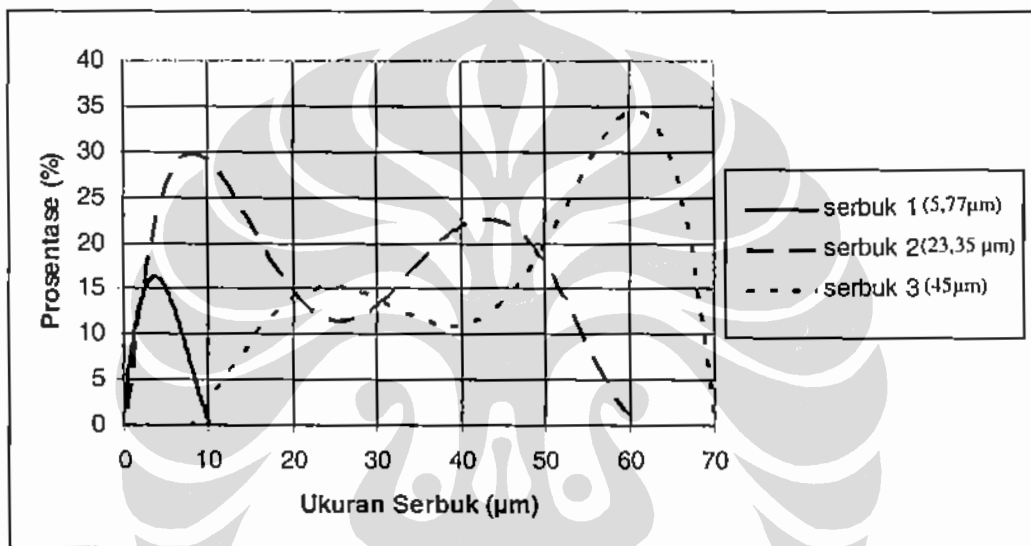


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. KARAKTERISASI SERBUK ALUMINA

Dari hasil karakterisasi serbuk alumina yang berfungsi sebagai partikel penstabil gelembung, diperoleh distribusi ukuran serbuk alumina seperti pada Gambar 4.1. Dan ukuran rata-rata serbuk alumina 1, 2, dan 3 adalah 5,77  $\mu\text{m}$ , 23,35  $\mu\text{m}$ , dan 45  $\mu\text{m}$ .

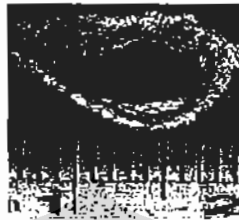


Gambar 4.1. Distribusi Ukuran Serbuk Alumina untuk Proses Pembuatan Busa Aluminium

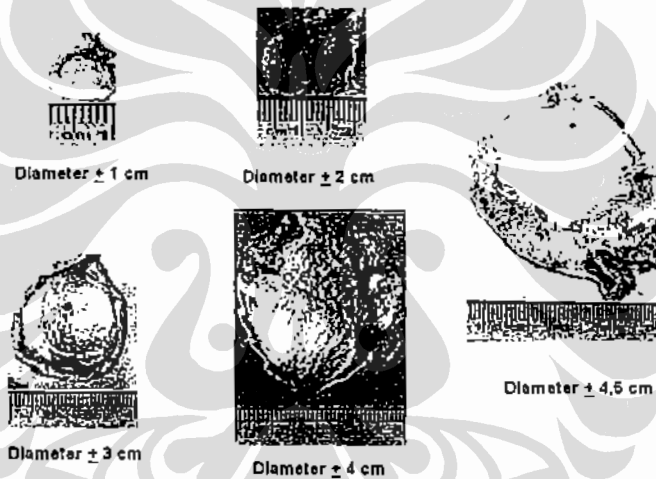
Penggunaan tiga macam distribusi ukuran serbuk alumina ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran serbuk alumina terhadap karakteristik busa aluminium yang dihasilkan melalui metoda injeksi gas dengan prosedur pembuatan seperti yang telah dijelaskan pada sub sub sub bab 3.2.2.2. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.15, bahwa ukuran serbuk penstabil gelembung optimal adalah 1-20  $\mu\text{m}$ , sehingga dengan adanya 3 macam distribusi ukuran serbuk alumina ini dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran serbuk alumina dengan karakteristis dari masing-masing busa aluminium yang dihasilkan.

#### 4.2. PENGUJIAN PENGARUH SERBUK ALUMINA TERHADAP STABILITAS GELEMBUNG

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh partikel tambahan yang berupa serbuk alumina dalam menstabilkan gelembung di dalam cairan paduan aluminium, dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 4.2. dan 4.3.



Gambar 4.2. Hasil Pengujian Tanpa Partikel Tambahan



Gambar 4.3. Hasil Pengujian dengan Partikel Tambahan Serbuk Alumina

Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa lingkaran kawat yang dicelupkan ke dalam cairan paduan aluminium tidak menghasilkan lapisan tipis. Pengujian ini dilakukan dengan lingkaran kawat berdiameter 1 cm, dan tidak dihasilkan lapisan tipis aluminium pada semua lingkaran kawat. Dengan tidak terbentuknya lapisan tipis di lingkaran kawat, maka apabila dilakukan peniupan gas ke dalam cairan paduan aluminium

Dari Gambar 4.3. dapat diketahui pengaruh penambahan serbuk alumina pada peningkatan stabilitas gelembung dengan terbentuknya lapisan tipis aluminium pada lingkaran kawat dari diameter 1-4 cm. Apabila cairan aluminium

dengan partikel tambahan serbuk alumina ini dilakukan peniupan gas maka akan terbentuk gelembung yang tidak mudah pecah atau stabil.

Dengan pengujian ini dapat diketahui bahwa penambahan serbuk alumina dengan ukuran rata-rata 70  $\mu\text{m}$  dan fraksi berat 10% dapat menghasilkan gelembung yang stabil di dalam cairan aluminium.

