

PENGARUH SUHU DAN WAKTU ANIL TERHADAP TEKSTUR PADUAN Al TIPE 2024

Adolf Asih Supriyanto

Laboratorium Fisika, Prodi Teknik Mekatronika
Politeknik Enjinering Indorama, Purwakarta
Email: adolf@pei.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pengamatan pengaruh suhu dan waktu anil terhadap tekstur paduan Al tipe 2024. Pada penelitian ini digunakan paduan Al tipe 2024 dalam bentuk serbuk tanpa dianil dan 6 buah kubus dengan ukuran $8 \times 8 \times 8 \text{ mm}^3$ yang dianil pada suhu 200°C dan 400°C masing-masing selama 1, 5 dan 20 jam. Pengukuran tekstur dilakukan menggunakan difraksi sinar-X dengan panjang gelombang $1,78892 \text{ \AA}$ memakai metode gambar kutub invers. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tekstur paduan Al tipe 2024 berubah dengan meningkatnya suhu anil dan lamanya anil.

Kata kunci: tekstur, anil, paduan aluminium, sinar-x, koefisien tekstur.

ABSTRACT

It was done observation the effect of temperature and time of annealing on the texture of 2024 type Al alloys. In this experiment were used powder and 6 pieces cube of this alloys with size $8 \times 8 \times 8 \text{ mm}^3$. The powder was not annealed and six pieces cube were annealed at temperature 200°C and 400°C for 1, 5 and 20 hours respectively. Texture measurement was done using X-ray diffraction with wave length of 1.78892 \AA and inverse pole figure methode. The results showed that the texture of 2024 type Al alloy change with increasing temperature and time of annealing.

Keywords: texture, annealed, aluminium alloy, x-ray, texture coefficient.

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar logam atau paduan logam yang biasa digunakan dalam industri adalah merupakan polikristal yang terdiri dari banyak kristal tunggal seterusnya disebut kristalit atau butir yang dibatasi oleh batas butir [1]. Umumnya masing masing butir mempunyai orientasi yang berbeda dengan tetangganya. Dengan kata lain setiap butir kristal mempunyai arah $\langle uvw \rangle$ yang berbeda-beda dengan arah tetangganya sehingga terdistribusi secara acak. Namun demikian, logam atau paduan logam untuk keperluan industri umumnya telah mengalami berbagai perlakuan mekanis dan termal sehingga didalam bahan tersebut butir kristalnya memiliki kecenderungan mengarah ke suatu arah tertentu. Jika kondisi tersebut telah dicapai oleh suatu logam atau paduan logam maka dapat dikatakan bahwa logam atau paduan logam tersebut memiliki tekstur [2-3].

Tekstur dari bahan logam atau paduan logam dapat terjadi ketika proses pembuatan bahan tersebut. Dalam proses pembuatan, logam atau paduan logam mengalami perlakuan mekanik dan panas maupun keduanya. Perlakuan mekanik dapat menimbulkan tekstur, karena kecenderungan kristalit berputar selama deformasi plastik sebagai akibat gaya-gaya yang kompleks. Sedangkan perlakuan panas atau proses anil dapat juga menimbulkan tekstur, karena tekstur yang sudah ada dikristalkan kembali dengan cara dipanaskan kemudian didinginkan secara perlahan-lahan. Distribusi orientasi kristalit yang baru ini biasanya memiliki tekstur yang berbeda dengan bahan asalnya [4].

Tekstur suatu bahan polikristal menarik untuk dipelajari, karena umumnya tekstur bahan tersebut berkaitan dengan sifat anisotropi bahan dan sifat-sifat fisisnya. Adapun sifat-sifat fisis tersebut adalah sifat-sifat elektrik, magnetik, korosi dan sebagainya. Sifat-sifat tersebut secara tidak langsung dapat diperoleh melalui pengukuran pola tekstur [5].

