

EVALUASI KUALITAS BILET ALUMINIUM 6060 PRODUK LOKAL DENGAN PEMBANDING BILET 6060 IMPOR

Sutiarso, Anthonius Sitompul dan Setiawan
Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN
Kawasan Puspipetek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

EVALUASI KUALITAS BILET ALUMINIUM 6060 PRODUK LOKAL DENGAN PEMBANDING BILET 6060 IMPOR. Telah dilakukan evaluasi bilet aluminium 6060 lokal produksi P.T. Superex Raya dengan mengamati komposisi kimia paduan, karakteristik permukaan bilet dan strukturmikronya sepanjang diameter bilet dan sepanjang batang bilet. Evaluasi ini merupakan bagian awal dari proyek penelitian mengenai optimalisasi proses ekstrusi untuk meningkatkan kualitas produksi industri aluminium lokal. Sebagai pembandingan bilet 6060 impor digunakan dalam pekerjaan ini. Hasilnya menunjukkan bahwa profil permukaan bilet lokal lebih kasar dengan ukuran *knobs* yang cukup besar. Hal ini sesuai dengan pengamatan strukturmikro pada permukaan luar bilet yang menunjukkan adanya *inverse segregation layer* yang cukup besar dengan ukuran butir diatas 500 μm . Uji tak rusak dengan teknik radiografi neutron menunjukkan bahwa untuk kedua bilet tidak ditemukan adanya *hot cracks* pada kedua ujungnya. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari segi komposisi kimia paduan telah memenuhi persyaratan untuk seri 6060, tetapi kualitas permukaan bilet lokal masih belum cukup baik dibanding dengan bilet impor dan hal ini akan mempengaruhi unjuk kerja ekstrusi yang akan diuji pada tahap berikutnya.

Kata kunci : Bilet aluminium, Strukturmikro, Ekstrusi.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF LOCAL 6060 ALUMINIUM BILLET QUALITY WITH COMPARISON OF IMPORTED 6060 BILLET. A locally produced aluminium billet has been evaluated by examining the chemical composition of the alloy, billet surface profile and its microstructure along the billet diameter and rod length. This work is part of the research project on optimization extrusion process to improve the production quality of local aluminium industry. For comparison, an imported 6060 billet is used in this work. The result shows that the surface profile of the local billet is coarser than that of imported billet which shows a number of knobs. This is in association with the presence of inverse segregation layer at the surface of billet which is quite substantial with the grain size above 500 μm . Non-destructive test using neutron radiography reveals that hot cracks are not found in the two ends. From this work it can be concluded that in term of composition the local alloy has met the requirement of 6060 series, however the billet surface quality is inadequate and this would affect the extrusion performance of the alloy which will be tested later.

Key words : Aluminium billet, Microstructure, Extrusion

PENDAHULUAN

Unjuk kerja ekstrusi dari sebuah paduan aluminium sangat ditentukan oleh kualitas bilet yang digunakan. Komposisi kimia dari paduan dan profil permukaan bilet biasanya menjadi hal yang diperhatikan oleh para ekstruder aluminium. Komposisi kimia paduan haruslah sedekat mungkin dengan komposisi kimia dari seri paduan yang diinginkan yang mana akan menentukan ekstrudabilitas dan sifat mekanik produk ekstrusi yang dihasilkan. Sedangkan profil permukaan bilet akan berpengaruh pada seberapa banyak kulit bilet yang terbuang setelah proses ekstrusi.

Industri ekstrusi aluminium dalam negeri saat ini sudah mulai menggunakan bilet produksi lokal sebagai bahan baku ekstrusinya. Penggunaan bilet lokal

ini bagi industri aluminium ekstrusi dalam negeri sangat menggembirakan selain dapat mengurangi kebergantungan kepada pihak asing, dalam jangka panjang juga hal ini akan dapat mengurangi biaya produksi dengan mengurangi biaya pengadaan bilet impor.

Namun penggunaan bilet lokal dalam industri ekstrusi sejauh ini belum diikuti dengan penelitian dan pengembangan akan bilet lokal tersebut. Seberapa baik kualitas bilet dan kaitannya dengan unjuk kerja ekstrusinya dibanding dengan bilet impor yang biasa digunakan belum banyak diketahui. Telah dilakukan sebuah penelitian berjudul optimalisasi proses ekstrusi untuk meningkatkan kualitas produksi

industri aluminium lokal. Penelitian ini menguji seberapa baik kualitas bilet lokal dibanding dengan bilet impor dalam kaitannya unjuk kerja ekstrusinya. Sebagai tahap awal dari pekerjaan tersebut perlu dilakukan evaluasi terhadap kualitas bilet lokal yang meliputi pengujian komposisi kimia paduan dan pengamatan profil permukaan bilet serta strukturmikro, dimana kedua hal tersebut sangat berpengaruh terhadap ekstrudabilitas paduan [1].

