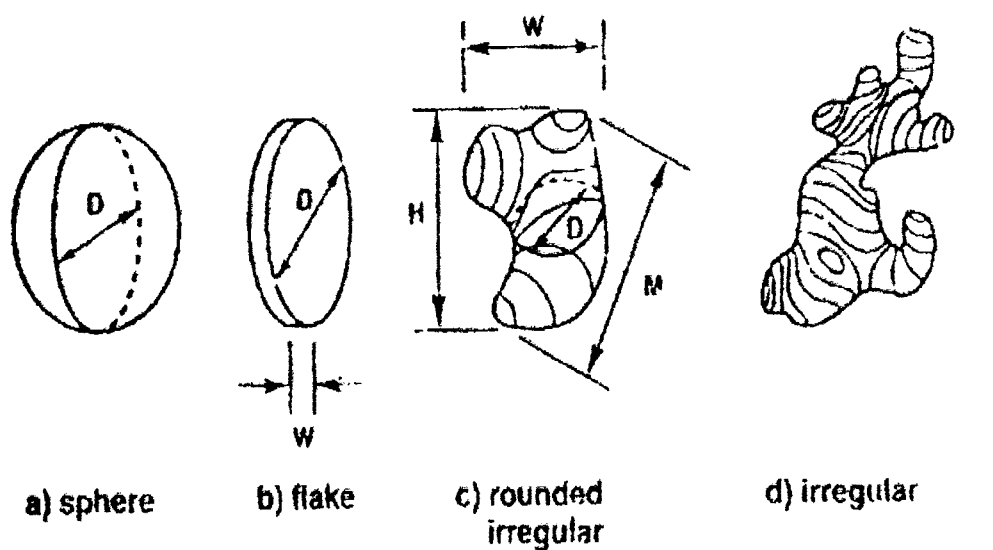
Bentuk partikel serbuk tergantung pada bagaimana proses pembuatan serbuk dilakukan. Bentuk partikel ini mempengaruhi sifat kemampuan-mampatan (*compressibility*), karakteristik alir (*flow characteristic*), dan kemampuan-isian (*packing*) dari serbuk. Berbagai bentuk partikel serbuk dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2.1. Bentuk-Bentuk Partikel Serbuk (*German, 1984*).

2.2.2. Ukuran Partikel (*Particle Size*).

Ukuran partikel merupakan salah satu karakteristik penting dalam metalurgi serbuk. Ada dua cara penentuan ukuran partikel, yaitu : *Possible Size Measure* dan *Equivalent Sphere Diameter*.

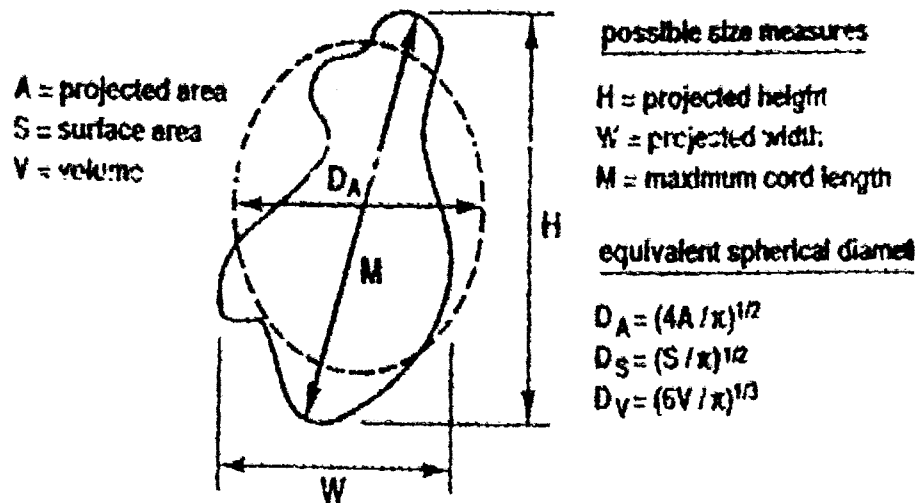


Gambar 2.2. *Possible Size Measure (German, 1984).*

Dari gambar di atas dapat dilihat ukuran partikel. Gambar 2 (a) merupakan partikel berbentuk bola, hanya memiliki satu parameter ukuran yaitu diameter (D). Namun untuk partikel dengan bentuk yang lebih kompleks, ukuran partikel lebih sulit ditentukan secara langsung, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 (b), yaitu partikel berbentuk keping (*flake*), mempunyai dua parameter ukuran, yaitu diameter (D) dan lebar (W). Gambar 2 (c) adalah ukuran partikel berbentuk bulat tak beraturan (*rounded irregular*) dimana ukuran partikel ditentukan dengan tinggi proyeksi (H), panjang maksimum (M), lebar (W), dan diameter (D).

Equivalent Sphere Diameter.

Diameter Bola Ekuivalen (*Equivalent Sphere Diameter*) dapat ditentukan dari luas permukaan, volume, dan luas proyeksi dari partikel, seperti pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.3. Diameter Bola Ekuivalen (*German, 1984*)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Proyeksi Partikel (D_A) dirumuskan sebagai berikut :

$$A = \frac{\pi \cdot D_A^2}{4}, \quad \longrightarrow \quad D_A = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad (1)$$

A = Luas Proyeksi Partikel (mm^2).

Diameter bola ekuivalen berdasarkan Volume Bola Partikel (D_V) dirumuskan

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Volume Partikel (D_V) :

$$V = \frac{\pi \cdot D_V^3}{6}, \quad \longrightarrow \quad D_V = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}} \quad (2)$$

V = volume bola partikel (mm^3).

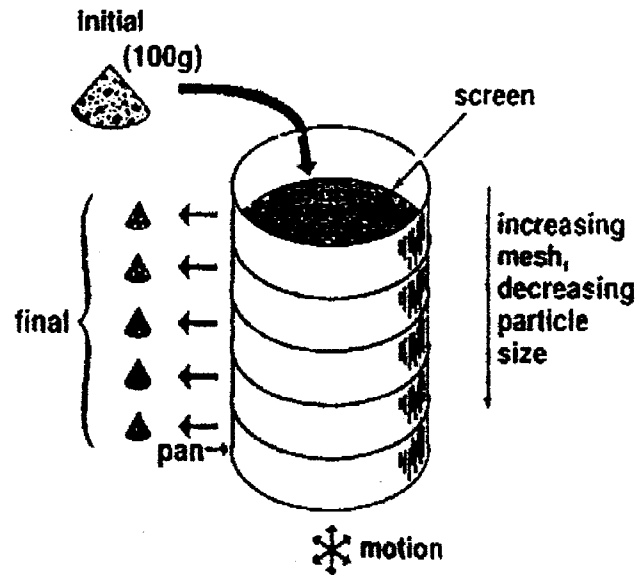
Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Permukaan Partikel (D_S) :

$$S = \pi \cdot D_S^2 \quad \longrightarrow \quad D_S = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (3)$$

S = luas permukaan partikel (mm^2)

2.2.3. Distribusi Ukuran Partikel (*Particle Size Distribution*)

Metoda yang umum dan dapat digunakan dengan cepat untuk menentukan ukuran partikel secara kolektif adalah menggunakan metoda ayakan (*screening*), seperti yang terlihat pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4. Metoda Ayakan (*screening*) (*German, 1984*)

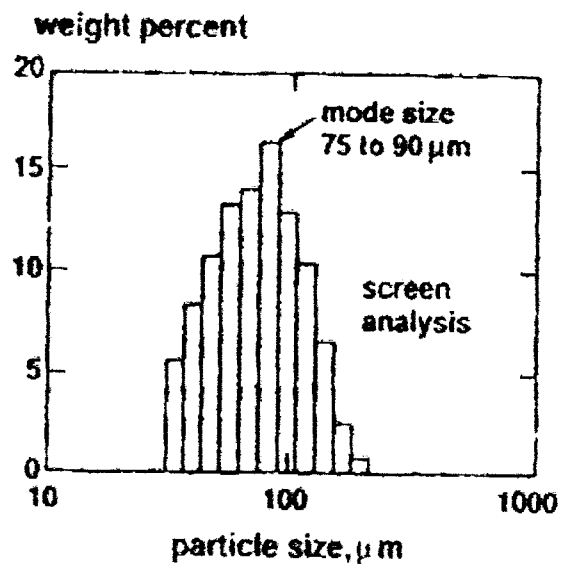
Ukuran ayakan (*mesh size*) ditentukan oleh jumlah kawat dalam satu satuan panjang. Sebagai contoh, ayakan mempunyai ukuran 200, maka dalam satu inchi² terdapat 200 kawat, sehingga jarak antar diameter kawat sebesar 127 μm . Jika setiap kawat mempunyai diameter 52 μm , maka ukuran lubang (*opening*) pada ayakan tersebut mempunyai ukuran 75 μm .

Semakin tinggi *mesh size* maka semakin kecil lubang-lubang dalam ayakan tersebut, artinya semakin halus partikel yang dihasilkan ayakan tersebut. Standard ukuran ayakan dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1. Standard Ukuran Ayakan (*standart sieve size*)

Ukuran ayakan	Ukuran Lubang (μm)	Ukuran ayakan	Ukuran Lubang (μm)
18	1000	100	150
20	850	120	125
25	710	140	106
30	600	170	90
35	500	200	75
40	425	230	63
45	325	270	53
50	300	325	45
60	250	400	38
70	212	450	32
80	180	500	25

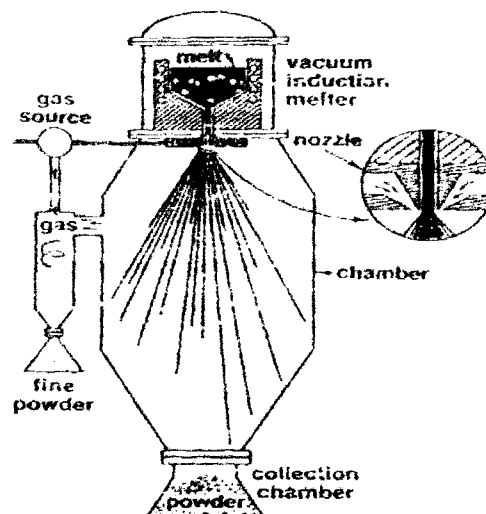
Ukuran partikel secara kolektif dinyatakan dalam analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik histogram. Grafik ini menunjukkan jumlah serbuk yang berada dalam setiap inkremen ukuran partikel, seperti pada Gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2.5. Distribusi Ukuran Partikel.