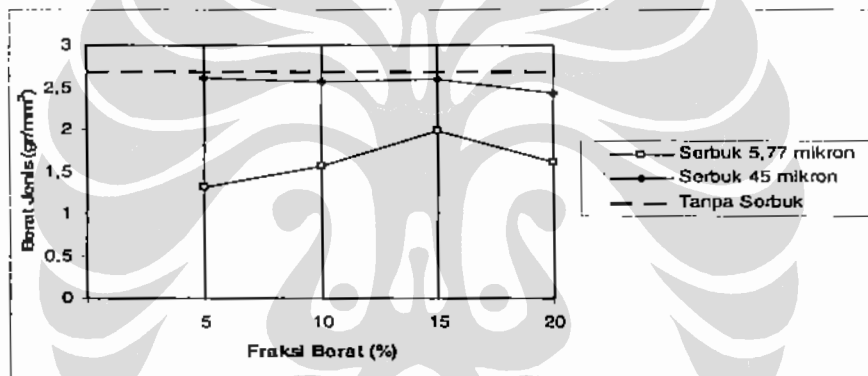
### 4.3. KARAKTERISASI BUSA ALUMINIUM

#### 4.3.1. Sifat Fisika

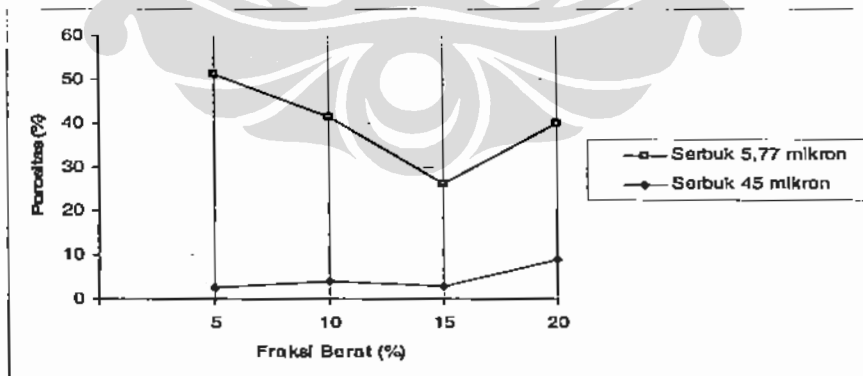
Sifat fisika busa aluminium yang dibahas pada penelitian ini berupa :

##### 4.3.1.1. Berat Jenis dan Porositas

Berat jenis busa aluminium yang dihasilkan dari pengujian yang menggunakan partikel tambahan serbuk alumina dengan variasi ukuran dan fraksi berat seperti pada Gambar 4.4.



(a)



(b)

Gambar 4.4. Grafik Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap (a) Berat Jenis (b) Porositas

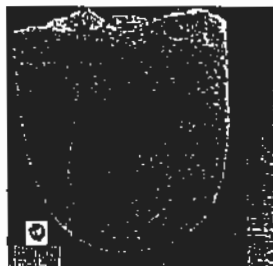
Karakterisasi berat jenis dilakukan pada busa aluminium hasil pengujian tanpa serbuk, dengan serbuk alumina 5,77  $\mu\text{m}$ , dan 45  $\mu\text{m}$ , sedang untuk ukuran 23,35  $\mu\text{m}$  tidak dilakukan karakterisasi karena hasilnya rapuh sekali. Berat jenis paling kecil dihasilkan oleh penambahan serbuk alumina ukuran 5,77  $\mu\text{m}$ , untuk semua fraksi berat serbuk alumina. Fraksi berat 5%, 10%, 15%, dan 20% serbuk alumina masing-masing menghasilkan busa aluminium dengan berat jenis 1,31  $\text{gr}/\text{cm}^3$ , 1,57  $\text{gr}/\text{cm}^3$ , 1,98  $\text{gr}/\text{cm}^3$ , dan 1,61  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Penambahan serbuk alumina dengan ukuran 5,77  $\mu\text{m}$  menghasilkan pori yang lebih banyak dan merata dibanding dengan penambahan serbuk alumina ukuran 45  $\mu\text{m}$  dan tanpa serbuk alumina.

Sedang pengaruh fraksi berat serbuk alumina terhadap berat jenis dapat dilihat jelas pada pembuatan busa aluminium dengan penambahan serbuk alumina ukuran 5,77  $\mu\text{m}$ . Fraksi berat alumina 5% menghasilkan berat jenis terkecil, 1,31  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Semakin besar fraksi berat serbuk alumina yang ditambahkan menyebabkan berat jenis meningkat, sampai fraksi berat 15% sebesar 1,98  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Pada penambahan serbuk alumina sebesar 5% berat menghasilkan gelembung yang mengumpul pada bagian atas sampel pengujian, sehingga pada daerah ini mempunyai berat jenis yang paling kecil, sedang pada penambahan fraksi berat serbuk alumina 10%, 15%, dan 20% gelembung lebih tersebar ke seluruh bagian sampel uji.

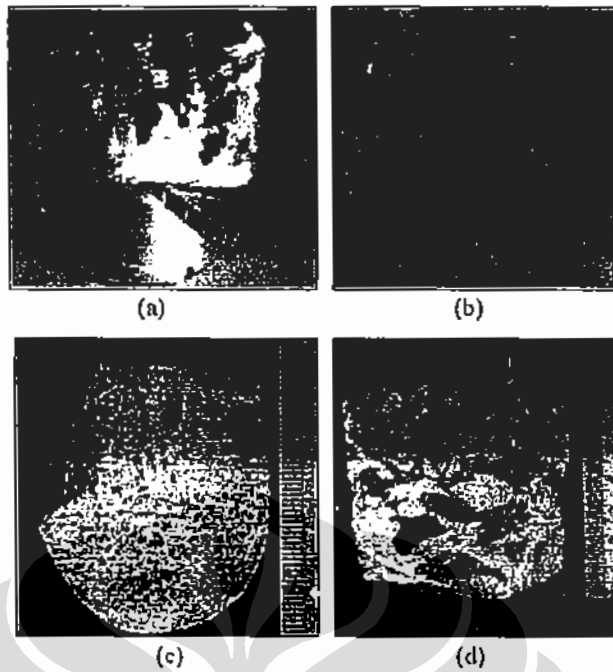
Porositas berbanding terbalik dengan berat jenisnya, dimana untuk berat jenis sampel dengan nilai kecil akan mempunyai porositas yang tinggi, seperti pada Gambar 4.4b.

#### 4.3.1.2. Struktur Makro

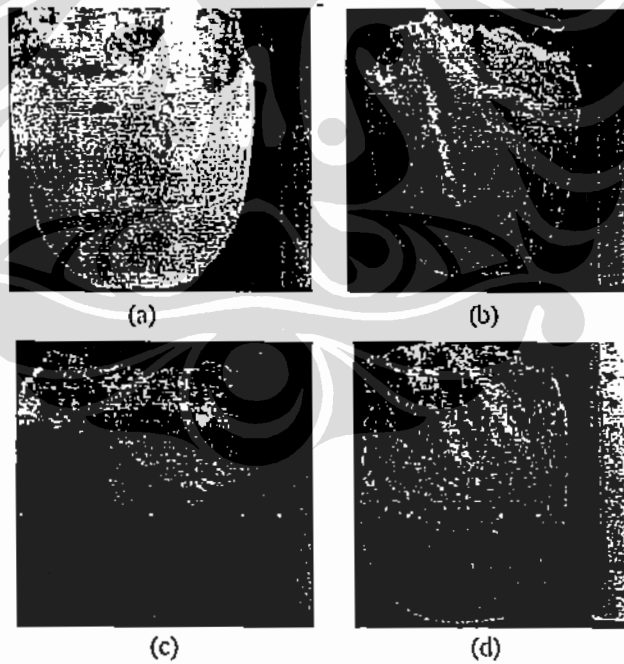
Pengambilan gambar struktur makro hasil pengujian dilakukan dengan memakai kamera, dan didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.5. Hasil Pembuatan Busa Aluminium Tanpa Serbuk Alumina



