

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian kekerasan Permukaan

4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan

Data hasil pengujian kekerasan permukaan yang dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan Material Teknik Mesin, Universitas Brawijaya dan uji komposisi di laboratorium Biosains, Universitas Brawijaya didapatkan nilai kekerasan pada tiap spesimen dan kandungan komposisi pada spesimen tanpa perlakuan. Dari data tersebut dibuat suatu diagram perbandingan kekerasan permukaan dari 4 variasi yaitu spesimen awal tanpa perlakuan, tekanan *chamber* 100 mTorr, tekanan *chamber* 200 mTorr dan tekanan *chamber* 300 mTorr. Sehingga didapatkan data perbandingan kekerasan permukaan dari masing-masing variasi. Data hasil pengujian dapat dilihat pada table berikut :

Table 4.1 Data hasil pengujian kekerasan permukaan

No.	Perlakuan	Pengulangan	Titik Indentasi	D1 (µm)	D2 (µm)	D rata-rata (µm)	VHN
1	100 mTorr	1	A	20.70	19.50	20.10	224.8
			B	20.47	19.61	20.04	226.1
			C	19.53	21.05	20.29	220.7
		2	A	19.38	17.74	18.56	263.8
			B	18.54	17.46	18.00	280.3
			C	19.77	20.51	20.14	224
		3	A	21.42	20.52	20.97	206.6
			B	21.32	20.50	20.91	207.8
			C	23.21	22.19	22.70	176.3
2	200 mTorr	1	A	17.61	19.13	18.37	269.1
			B	15.14	16.66	15.90	359.4
			C	17.94	18.94	18.44	267.3
		2	A	19.61	20.35	19.98	227.6
			B	15.34	16.08	15.71	368
			C	17.76	18.50	18.13	276.5
		3	A	21.36	20.34	20.85	209
			B	18.88	17.86	18.37	269.1
			C	19.87	18.85	19.36	242.3
3	300 mTorr	1	A	20.95	19.75	20.35	219.3
			B	19.23	20.23	19.73	233.3
			C	19.12	20.22	19.67	234.8
		2	A	23.09	21.81	22.45	180.2
			B	23.06	22.10	22.58	178.2
			C	22.59	24.05	23.32	167
		3	A	26.45	25.99	26.22	132.1
			B	25.87	26.83	26.35	130.8
			C	25.16	26.06	25.61	138.5



Keterangan :

D1 = diagonal *indentor* 1 (μm)

D2 = diagonal *indentor* 2 (μm)

D rata-rata = diagonal rata-rata *indentor* 1 dan *indentor* 2 (μm)

VHN = nilai kekerasan permukaan (VHN)

$$VHN = \frac{2 \cdot F}{d^2} \sin \frac{\theta}{2} = 1,854 \frac{F}{d^2}$$

Keterangan :

F = beban yang diterapkan (kg)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)

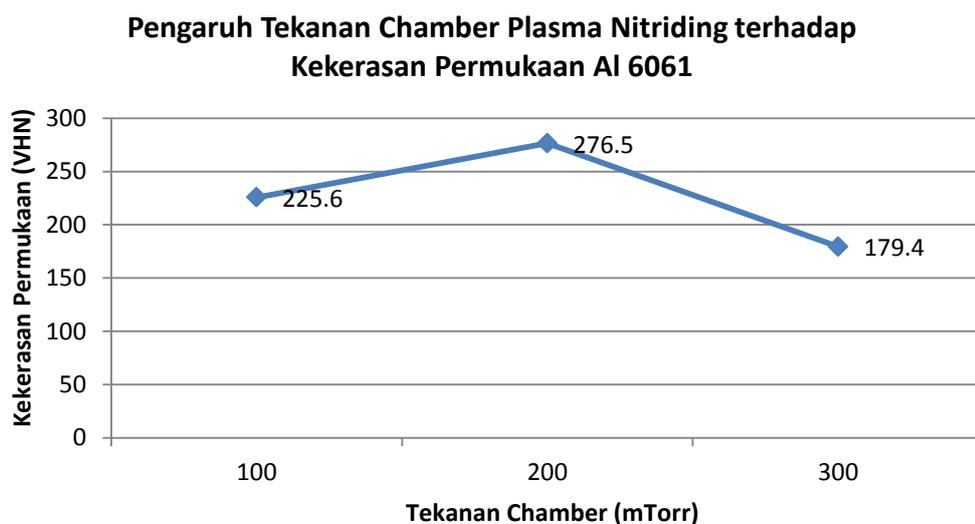
θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

Tabel 4.2 Data hasil pengujian kekerasan permukaan rata-rata

No.	Perlakuan	VHN rata-rata
1	Tanpa perlakuan	169.1
2	100 mTorr	225.6
3	200 mTorr	276.5
4	300 mTorr	179.4