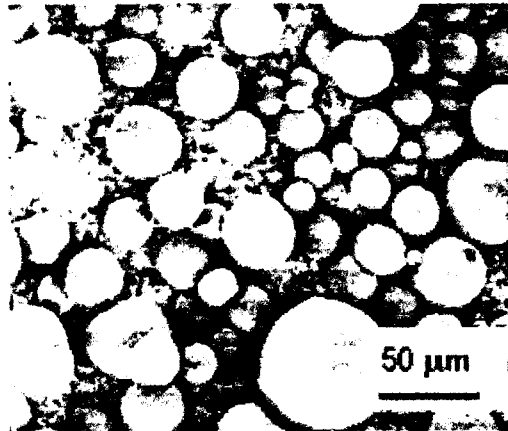
2.3.2. Metoda Atomisasi Gas.

Prinsip kerja dari metoda atomisasi gas adalah sejumlah logam dicairkan dengan tungku induksi yang berada di atas. Logam yang telah mencair dialirkan ke dalam *nozzle*. Gas bertekanan tinggi keluar dengan cepat dari beberapa lubang yang dipasang di sekeliling *nozzle* tersebut. Gas yang tereksansi dengan cepat ini memecah dan mengatomisasi aliran logam cair yang keluar dari *nozzle* menjadi butiran-butiran kecil. Semakin besar kecepatan gas yang keluar dari *nozzle* maka semakin halus partikel yang dihasilkan. Prinsip kerja metoda atomisasi gas dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Metoda Atomisasi Gas Vertikal (*German, 1984*).

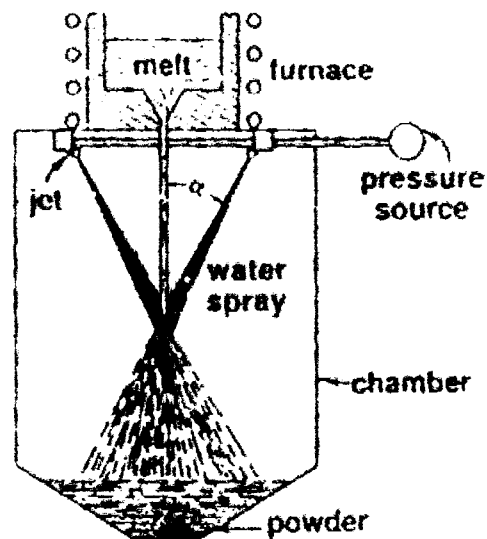
Gas yang biasa digunakan dalam metoda atomisasi ini adalah udara, nitrogen, argon, dan helium. Gas dalam metoda ini selain berfungsi untuk mengatomisasi logam cair, juga untuk melindungi butiran logam dari oksidasi. Pemilihan gas yang digunakan tergantung pada logam yang akan dibuat serbuk. Serbuk yang dihasilkan dari atomisasi gas mempunyai bentuk bulat (*spherical*), ukuran relatif kecil, dan homogen dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Serbuk Hasil Atomisasi Gas (*German, 1984*).

2.3.3. Metoda Atomisasi Air.

Metoda ini adalah metoda yang paling sering digunakan untuk membuat serbuk logam yang mempunyai titik cair sampai dengan 1600°C . Prinsip kerja pembuatan serbuk dengan metoda atomisasi air, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.8 adalah sebagai berikut :

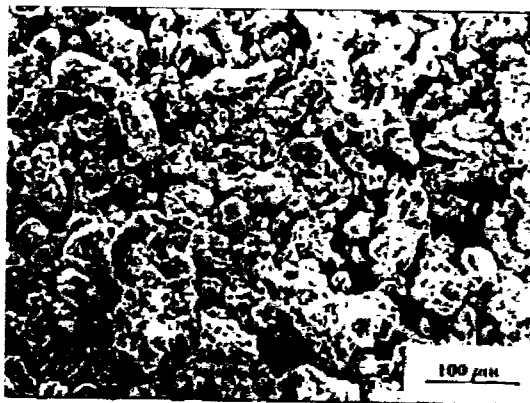


Gambar 2.8. Metoda Atomisasi Air (*German, 1984*).

Logam dicairkan dalam tungku, kemudian dialirkan ke bawah melalui lubang yang berada pada dasar tungku. Air bertekanan tinggi disemprotkan ke arah aliran logam cair yang sedang jatuh, sehingga terjadi pemecahan aliran logam cair yang disertai dengan proses pendinginan cepat. Logam cair terpecah menjadi butiran-butiran kecil dan mengalami pembekuan dengan cepat, terbawa oleh aliran air jatuh ke bawah dalam bentuk serbuk.

Karakteristik serbuk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan dan tekanan air yang memecah aliran logam cair, sudut pancar air terhadap *nozzle*, perbandingan antara debit air dengan debit logam cair, jumlah *nozzle* air yang digunakan, karakteristik dari logam yang dibuat serbuk, dan faktor-faktor lainnya.

Bentuk serbuk yang dihasilkan dari metoda atomisasi ini adalah tidak beraturan dan kasar yang disertai dengan oksidasi. Hal tersebut disebabkan karena proses pendinginan yang cepat. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.9 di bawah ini :



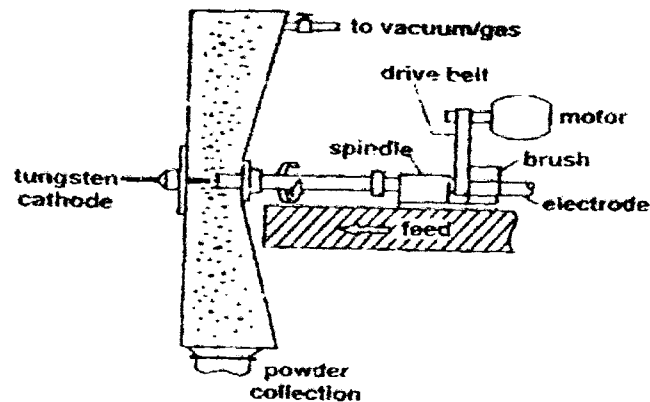
Gambar 2.9. Hasil Serbuk Metoda Atomisasi Air
(*German, 1984*).

2.3.4. Metode Atomisasi Sentrifugal.

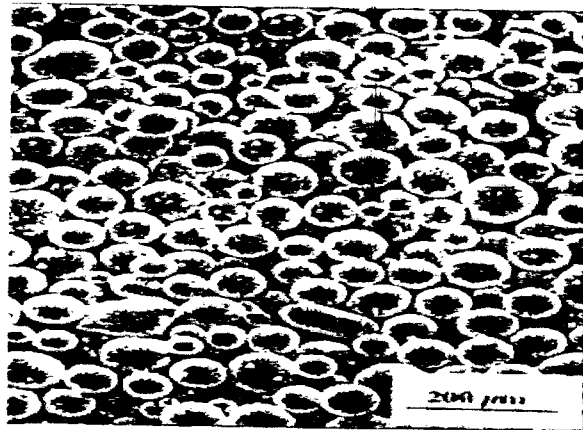
Metoda ini memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memecah logam cair menjadi bentuk percikan-percikan logam cair, kemudian berubah menjadi bentuk serbuk yang padat karena adanya pendinginan yang cepat. Semakin

besar gaya sentrifugal akibat putaran semakin cepat, maka butiran serbuk yang dihasilkan juga semakin halus.

Salah satu contoh yang termasuk dalam metoda atomisasi sentrifugal ini adalah metoda elektroda berputar (*rotating electrode*), seperti yang terlihat pada Gambar 2.10 berikut ini :



Gambar 2.10. Metoda Atomisasi Elektroda Berputar (*German, 1984*).



Gambar 2.11 Serbuk Hasil Atomisasi Elektroda Berputar
(*German, 1984*).

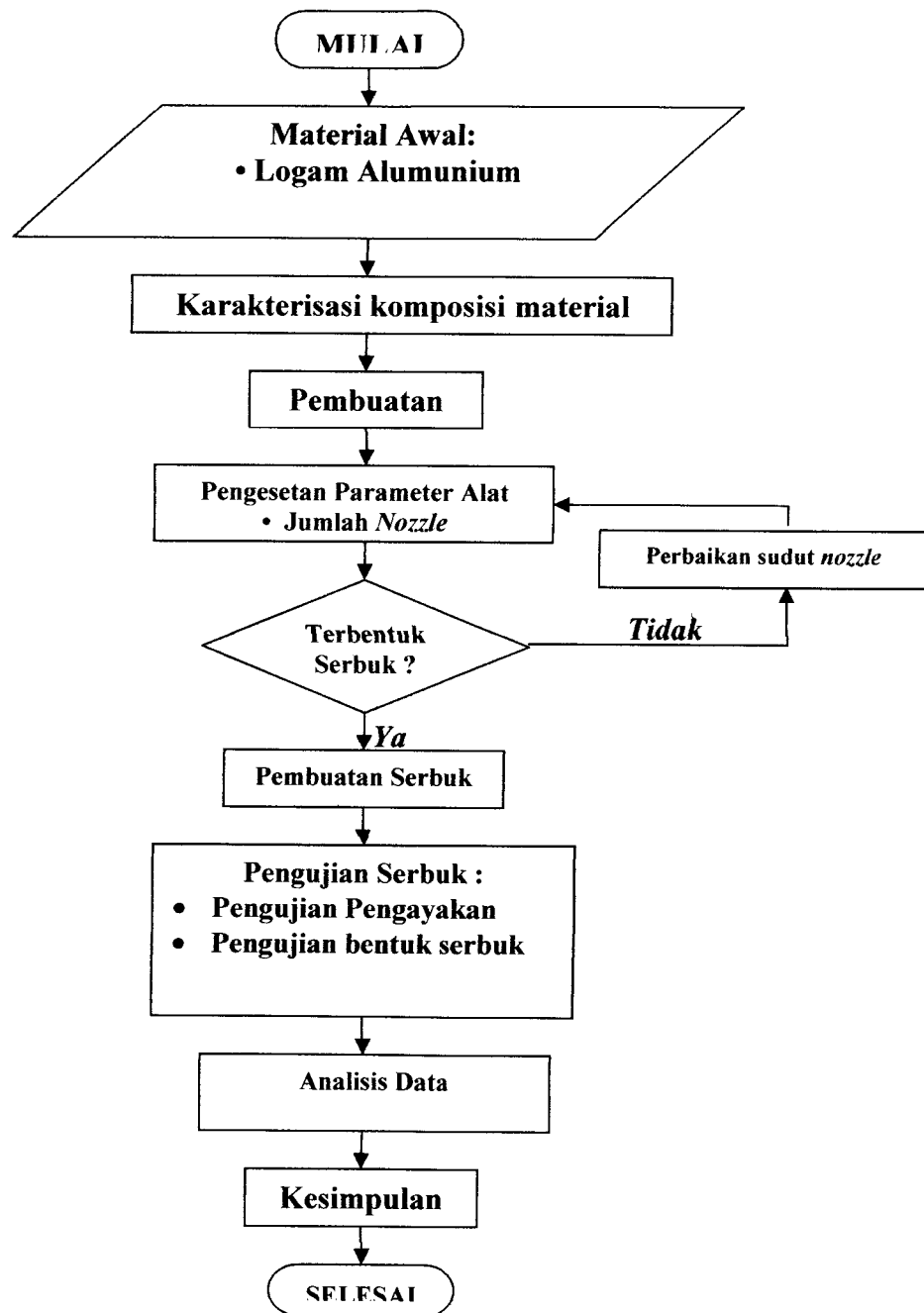
Prinsip kerja dari metoda ini adalah sebagai berikut : batang logam yang akan dibuat serbuk berperan sebagai anoda, dipasangkan ke spindle yang berputar. Batang ini dipanaskan oleh *stationary tungsten electrode* berperan sebagai katoda yaitu dengan pancaran busur listrik yang timbul di

antara keduanya. Logam yang telah mencair terlempar menjadi butiran-butiran akibat gaya sentrifugal dari batang yang berputar.

