BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kekerasan Permukaan

4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan

Dari hasil pengujian kekerasan permukaan yang dilakukan di laboratorium Uji Material Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang dan uji komposisi di laboratorium Sentral Fisika, Universitas Negeri Malang didapatkan nilai kekerasan pada tiap spesimen dan kandungan komposisi pada spesimen tanpa perlakuan dan spesimen dengan perlakuan *holding time* 5 jam. Dari data tersebut dibuat suatu diagram perbandingan kekerasan permukaan dari 6 variasi yaitu, spesimen awal (tanpa perlakuan), *holding time* 1 jam, *holding time* 2 jam, *holding time* 3 jam, *holding time* 4 jam dan *holding time* 5 jam. Sehingga didapatkan data perbandingan kekerasan permukaan dari masing-masing variasi. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan permukaan

No	Perlakuan	Pengulangan	D 1 (µm)	D 2 (µm)	D rata-rata (µm)	VHN
1	Tanpa Perlakuan	1	205	202	203,5	133
		2	180	206	193	147
		3	195	197	196	143
2	*Holding Time* 1 jam	1	309	301	305	59
		2	292	285	288,5	65,9
		3	307	297	302	60,2
3	*Holding Time* 2 jam	1	301	289	295	63,1
		2	303	298	300,5	60,8
		3	311	290	300,5	60,8
4	*Holding Time* 3 jam	1	230	228	229	105
		2	228	235	231,5	102
		3	227	231	229	105
5	*Holding Time* 4 jam	1	212	202	207	128
		2	220	229	245,5	109
		3	210	225	217,5	117

6	*Holding Time* 5 jam	1	311	315	313	56
		2	310	318	314	55,7
		3	313	320	316,5	54,7

Keterangan:

D1 = diagonal indentor 1

D2 = diagonal indentor 2

D rata-rata = diagonal rata-rata indentor 1 dan indentor 2

VHN = nilai kekerasan permukaan

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

keterangan :

F = beban yang diterapkan, kg

d = panjang diagonal rata-rata, mm

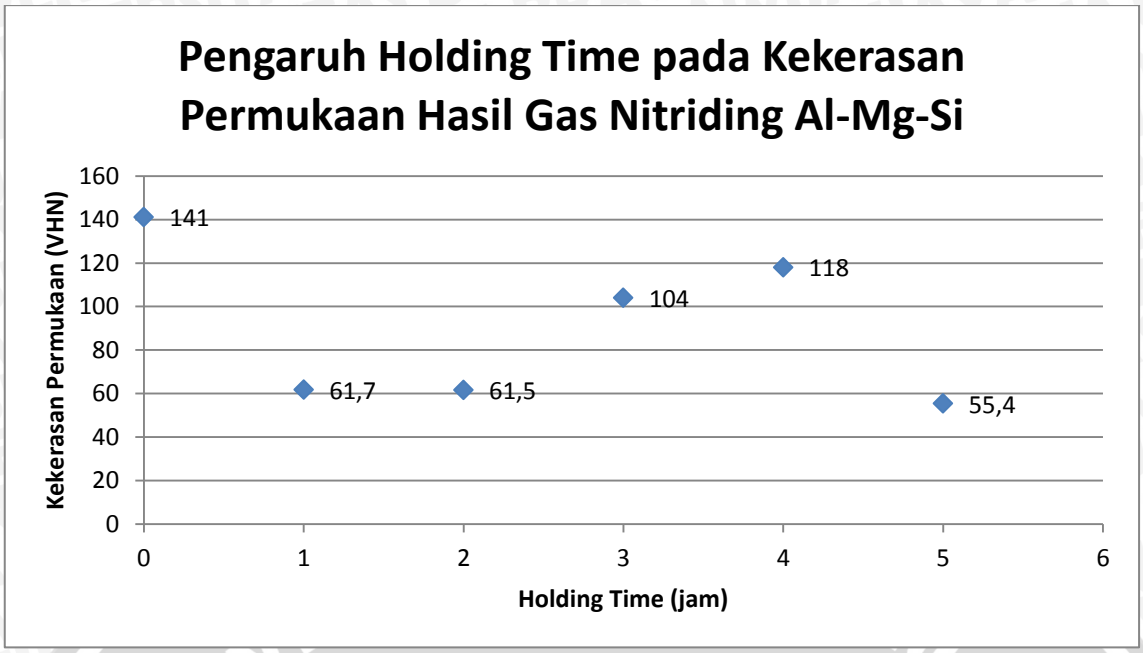
θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