Gambar 4.6. Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina  $5,77 \mu\text{m}$  dengan Fraksi Berat (a) 5% (b) 10% (c) 15% (d) 20%



Gambar 4.7. Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina  $23,35 \mu\text{m}$  dengan Fraksi Berat (a) 5% (b) 10% (c) 15% (d) 20%



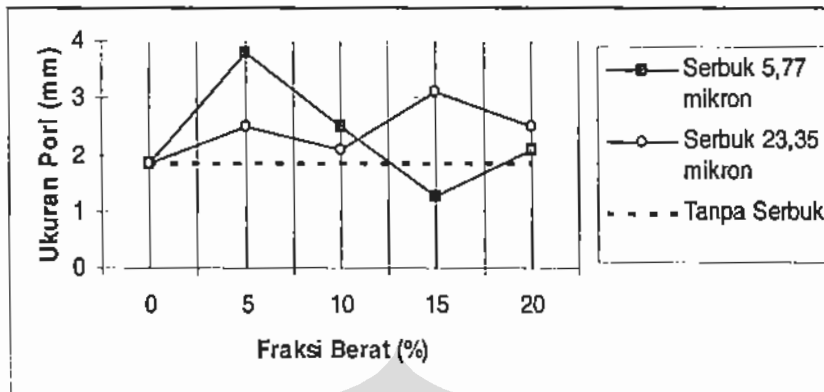
Gambar 4.8. Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina  $45 \mu\text{m}$  dengan Fraksi Berat 5-20%

Secara ringkas hasil pengamatan makro dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Struktur Makro Busa Aluminium

Jenis Sampel	Bentuk Pori (rata-rata)	Ukuran Diameter Rata-Rata Pori (mm)	Jarak Pori Terbawah dari Dasar (mm)	Penyebaran Pori
A0	Bulat	1,85	80	Tidak merata
A1-5	Memanjang	3,8	38	Merata di daerah konsentrasi pori
A1-10	Bulat dan Memanjang	2,5 3	27,5	Merata di daerah konsentrasi pori
A1-15	Bulat	1,28	5	Merata di daerah konsentrasi pori
A1-20	Bulat dan Memanjang	2,1 5	5	Merata di daerah konsentrasi pori
A2-5	-	-	50	Merata di daerah konsentrasi pori, tetapi rapuh
A2-10	-	-	50	Merata di daerah konsentrasi pori, , tetapi rapuh
A2-15	-	-	40	Merata di daerah konsentrasi pori, , tetapi rapuh
A2-20	-	-	35	Merata di daerah konsentrasi pori, , tetapi rapuh
A3-5	Bulat	$\Phi$ 2,5	70	Tidak merata
A3-10	Bulat	$\Phi$ 2,1	90	Tidak merata
A3-15	Bulat	$\Phi$ 3,1	75	Tidak merata
A3-20	Bulat	$\Phi$ 2,5	75	Tidak merata

Pengaruh penambahan serbuk alumina terhadap ukuran pori dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Pengaruh Fraksi Berat Alumina terhadap Ukuran Pori

Dari hasil pengamatan struktur makro seperti yang terdapat pada Tabel 4.1, pengaruh ukuran dan fraksi berat serbuk alumina terhadap bentuk dan ukuran pori rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.9. Pada Gambar 4.6 hanya ditunjukkan pengaruh serbuk alumina 5,77  $\mu\text{m}$  dan 45  $\mu\text{m}$ , karena untuk serbuk alumina 23,35  $\mu\text{m}$  bentuk dan ukuran pori tidak dapat didefinisikan dengan tepat karena pori yang dihasilkan sangat rapuh.

Dari Gambar 4.9, didapat analisa sebagai berikut :

Pada Sampel A0 (fraksi berat serbuk alumina 0%), pori yang terbentuk bukan merupakan pengaruh adanya penambahan serbuk alumina sebagai partikel penstabil gelembung, tetapi terjadi karena proses pendinginan cairan paduan aluminium, dimana cairan paduan Al-12Mg membeku pada saat gelembung hasil peniupan gas masih berada di dalamnya, sehingga terbentuklah pori. Dengan lubang pipa peniup berdiameter 1 mm, pada sampel ini dihasilkan rata-rata ukuran pori yang kecil, yaitu 1,85 mm. Ukuran pori bulat dan kecil disebabkan cairan paduan aluminium mempunyai kekentalan yang rendah. Kekentalan cairan sangat mempengaruhi ukuran gelembung gas dalam cairan, pada cairan dengan kekentalan rendah akan lebih mudah menghasilkan gelembung dengan bentuk bulat dan ukuran kecil dibanding cairan kekentalan tinggi. Karena tidak adanya serbuk alumina dalam cairan, maka cairan mempunyai kekentalan rendah, dan lebih mudah menghasilkan pori bulat dengan ukuran yang kecil.

Sampel dengan penambahan serbuk alumina ukuran 5,77 mikron (Sampel A1), menghasilkan pori dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi sesuai dengan penambahan fraksi beratnya, ukuran pori rata-rata paling besar terjadi pada penambahan fraksi berat serbuk alumina 5%, yaitu ukuran pori memanjang dengan diameter rata-rata adalah 3,8 mm. Ukuran pori ini terbentuk karena proses peniupan gas argon menghasilkan gelembung yang kurang stabil, sehingga gelembung akan mudah pecah. Apabila gelembung masih di dalam cairan aluminium, maka gelembung yang kurang stabil ini akan bergabung dengan gelembung lain menjadi gelembung dengan ukuran yang lebih besar. Dan bentuk pori yang memanjang dikarenakan sebelum gelembung yang saling bergabung membentuk gelembung yang berbentuk bulat, cairan sudah mengalami pembekuan, sehingga pori yang dihasilkan berbentuk memanjang.

Untuk Sampel A1-10 dengan serbuk alumina 5,77 mikron fraksi berat serbuk alumina 10%, pori yang terjadi ada yang berbentuk bulat dengan ukuran pori rata-rata berdiameter 2,5 mm dan ada yang memanjang dengan panjang rata-rata 8 mm. Bentuk pori yang demikian terjadi karena adanya gelembung yang stabil dan gelembung yang kurang stabil. Dimana gelembung stabil akan menghasilkan pori yang kecil dan berbentuk bulat, dan gelembung yang kurang stabil akan menghasilkan pori yang berukuran lebih besar atau memanjang karena pori ini merupakan gabungan dari beberapa gelembung yang kurang stabil. Ukuran pori rata-rata yang dihasilkan di Sampel A1-10 lebih kecil dibanding dengan pori pada Sampel A1-5, menunjukkan bahwa penambahan fraksi berat serbuk alumina dari 5% menjadi 10% menghasilkan gelembung yang lebih stabil.

