

OPTIMALISASI PENGELOLAAN DAN PENGEMBANGAN DAUR ULANG ALUMINIUM SEKRAP MELALUI PENGECORAN LOGAM NON FERRO DAN MELALUI PERLAKUAN PADA LOGAM CAIR (*SOLUTION TREATMENT*) SEBAGAI SOLUSI MENGURANGI KETERGANTUNGAN ALUMINIUM IMPOR DI INDONESIA

Muhammad Nurhidayaturozikin

*Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Kalimantan
Jln. Soekarno Hatta km 15 Balikpapan INDONESIA*

Nurhidayaturozikin09@gmail.com

Abstrak

Aluminium adalah logam yang ringan, kuat, memiliki konduktivitas termal tinggi dan ketahanan korosi yang baik. Untuk memproduksi aluminium diperlukan energi yang sangat besar sedangkan jumlah persediaan material tersebut semakin menipis. Di sisi lain limbah logam menjadi permasalahan serius yang harus dicari solusi. Limbah logam khususnya aluminium bekas (aluminium sekrap) perlu didaur ulang. Pemanfaatan material bekas atau daur ulang (*recyclable materials*) adalah sangat diharapkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dengan pertimbangan harga yang terjangkau oleh industri kecil pengecoran logam non ferro, namun pemanfaatannya masih kurang mempertimbangkan kualitasnya. Salah satu cara untuk mengurangi jumlah impor aluminium adalah dengan melakukan proses daur ulang sekrap aluminium. Sekrap ini nantinya dikumpulkan, dilebur dan dicetak menjadi sheet. Aluminium ini kemudian dapat dijual kepada industri hilir untuk kemudian diolah lebih lanjut menjadi produk akhir. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari proses daur ulang sekrap aluminium dan menentukan peluang serta tantangan penerapannya di Indonesia. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data melalui studi literatur. Data yang dikumpulkan diolah dan dianalisa serta disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa daur ulang sekrap aluminium memiliki peluang untuk diimplementasikan di Indonesia sebagai solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan impor aluminium di Indonesia.

Kata kunci : Aluminium, energi, limbah, logam.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, perkembangan dunia otomotif mengalami perkembangan yang luar biasa dan memasuki "masa keemasan" hal ini ditunjukkan dengan munculnya industri otomotif yang memproduksi berbagai jenis dan merk kendaraan. Perkembangan terjadi tidak hanya pada teknologi *engine* saja tetapi juga pada *design body* sehingga memerlukan dukungan bahan dan alat yang mencukupi. Dalam industri otomotif ketersediaan akan material terutama logam yang mempunyai sifat kuat dan tangguh sangat dibutuhkan untuk menjadi dasar dari komponen otomotif. Padahal kebutuhan industri otomotif menuntut ketersediaan material yang tidak hanya memiliki kekuatan dan ketangguhan yang tinggi tetapi sekaligus ringan, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi serta ramah lingkungan, untuk itu diperlukan inovasi pengolahan dan pengembangan material yang sesuai.

Aluminium adalah logam yang ringan, kuat, memiliki konduktivitas termal tinggi dan ketahanan korosi yang baik (Fitzgerald dan French). Aluminium dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, konstruksi dan lain-lain. Di bidang transportasi, aluminium digunakan karena densitasnya yang rendah yaitu sekitar 2,7 g/cm³. Densitas yang rendah ini memberikan massa yang lebih rendah pada volume yang sama sehingga dapat menghemat penggunaan bahan bakar. Selain itu

juga aluminium memiliki kekuatannya yang tinggi sehingga ia mampu diaplikasikan untuk berbagai keperluan. Bahkan di dunia otomotif aluminium merupakan material yang menarik karena dapat menurunkan berat kendaraan. Aluminium mempunyai kemampuan bentuk yang baik sehingga dapat digunakan untuk bentuk-bentuk yang rumit seperti profil aluminium hasil ekstrusi. Pemakaian aluminium juga lebih disukai karena ketika teroksidasi maka akan dihasilkan lapisan protektif Al₂O₃ yang akan menempel pada permukaan aluminium dan mencegah terjadinya oksidasi lebih lanjut, material ini juga mudah didaur ulang. Hal ini yang mendorong penggantian bagian dari besi (*ferrous*) menjadi aluminium. Aluminium tuang digunakan dalam berbagai komponen mobil seperti *engine block, heads, pistons, rocker cover, inlet manifolds, differential casings, steering boxes, brackets, wheels* dan lain lain. Aplikasi aluminium dalam dunia otomotif dimasa sekarang dan mendatang sangat diperlukan. [1]