Keuntungan dari metoda sentrifugal ini adalah serbuk yang dihasilkan lebih bersih, mempunyai bentuk bulat, ukuran partikel relatif kecil dan seragam, dan sedikit kontaminasi, seperti terlihat pada contoh gambar di atas.

**-BAB III
METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. METODE PENGUJIAN.



Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Pengujian.

3.2. BAHAN DAN PERALATAN.

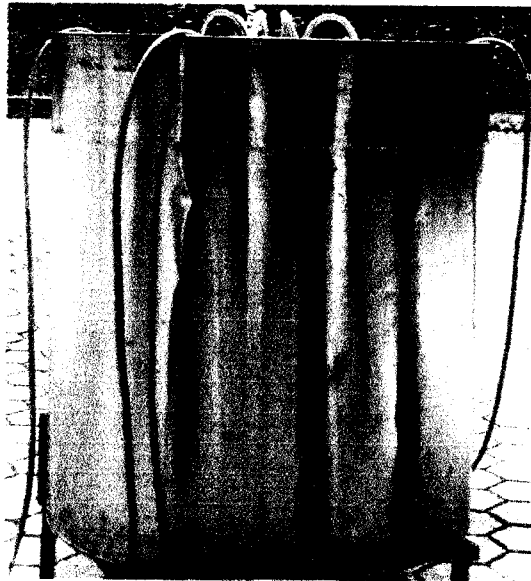
3.2.1 Bahan Penelitian.

- Logam alumunium padat yang dicairkan terlebih dahulu dengan tungku induksi yang menggunakan bahan bakar minyak tanah dan udara.

3.2.2 Peralatan Penelitian.

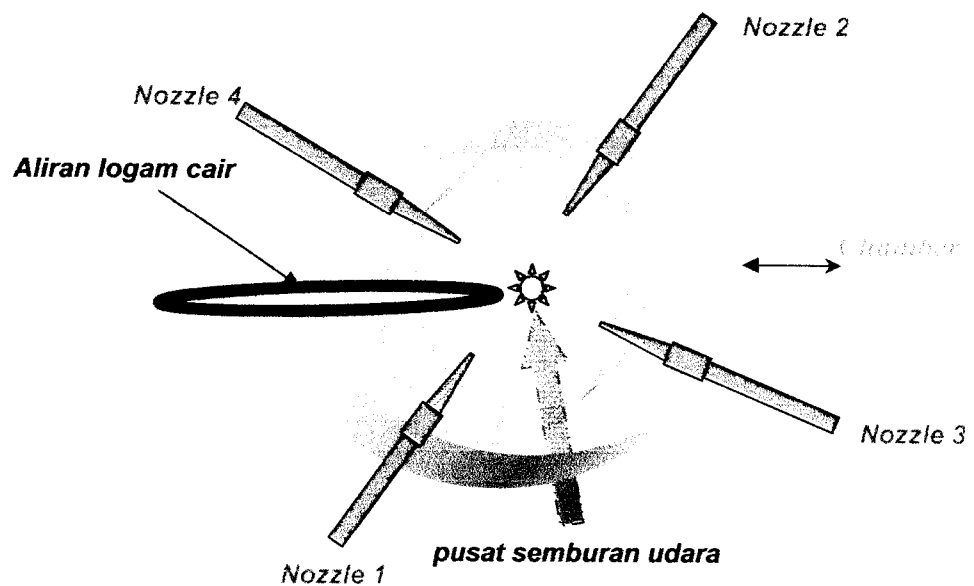
A. Peralatan Atomisasi Udara.

Peralatan atomisasi udara merupakan alat yang akan digunakan dalam penelitian untuk membuat serbuk logam alumunium. Peralatan atomisasi udara ini terdiri dari *chamber* terbuat dari bahan alumunium dan beberapa *nozzle*, adapun komponen pendukungnya untuk proses pembuatan serbuk adalah tungku induksi yang berguna untuk mencairkan logam cair terlebih dahulu, selanjutnya logam cair dituang melalui corong dan mengalir jatuh hingga terkena semburan udara yang terekspansi dengan cepat dari *nozzle* berasal dari kompressor.



Gambar 3.2.. *Chamber*/Penampung Serbuk Hasil Atomisasi.

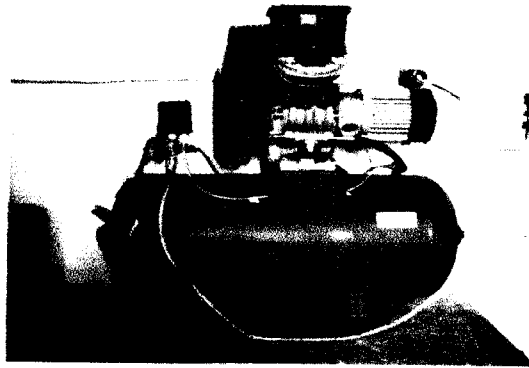
Udara merupakan energi yang digunakan untuk mengatomisasi atau memecah aliran logam cair pada metoda atomisasi ini. Peralatan atomisasi udara ini memiliki sumber energi yang berasal dari 2 unit kompresor bertekanan 10 bar/unit. Masing-masing kompresor dihubungkan dengan dua, tiga, dan empat *nozzle* secara bergantian saat proses pembuatan serbuk logam, kemudian membandingkan hasil serbuk yang dihasilkan pada setiap jumlah *nozzle* yang difungsikan, terlihat susunan *nozzle* pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Susunan *Nozzle* Pada Metoda Atomisasi Udara.

B. Kompresor.

Kompresor merupakan sumber energi berupa tekanan udara yang tereksansi dengan cepat keluar dari *nozzle* untuk melakukan proses pengatomisasian terhadap logam cair hingga menjadi partikel. Setiap kompresor dihubungkan dengan dua, tiga, dan empat *nozzle* secara bergantian untuk mendapatkan variasi bentuk dan jumlah distribusi partikel. Pada penelitian ini kompresor yang digunakan berjumlah dua unit yang masing-masing memiliki tekanan sebesar 10 Bar/unit. Sebelum pembuatan serbuk dilakukan masing-masing *output* dari kompresor terlebih dahulu digabungkan menjadi satu.



Gambar 3.4. Kompresor.

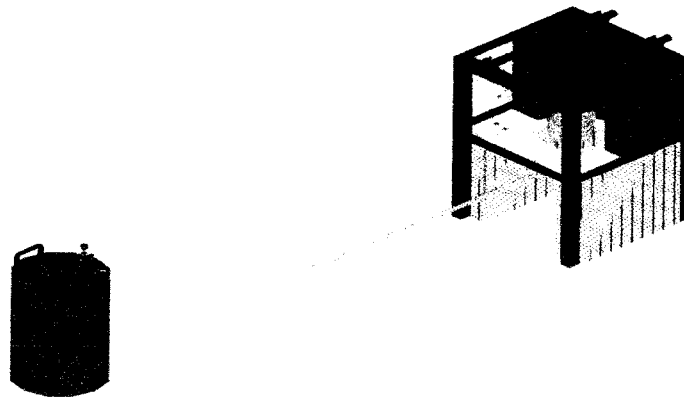
C. Peleburan Alumunium.

Proses awal dalam metoda atomisasi udara ini terlebih dahulu logam alumunium berupa batangan dilebur menggunakan tungku induksi. Alumunium dapat mencair hingga mencapai pada suhu 660°C, baru kemudian logam cair dituang kedalam *chamber* melalui corong yang berada diatas *nozzle*.

Dalam proses penyalaan *burner* dilakukan secara bertahap. **Pertama**, pemanasan awal dilakukan dengan cara membakar pada bagian *spiral* dari *burner*, hal ini bertujuan untuk mendapatkan panas awal sebelum bahan bakar dialirkan ke *burner* sehingga akan mempercepat proses pembakaran bahan bakar. **Kedua**, sebelum *burner* dinyalakan kran pada

tangki dibuka untuk mengalirkan bahan bakar, karena adanya tekanan udara yang besar pada tangki dan pemanasan awal bahan bakar yang keluar dari *burner* akan berbentuk butiran-butiran, dengan kondisi tersebut *burner* bisa dinyalakan.

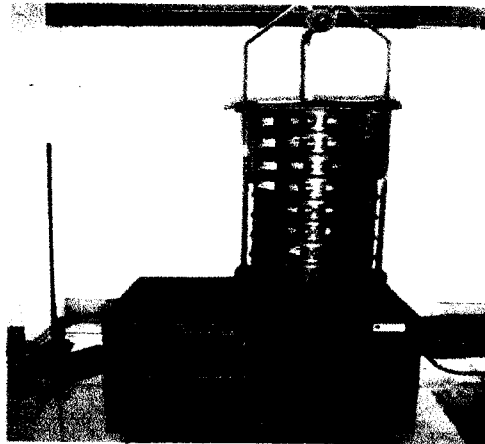
Untuk mendapatkan energi panas yang maksimal dalam proses peleburan posisi *burner* sedapat mungkin tepat di bawah ladle. Selama proses peleburan tekanan udara dalam tangki harus diperiksa agar nyala api tetap stabil. Proses peleburan dan aliran bahan bakar seperti pada gambar 3.5 dibawah ini:



Gambar 3.5. Proses Peleburan Aluminium

D. Peralatan Uji Ayakan.

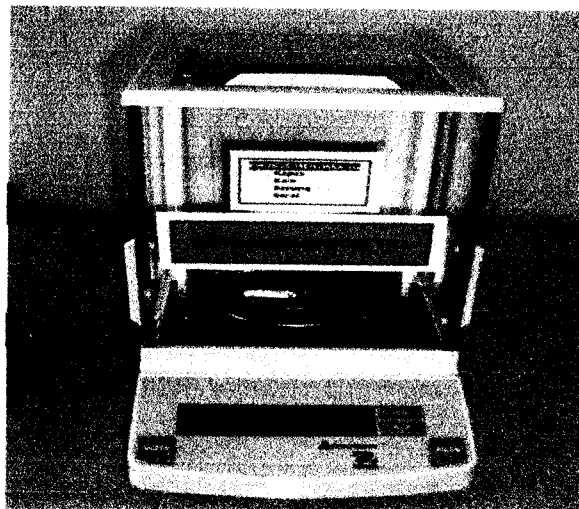
Serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi udara ini akan diuji dengan menggunakan alat uji ayakan atau *sieve analysis mesh*. Pengujian ayakan ini bertujuan untuk memisahkan ukuran serbuk berdasarkan tingkatan ukuran *mesh size*. Tingkatan ukuran *mesh size* yang digunakan ada sepuluh, yaitu ukuran *mesh size* 4.750 mm, 2.360 mm, 1.180 mm, 0.600 mm, 0.125 mm, 0.106 mm, 0.090 mm, 0.075 mm, 0.053 mm dan 0.050 mm. Adapun gambar alat ayakan seperti Gambar 3.6 di bawah ini :



Gambar 3.6. *Sieve Analysis Mesh*

E. Alat Timbang Digital.

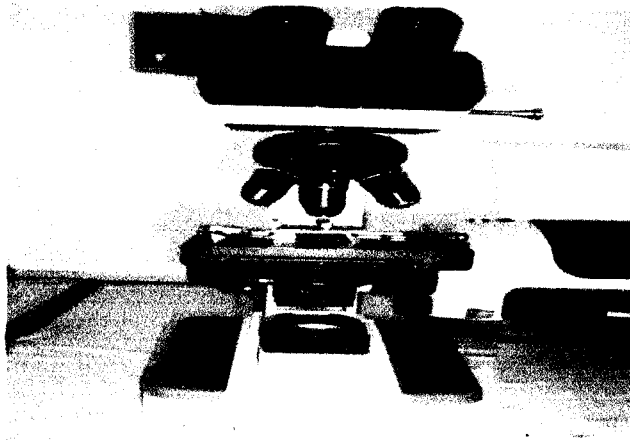
Setelah serbuk-serbuk tersebut dipisahkan menurut ukuran *mesh size*, kemudian dilakukan penimbangan. Penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui distribusi berat ukuran serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi udara ini. Ukuran serbuk secara kumulatif dapat ditentukan dari persen kumulatif berat serbuk, serbuk yang dihasilkan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram, pada Gambar 3.7 di bawah ini ;



Gambar 3.7. Timbangan Digital.

F. Peralatan Mikroskop Optik.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana bentuk serbuk yang dihasilkan pada setiap variasi *nozzle* hasil proses atomisasi udara. Pengujian ini menggunakan Mikroskop Optik dengan pembesaran lensa 4, 10 dan 40 sehingga dapat dilihat jelas bentuk serbuk dan ukuran serbuk. Pengujian ini menggunakan mikroskop optik, adapun gambar mikroskop optik seperti Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mikroskop Optik.

3.3. PROSES ATOMISASI UDARA

Prinsip kerja dari metoda atomisasi udara yaitu dengan memecah atau mengatomisasi logam cair hingga menjadi partikel serbuk. Sejumlah logam yang telah dicairkan terlebih dahulu menggunakan tungku induksi, kemudian logam yang telah mencair dituang/dialirkan ke dalam *chamber* melalui corong.. Udara yang tereksansi dengan cepat akan memecah aliran logam cair sehingga menjadi partikel disertai dengan proses pendinginan yang cepat. Logam cair yang terpecah menjadi butiran-butiran kecil mengalami pembekuan dengan sangat cepat di karenakan adanya sirkulasi udara didalam *chamber* dan semburan udara yang keluar dari *nozzle*. Pada bagian dasar *chamber* diberikan air untuk lebih mempercepat proses

pendinginan dan mengurangi terjadinya penumpukan serbuk dikarenakan serbuk belum membeku secara maksimal.

Karakteristik serbuk yang dihasilkan dipengaruhi oleh udara yang terekspansi untuk memecah aliran logam cair kemudian jumlah *nozzle* udara yang digunakan dan karakteristik dari *raw material* yang akan dibuat serbuk. Serbuk yang dihasilkan dari atomisasi udara mempunyai bentuk bulat (*spherical*), ukuran relatif kecil. Kualitas serbuk dan distribusi berat yang dihasilkan pada setiap jumlah *nozzle* akan berbeda-beda, setiap dilakukan penambahan *nozzle* mulai dari dua, tiga dan empat *nozzle* akan mempengaruhi tekanan udara yang terekspansi dari kompressor, bentuk serbuk cenderung mendekati bulat dan halus hingga mencapai ukuran <0,050 mm. Hal tersebut disebabkan karena adanya tekanan udara yang terekspansi cukup besar untuk mengatomisasikan logam cair dengan sangat cepat sebelum logam cair membeku lagi.

3.4. PARAMETER PROSES ATOMISASI.

Parameter dalam metoda atomisasi ini adalah jumlah *nozzle* yang digunakan untuk mengatomisasi logam cair hingga menjadi partikel. Pada pembuatan serbuk dilakukan dengan menambah *nozzle* pada setiap tahapan proses atomisasi.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas perbandingan hasil distribusi serbuk dan bentuk serbuk yang didapat pada setiap masing-masing kelompok *nozzle* dengan metoda atomisasi udara menggunakan peralatan ayakan.

4.1. PENGUJIAN AYAKAN.

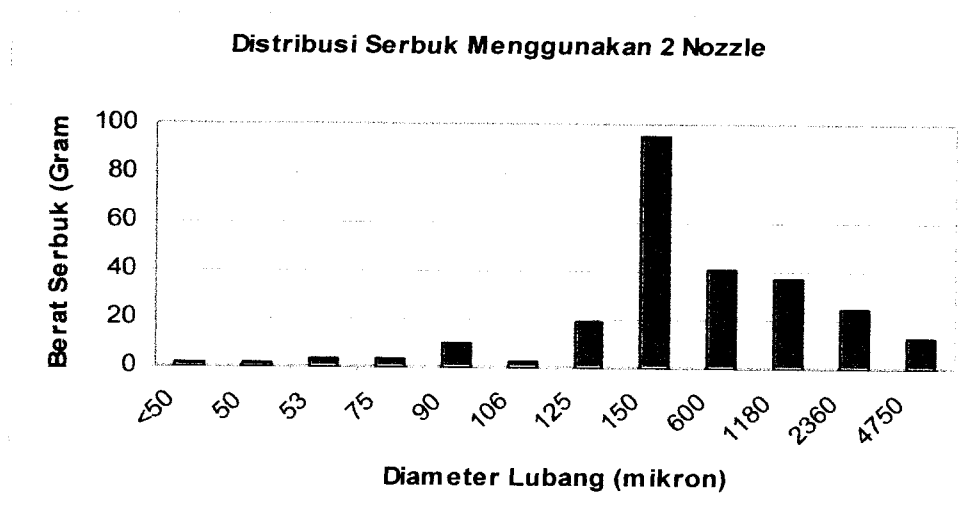
4.1.1. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan Dua *Nozzle*.

Berdasarkan hasil dari pengujian pengayakan, dapat dilihat perbandingan berat serbuk mulai dari *mesh size* >300 hingga *mesh size* 170, seperti pada Tabel 4.1, berikut ini:

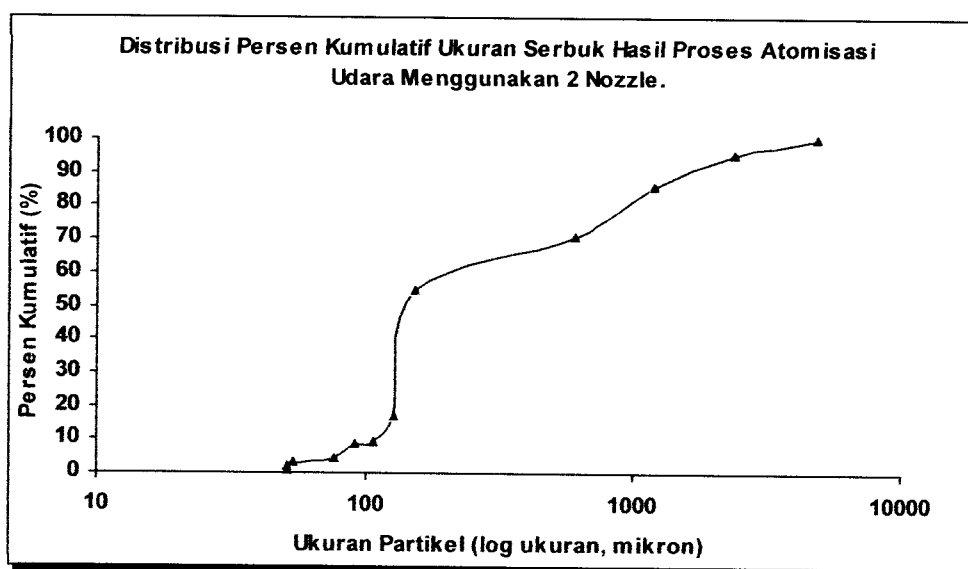
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan Dua *Nozzle*.

No	Sieve Size	Diameter Lubang (Mikron)	Berat 2 Nozel (Gram)	Persentase (%)	Persen Kumulatif (%)
1	>300	<50	1.7	0.67	0.67
2	300	50	2.2	0.87	1.55
3	270	53	3.2	1.27	2.82
4	200	75	3.4	1.35	4.16
5	170	90	10.3	4.08	8.25
6	140	106	2.4	0.95	9.20
7	120	125	18.9	7.49	16.69
8	100	150	95.1	37.71	54.40
9	30	600	40.8	16.18	70.58
10	16	1180	37.3	14.79	85.37
11	8	2360	24.1	9.56	94.92
12	4	4750	12.8	5.08	100.00
Total			252.2	100.00	

Dari pengujian pengayakan serbuk hasil proses atomisasi udara menggunakan dua *nozzle* diatas terlihat pada tabel. Serbuk pada *mesh size* 170 memiliki jumlah serbuk dan presentase yang lebih banyak yaitu ; 10,3 Gram dan 4,08%, sedangkan distribusi jumlah serbuk paling sedikit terdapat pada *mesh size* >300 sebanyak 1,7 gram dengan persentase 0,67%. Lihat gambar 4.1 pada grafik untuk mengetahui distribusi serbuk tiap-tiap *mesh size* dan persen komulatif jumlah serbuk, berikut ini:



Gambar 4.1. Grafik Berat Dari Tiap-Tiap *Mesh Size*.



Gambar 4.2. Grafik Persentase Kumulatif Partikel.