Pada penambahan fraksi berat serbuk alumina 5,77 mikron sebesar 15% (Sampel A1-15) menghasilkan pori yang hampir semuanya berbentuk bulat dan kecil., dengan ukuran pori rata-rata sebesar 1,28 mm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serbuk alumina pada paduan Al-12Mg sebesar 15% menghasilkan gelembung yang hampir semuanya stabil, dan hanya sebagian kecil saja yang kurang stabil.

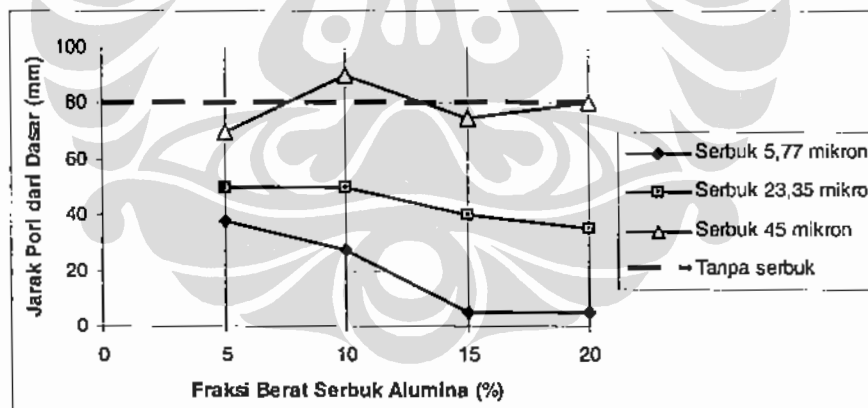
Fraksi berat serbuk alumina 5,77 mikron sebesar 20% (Sampel A1-20) menghasilkan pori berbentuk bulat dengan diameter rata-rata 2,1. Ukuran pori rata-rata sampel ini lebih besar dari Sampel A1-15. karena pada sampel ini



penambahan serbuk alumina sebesar 20% menyebabkan kekentalan cairan paduan Al-12Mg menjadi terlalu besar, sehingga walaupun gelembung dalam cairan paduan Al-12Mg stabil, tetapi karena kekentalan terlalu tinggi, dan tekanan peniupan gas kecil, maka gelembung yang keluar dari pipa mempunyai ukuran yang besar karena merupakan akumulasi dari aliran gas yang tertahan oleh cairan.

Sampel dengan penambahan serbuk alumina 45 mikron (Sampel A3-5 sampai A3-20), dengan fraksi berat dari 5-20% menghasilkan pori dengan bentuk bulat dengan ukuran rata-rata 1,85 sampai 3,1 mm. Pada sampel ini, pori yang terbentuk bukan merupakan pengaruh adanya serbuk alumina sebagai partikel penstabil gelembung, karena serbuk alumina yang ditambahkan sebagian besar tidak bisa tercampur dengan baik di dalam cairan paduan aluminium, dan membentuk terak di permukaan cairan. Hal ini dapat dilihat dengan adanya banyak serpihan aluminium yang bercampur serbuk alumina di bagian permukaan setelah proses pendinginan. Pori yang terbentuk pada variasi serbuk alumina 3 ini akibat proses pendinginan, sebagaimana fenomena yang terjadi pada Sampel A0.

Pengaruh ukuran dan fraksi serbuk alumina terhadap jarak daerah penyebaran pori dari dasar sampel dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Grafik Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Jarak Daerah Penyebaran Pori dari Dasar Sampel

Dari grafik pada Gambar 4.10 dapat diambil pembahasan sebagai berikut :

Sampel A0 (fraksi berat serbuk alumina 0%), jarak pori terbawah pada daerah penyebaran pori adalah pada jarak 80 mm dari dasar. Jarak daerah penyebaran pori ini disebabkan oleh kekentalan cairan paduan aluminium yang rendah karena tidak adanya serbuk alumina di dalamnya, sehingga gelembung

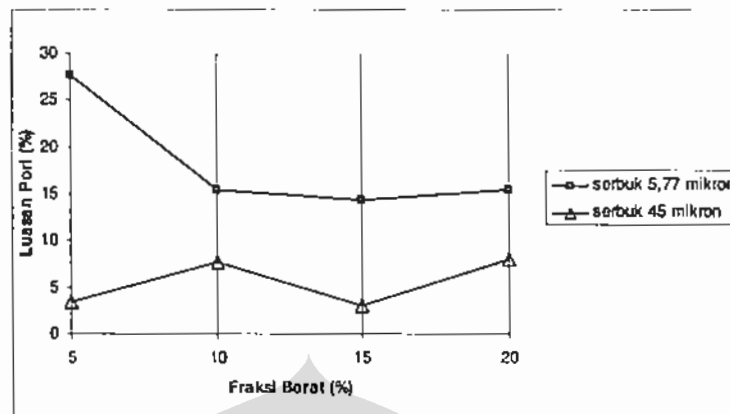
yang terbentuk akan lebih cepat bergerak menuju permukaan. Apabila kecepatan pembekuan tidak sebanding dengan kecepatan gelembung maka pori tidak akan terbentuk. Oleh sebab itu semakin tinggi cairan aluminium akan semakin memungkinkan terbentuknya pori.

Penambahan fraksi berat serbuk alumina akan menyebabkan kekentalan cairan paduan aluminium meningkat, sehingga kecepatan gelembung yang bergerak ke atas menjadi lebih pelan. Cairan paduan aluminium dengan fraksi berat serbuk alumina terbesar akan mempunyai jarak daerah penyebaran pori paling rendah, seperti terjadi pada sampel dengan fraksi berat serbuk alumina 15 dan 20%, yaitu Sampel A1-15 dan Sampel A1-20.

Untuk pengaruh ukuran serbuk, penambahan serbuk alumina 5,77 mikron menghasilkan tinggi daerah penyebaran pori paling rendah yaitu 5 mm, kemudian serbuk alumina 23,35 mikron dengan jarak 35 mm, dan serbuk alumina 45 mikron dengan jarak 70 mm. Hal ini disebabkan oleh banyaknya serbuk yang mempunyai ukuran optimal, yang dalam percobaan ini adalah serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 10 mikron. Pada serbuk alumina 5,77 mikron, ukuran serbuk optimal adalah 100%, serbuk alumina 23,35 mikron sebesar 33,6%, dan serbuk alumina 45 mikron sebesar 1%. Ukuran serbuk optimal ini akan menyebabkan serbuk mudah menyebar secara merata dalam cairan paduan aluminium. Pada penambahan serbuk alumina 45 mikron, dimana pada sampel dengan serbuk ini penyebaran pori berada paling tinggi sebagaimana Sampel A0 (serbuk alumina 0%), berarti serbuk alumina 3 45 mikron tidak mengalami pencampuran dengan paduan aluminium secara baik.

