

PENENTUAN TEKSTUR LEMPENG AlMg₂ BAGIAN PENUTUP KELONGSONG ELEMEN BAKAR NUKLIR DENGAN METODE DIFRAKSI NEUTRON

**Zuharli Amilius dan Inawati Tanto
Puslitbang Teknik Nuklir-BATAN, Bandung**

ABSTRAK

PENENTUAN TEKSTUR LEMPENG PENUTUP KELONGSONG AlMg₂ ELEMEN BAKAR NUKLIR DENGAN DIFRAKSI NEUTRON. Elemen bakar nuklir jenis lempeng sandwich dibuat dengan kelongsong yang terbuat dari lempeng AlMg₂. Lempeng kelongsong ini dibuat dari bahan asal berbentuk pelat setebal 6 mm yang dicanai secara bertahap. Tahap pertama canai dingin berulang enam kali untuk pelat pigura sampai tebal 3.05 mm, tahap kedua dilanjutkan canai sampai 2.60 mm untuk penutup dan tahap ketiga dari sandwich setebal 8.70 mm canai panas berulang empat kali diselang pemanasan pada suhu 250 derajat Celcius sampai tebal 1.65 mm. Perlakuan mekanik dan panas ini akan mempengaruhi keadaan tekstur kristalografi bahan. Tekstur kristalografi ini dapat mempengaruhi anisotropi sifat elastik, mekanik, panas, listrik magnetik dan korosi/kimia bahan. Dalam penelitian hanya dipelajari penentuan tekstur AlMg₂ untuk lempeng penutup. Dari hasil gambar kutub (111) untuk lempeng penutup, dapat disimpulkan bahwa orientasi arah normal bidang (111) kristalit bahan cenderung mengarah ke arah canai dengan membuat sudut 54° terhadap bidang canai, sebagian lagi mengarah sejajar dengan permukaan canai, 15° terhadap arah canai. Dengan notasi konvensional tekstur ini dapat dinyatakan dengan {112}<111> dan {135}<211>. Sedangkan dari hasil gambar kutub (200) dan (220) tampak bahwa distribusi orientasi bidang-bidang ini acak. Jadi dapat dikatakan bahwa lempeng ini bertekstur yang mirip tekstur serat dengan arah-arah bidang (111) tersebut di atas sebagai sumbu serat dan bahwa tekstur ini lemah.

Kata kunci: tekstur, kelongsong, elemen bakar nuklir, difraksi neutron

ABSTRACT

TEXTURE DETERMINATION OF COVER PLATE OF AlMg₂ NUCLEAR FUEL ELEMENT CLADDING BY NEUTRON DIFFRACTION. The cladding of sandwiched plates type of nuclear fuel element was made of AlMg₂. It was formed from AlMg₂ plate material with initial thickness of 6 mm and further rolled step wise. The first step was a pass repeated cold-rolling down to 3.05 mm for the frame of the cladding, the second step was a further cold-rolling down to 2.06 mm for the cover, and the third step, from the total thickness of 8.70 mm consisted of the frame sandwiched by the two covers, a four pass rolling interwoven by heating up to 250°C, down to 1.65 mm thickness. These mechanical and heat treatments would influence the preferred orientation distribution of the crystallites in the cladding material. In its turn this crystallographic texture could influence the anisotropy of elastical, mechanical, heat, electrical as well as the corrosion properties of the material. This paper reports the determination of the texture of AlMg₂ cover plate before forming the sandwich, observed by neutron diffraction technique. Examining of the (111) pole figure of the plate, it can be estimated that the preferred orientations of the (111) plane of the crystallites are partly such that the normal to the (111) planes of the crystallites point in the rolling direction and make an angle of 54° to the rolling plane and partly such that the (111) planes tend to be parallel to the rolling plane and points 15° to the rolling direction. Conventionally this can be represented as (112)<111>. Observing the (200) and (220) pole figures there is little preference in the orientation of the crystallites. It can be said that the texture in the plate resembles a fiber texture with the normal directions of the two (111) directions as the fibre axes.

Key words: texture, cladding, nuclear fuel element, neutron diffraction

PENDAHULUAN

Elemen bakar nuklir jenis lempeng sandwich yang dibuat di P2TBDU-BATAN dibuat dengan kelongsong dari lempeng AlMg₂. Dari bahan asal berupa pelat dengan perlakuan canai dingin berbeda-beda bertahap dan perlakuan canai panas pada suhu 250 derajat Celcius

bertahap, lempeng tersebut dibuat menjadi tiga bagian : penutup atas, penutup bawah dan pigura untuk membuat sandwich elemen bakar setelah canai dingin lebih lanjut. Perlakuan mekanik dan panas ini akan mempengaruhi keadaan tekstur kristalografi bahan. Adanya tekstur ini dapat mempengaruhi isotropi sifat elastik, sifat mekanik, sifat listrik, sifat magnetik, sifat panas dan korosi bahan.[1] Pada bahan berstruktur kubik berpusat di sisi, seperti bahan AlMg₂ ini, tekstur menyebabkan sifat anisotropi sifat-sifat kompresibilitas, modulus Young, modulus bongkah, rasio Poisson, kekuatan luluh, kekuatan tarik, perpanjangan, koefisien gesekan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan tekstur lempeng penutup dari kelongsong elemen bakar nuklir tipe sandwich yang dibuat di P2TBDU-BATAN.