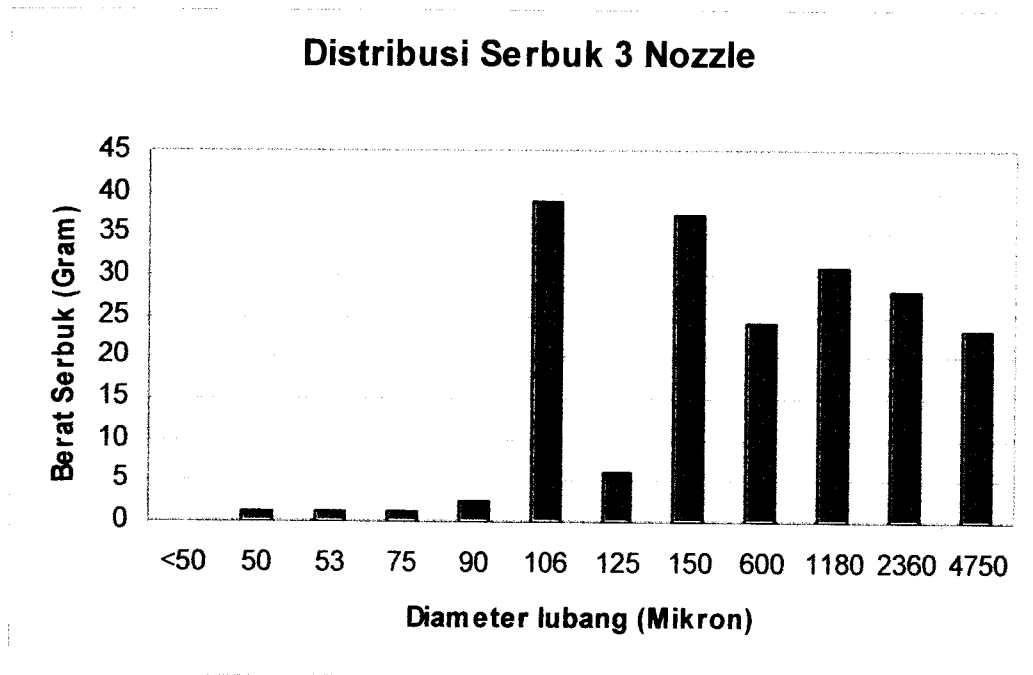
4.1.2. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan Tiga *Nozzle*.

Berdasarkan hasil dari pengujian pengayakan, dapat dilihat perbandingan berat serbuk dari *mesh size* >300 hingga *mesh size* 170, seperti pada Tabel 4.2, berikut ini:

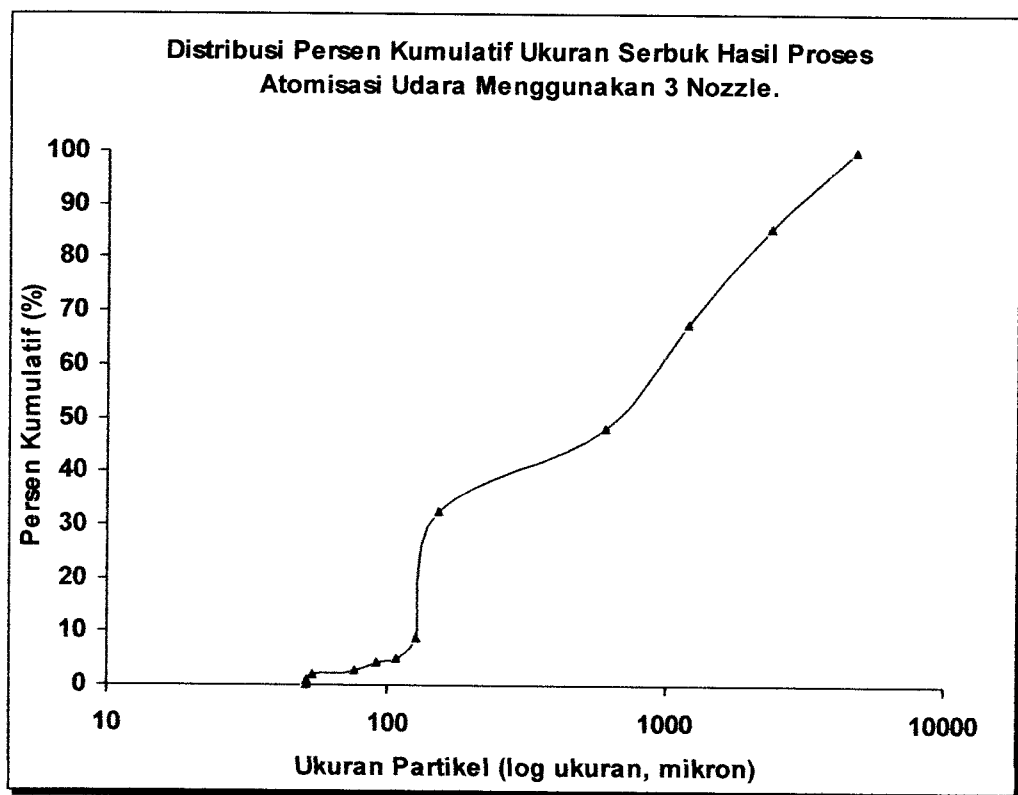
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan Tiga *Nozzle*.

No	Sieve Size	Diameter lubang (Mikron)	Berat Serbuk (Gram)	Persentase (%)	Persen Kumulatif %
1	>300	<50	0	0.00	0.00
2	300	50	1.4	0.89	0.89
3	270	53	1.3	0.82	1.71
4	200	75	1.3	0.82	2.54
5	170	90	2.5	1.59	4.12
6	140	106	1.2	0.76	4.89
7	120	125	6.0	3.81	8.69
8	100	150	37.3	23.67	32.36
9	30	600	24.3	15.42	47.78
10	16	1180	30.8	19.54	67.32
11	8	2360	28.2	17.89	85.22
12	4	4750	23.3	14.78	100.00
Total			157.6	100.00	

Hasil serbuk menggunakan pengujian tiga *nozzle* setelah pengayakan terlihat pada tabel dan grafik menunjukkan pada *mesh size* 170 terlihat berat serbuk yang paling banyak seberat 2,5 gram dengan presentase 1,59 % , sedangkan ukuran berat yang paling sedikit terdapat pada *mesh size* 200 berjumlah 1,3 gram dan *mesh size* 270 berjumlah 1,3 gram , pada *mesh size* >300 tidak mendapatkan hasil serbuk dikarenakan tekanan udara dari kompressor mulai berkurang saat menggunakan tiga *nozzle*. Lihat gambar 4.3 grafik distribusi serbuk dan presentase kumulatif hasil serbuk berikut ini:



Gambar 4.3. Grafik Berat Dari Tiap-tiap *Mesh Size*.



Gambar 4.4. Grafik Persentase Kumulatif Partikel.

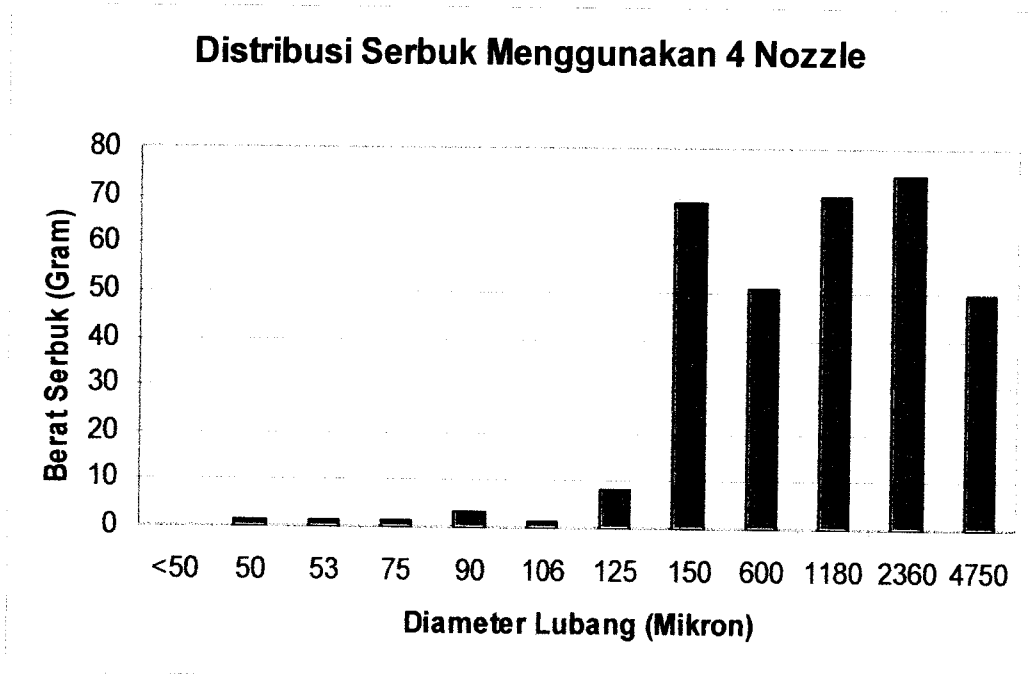
4.1.3. Pengujian Ayakan Serbuk Hasil Atomisasi Udara Menggunakan Empat *Nozzle*.

Berdasarkan hasil dari pengujian pengayakan, dapat dilihat perbandingan berat serbuk dari *mesh size* >300 hingga *mesh size* 270, seperti pada Tabel 4.3, berikut ini:

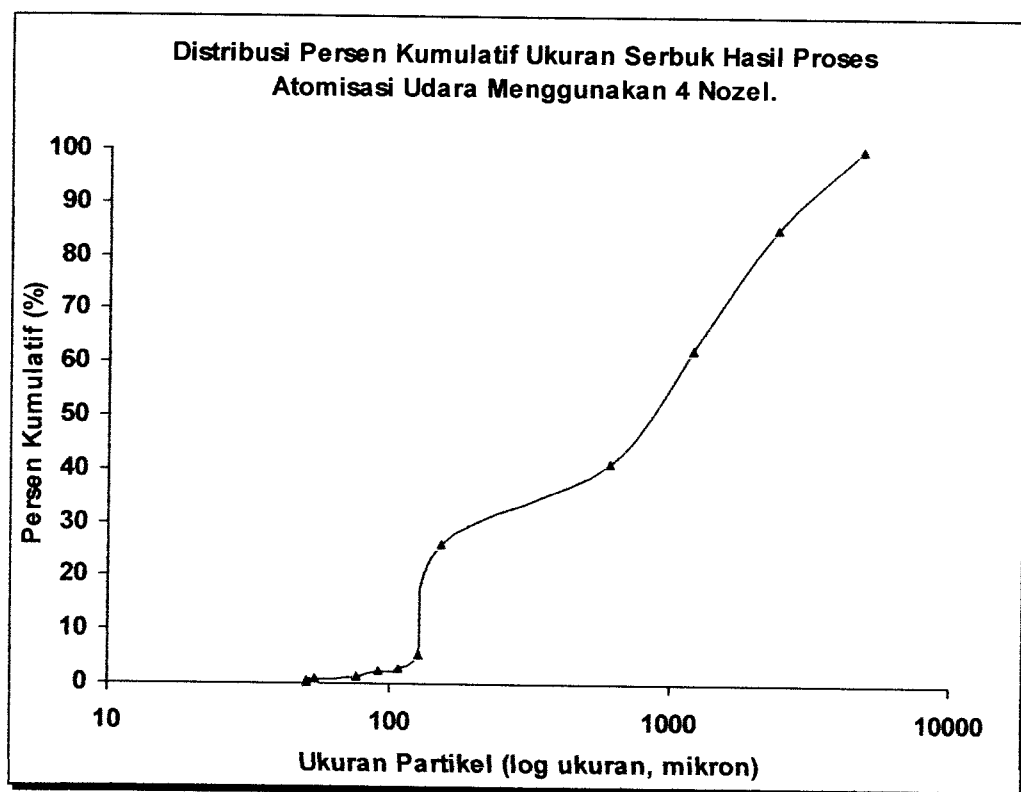
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Udara Menggunakan Empat *Nozzle*.