Semakin besar fraksi berat serbuk alumina optimal, maka stabilitas gelembung akan lebih cepat terbentuk. Untuk menghasilkan gelembung stabil yang akhirnya menjadi pori, gelembung harus menempuh jarak tertentu untuk mengikat serbuk alumina dengan jumlah tertentu sehingga gelembung stabil, semakin banyak ukuran serbuk optimal yang terkandung dalam cairan paduan aluminium, maka jarak tempuh yang dibutuhkan untuk mencapai jumlah minimal agar gelembung stabil semakin pendek (rendah), sehingga penyebaran pori merata sampai bagian dasar sampel.

Pengaruh ukuran dan fraksi berat serbuk alumina terhadap luasan pori per satuan luas dapat dilihat pada Gambar 4.11.

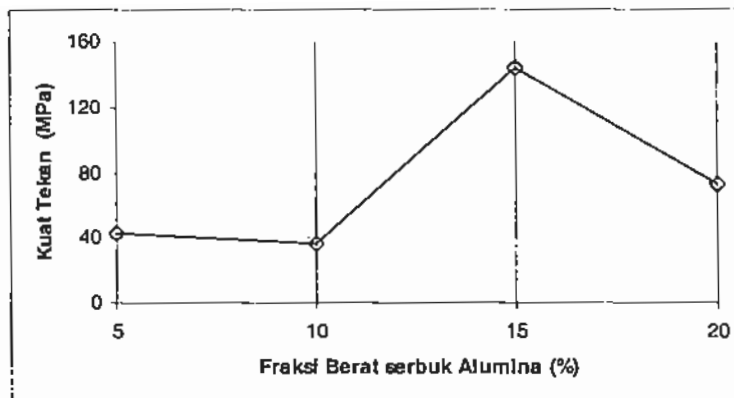


Gambar 4.11. Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Luasan Pori per Satuan Luas

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa penambahan serbuk alumina 5,77 mikron menghasilkan busa aluminium dengan luasan pori persatuan luas lebih besar dari serbuk 45 mikron., hal ini disebabkan pada penambahan serbuk 5,77 mikron dihasilkan banyak pori dan merata di daerah sebaran pori, sedang penambahan serbuk 45 mikron menghasilkan pori sedikit dan tidak merata di daerah sebaran pori.

#### 4.3.2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian tekan dilakukan pada material dasar (paduan Al-12Mg), Sampel A1-5, A1-10, A1-15, dan A1-20 yang mempunyai penyebaran pori (pada daerah konsentrasi pori) merata.. Sampel A2 (5-20%) tidak bisa diambil sampel ujinya karena sangat rapuh, sedangkan Sampel A3 tidak menghasilkan pori dengan penyebaran tidak merata. Dan diperoleh data sebagai berikut :Dari hasil pengujian mekanik yang berupa uji tekan, seperti pada Tabel 4.6, akan digambarkan pada grafik di Gambar 4.12.

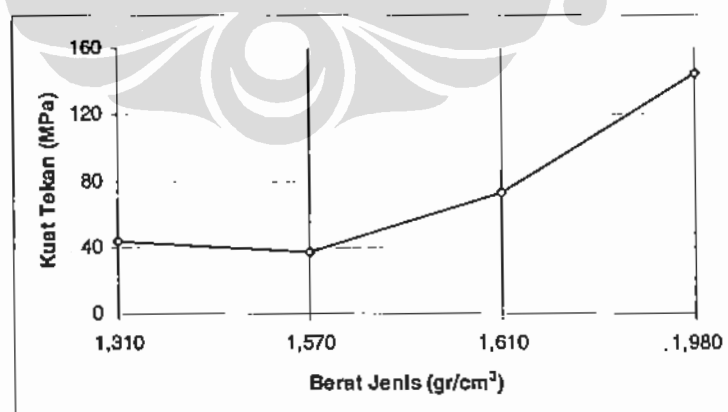


Gambar 4.12. Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Fraksi Berat Serbuk Alumina Ukuran Rata-Rata  $5,77 \mu\text{m}$

Dari Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum terjadi pada Sampel A1-15 sebesar 144,4 MPa, sedang Sampel A1-5 sebesar 43,1 MPa, Sampel A1-10 sebesar 36,6 MPa, dan Sampel A1-20 sebesar 72,4 MPa,

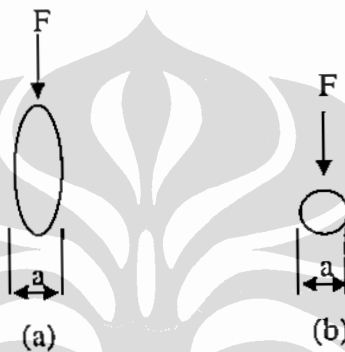
Pada Sampel A1-15 penambahan serbuk alumina sebesar 15% lebih banyak daripada Sampel A1-5 dan A1-10, hal ini menunjukkan bahwa semakin besarnya fraksi berat serbuk alumina dalam matriks aluminium akan meningkatkan nilai kuat tekannya.

Sampel A1-20 mempunyai nilai kuat tekan lebih rendah dibanding Sampel A1-15, karena pada Sampel A1-20 luasan pori per satuan luas lebih besar dan berat jenis lebih kecil daripada Sampel A1-15, sehingga menurunkan nilai kuat tekannya. Seperti pada Gambar 4.15.



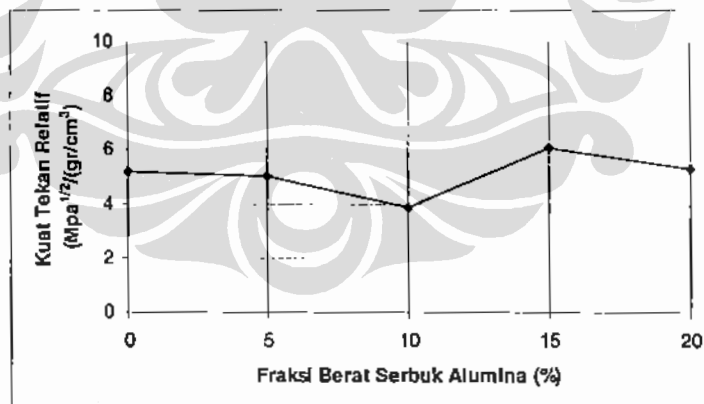
Gambar 4.13. Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan pada Sampel dengan Penambahan Serbuk Alumina  $5,77 \mu\text{m}$

Pada Sampel A1-10, yang mempunyai nilai kuat tekan lebih kecil dibanding Sampel A1-5, walaupun mempunyai berat jenis yang lebih besar, hal ini disebabkan bentuk pori, dimana pada Sampel A1-10 bentuk pori bulat dan pada Sampel A1-5 mempunyai bentuk pori memanjang, dimana pada saat pengujian tekan posisi pori yang memanjang searah dengan gaya tekan yang diberikan, sehingga memberikan nilai inersia yang lebih tinggi, sehingga gaya yang diberikan sehingga material mencapai kegagalan semakin tinggi. Ilustrasinya tampak pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Ilustrasi Arah Pembebanan pada Bentuk Pori (a) A1-5 (b)A1-10

Busa aluminium mempunyai keunggulan sebagai material kuat dan ringan, keunggulan material ini dapat dilihat pada Gambar 4.15.