4.1.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro Spesimen

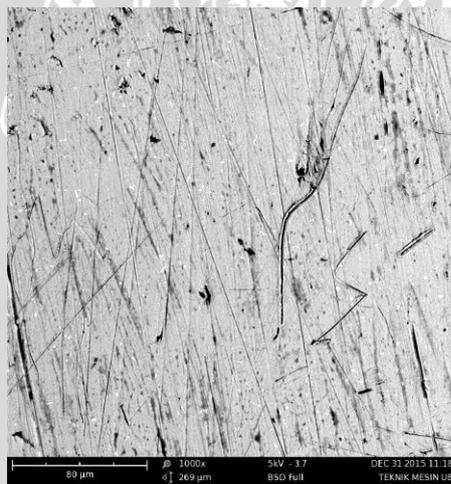
Pada gambar 4.1 dapat dilihat hubungan antara tekanan *chamber* dan nilai kekerasan permukaan dapat diamati bahwa grafik menunjukkan kecenderungan naik, yakni semakin besar tekanan *chamber* yang diberikan, maka kekerasan permukaan spesimen semakin meningkat.



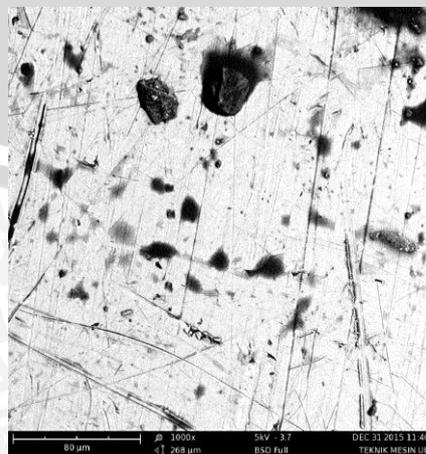
Gambar 4.1 Grafik pengaruh tekanan *chamber plasma nitriding* terhadap kekerasan permukaan Al 6061

Pada spesimen tanpa perlakuan memiliki nilai kekerasan permukaan sebesar 169,1 VHN. Spesimen dengan variasi 100 mTorr memiliki kekerasan permukaan sebesar 225,6 VHN. Spesimen dengan variasi 200 mTorr memiliki nilai kekerasan sebesar 276,5 VHN. Kemudian pada spesimen dengan variasi 300 mTorr memiliki nilai kekerasan permukaan 179,4 VHN.

Struktur butiran yang dimiliki oleh spesimen tanpa perlakuan ialah struktur butiran FCC yang mana masih terjadi ruang kosong diantara atom-atom, sehingga memiliki nilai kekerasan rendah, yaitu sebesar 169,1 mTorr. Berbeda dengan spesimen dengan variasi 100 mTorr, 200 mTorr dan 300 mTorr yang telah dilakukan difusi nitrogen setelah dipanaskan dengan *temperature* 150°C dan *power input* 40 W, atom-atom pada aluminium dapat membuka ruang kemudian nitrogen berdifusi dan menempati ruang kosong pada atom-atom aluminium, sehingga dapat memperkuat permukaan aluminium. Pada penelitian ini spesimen awal tidak dilakukan difusi nitrogen (tanpa perlakuan). Komposisi awal aluminium tanpa perlakuan yaitu sebesar 97,47 %. Warna spesimen awal tampak lebih cerah dan sedikit struktur butiran kehitaman jika dibandingkan dengan spesimen dengan variasi tekanan *chamber* 100 mTorr, 200 mTorr dan 300 mTorr. Butiran hitam ini diindikasikan sebagai carbon yang disebabkan oleh proses pemanasan.



Gambar 4.2 Spesimen tanpa perlakuan (perbesaran 1000x)



Gambar 4.3 Spesimen dengan variasi tekanan *chamber* 100 mTorr (perbesaran 1000x)



Gambar 4.4 Spesimen dengan variasi tekanan *chamber* 200 mTorr (perbesaran 1000x)



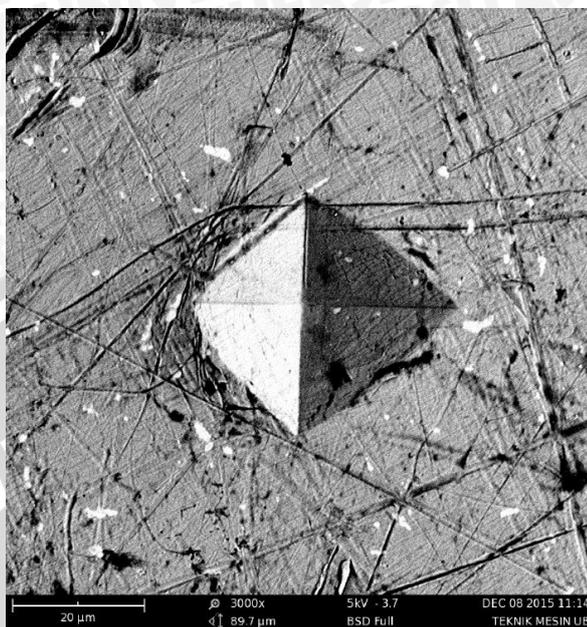
Gambar 4.5 Spesimen dengan variasi tekanan *chamber* 300 mTorr (perbesaran 1000x)