No	Sieve Size	Diameter lubang (Mikron)	Berat Serbuk (Gram)	Persentase (%)	Persen Kumulatif (%)
1	>300	<50	0	0.00	0.00
2	300	50	1.3	0.39	0.39
3	270	53	1.3	0.39	0.79
4	200	75	1.4	0.42	1.21
5	170	90	3.3	1.00	2.21
6	140	106	1.3	0.39	2.60
7	120	125	8.1	2.45	5.05
8	100	150	68.8	20.80	25.85
9	30	600	50.7	15.33	41.17
10	16	1180	70.2	21.22	62.39
11	8	2360	74.9	22.64	85.04
12	4	4750	49.5	14.96	100.00
Total			330.8	100.00	

Hasil pengujian pengayakan diatas dapat diketahui jumlah distribusi berat serbuk yang didapat, terlihat pada grafik pada grafik *mesh size* 170, terlihat berat serbuk yang paling banyak sebanyak 3,3 gram, sedangkan distribusi yang paling sedikit terdapat pada *mesh size* 300 dan 270 dengan jumlah yang sama yaitu 1,3 gram dengan presentase 0,39%, pada *mesh size* >300 tidak mendapatkan hasil serbuk. Lihat gambar 4.5 dan 4.6 berikut ini:



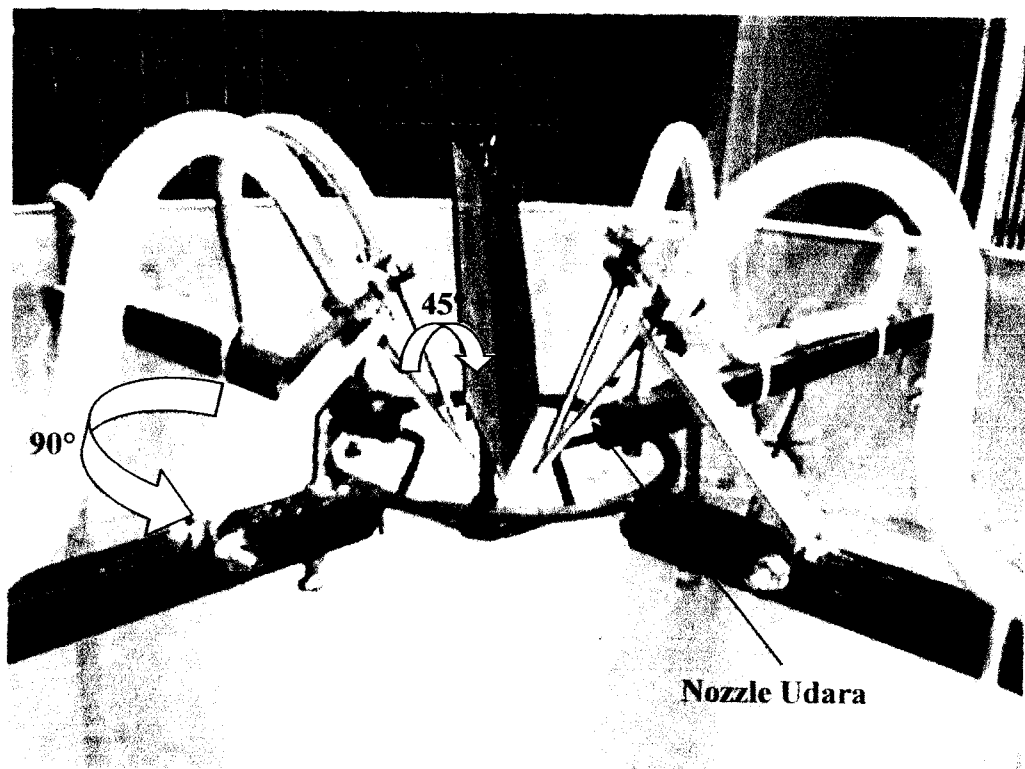
Gambar 4.5. Grafik Berat Dari Tiap-tiap *Mesh Size*.



Gambar 4.6. Grafik Persentase Kumulatif Partikel.

4.2. PERBANDINGAN DISTRIBUSI HASIL SERBUK.

Dalam penelitian ini, parameter yang divariasikan adalah jumlah *nozzle*, yaitu dengan menggunakan dua, tiga dan empat *nozzle* (gambar 4.7). Dudukan *nozzle* terbagi empat sudut di bagian atas lingkaran *chamber* penampung partikel, masing-masing dudukan *nozzle* diletakkan pada setiap sudut 90° dan dihubungkan dengan kompresor. Tekanan udara untuk mengatomisasi logam cair dihasilkan dari dua buah kompresor yang digabungkan menjadi satu *output* udara menggunakan cabang segitiga. Kemudian *output* dari kompresor dibagi lagi sesuai dengan jumlah *nozzle* yang akan digunakan. Masing-masing kompresor memiliki tekanan 10 bar, kemudian perbandingan keseluruhan hasil serbuk dapat dilihat pada tabel 4.4 beserta grafik.

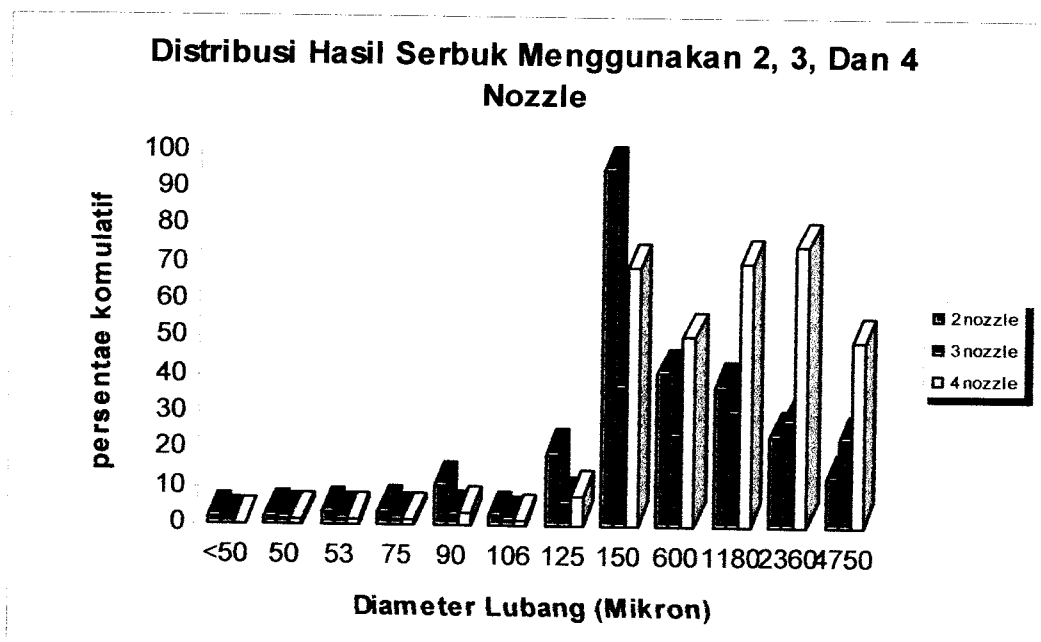


Gambar 4.7. Susunan *Nozzle*.

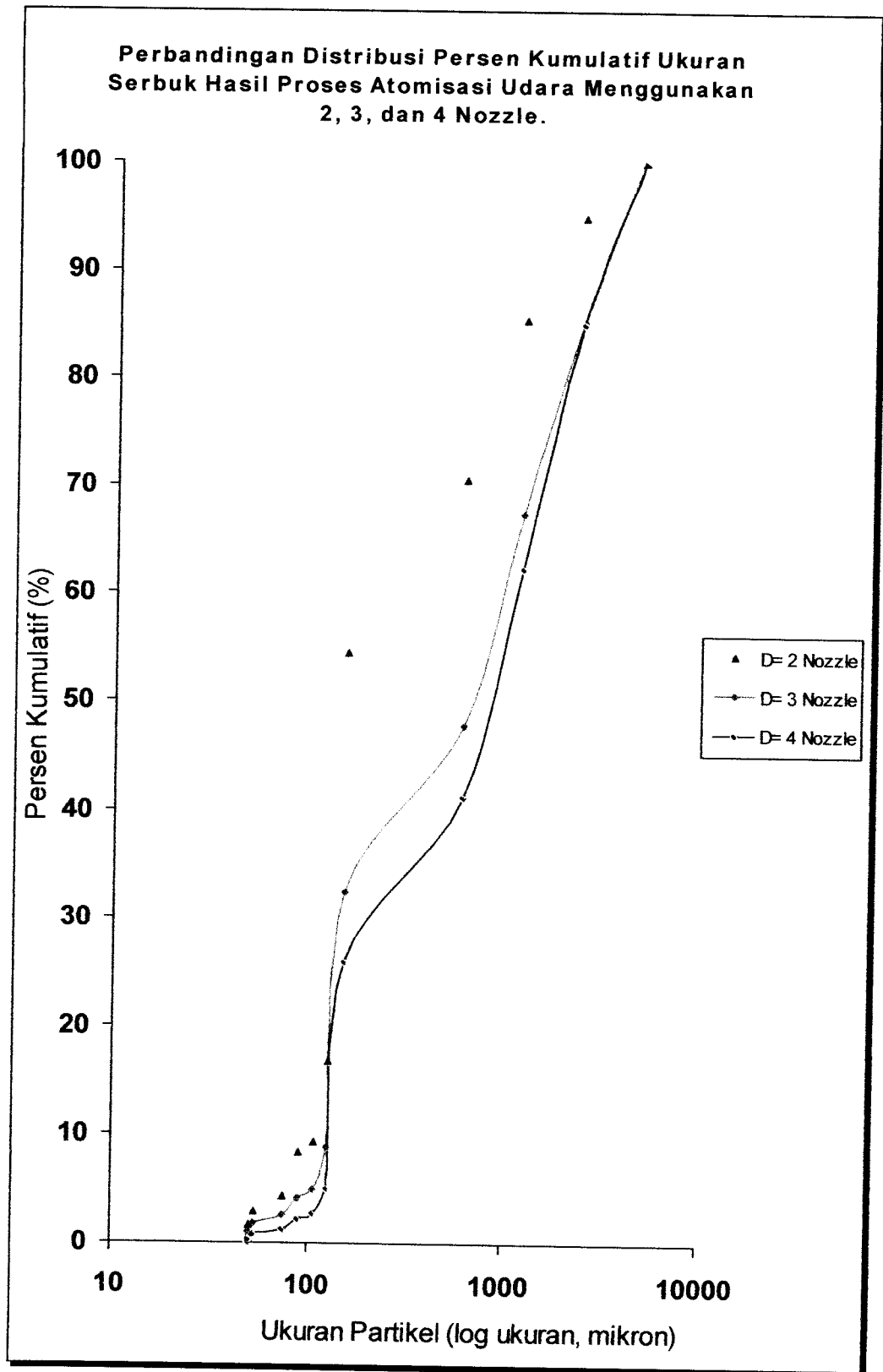
Tabel 4.4. Perbandingan Hasil Serbuk Proses Atomisasi Udara Antara 2, 3, Dan 4 *Nozzle*.