Tabel 4.2 Data hasil pengujian kekerasan permukaan rata-rata

No	Perlakuan	VHN rata-rata
1	Tanpa Perlakuan	141
2	*Holding Time* 1 jam	61,7
3	*Holding Time* 2 jam	61,5
4	*Holding Time* 3 jam	104
5	*Holding Time* 4 jam	118
6	*Holding Time* 5 jam	55,4

4.1.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan dan Komposisi Spesimen

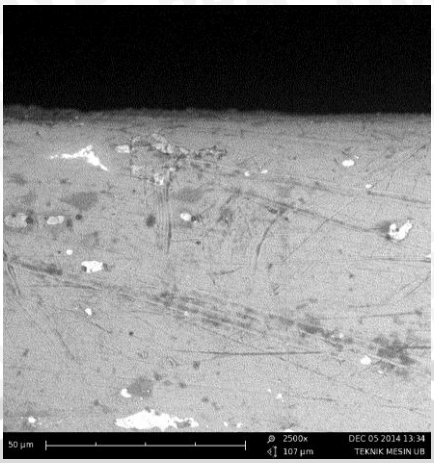
Hubungan antara 6 variasi *holding time* dengan rata-rata kekerasan permukaan pada aluminium alloy 6061 dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4.1 Grafik pengaruh *holding time* pada kekerasan permukaan hasil *gas nitriding* Al-Mg-Si

Pada gambar 4.1 di atas, dapat kita lihat bahwa grafik menunjukkan semakin lama waktu *holding time* yang diberikan, maka kekerasan permukaan pada spesimen semakin menurun. Spesimen tanpa perlakuan memiliki nilai kekerasan permukaan sebesar 141 VHN. Spesimen dengan variasi *holding time* 1 jam memiliki nilai kekerasan permukaan 61,7 VHN. Spesimen dengan variasi *holding time* 2 jam memiliki nilai kekerasan permukaan 61,5 VHN. Spesimen dengan variasi *holding time* 3 jam memiliki nilai kekerasan permukaan 104 VHN. Spesimen dengan variasi *holding time* 4 jam memiliki nilai kekerasan permukaan 118 VHN. Dan spesimen dengan variasi *holding time* 5 jam memiliki nilai kekerasan permukaan 55,4 VHN.

Spesimen tanpa perlakuan memiliki struktur butiran FCC yang berikatan dengan baik, sehingga memiliki nilai kekerasan paling tinggi, yaitu sebesar 141 VHN. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.2 spesimen awal tidak terjadi difusi Nitrogen. Komposisi awal aluminium tanpa perlakuan yaitu sebesar 97,47 %. Warna spesimen awal tampak lebih cerah dan sedikit struktur butiran kehitaman jika dibandingkan dengan spesimen yang *diholding* dengan variasi waktu 4 jam dan 5 jam.



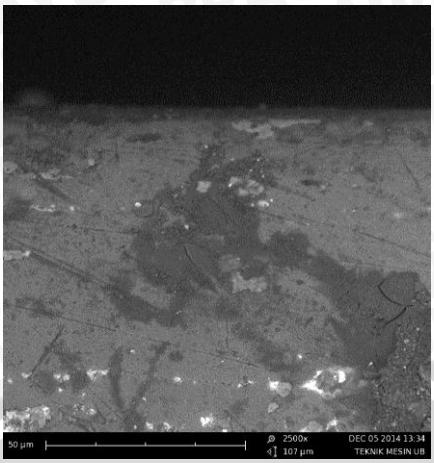
Gambar 4.2 Spesimen awal

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 %

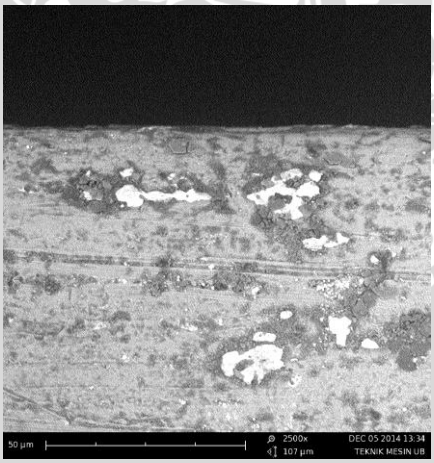
Lalu pada spesimen dengan perlakuan *holding time* 1 jam dan *holding time* 2 jam mengalami penurunan nilai kekerasan, yang masing-masing memiliki nilai kekerasan sebesar 61,7 VHN dan 61,5 VHN. Disebabkan oleh atom-atom yang masih belum tersolidifikasi secara teratur.