Tabel 4.3 Prosentase kandungan unsur paduan spesimen awal

Element	Prosentase
Al	97,47 %
Mg	1,01 %
Si	0,88 %
Fe	0,22 %
Cu	0,21 %

Kemudian pada spesimen dengan perlakuan tekanan *chamber* 300 mTorr mengalami penurunan nilai kekerasan, yang masing-masing nilai kekerasan sebesar 179,4 VHN. Dari table 4.4 diketahui bahwa unsur nitrogen hanya mampu berdifusi sebesar 1,225% ke dalam spesimen, sedangkan unsur oksigen berdifusi lebih besar ke dalam spesimen dengan prosentase 3,656%. Hal inilah yang menyebabkan nilai kekerasan permukaan pada spesimen dengan variasi 300 mTorr menurun secara drastis. Pada gambar 4.6 spesimen dengan variasi tekanan *chamber* 300 mTorr memiliki bekas titik indentasi dengan ukuran diagonal indentasi yang besar menunjukkan bahwa tingkatan kekerasan permukaan spesimen yang rendah. Hal ini juga disebabkan deformasi plastis, dengan adanya tekanan *chamber* yang terlalu besar atom-atom

bergeser menempati kedudukannya yang baru, meskipun tekanan dihilangkan, atom-atom tersebut tetap berada pada kedudukan yang baru, sehingga tidak membentuk struktur atom yang teratur. Model pergeseran atom-atom tersebut disebut slip.



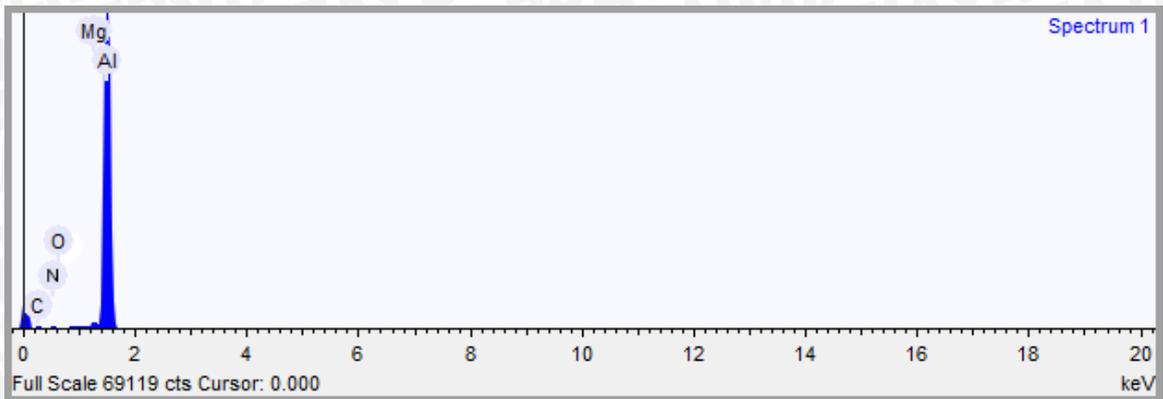
Gambar 4.6 Bekas titik indentasi dengan tekanan *chamber* 300 mTorr

Tabel 4.4 Prosentase kandungan unsur pada spesimen tekanan *chamber* 300 mTorr

Element	Prosentase
C	20,241 %
N ₂	1,225 %
O ₂	3,656 %
Mg	0,801 %
Al	73,511 %
Fe	0,335 %

Penelitian ini tidak sesuai dengan hipotesis yang telah disampaikan. Hasil yang terjadi yaitu mula-mula setelah diaplikasikan tekanan *chamber* hingga batas tertentu kekerasan permukaan spesimen aluminium *alloy* 6061 semakin meningkat, namun selebihnya yakni dengan penambahan tekanan *chamber* yang lebih besar, kekerasan permukaan spesimen semakin menurun. Hal ini disebabkan pada *plasma nitriding* jenis difusi yang terjadi yakni difusi substitusi, bukan difusi intersisi. Terbukti dengan terjadinya pengurangan prosentase aluminium, pada spesimen tanpa perlakuan (spesimen awal) yaitu sebesar 97,47% dan spesimen dengan perlakuan tekanan *chamber* 300 mTorr kandungan aluminium berkurang menjadi 73,511%.

Dari gambar 4.7 dapat kita ketahui bahwa terkandung energi kulit atom yang rendah pada unsur *Carbon*, Oksigen dan Nitrogen. Sehingga gelombang spectrum dari unsur-unsur tersebut memiliki gelombang yang rendah pula. Unsur Aluminium memiliki *energy* kulit atom yang paling tinggi, hal ini terjadi karena memang aluminium merupakan logam induk dari specimen yang digunakan.



Gambar 4.7 Spektrum dengan tekanan *chamber* 300 mTorr

Oleh karena itu, kandungan aluminiumlah yang paling banyak prosentasinya dalam spesimen dengan perlakuan tekanan *chamber* 300 mTorr ini. Gabungan dari energi dan rendah kulit atom inilah yang dapat menghasilkan gelombang *spectrum* EDAX.