Ada beberapa cara untuk menentukan tekstur suatu bahan logam atau paduan logam, salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan teknik difraksi baik difraksi neutron maupun sinar-X. Dengan menggunakan teknik difraksi tekstur dapat dinyatakan dengan gambar kutub langsung dan gambar kutub balik [2]. Dalam penelitian ini kajian dilakukan terhadap paduan aluminium untuk menentukan tekstur dengan gambar kutub invers.

Sering dijumpai bahwa bahan-bahan struktur dalam pesawat terbang, kapal laut, kereta api, truk, bis, mobil, kantor, rumah tangga dan sebagainya adalah terbuat dari paduan aluminium. Malahan hampir

semua bahan yang dianggap aluminium sebenarnya adalah paduan aluminium. Bahan paduan aluminium banyak digunakan karena bahan tersebut memiliki sifat-sifat yang cukup baik diantaranya mudah dibuat, cukup ringan, tahan korosi dan stress [6-7].

Pada penelitian ini digunakan bahan paduan Al tipe 2024 yang berbentuk pelat dengan tebal 8 mm. Kegunaan bahan ini adalah sebagai bahan piston dan rangka untuk pesawat terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati pengaruh suhu dan waktu lamanya anil terhadap tekstur paduan Al tipe 2024 dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X. Pada penelitian ini suhu anil adalah 200°C dan 400°C masing-masing selama 1, 5 dan 20 jam.

2. TEORI

Pengukuran tekstur paduan Al tipe 2024 menggunakan metode gambar kutub invers (*invers pole figure*) dengan difraksi sinar-X. Didalam penghitungan tekstur metode ini akan membandingkan intensitas dari puncak-puncak pola difraksi cuplikan berbentuk kubus dari bahan paduan Al tipe 2024 dengan puncak-puncak pola difraksi cuplikan serbuk paduan Al tipe 2024. Perbandingan tersebut biasa disebut dengan nilai koefisien tekstur (*TC*) seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 1 sebagai berikut [8-9]:

$$TC = \frac{\frac{I_{(hkl)}}{I_{s(hkl)}}}{\frac{1}{n} \sum_{1}^n \frac{I_{(hkl)}}{I_{s(hkl)}}} \quad (1)$$

dengan:

TC = nilai koefisien tekstur

$I_{(hkl)}$ = intensitas cuplikan berbentuk pelat untuk bidang (hkl)

$I_{s(hkl)}$ = intensitas cuplikan berbentuk serbuk untuk bidang (hkl)

n = banyaknya puncak pola difraksi sinar-X yang diamati

3. METODOLOGI PENELITIAN

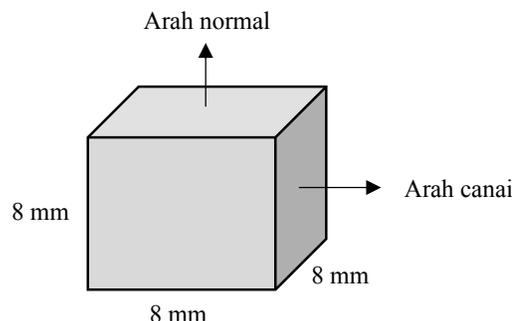
3.1 Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan Al tipe 2024 berbentuk pelat dengan tebal 8 mm. Adapun komposisi paduan ini dalam persen atom adalah 93,5% Al, 4,4% Cu, 1,5% Mg dan 0,6% Mn. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah difraktometer sinar-X dengan panjang gelombang 1,78892 Å, tungku pemanas, jam atau pencatat waktu, penjepit, kikir, gergaji, perekat, ayakan, kertas putih dan ampelas.

3.2 Tata kerja

Cuplikan berbentuk serbuk dari bahan paduan Al tipe 2024 disiapkan dengan cara mengkikir bagian ujung dari bahan tersebut menggunakan alat kikir dan ditampung pada sehelai kertas putih. Seterusnya hasilnya diayak untuk memperoleh serbuk dari bahan paduan Al tipe 2024, dan serbuk ini tanpa dianil.