TEORI

Tekstur dapat digambarkan secara semi kuantitatif dengan gambar kutub. Gambar kutub suatu bidang kristalit tertentu tak lain adalah proyeksi orientasi arah-arah bidang tersebut dalam ruang pada bidang permukaan lempeng (bidang canai), yaitu representasi dua dimensi suatu distribusi orientasi di dalam ruang. Dengan demikian suatu orientasi tunggal dapat menghasilkan beberapa kutub dalam gambar kutub, dan berbagai orientasi yang berbeda dapat mempunyai satu kutub. Meskipun demikian dari gambar kutub ini dapat ditaksir secara kualitatif distribusi orientasi tersebut.[2]

Secara klasik tekstur dapat dinyatakan dengan menunjukkan kecenderungan bidang kisi tertentu (hkl) terletak sejajar dengan bidang canai dan arah bidang kisi lain $\langle uvw \rangle$ mengarah ke arah

canai, ditulis $(hkl)\langle uvw \rangle$. Dengan menentukan gambar kutub untuk sebanyak mungkin bidang kisi, dapat ditaksir kecenderungan orientasi bidang-bidang kisi kristalit.

PERCOBAAN

Bahan asal adalah lempeng AlMg₂ persegi panjang setebal 6 mm. Untuk membuat elemen bakar nuklir lempeng asal diproses dalam tiga tahap. Tahap pertama untuk lempeng pigura, lempeng asal dicanai dingin searah berulang enam kali sampai tebal 3.05 mm. Tahap kedua untuk membuat lempeng penutup atas dan bawah, lempeng untuk pigura dilanjutkan dicanai sekali jalan lagi sampai tebal 2.60 mm. Untuk membuat cuplikan tekstur, bahan ini disusun sehingga menjadi sandwich berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm. Tekstur yang diamati hanya tekstur pada lempeng pada proses tahap kedua yang diperuntukkan sebagai penutup.

Untuk percobaan ini dipakai difraktometer empat lingkaran/difraktometer tekstur (FCD/TD) pada P2RR Siwabessy, dengan cuplikan diletakkan pada goniometer tekstur. Untuk pengamatan gambar kutub (hkl) , detektor dipasang pada posisi sudut Bragg bidang (hkl) bersangkutan. Kemudian cacahan neutron terdifraksi dicatat untuk tiap cacah neutron yang masuk (cacah monitor). Pengamatan dilakukan untuk 19 kedudukan χ goniometer dari 0° sampai 90° dengan langkah 5°. Untuk tiap kedudukan sudut χ goniometer, dilakukan pencacahan pada 19 kedudukan sudut ϕ goniometer, yaitu perputaran dengan tangkai pemegang cuplikan sebagai sumbu putar, dari 0° sampai 90° dengan langkah 5°. Dipilih