Lalu pada spesimen dengan perlakuan *holding time* 3 jam dan *holding time* 4 jam (spesimen dengan nilai kekerasan sebesar 104 VHN dan 118 VHN) mengalami kenaikan nilai kekerasan permukaan, hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah nukleus. Pada gambar 4.3 didapatkan nilai kekerasan permukaan paling tinggi dari spesimen yang di*holding*, yaitu sebesar 118 VHN. Warna spesimen tampak lebih gelap jika dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan.



Gambar 4.3 Spesimen dengan *holding time* 4 jam

Lalu pada spesimen dengan perlakuan *holding time* 5 jam mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 55,4 VHN. Dari tabel 4.4 diketahui bahwa unsur Nitrogen hanya mampu berdifusi sebesar 1,57% kedalam spesimen, sedangkan unsur Oksigen berdifusi lebih besar kedalam spesimen dengan prosentase 5,27%. Hal inilah yang menyebabkan nilai kekerasan permukaan pada spesimen ini menurun secara drastis. Pada gambar 4.4 spesimen dengan perlakuan *holding time* 5 jam, warna spesimen kembali lebih terang daripada gambar 4.3.



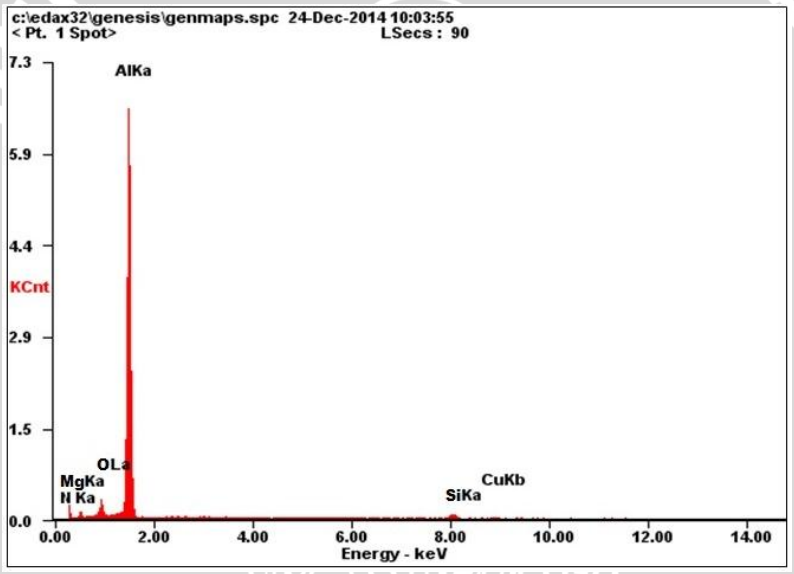
Gambar 4.4 Spesimen dengan *holding time* 5 jam

Tabel 4.4 Prosentase kandungan unsur pada spesimen 5

Element	Prosentase
N2	1,57 %
O2	5,27 %

Al	90,32 %
Mg	1,1 %
Si	0,91 %

Penelitian ini tidak sesuai dengan hipotesis yang disampaikan peneliti pada metode penelitian. Yang terjadi malah semakin lama waktu *holding time* kekerasan permukaan spesimen aluminium alloy 6061 semakin lunak. Hal ini disebabkan oleh jenis difusi yang terjadi adalah difusi substitusi, bukan difusi intersisi. Terbukti dengan berkurangnya prosentase aluminium pada spesimen tanpa perlakuan (spesimen awal) yaitu sebesar 97,47 % dan spesimen dengan perlakuan *holding time* 5 jam kandungan aluminium berkurang menjadi 90,32 %.



Gambar 4.5 Spektrum spesimen dengan *holding time* 5 jam

Dari gambar 4.5 dapat kita ketahui bahwa unsur Oksigen, Nitrogen, Magnesium, Silikon dan Tembaga memiliki energi kulit atom yang rendah. Sehingga gelombang spektrum dari unsur-unsur tersebut memiliki gelombang yang rendah pula. Unsur Aluminium memiliki energi kulit atom yang paling tinggi. Oleh karena itu, kandungan aluminiumlah yang paling banyak prosentasenya dalam spesimen dengan perlakuan *holding time* 5 jam ini. Gabungan dari energi tinggi dan rendah kulit atom inilah yang dapat menghasilkan gelombang spektrum EDAX.