Cuplikan berbentuk kubus dari bahan paduan Al tipe 2024 diperoleh dengan cara bahan tersebut dipotong sebanyak 6 buah dengan masing-masing berukuran 8×8×8 mm³ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Untuk menghilangkan oksida semua cuplikan kubus diampelas dan kemudian dianil dengan kondisi anil seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Setelah dianil cuplikan berbentuk kubus diampelas lagi, untuk menghilangkan oksida akibat pemanasan (anil).



Gambar 1. Cuplikan Berbentuk Kubus Paduan Al tipe 2024

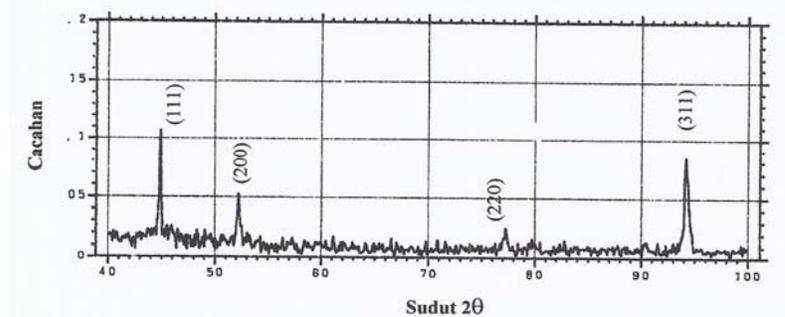
Tabel 1. Kondisi anil cuplikan kubus paduan Al tipe 2024

No.	Kondisi anil	
	Suhu, °C	Waktu, jam
1.	200	1
2.	200	5
3.	200	20
4.	400	1
5.	400	5
6.	400	20

Semua cuplikan baik cuplikan serbuk maupun kubus paduan Al tipe 2024 diambil pola difraksi menggunakan difraktometer sinar-X. Khusus untuk cuplikan berbentuk kubus diambil pola difraksi pada sisi (arah) normal dan canai. Seterusnya nilai koefisien tekstur untuk masing-masing cuplikan kubus paduan Al tipe 2024 pada arah normal dan canai dihitung dengan menggunakan persamaan 1 di atas. Nilai koefisien tekstur tersebut diplotkan kedalam gambar kutub standar (001) untuk memperoleh kontur teksturnya. Terakhir dilakukan analisis terhadap tekstur yang diperoleh.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 menunjukkan difraksi serbuk dari paduan Al tipe 2024. Dalam Gambar 2 terdapat 4 puncak utama yaitu adalah (111), (200), (220) dan (311) [1].



Gambar 2. Bentuk Pola Difraksi Cuplikan Serbuk Paduan Al Tipe 2024

Nilai koefisien tekstur dihitung dengan menggunakan persamaan 1 untuk keempat puncak yang ada yaitu (111), (200), (220) dan (311) dan hasil yang diperoleh ditunjukkan dalam Tabel 2 dan 3. Tabel 2 dan 3 berturut-turut adalah data nilai *TC* arah normal dan canai bagi bahan paduan Al tipe 2024 dengan berbagai kondisi anil. Dari Tabel 2, nilai koefisien tekstur terbesar untuk arah normal terjadi pada cuplikan yang dianil pada suhu 200° C selama 1 jam pada bidang (200) dengan nilai *TC* adalah 1,718 dan suhu 400° C selama 1 jam pada bidang (220) dengan nilai *TC* adalah 1,766. Sedangkan untuk arah canai, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3, nilai koefisien tertinggi terjadi pada cuplikan yang dianil pada suhu 200° C selama 20 jam pada bidang (220) dengan nilai *TC* adalah 2,601 dan suhu 400° C selama 20 jam pada bidang (200) dengan nilai *TC* adalah 2,273.