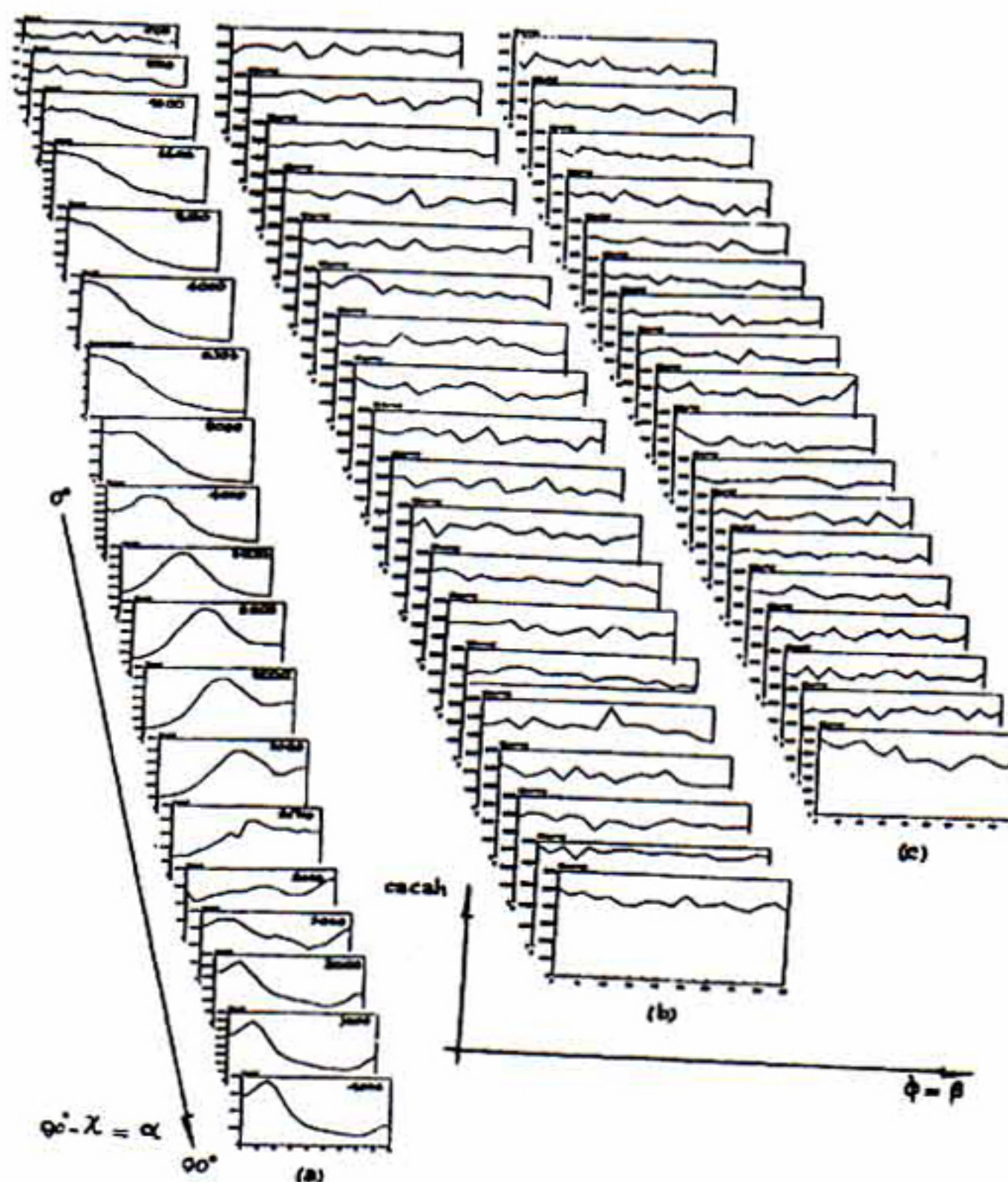
tiga bidang kisi untuk membuat gambar kutub, yaitu bidang (111), (200) dan (220). Untuk bidang (111) dipakai cacah "preset" 100000, untuk bidang (200) cacah 300000 dan untuk bidang (220) cacah 500000.