No	Sieve Size	Diameter Lubang (Mikron)	Persentase Kumulatif (%)		
			2 Nozel	3 Nozel	4 Nozel
1	>300	<50	0.67	0.00	0.00
2	300	50	1.55	0.89	0.39
3	270	53	2.82	1.71	0.79
4	200	75	4.16	2.54	1.21
5	170	90	8.25	4.12	2.21
6	140	106	9.20	4.89	2.60
7	120	125	16.69	8.69	5.05
8	100	150	54.40	32.36	25.85
9	30	600	70.58	47.78	41.17
10	16	1180	85.37	67.32	62.39
11	8	2360	94.92	85.22	85.04
12	4	4750	100	100	100

Berdasarkan hasil pengujian ayakan dari serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi udara dengan variasi jumlah *nozzle*, kemudian dibuat grafik distribusi ukuran dan distribusi persen kumulatif ukuran seperti pada gambar 4.8, dan gambar 4.9 di bawah ini :



Gambar 4.8. Grafik Perbandingan Distribusi Hasil Serbuk Berdasarkan Ukuran Mikron.



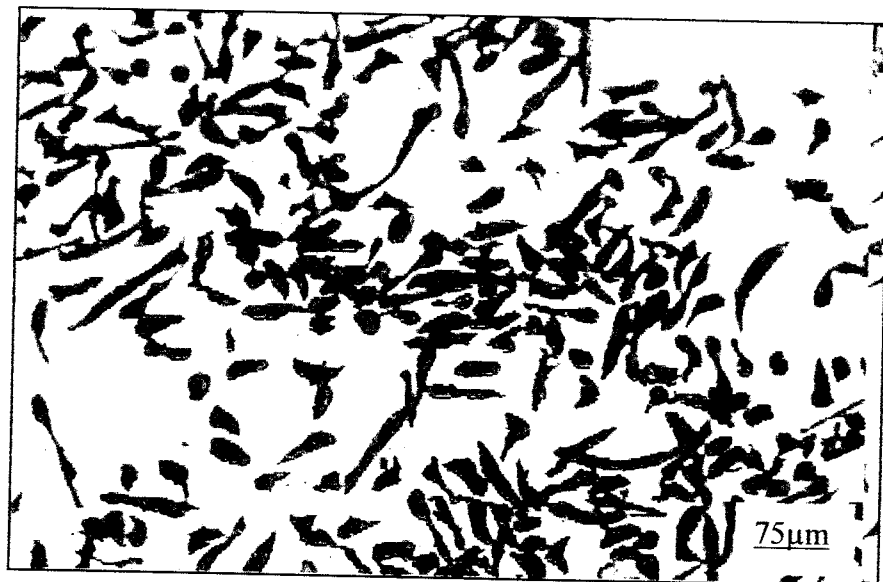
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Hasil Serbuk.

Berdasarkan grafik di atas dapat diambil kesimpulan, grafik semakin ke kiri menunjukkan bahwa serbuk semakin halus, terlihat pada dua *nozzle*. Pada tiga dan empat *nozzle* distribusi serbuk halus mulai berkurang dikarenakan penambahan jumlah *nozzle*.

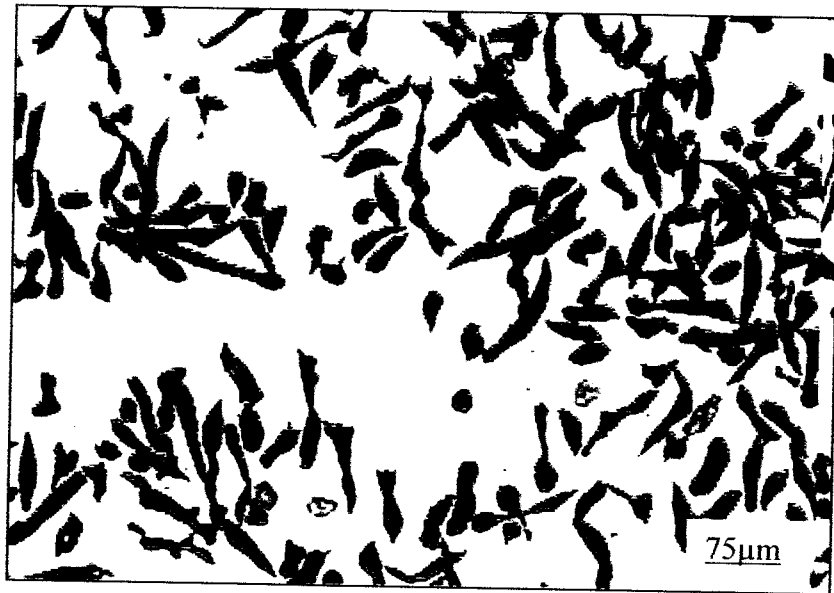
4.3 PENGUJIAN BENTUK PARTIKEL.

Hasil serbuk dilihat dengan menggunakan mikroskop optik menggunakan pembesaran lensa empat, pembesaran lensa sepuluh, dan pembesaran lensa empat puluh untuk mengetahui bentuk serbuk dengan jelas. Serbuk yang akan dianalisa adalah serbuk hasil ayakan dengan diameter lubang 75 μm atau pada *mesh size* 200. Hasil serbuk dari proses atomisasi ini hampir sebagian besar berbentuk *rounded*, hanya terdapat sebagian kecil saja yang berbentuk *polygon* dan *tear drop*. Warna dari serbuk yang dihasilkan tetap sama dengan material awal, karena tidak terjadi karburasi dalam proses atomisasi udara.

4.3.1. Pengamatan Bentuk Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran Lensa Empat.



(a) Hasil Serbuk Dua *Nozzle*.



(b) Hasil Serbuk Tiga *Nozzle*.



(c) Hasil Serbuk Empat *Nozzle*.

Gambar 4.10. Hasil Serbuk Dengan Ayakan *Mesh Size* 200.

4.3.2. Pengamatan Bentuk Hasil Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran Lensa Sepuluh.



(a) Hasil Serbuk Dua *Nozzle*.



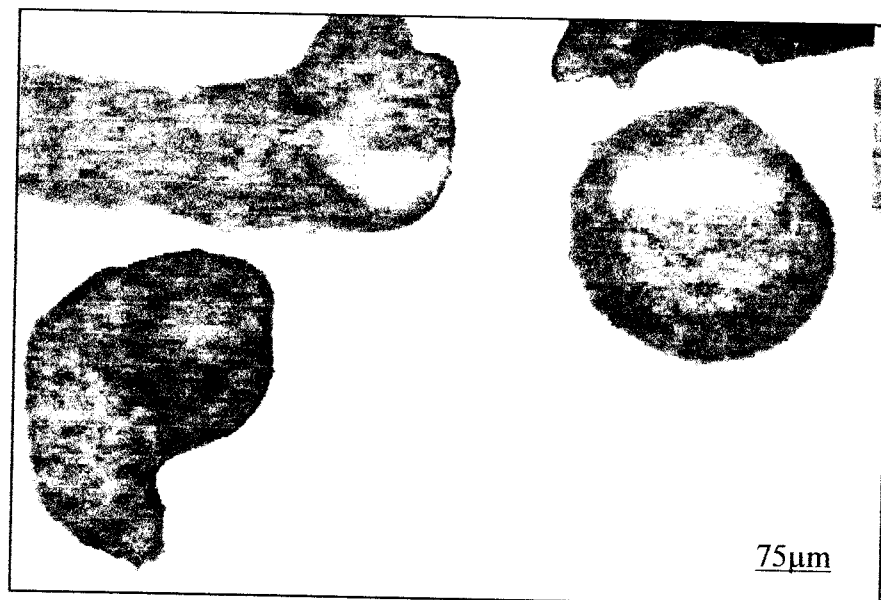
(b) Hasil Serbuk Tiga *Nozzle*.



(c) Hasil Serbuk Empat *Nozzle*.

Gambar 4.11. Hasil Serbuk Dengan Ayakan *Mesh Size 200..*

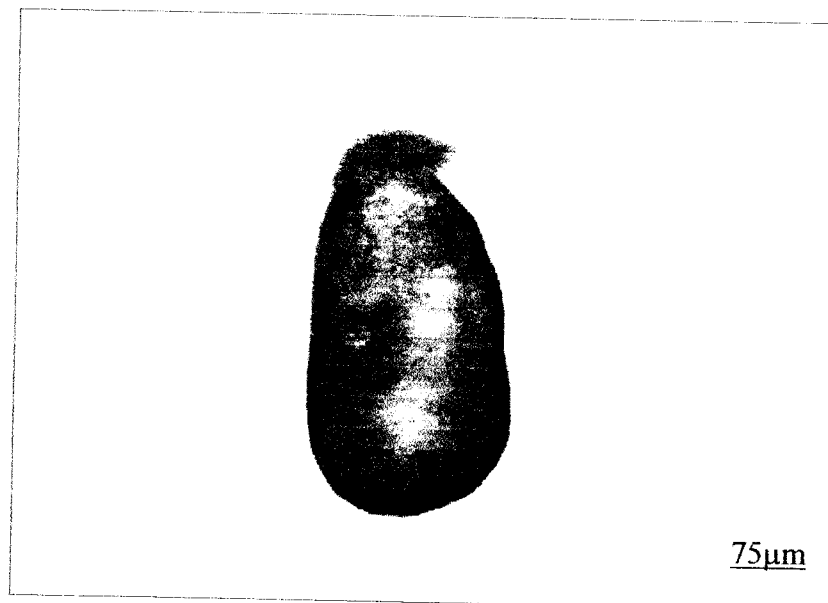
4.3.3. Pengamatan Bentuk Hasil Serbuk Menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran Lensa Empat Puluh.