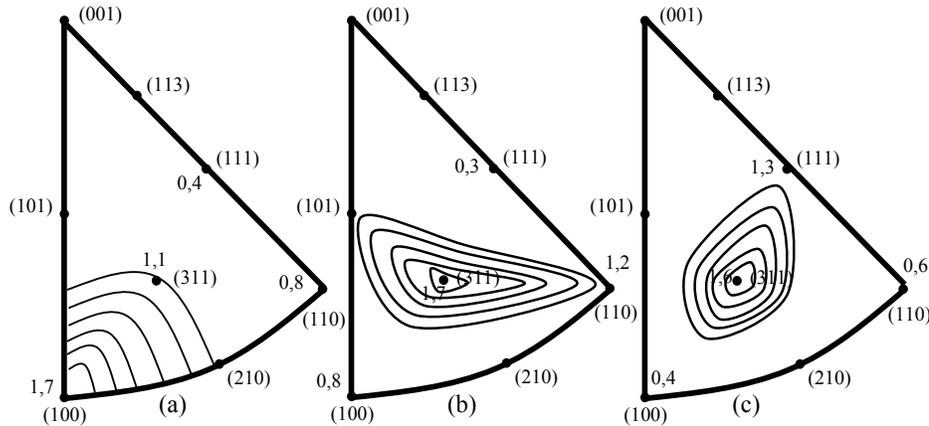
Tabel 2. Nilai koefisien tekstur arah normal untuk bahan paduan Al tipe 2024

Hkl	200° C			400° C		
	1 jam	5 jam	20 jam	1 jam	5 jam	20 jam
111	0,379	0,337	1,317	0,336	0,859	0,896
200	1,718	0,799	0,421	0,519	0,619	0,315
220	0,789	1,161	0,613	1,766	0,802	1,236
311	1,113	1,702	1,649	1,379	1,721	1,553

Tabel 3. Nilai koefisien tekstur arah canai untuk bahan paduan Al tipe 2024.

Hkl	200° C			400° C		
	1 jam	5 jam	20 jam	1 jam	5 jam	20 jam
111	1,002	0,306	0,533	0,427	0,445	0,538
200	0,914	0,000	0,596	0,264	0,106	2,273
220	1,195	2,291	2,601	2,191	1,638	0,435
311	0,888	1,402	0,271	1,118	1,811	0,755

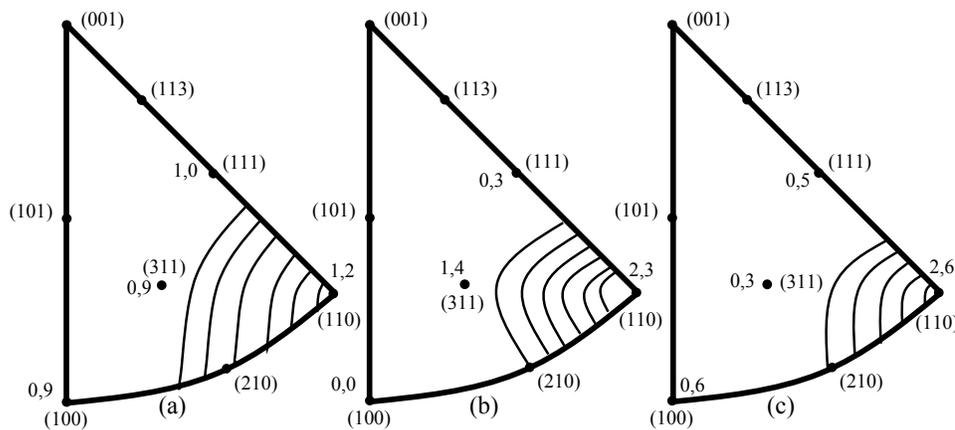
Namun, apabila nilai koefisien tekstur TC dari bahan paduan Al tipe 2024 yang dianil pada suhu 200°C terhadap waktu dituangkan kedalam bentuk gambar kutub invers, maka hasil tekstur untuk arah normal dapat ditampilkan seperti dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kontur Tekstur Arah Normal Untuk Paduan Al Tipe 2024 Yang Dianil Pada Suhu 200°C Selama : (a) 1 Jam, (b) 5 Jam Dan (c) 20 Jam