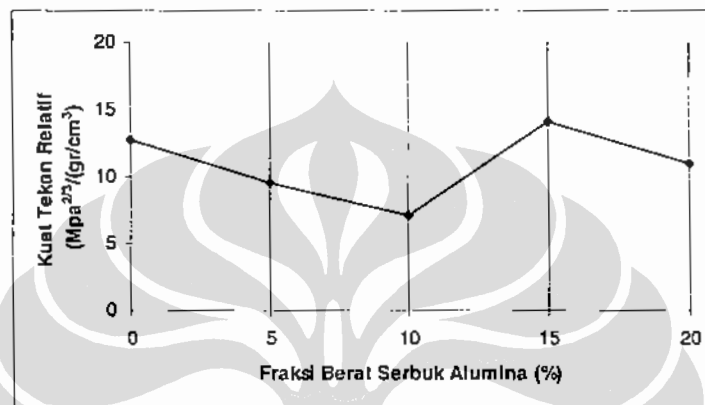


Gambar 4.15. Grafik Pengaruh Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Kuat Tekan Relatif Busa Aluminium Sampel A1-5 sampai A1-20 (untuk plat)

Dari Gambar 4.15. dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan relatif terhadap berat jenis untuk penggunaan plat kuat yang lebih besar daripada material awal dimiliki oleh Sampel A1-15 sebesar 5,21 MPa<sup>1/2</sup>/(gr/cm<sup>3</sup>) dan Sampel A1-20 sebesar 5,94 MPa<sup>1/2</sup>/(gr/cm<sup>3</sup>), sedang untuk plat dari paduan Al-12Mg sebesar

5,01  $\text{MPa}^{1/2}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , Sampel A1-5 sebesar 5,01  $\text{MPa}^{1/2}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , Sampel A1-10 sebesar 3,85  $\text{MPa}^{1/2}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ . Sehingga Sampel A1-15 dan 20 bagus untuk aplikasi plat kuat. berat paling rendah. Sedangkan Sampel A1-5, a1-10, dan A1-20 mempunyai nilai kuat tekan relatif terhadap berat jenis yang lebih rendah dari material dasar (paduan Al-12Mg), sehingga sampel-sampel ini tidak sesuai untuk aplikasi plat kuat.

Sedangkan untuk aplikasi beam dapat dilihat grafik pada Gambar 4.16



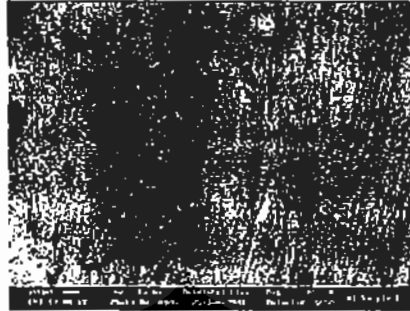
Gambar 4.16. Pengaruh Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Kuat Tekan Relatif untuk Aplikasi Beam

Dari Gambar 4.16, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan relatif tertinggi dimiliki oleh Sampel A1-15 sebesar 14,133  $\text{MPa}^{2/3}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , sedang untuk plat dari paduan Al-12Mg sebesar 12,78  $\text{MPa}^{2/3}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , Sampel A1-5 sebesar 9,5  $\text{MPa}^{2/3}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , Sampel A1-10 sebesar 7,41  $\text{MPa}^{2/3}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ , dan Sampel A1-20 sebesar 10,94  $\text{MPa}^{2/3}/(\text{gr}/\text{cm}^3)$ . Sehingga Sampel A1-15 cocok untuk material beam.

### 4.3.3. Karakterisasi Struktur Mikro

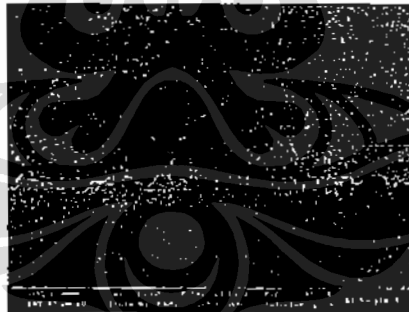
#### 4.3.3.1 Pengujian SEM dan EDS

Dari pengujian SEM dan EDS diperoleh hasil sebagai berikut :ini :



Hasil pengujian EDS :			Elmt	Spect.	Elemnt	atomic
				Type	%	%
C	K	Carbon	C	K ED	1,55	3,0
		Low				
O	K	Alumina	O	K ED	7,92	12,13
Mg	K	MagOxide	Mg	K ED	19,58	19,63
			Al	K ED	70,09	65,58

Gambar 4.17 Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel dengan Serbuk Alumina 5,77 mikron dengan Fraksi Berat 5%



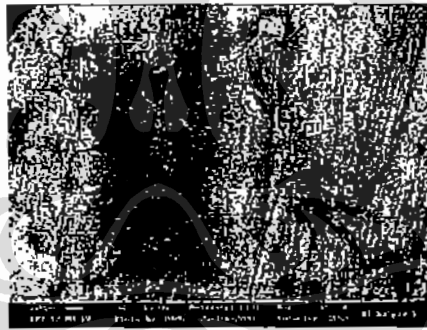
Hasil pengujian EDS :			Elmt	Spect.	Elemnt	atomic
				Type	%	%
C	K	Carbon Low	C	K ED	1,15	2,32
O	K	Alumina	O	K ED	7,3	11,03
Mg	K	MagOxide	Mg	K ED	29,49	26,58
Al	K	CeAl2	Al	K ED	75,00	69,07

Gambar 4.18 Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel A1-10



Hasil pengujian EDS :			Elmt	Spect.	Elemnt	atomic
				Type	%	%
C	K	Carbon Low				
O	K	Alumina	C K	ED	1,33	2,38
Mg	K	MagOxide	O K	ED	25,31	34,73
Al	K	CeAl2	Mg K	ED	15,41	14,52
			Al K	ED	57,94	48,37

Gambar 4.19 Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel A1-15



Hasil pengujian EDS :			Elmt	Spect.	Elemnt	atomic
				Type	%	%
C	K	Carbon Low				
O	K	Alumina	C K	ED	-	-
Mg	K	MagOxide	O K	ED	97	14,31
Al	K	CeAl2	Mg K	ED	30,75	31,01
			Al K	ED	81,30	7521