Disadari bahwa, untuk memproduksi aluminium diperlukan energi yang sangat besar sedangkan jumlah persediaan material tersebut semakin menipis. Di sisi lain limbah logam menjadi permasalahan serius yang harus dicari solusi. Limbah logam khususnya aluminium bekas (aluminium sekrap) perlu didaur ulang. Pemanfaatan material bekas/sekrap atau daur ulang (*recyclable materials*) adalah sangat diharapkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dengan pertimbangan harga yang terjangkau oleh industri kecil pengecoran logam non ferro, namun pemanfaatannya masih kurang mempertimbangkan kualitasnya. Pada penelitian

ini diharapkan dapat menangkap karakteristik material akan dilakukan pemulihan (*recovery*) dan peningkatan (*increase*) sifat material melalui perlakuan pada cairan logam (*solution treatment*) dengan alat pengambil gas (*gass remover*) berupa *rotary degasser* sehingga material bekas dari aluminium dapat digunakan untuk membuat komponen otomotif sesuai dengan standar kekuatan yang dipersyaratkan.

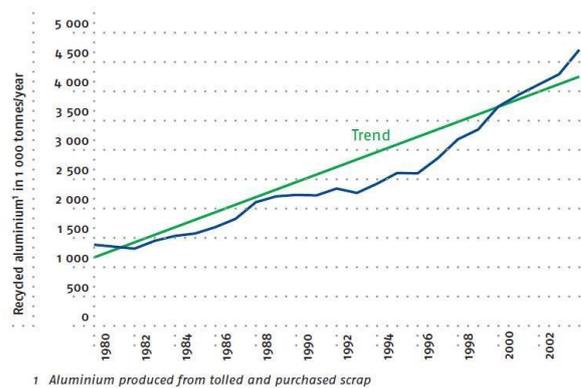
Logam aluminium dapat dilakukan daur ulang dengan cara peleburan logam sehingga dapat meningkatkan nilai jual dari limbah aluminium. Pengelolaan kembali limbah logam aluminium dilakukan oleh industri skala kecil dengan cara peleburan logam. Peleburan logam untuk paduan aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam dan paduan ringan lainnya dengan menggunakan tungku peleburan jenis *crucible*. Adapun tujuan paper ini adalah untuk mengetahui daur ulang sekrap aluminium, mengetahui peluang dan tantangan aplikasi daur ulang aluminium.

BAGIAN I. Pengembangan Daur Ulang Sekrap Aluminium di Dunia

Daur ulang *sekrap* aluminium bukanlah sesuatu yang baru di industri aluminium. Berbagai penelitian yang berkaitan dengan daur ulang *sekrap* aluminium sudah banyak dilakukan di antaranya adalah pemisahan logam pengotor yang terdapat pada *sekrap* aluminium, reduksi jumlah *salt cake* yang dihasilkan, elastisitas harga produk aluminium hasil daur ulang dan analisa siklus daur ulang *sekrap* aluminium.

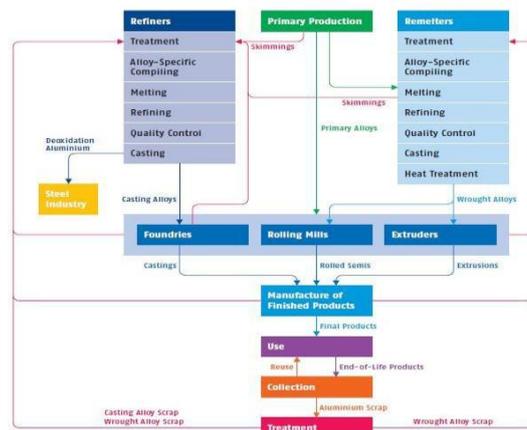
Pengembangan terus dilakukan untuk membuat proses ini menjadi lebih ekonomis. Pengembangan yang telah dilakukan seperti pengumpulan dan pemisahan aluminium yang efisien. Pengumpulan dapat dilakukan pada sebuah *sekrap yard*. *Sekrap* aluminium yang telah terkumpul kemudian dipisahkan berdasarkan jenisnya. Untuk mendapatkan *sekrap* aluminium dapat dilakukan beberapa proses pemisahan secara fisik seperti dengan menggunakan *magnetic separator* untuk memisahkan aluminium dari besi. Pemisahan dengan *Heavy Media Separation* dilakukan untuk memisahkan aluminium dari logam selain besi. Sementara untuk memisahkan aluminium dari material non logam dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip *eddy current* [2]. Di bagian peleburan juga terus dilakukan pengembangan seperti penambahan *flux* untuk mengurangi oksidasi aluminium, penambahan gas argon untuk mengangkat pengotor dan mereduksi jumlah *salt cake* yang dihasilkan.