Pada awalnya paduan Al tipe 2024 dianil pada suhu 200°C selama 1 jam memiliki tekstur yang cenderung mengarah ke $[100]$ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3(a). Apabila lama anil dinaikkan menjadi 5 jam, pola tekstur berubah dan mengarah ke $[311]$. Seterusnya jika waktu anil menjadi 20 jam tekstur yang diperoleh tetap sama dan mengarah ke $[311]$ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3(b) dan 3(c).

Sedangkan untuk arah canai, kontur tekstur dari bahan paduan Al tipe 2024 yang dianil pada suhu 200°C terhadap waktu ditunjukkan dalam Gambar 4. Pada awalnya, paduan Al tipe 2024 dianil pada suhu 200°C selama 1 jam memiliki tekstur yang cenderung mengarah ke $[110]$ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4(a). Apabila waktu anil dinaikkan menjadi 5 dan 20 jam pada suhu 200°C , pola tekstur tetap tidak berubah dan tekstur tetap mengarah ke $[110]$ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4(b) dan 4(c).



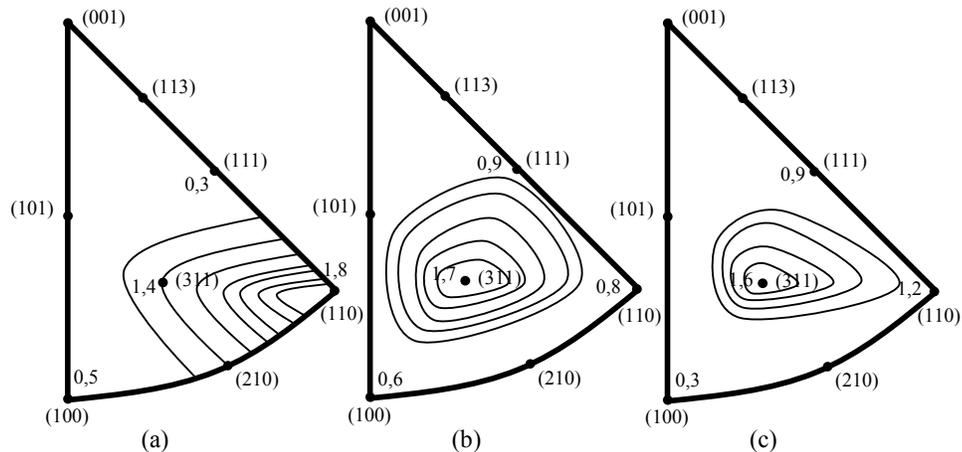
Gambar 4. kontur Tekstur Arah Canai Untuk Paduan Al Tipe 2024 Yang Dianil Pada Suhu 200°C Selama : (a) 1 Jam, (b) 5 Jam Dan (c) 20 Jam

Dari uraian pada Gambar 3 dan 4 di atas dapat diperoleh tekstur seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4. Pada Tabel 4 terlihat adanya pola kecenderungan membentuk tekstur dari $(110)\langle 110 \rangle$ setelah dianil selama 1 jam berubah menjadi $(311)\langle 110 \rangle$ setelah dianil selama baik 5 ataupun 20 jam pada suhu 200°C . Di sini terlihat bahwa semakin lama waktu anil semakin kuat tekstur mengarah $(311)\langle 110 \rangle$. Hal ini menunjukkan bahwa sifat anisotropi dari paduan Al tipe 2024 tidak berubah apabila paduan ini dianil pada suhu 200°C dengan waktu yang semakin lama.