Gambar 4.20 Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel A1-20

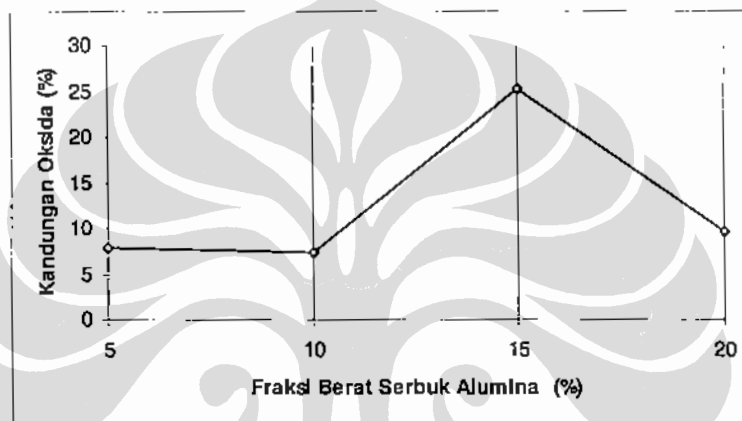
Dari hasil karakterisasi busa aluminium dengan SEM dan EDS didapatkan hasil bahwa daerah di luar pori, tidak terkandung unsur lain selain unsur Al. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa pada proses dengan prosedur di dalam penelitian



ini belum menyebabkan serbuk alumina tercampur dengan baik di dalam matrik paduan Al-12Mg.

Di daerah pinggir pori, terdapat warna putih di seluruh pinggir pori, yang menunjukkan unsur-unsur lain selain Al, dan senyawa-senyawa tertentu yang berupa senyawa oksida seperti pada gambar hasil pengujian EDS.

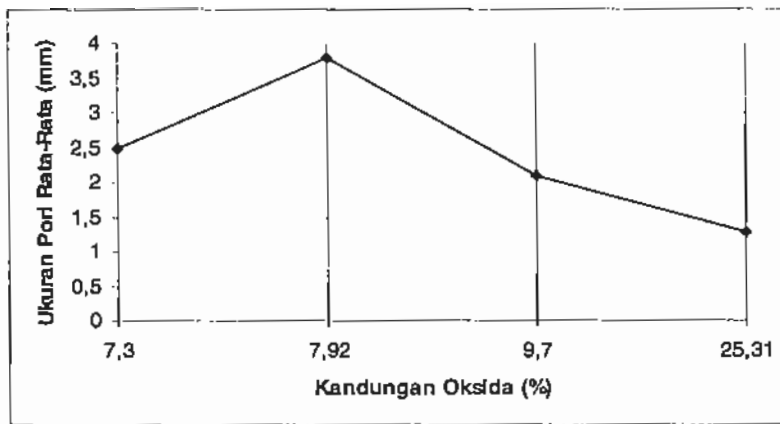
Dan dari data hasil pengujian EDS, dapat dibuat grafik kandungan oksidaksida yang merupakan unsur dari senyawa adalah sebagai berikut : untuk Sampel A1-5 sebesar 7,92%, Sampel A1-10 sebesar 7,3, Sampel A1-15 sebesar 25,31, dan Sampel A1-20 sebesar 9,7%.



Gambar 4.21. Grafik Kandungan Oksida dalam Bentuk Senyawa pada Serbuk Alumina 5,77  $\mu\text{m}$

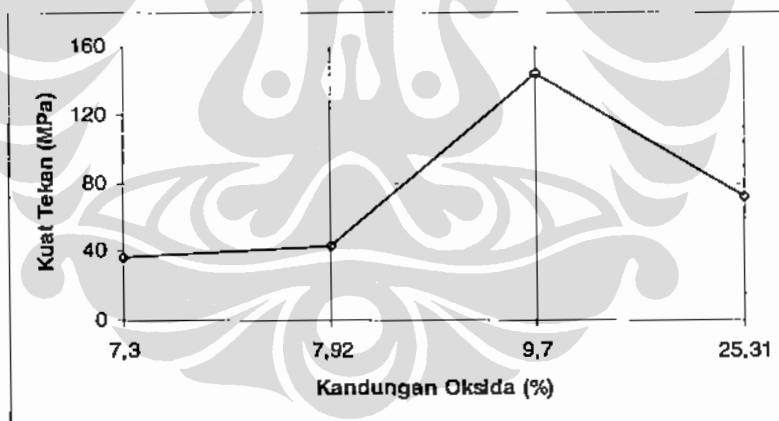
Dari Gambar 4.21, dapat dilihat adanya peningkatan kandungan oksida sebagai senyawa sesuai dengan peningkatan penambahan fraksi berat serbuk alumina, ada beberapa kemungkinan jenis senyawa dengan kandungan oksidaksida, dan hasil pengujian XRD diketahui adanya senyawa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (alumina),  $\text{MgO}$  (magnesium oksida), dan  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (spinel).

Adanya senyawa keramik di pinggir pori terbentuk dengan adanya proses penambahan serbuk keramik yang berfungsi sebagai penstabil gelembung dalam cairan paduan aluminium. Dan stabilitas gelembung yang bagus akan menghasilkan kehomogenan yang terbentuk, karena gelembung yang terdapat dalam cairan paduan aluminium tidak akan pecah dan bergabung dengan gelembung lain, sehingga ukuran pori akan lebih seragam dan besarnya sama dengan diameter gelembung hasil peniupan.



Gambar 4.22. Hubungan Kandungan Oksida terhadap Ukuran Pori

Dari Gambar 4.22, terlihat bahwa untuk ukuran pori rata-rata paling kecil di dapat dari pori dengan kandungan oksida terbesar (Sampel A1-15), dengan diameter sebesar 1,28 mm, dibanding dengan lubang peniupan gas yang berdiameter 1 mm, menunjukkan bahwa gelembung hasil peniupan mempunyai stabilitas yang baik sehingga besarnya tidak berubah sampai terjadi pori setelah pembekuan.

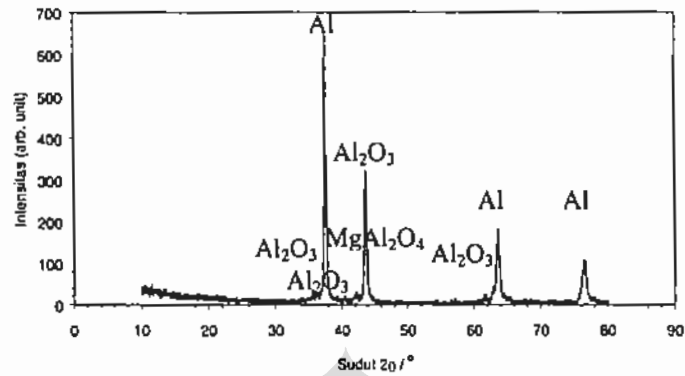


Gambar 4.23. Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kandungan Oksida

Untuk Sampel A1-20 dengan kandungan oksida 10,41% mempunyai nilai kuat tekan lebih rendah dari Sampel A1-15 disebabkan penambahan fraksi serbuk alumina 20% membuat kekentalan terlalu tinggi dan pori yang berukuran rata-rata lebih besar. Dari Gambar 4.23., kuat tekan terbesar dihasilkan oleh pori dengan kandungan oksida 25,31%. Semakin tinggi kandungan oksida dalam busa aluminium, semakin tinggi nilai kuat tekannya.