Makalah ini menyajikan hasil evaluasi bilet aluminium seri 6060 produksi P.T. Superex Raya dengan perbandingan bilet impor sejenis. Evaluasi ini difokuskan pada seberapa jauh perbedaan komposisi kimia dari bilet lokal ini dibanding dengan bilet impor yang biasa digunakan dan juga dengan komposisi standar berdasarkan literatur untuk seri tersebut.

Disamping itu perbandingan profil permukaan bilet lokal dan impor yang terkait dengan strukturmikronya akan disajikan untuk mengetahui seberapa baik teknik pengecoran (*D.C casting*) yang dilakukan oleh industri tersebut untuk mendapatkan bilet yang diperlukan.

METODE PERCOBAAN

Bilet aluminium 6060 lokal yang dievaluasi adalah produksi P.T Superex Raya yang dihasilkan melalui proses peleburan ulang (*remelting*) ingot aluminium primer yang diperoleh dari P.T. Inalum dengan diberi penambahan unsur padu seperti Mg, Si, Mn, Zn, Cr dan Ti dicampur dengan sejumlah sekrap aluminium seri 6060 sisa produksi dengan perbandingan 70 : 30 [2]. Sampel potongan bilet yang diterima dari P.T. Superex Raya berukuran diameter 7 inchi (17,8 cm) dan tebal 2 cm. Sampel kemudian dipotong dengan ukuran (2 x 1) cm² untuk keperluan pengukuran komposisi dan metalografi.

Pengukuran komposisi kimia paduan dilakukan menggunakan alat *Spark OES* di Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI, Serpong. Sedangkan untuk pengamatan strukturmikro sampel dipersiapkan dengan teknik standar metalografi yang meliputi *grinding* dengan kertas ampelas (SiC) mulai dari 280 *grit*, 400 *grit*, 800 *grit* sampai dengan 1200 *grit* kemudian dipoles menggunakan *diamond pasta* berturut-turut 3 μ m dan 1 μ m sebelum akhirnya dilakukan *final polishing* dengan *colloidal silica suspension* 0,05 μ m. Pengamatan strukturmikro dilakukan dengan mikroskop optik.

Untuk mengamati kemungkinan terjadinya cacat pada bilet ketika proses pengecoran dilakukan pengujian tak rusak (*non-destructive test*) menggunakan radiografi neutron terhadap bilet pada bagian ujung atas dan bawah. Bilet dengan ketebalan 2 cm ditembak dengan neutron menggunakan fasilitas radiografi neutron, RN1 di reaktor G.A Siwabessy dengan metode film.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Paduan

Hasil pengukuran komposisi kimia paduan 6060 lokal ditunjukkan pada Tabel 1 dengan disertai data komposisi paduan standar untuk 6060 dari *Hand Book of Aluminium* [3]. Hasilnya menunjukkan bahwa kandungan Si dan Mg yang merupakan unsur utama dari paduan tersebut masih masuk dalam selang yang ditetapkan oleh data rujukan tersebut. Ini berarti bahwa paduan 6060 produksi lokal ini, komposisi elemen padu utamanya yaitu Mg dan Si, telah masuk dalam selang komposisi dari seri 6060 standar. Namun jumlah elemen padu lainnya seperti Cu, Mn, Cr dan Zn memiliki konsentrasi yang lebih rendah dibanding rujukannya. Perbedaan jumlah unsur tersier ini antara bilet lokal dan rujukan kemungkinan disebabkan karena perbedaan target yang diinginkan oleh pihak industri terutama dalam sifat mekanik paduan tersebut. Meskipun besarnya jumlah elemen seperti Mn/Cr dan Cu pada paduan tersebut akan berpengaruh pada ekstrudabilitas dan sifat mekanik namun penelitian mengenai efek penambahan elemen-elemen tersebut di luar cakupan dari proyek penelitian ini.