Tabel 4. Tekstur paduan Al tipe 2024 yang dianil pada suhu 200°C

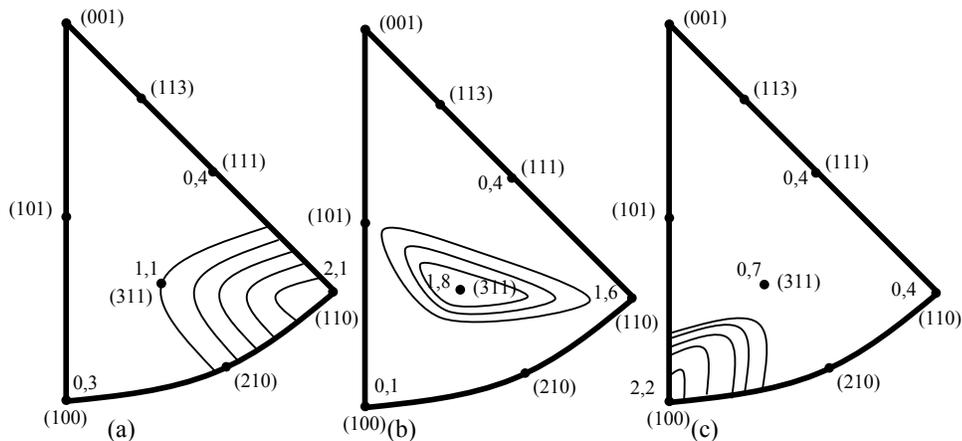
No.	Waktu anil, jam	Tekstur
1.	1	(110)<110>
2.	5	(311)<110>
3.	20	(311)<100>

Jika suhu anil dinaikkan menjadi 400°C, maka gambar perubahan kontur tekstur terhadap lamanya anil dari bahan paduan Al tipe 2024 untuk arah normal ditunjukkan dalam Gambar 5. Pada Gambar 5(a) menunjukkan gambar kontur tekstur bahan ini untuk arah normal yang dianil pada suhu 400°C selama 1 jam. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kontur cenderung mengarah ke [110]. Apabila lamanya anil ditambah menjadi 5 jam, maka kontur berubah dan cenderung mengarah ke [311] seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5(b). Namun, apabila lamanya anil diperbesar lagi menjadi 20 jam, maka kontur tetap tidak berubah yakni mengarah ke [311] seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5(c).



Gambar 5. Kontur Arah Normal Untuk Paduan Al Tipe 2024 Yang Dianil Pada Suhu 400° C Selama: (a) 1 Jam, (b) 5 Jam dan (c) 20 Jam

Gambar 6 menunjukkan perubahan kontur tekstur terhadap lamanya anil pada suhu 400°C untuk arah canai bagi bahan paduan Al tipe 2024. Pada Gambar 6 terlihat bahwa kontur tekstur berubah dengan berubahnya lamanya anil pada suhu 400°C. Pada awal proses anil selama 1 jam kontur tekstur cenderung mengarah ke [110] seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6(a). Apabila waktu anil ditambah menjadi 5 jam kontur tekstur berubah dan cenderung mengarah ke [311] seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6(b). Kemudian, apabila waktu anil diperbesar menjadi 20 jam, maka kontur tekstur berubah dan cenderung mengarah ke [100] seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6(c).



Gambar 6. Kontur Tekstur Arah Canai Untuk Paduan Al Tipe 2024 Yang Dianil Pada Suhu 400° c Selama: (a) 1 Jam, (b) 5 Jam dan (c) 20 Jam

Dari Gambar 5 dan 6 serta uraian di atas maka dapat diperoleh hasil bahwa perubahan tekstur bahan paduan Al tipe 2024 terhadap lamanya anil pada suhu 400°C ditunjukkan seperti dalam Tabel 7. Pada waktu dianil selama 1 jam pada temperatur 400° C atom-atom mulai bergerak membentuk susunan baru dengan tekstur (110)<110>. Jika waktu anil diperbesar menjadi 5 jam, atom-atom kembali bergerak membentuk susunan baru lagi dengan tekstur (311)<311>. Kemudian waktu anil ditambah lagi menjadi 20 jam, atom-atom kembali bergerak membentuk susunan yang lebih baru lagi dengan tekstur (311)<100>. Hal ini menunjukkan bahwa sifat anisotropi bahan paduan Al tipe 2024 berubah dengan berubahnya waktu lamanya anil.