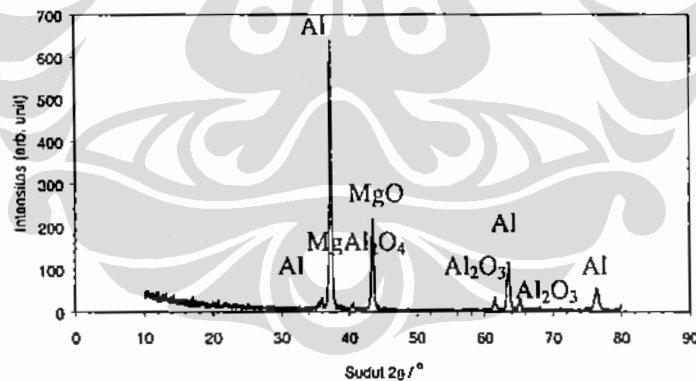
#### 4.3.3.2. Pengujian XRD

Hasil XRD sampel pengujian dapat dilihat pada gambar berikut :



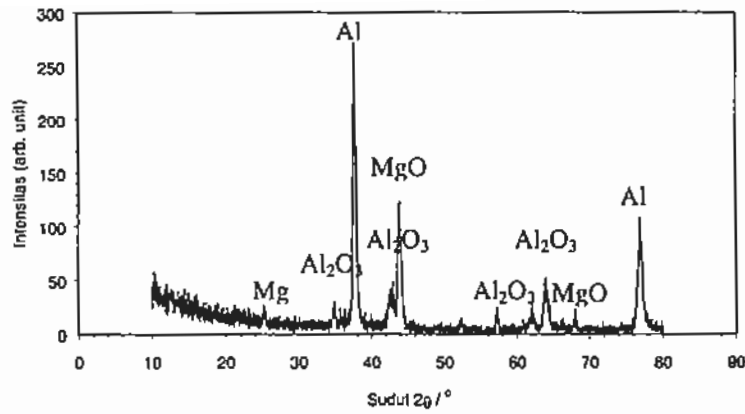
2θ	d	Senyawa	ID JCPDS
35,6161	2,51872	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
37,5208	2,39512	Al	01-1176
42,0321	2,1479	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	77-0438
43,6653	2,07127	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
57,1867	1,60952	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
61,7212	1,5017	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
63,5364	1,4631	Al	01-1176
76,3184	1,24674	Al	01-1176

Gambar 4.24. Hasil Pengujian XRD Sampel A1-5



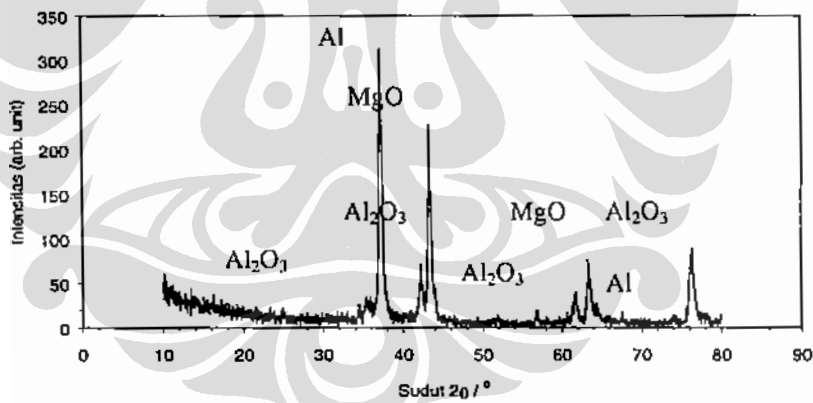
2θ	d	Senyawa	ID JCPDS
35,8095	2,50556	Al	101-1176
37,2994	2,40883	Al	101-1176
40,5688	2,22193	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	77-0438
43,492	2,07912	MgO	30-0794
61,4529	1,50761	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
63,4119	1,46567	Al	101-1176
65,2171	1,4294	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
70,951	1,32729	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
76,357	1,24621	Al	101-1176

Gambar 4.25. Hasil Pengujian XRD Sampel A1-10



2θ	d	Senyawa	ID JCPDS
25,2084	3,53001	Mg	01-1141
34,7433	2,57997	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
37,7415	2,38162	Al	101-1176
42,6104	2,12007	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
43,7459	2,06764	MgO	30-0794
52,2351	1,74983	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
57,1866	1,60952	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
62,0415	1,49472	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
63,9011	1,45563	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
67,8401	1,38038	MgO	30-0794
76,881	1,23902	Al	101-1176

Gambar 4.27. Hasil Pengujian XRD Sampel A1-15



2θ	d	Senyawa	ID JCPDS
34,4432	2,60177	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
35,2795	2,54198	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
37,2366	2,41275	Al	01-1176
42,2026	2,13961	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
43,3573	2,08527	MgO	01-1176
56,7768	1,76803	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
61,5697	1,62016	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
63,2771	1,50503	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081
67,4666	1,46847	MgO	30-0794
76,0287	1,38711	Al	01-1176
77,9727	1,25077	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	01-1081

Gambar 4.28. Hasil Pengujian XRD Sampel A1-20

Dari hasil pengujian XRD dapat diambil penjelasan bahwa :

1. Pada sampel tanpa penambahan serbuk alumina (Sampel A0), tidak terbentuk fasa baru pada daerah di sekitar pori. Pada sampel ini hanya terdapat matriks aluminium saja.
2. Adanya unsur aluminium di semua sampel pengujian XRD menunjukkan bahwa materail dasar yang dipakai adalah aluminium.
3. Pada semua sampel dengan penambahan serbuk alumina 1 dengan fraksi 5-10% terbentuk senyawa baru yang berupa  $MgAl_2O_4$  (spinel) pada daerah di sekitar pori. Fasa ini merupakan fasa interface antara aluminium sebagai matriks dan alumina sebagai partikel tambahannya. Dan pada fraksi berat 15 dan 20% terbentuk MgO. Perbedaan senyawa yang terbentuk ini disebabkan kurang bagusnya teknik pengadukan.
4. Pada sampel hasil pengujian terdapat senyawa alumina. Adanya alumina yang ditunjukkan dari hasil pengujian XRD disini menunjukkan adanya dispersi alumina ke dalam matriks aluminium. Untuk penambahan serbuk alumina 1 sebesar 10-20%, selain terbentuk senyawa  $MgAl_2O_4$  atau MgO, sebagian serbuk alumina akan terdispersi ke dalam matriks aluminium.
5. Dengan adanya serbuk alumina yang masuk ke dalam matriks aluminium menghasilkan gelembung yang stabil, karena serbuk alumina berfungsi sebagai penstabil gelembung.