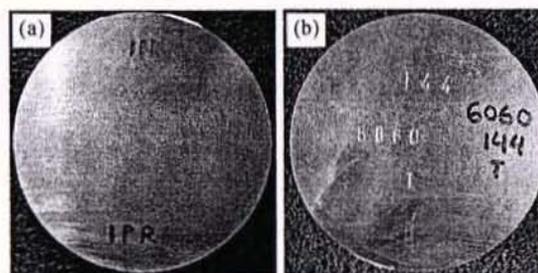
Tabel 1. Hasil pengukuran komposisi kimia

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti
Pengukuran (% berat)	0,54	0,15	0,003	0,044	0,47	0,0005	0,001	0,011
Rujukan* (% berat)	0,3-0,6	0,1-0,3	0,1	0,1	0,35-0,6	0,15	0,05	0,1

*) diambil dari *hand book of aluminium alloys* [3]

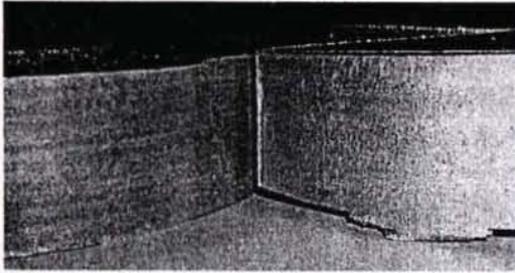
Profil Permukaan Bilet

Gambar 1 menunjukkan profil bilet impor dan lokal diambil dari permukaan atas. Tampak bahwa keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, hanya bilet impor tampak lebih mengkilap (*shiny*).



Gambar 1. Profil permukaan bilet tampak atas : (a) impor dan (b) lokal.

Sedangkan permukaan samping (Gambar 2) menunjukkan profil yang cukup berbeda. Profil permukaan samping bilet impor tampak lebih halus sedangkan pada bilet lokal profil lebih kasar dan tampak adanya *knobs* yang cukup besar.

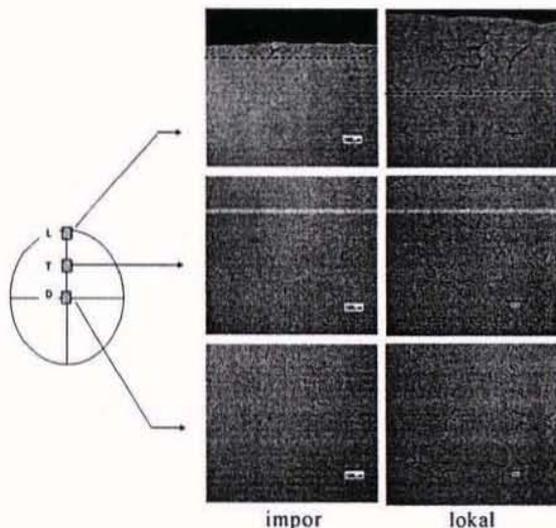


Gambar 2. Profil permukaan samping bilet. Impor (kiri) dan lokal (kanan).

Kasarnya permukaan bilet lokal ini akan berpengaruh pada ekstrudabilitas dan jumlah metal yang terbuang setelah proses ekstrusi akan lebih banyak. Profil permukaan bilet ini berkaitan dengan strukturmikro biletnya.

Strukturmikro

Strukturmikro paduan sepanjang diameter bilet untuk kedua jenis bilet impor dan lokal diberikan pada Gambar 3.

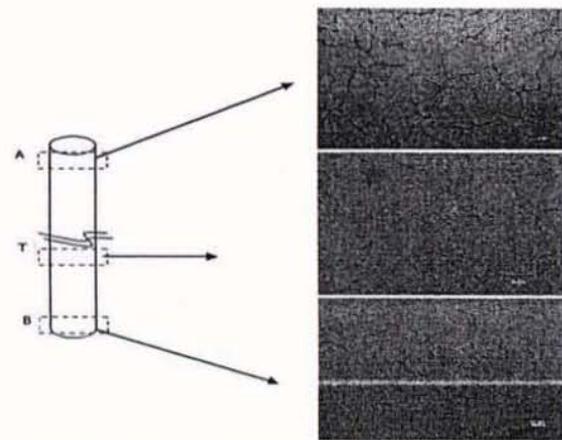


Gambar 3. Strukturmikro paduan sepanjang diameter bilet untuk bilet impor (kiri) dan lokal (kanan). Tampak pada bagian permukaan bilet terbentuk inverse segregation layer yang cukup berbeda antara keduanya.

Tampak bahwa strukturmikro permukaan bilet terdapat lapisan segregasi yang dikenal dengan *inverse segregation layer* dicirikan dengan perbedaan strukturmikro dengan bagian dibawahnya. Penyebab terbentuknya lapisan ini disebabkan adanya perbedaan laju segregasi antara fasa cair (*liquid*) dan padat (*solid*) ketika proses solidifikasi [4]. Karena kebanyakan elemen pemuad memiliki solubilitas yang lebih rendah pada fasa cair dibanding pada fasa padat, sehingga ketika proses pembekuan terjadi solut-solut (Mg, Si) tersebut tertolak ke fasa cair yang menyebabkan meningkatnya jumlah solut pada fasa cair dan sebaliknya konsentrasi solut pada fasa padat primer menurun. Segregasi Mg₂Si yang

tampak sebagai fasa berwarna gelap ini terjadi pada saat pembentukan strukturmikro yang terdiri dari *dendrite* dengan *arm spacings* dimana distribusi solut yang tidak merata (*non-uniform*) terbentuk pada *dendrite arm* tersebut. Segregasi ini, yang dikenal dengan *macrosegregation*, tidak akan larut dengan pemanasan pada suhu homogenisasi.