(a) Hasil Serbuk Dua *Nozzle*.



(b) Hasil Serbuk Tiga *Nozzle*.



(c) Hasil Serbuk Empat *Nozzle*.

Gambar 4.12. Hasil Serbuk Dengan Ayakan *Mesh Size* 200.

4.4. Analisa Hasil Pengujian.

Distribusi serbuk logam yang dihasilkan dari proses atomisasi udara dengan variasi jumlah *nozzle* sangat variatif. Dimana persentase distribusi partikel yang memiliki ukuran lebih kecil pada setiap tingkatan *mesh size* lebih dominan terjadi saat menggunakan dua *nozzle*. Tampak hanya dengan dua *nozzle* yang dapat menghasilkan serbuk logam dengan diameter lubang ayakan diatas 50 μm , dan distribusi terbanyak terjadi pada *mesh size* 170, sementara pada tiga dan empat *nozzle* serbuk yang dihasilkan terlihat lebih banyak dihasilkan pada *mesh size* 170 namun tidak menghasilkan serbuk pada *mesh size* <50 μm , dan serbuk paling halus hanya dihasilkan pada *mesh size* 300.

Besarnya tekanan udara terhadap logam cair sangat mempengaruhi jumlah distribusi serbuk dan bentuk partikel yang dihasilkan, semakin besar tekanan udara yang diberikan maka semakin kecil serbuk yang didapatkan. Perbedaan hasil serbuk ini dikarenakan saat pelaksanaan proses atomisasi udara dengan menggunakan dua *nozzle*, energi berupa tekanan udara yang dimasukkan kedalam logam cair lebih besar atau hanya terbagi dua arah serang *nozzle*, sehingga memiliki semburan yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan tiga dan empat *nozzle*. Berkurangnya tekanan udara dikarenakan proses atomisasi udara ini hanya menggunakan dua unit kompressor yang masing-masing memiliki tekanan 10 Bar. Kompressor kemudian dijadikan satu tekanannya dengan menggunakan cabang segitiga yang dihubungkan pada masing-masing kompressor.

Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi udara dengan variasi dua, tiga, empat *nozzle* dilihat menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa empat, sepuluh, dan empat puluh memiliki bentuk hampir sama, hanya distribusi jumlah serbuk yang terlihat perbedaan sangat signifikan. Pada dua, tiga, dan empat *nozzle*, hasil serbuk cenderung berbentuk *Rounded*, hanya terdapat sebagian kecil saja yang berbentuk *polygon* dan *tear drop*. Permukaan serbuk terlihat agak kasar seperti bersisik terjadi pada hasil serbuk menggunakan dua dan tiga *nozzle*. Ini dikarenakan udara yang tereksansi masih cukup kuat untuk memecah aliran logam cair

dengan sangat cepat sehingga laju proses pendinginan juga sangat cepat. Hasil serbuk dengan menggunakan empat *nozzle* terlihat lebih halus dikarenakan tekanan udara yang semakin melemah mengakibatkan proses pendinginan yang lebih lambat sehingga masih ada kemungkinan logam cair tersebut berubah bentuk saat jatuh kebagian dasar *chamber* karena bergesekan dengan udara sehingga permukaan serbuk menjadi lebih halus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



5.1. Kesimpulan.

Metoda atomisasi udara dapat menghasilkan serbuk dengan ukuran yang cukup kecil. Untuk menghasilkan serbuk dengan ukuran yang sangat kecil dipengaruhi oleh besar kecilnya tekanan udara yang digunakan. Semakin besar tekanan udara yang diberikan kepada logam cair maka serbuk yang dihasilkan akan semakin kecil. Pengaruh jumlah *nozzle* terhadap ukuran serbuk tidak terlalu berpengaruh, hal ini dikarenakan tekanan udara yang digunakan tetap sama yaitu 20 bar sehingga setiap dilakukan penambahan jumlah *nozzle* maka tekanan udara akan berkurang karena jumlah out put dari compressor bertambah.

Variasi jumlah *nozzle* ini hanya berpengaruh terhadap kehalusan permukaan serbuk, ini disebabkan saat menggunakan tiga dan empat *nozzle* tekanan udara berkurang sehingga serbuk saat teratomisasi tidak langsung membeku dan masih ada kemungkinan serbuk berubah bentuk saat jatuh ke dasar chamber karena bergesekan dengan udara. Berbeda dengan menggunakan dua *nozzle*, pada dua *nozzle* proses pendinginan/membeku lebih cepat terjadi saat logam teratomisasi oleh tekanan udara. Serbuk yang dihasilkan pada proses atomisasi ini memiliki bentuk rounded hanya sebagian serbuk saja yang berbentuk *polygon* dan *tear drop*. Serbuk paling kecil dan banyak dihasilkan oleh dua *nozzle*.

5.2. Saran.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas hasil serbuk terhadap ukuran dan bentuk serbuk sesuai dengan kriteria serbuk. Penelitian ini juga perlu didukung beberapa tambahan peralatan untuk penelitian dengan tujuan meningkatkan tekanan udara agar selalu konstan pada setiap proses atomisasi dengan menggunakan variasi jumlah *nozzle* tetap sama tekanannya saat mengatomisasi logam cair. Selain itu, perlu dilakukan penelitian pengaruh dari beberapa parameter lain seperti pengesetan *nozzle* agar titik sembur udara terfokus pada logam cair agar dapat menghasilkan serbuk yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

<http://www.hvof.com/metalliz.htm>

<http://www.mpif.org>

German, M. R., 1984. *Powder Metallurgy Science*. Metal Powder industries Federation, New Jersey.

Ridlwan, M., 2005. *Pengaruh Sudut Serang Terhadap Efisiensi Dan Produktifitas Proses Pembuatan Serbuk Logam Dengan Metode Atomisasi Las Oksi-Asitilen*. Prosiding Seminar Nasional, Teknoin, Jogjakarta.

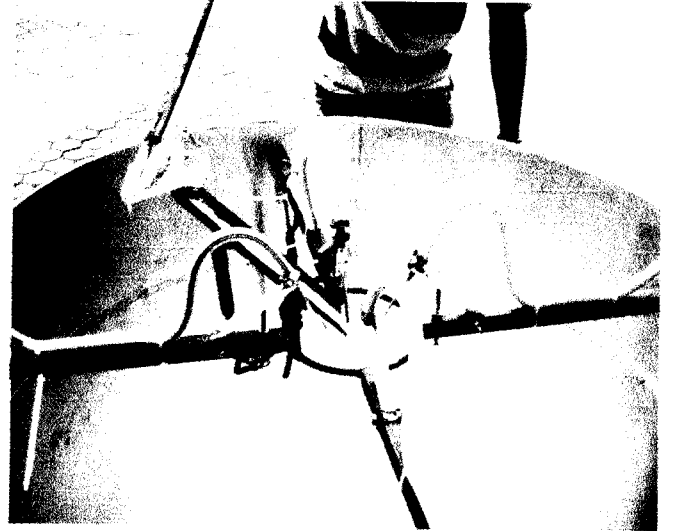
Groveer, M. P., 1996. *Fundamental of Modern Manufacturing*. Prientice Hall, New Jersey

Soedoyo, Peter., 1999. *Fisika Dasar*. Edisi Pertama, Andi Offset, Yogyakarta

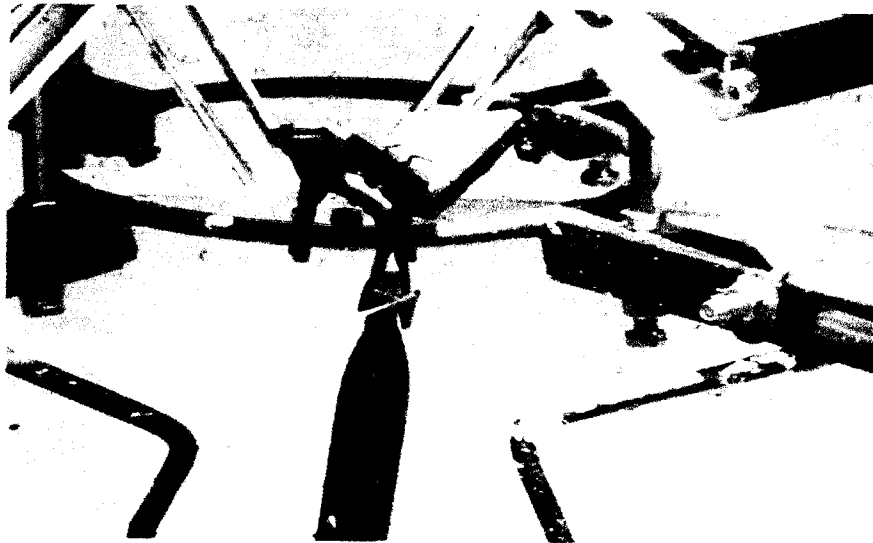
LAMPIRAN



A. Proses Peleburan



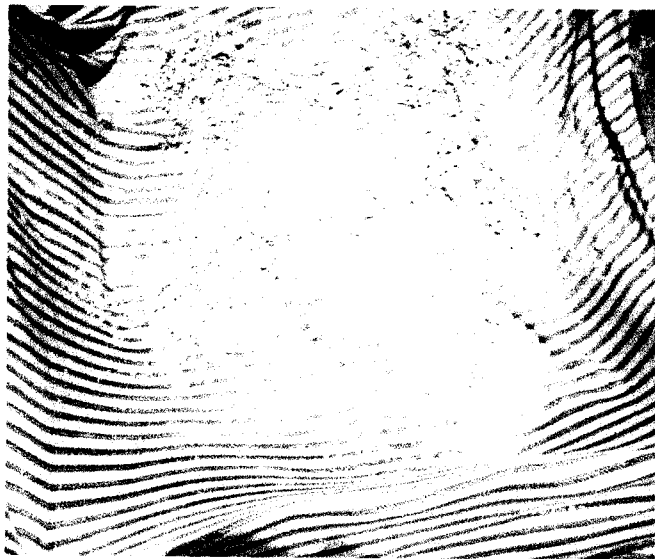
B. Penuangan Logam Cair



C. Logam Cair Teratomisasi



D. Penampungan Serbuk



E. Pengambilan Serbuk