PEMBAHASAN DAN HASIL PERCOBAAN

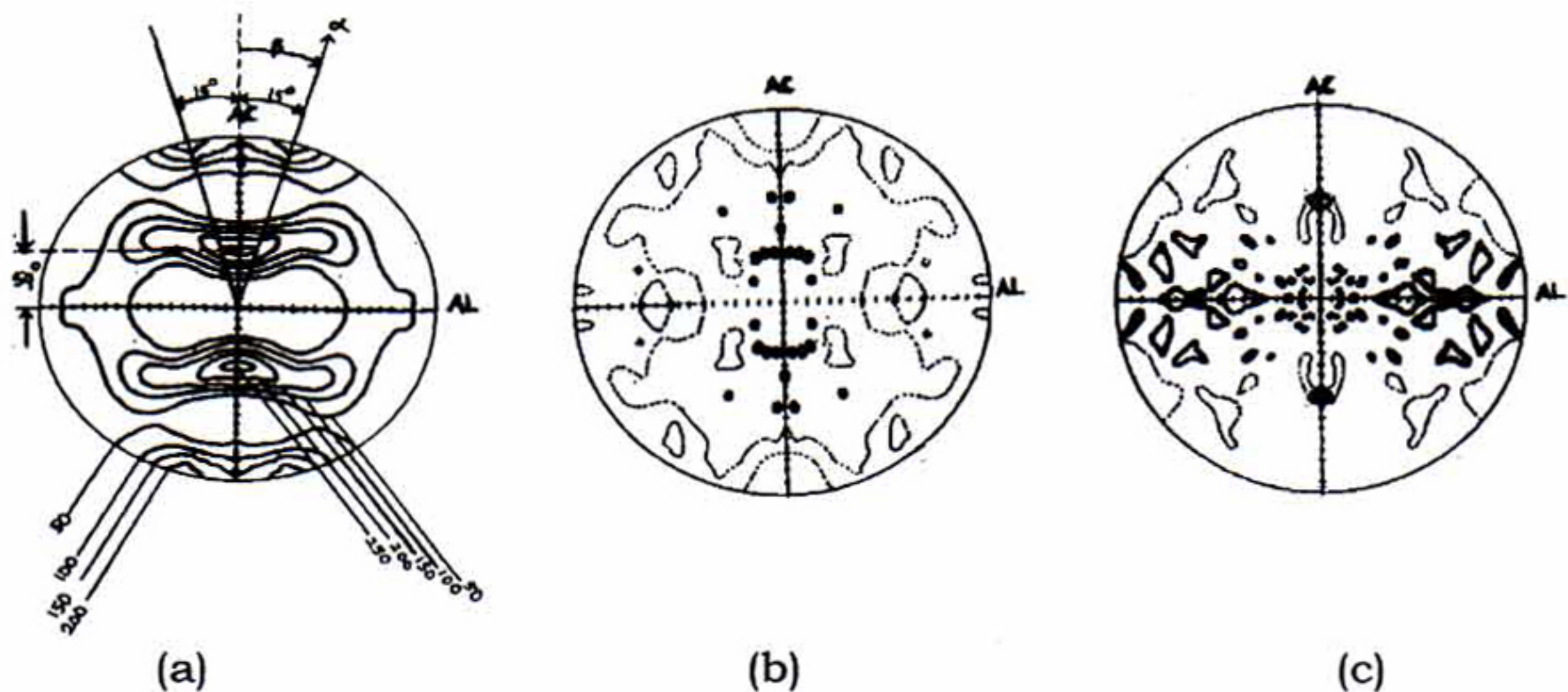
Untuk pencacahan bidang (111), cacahan maksimum yang diperoleh berkisar antara 4000 sampai 4500, sedangkan untuk bidang (200) antara 300 sampai 500 dan bidang (220) antara 200 sampai 500. Kurva hubungan intensitas terhadap sudut ϕ goniometer untuk 19 kedudukan χ goniometer diperlihatkan pada Gambar 1a untuk bidang (111), Gambar 1b untuk bidang (200) dan Gambar 1c untuk bidang (220). Dari data ini telah dibuat gambar kutub (111), (200) dan (220) yang berturut-turut disajikan pada Gambar 2a, 2b dan 2c. Untuk tiap koordinat (α, β) yang sesuai dengan sudut putaran goniometer $(90^\circ - \chi, \phi)$, intensitas relatif masing-masing cacahan dicantumkan pada kontur dalam satuan persen. Sebagai pembanding dipakai cacahan rata-rata dalam satu kuadran gambar kutub, yang dianggap sebanding dengan 0,25 kali intensitas cacah jika bulir kristalit berorientasi acak.

Dari gambar kutub (111) tampak bahwa kerapatan kutub bidang (111), yang sama artinya dengan kerapatan arah normal bidang (111), besar pada arah canai dengan membuat sudut 54° terhadap bidang canai, yang berdasarkan gambar kutub standar dapat dinyatakan dengan $(112)\langle 111 \rangle$. Sebagian lagi arah normal itu sejajar dengan permukaan canai berarah 15 derajat terhadap arah canai, yang dapat

dinyatakan oleh $(135)\langle 211 \rangle$. Jadi arah normal bidang (111) kristalit cenderung berorientasi ke kedua arah tersebut. Tetapi kedua puncak ini tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan intensitas orientasi acak (yaitu 2 sampai 3 kali lebih tinggi). Jadi teksturnya lemah. Sedangkan dari gambar kutub (200) dan (220) tampak bahwa intensitas pada titik (α, β) berkisar antara 100 sampai 150, yaitu satu sampai satu setengah kali intensitas orientasi acak. Ini berarti dekat pada intensitas orientasi acak.



Gambar 1. Kurva intensitas cacah sebagai fungsi kedudukan sudut $\chi(=\alpha)$ untuk tiap kedudukan sudut $\phi(=\beta)$ (a) bidang (111), (b) bidang (200), (c) bidang (220).



Gambar 2: Gambar-gambar kutub (a) bidang (111), (b) bidang (200) dan (c) bidang (220). Pada (a) kontur intensitas terendah adalah 100 dengan kenaikan 50, pada (b) dan (c) garis putus-putus kontur intensitas 100 dan garis tebal 110. Angka ini menyatakan persentase terhadap intensitas rata-rata.

KESIMPULAN

Pada cuplikan lempeng penutup AlMg₂ didapat tekstur kristalografi yang lemah dan mirip tekstur serat, karena hanya bidang (111) yang berkecenderungan berorientasi ke dua arah tertentu, sedangkan bidang-bidang lain tidak. Sebagai kesimpulan dapat dikatakan bahwa terdapat tekstur yang lemah pada cuplikan lempeng penutup dan tekstur mirip tekstur serat dengan sumbu serat adalah arah-arrah preferensi bidang (111) di atas.