Pada Gambar 3 tampak ketebalan dari *inverse segregation layer* sangat berbeda. Untuk bilet impor ketebalannya berkisar antara 50 mm hingga 100 mm sedangkan untuk bilet lokal besarnya dalam orde mili meter. Hal ini akan berpengaruh pada ekstrudabilitas dan sifat mekanik dari bilet tersebut [4]. Kadang kala untuk kasus tertentu *inverse segregation layer* tersebut atau yang muncul ke permukaan dalam bentuk *knobs* perlu di hilangkan dengan *scalping* sebelum digunakan pada proses berikutnya [5].



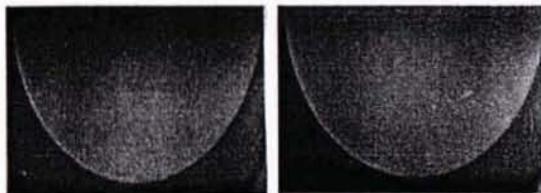
Gambar 4. Strukturmikro paduan sepanjang batang bilet. Tampak tidak ada perbedaan struktur dan ukuran butir yang cukup signifikan.

Strukturmikro sepanjang batang bilet disajikan pada Gambar 4. Pengamatan ini bertujuan untuk melihat keseragaman strukturmikro sepanjang batang bilet hasil pengecoran. Tampak bahwa bagian atas, tengah dan bawah dari bilet struktur mikro cukup seragam bentuk dan ukuran butir identik dan tidak ada perbedaan yang signifikan. Dari pengamatan strukturmikro tersebut dapat disimpulkan bahwa bilet memiliki homogenitas struktur yang sama sepanjang batang bilet.

Cacat Pada Bilet

Pengujian secara tidak merusak pada bilet dilakukan menggunakan radiografi neutron. Karena sifatnya yang unik neutron mampu menembus aluminium dengan ketebalan yang tinggi. Gambar 5 menunjukkan hasil radiografi pada kedua bilet tersebut yang diambil pada setengah bagian dari luas permukaan bilet. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kedua bilet tidak dijumpai adanya retak atau biasa disebut dengan *hot crack* yang kadang dijumpai pada bilet akibat dari teknik pengecorannya yang tidak sempurna. Dari pengujian ini

dapat diketahui bahwa baik bilet impor maupun lokal keduanya bebas dari cacat retak



Gambar 5. Gambar radiografi neutron dari bilet impor dan lokal. Pada kedua bilet tidak dijumpai adanya retak (*hot cracks*).

KESIMPULAN

Dari Evaluasi ini data disimpulkan bahwa bilet aluminium 6060 yang diproduksi oleh P.T. Superex Raya ini secara komposisi kimia paduan masuk dalam selang komposisi kimia paduan 6060 standar yang sesuai dengan *hand book of aluminium*. Namun kualitas permukaan bilet masih lebih kasar dibandingkan dengan bilet impor. Hal ini berkaitan dengan pengamatan struktur mikronya yang menunjukkan adanya *inverse segregation layer* yang cukup besar yang kemungkinan disebabkan oleh teknik pengecorannya yang kurang sempurna. Seberapa besar pengaruh kualitas bilet terhadap unjuk kerja ekstrusinya akan ditentukan pada penelitian tahap berikutnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada KMNRT yang mensponsori biaya penelitian ini dalam program insentif 2008. Terimakasih juga kepada P.T Superex Raya yang telah mensuplai bilet aluminium untuk penelitian.

DAFTAR ACUAN

- [1]. BEATTY, E.C., *Proc. 2nd International Aluminium Extrusion Technology Seminar*, Aluminium Association, **1** (1977) 225
- [2]. DADANG, S, P.T. Superex Raya, komunikasi pribadi, (2008)
- [3]. DAVIS JOSEPH, R, *ASM Specialty Handbook: Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM International, Materials Park, OH
- [4]. PARSON, N.C. and YIU, H.L., *J. of Light Metals*, (1989) 713
- [5]. REISO, O., *Billet and Extrusion Technology '84*, **1** (1984) 31