Tabel 7. Tekstur paduan Al tipe 2024 yang dianil pada temperatur 400° C

No.	Waktu anil	Tekstur
1.	1 jam	(110)<110>
2.	5 jam	(311)<310>
3.	20 jam	(311)<100>

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Paduan Al tipe 2024 yang dianil pada suhu 200° C semakin lama waktu anil semakin kuat tekstur mengarah (311)<110>. Ini menunjukkan bahwa sifat anisotropi dari paduan Al tipe 2024 tidak berubah apabila paduan ini dianil pada suhu 200°C dengan waktu yang semakin lama.
- 2) Jika suhu anil dinaikkan menjadi 400°C tekstur paduan Al tipe 2024 cenderung memiliki tekstur yang berbeda terhadap waktu anil yang berbeda. Jika waktu anil adalah 1 jam maka bahan ini memiliki tekstur (110)<110>. Jika waktu anil berubah menjadi 5 jam, tekstur berubah menjadi (311)<311>. Jika waktu anil diperbesar menjadi 20 jam, tekstur berubah lagi menjadi (311)<100>. Ini menunjukkan bahwa sifat anisotropi dari paduan Al tipe 2024 berubah apabila paduan ini dianil pada suhu 400°C dengan waktu yang semakin lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto, A. S. dan Kurnia, D. 2016. *Pengaruh Rekristalisasi pada Gambar Kutub (0002) Paduan Ti-4%beratAl*. Jurnal Momentum, Vol. 18(1): 47 – 52.
- [2] Amilius, Z. 1991. *Penentuan Tekstur Pelat Aluminium dan Tembaga dalam Gambar Kutub dan Fungsi Distribusi Orientasi Kristalit dengan Cara Difraksi Neutron*. Pusat Penelitian Teknik Nuklir, Badan Tenaga Atom Nasional.
- [3] Sutiarno. 1987. *Tekstur Zircaloy-4 Pelat Secara Kuantitatif*. Tugas Akhir S-1, Jurusan Fisika, MIPA, ITB, Bandung.
- [4] Mukhopadhyay, P and Verma, A. K. 2010. *Development of Cube Recrystallisation Texture and Microstructure of an Aluminium Alloy Suitable for Cartridge Case Manufacturing*. Defence Science Journal 60(3): 330 – 336.
- [5] Cullity, B.D. 1987. *Element of X-ray diffraction*. New York, Addison Wesley, USA.
- [6] Hernández Rivera, J.L., Cruz Rivera, J.J., Paz del Ángel, V., Garibay Febles, V., Coreño Alonso, O. and Martínez-Sánchez, R. 2012. *Structural and morphological study of a 2024 Al–Al₂O₃ composite produced by mechanical alloying in high energy mill*. Materials and Design 37 (2012) 96–101.
- [7] Hafeez Ahamed and Senthilkumar, V. 2010. *Role of nano-size reinforcement and milling on the synthesis of nano-crystalline aluminium alloy composites by mechanical alloying*. Journal of Alloys and Compounds 505: 772–782.
- [8] Bahrum, E. S., dkk, 1998. *Texture Kawat Paduan Aluminium*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Sains Materi III, PPSM-Batan, Serpong, 86 – 89.
- [9] Mohtar dan Gunawan, Oktober 1989. *Kecenderungan Orientasi Kristalit Ferit Pasaran dengan Kode Warna Hijau*. Proceedings Seminar Seperempat Abad Reaktor Nuklir Mengabdikan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, PPTN-Batan, 227 – 230.