Daur ulang *sekrap* aluminium adalah sebuah teknologi yang sudah *proven* dan telah diaplikasikan di berbagai negara diantaranya adalah Spanyol, Jerman, Italia, Inggris, Austria dan Prancis [3]. Produksi aluminium dari *sekrap* diperkirakan akan terus meningkat karena keterbatasan sumber daya bauksit dan kebutuhan energi yang lebih rendah daripada produksi aluminium primer.



Gambar 1. Produksi Aluminium Hasil Daur Ulang di Eropa
Sumber : EAA dan OEA, 2007

BAGIAN II Proses Daur Ulang Sekrap Aluminium



Gambar 2. Diagram Alir Daur Ulang Sekrap Aluminium di Eropa
Sumber : EAA dan OEA, 2007

Secara garis besar, untuk melakukan proses daur ulang *sekrap* aluminium, dibutuhkan sekurang-kurangnya tiga tahap, yaitu (1) Proses separasi dan *pre-melting*, (2) Proses melting, dan (3) Proses penghilangan inklusi dan gas hidrogen.

Proses separasi dan *pre-melting* merupakan serangkaian proses yang dilakukan sebelum aluminium dilebur kembali, tujuannya adalah untuk memisahkan unsur-unsur pengotor yang mengurangi kemurnian dari produk daur ulang aluminium. Pada proses ini, proses pemisahan dilakukan secara fisik yaitu berdasarkan penampakan makro dari pengotornya. Adapun

beberapa teknologi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. Proses pemisahan dengan menggunakan magnet, teknologi ini digunakan untuk memisahkan aluminium dari pengotor yang bersifat *ferromagnetic* seperti besi dan baja yang tercampur, dalam aplikasi yang lebih luas, pemisahan dengan menggunakan magnet dapat dilakukan dengan menggunakan medan magnet yang berbeda, sehingga banyaknya pengotor yang terpisah menjadi lebih baik.
2. Proses pemisahan dengan menggunakan udara, prinsip ini menggunakan perbedaan berat terhadap volume dari masing-masing material, sebagai contoh baja dengan densitas sekitar 7 akan lebih berat dibandingkan dengan aluminium sehingga baja akan berada dibagian bawah dan aluminium berada di bagian atas,
3. Pemisahan dengan menggunakan *eddy current*, prinsip pemisahan ini dilakukan dengan memanfaatkan arus eddy yang diciptakan, setiap benda akan memberikan respon yang berbeda terhadap adanya arus eddy bergantung kepada konduktivitas listrik yang dimilikinya. Material yang memiliki nilai konduktivitas listrik yang berbeda akan terlempar dengan jarak yang berbeda sehingga aluminium dapat ditemukan pada jarak lemparan tertentu,
4. Dengan menggunakan *heavy media separator*, prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memisahkan suatu material berdasarkan perbedaan *specific gravity* masing-masing material. Medium yang digunakan bervariasi tergantung kebutuhan dari proses pemisahan,
5. *Color sorting* atau pemisahan manual berdasarkan kenampakan fisik, metode ini merupakan metode manual dengan cara memanfaatkan kemampuan indera manusia dalam membedakan benda satu yang lain berdasarkan spektrum warnanya. Biasanya metode ini dilakukan di daerah dengan penduduk yang cukup banyak sehingga ongkos pabriknya dapat diturunkan. Dengan menggunakan prinsip yang sama, dapat juga menggunakan metode *spectrographic* dengan alat yang lebih maju dan otomatisasi lebih baik.
6. *Hot crush* merupakan metode pemisahan yang biasanya digunakan pada *wrought* dan *cast aluminum alloy*, prinsipnya menggunakan titik leleh dari paduan yang rendah sehingga ketika pemanasan material tersebut terpisah kemudian *cast alloy* dihancurkan dengan menggunakan metode *crushing* atau *grinding*. *Cast alloy* akan terpisah saat dilakukan proses screening. Kelebihan dari metode ini adalah, cat dan pelapis yang ada pada aluminium yang akan didaur ulang akan ikut hilang bersamaan dengan proses pemanasan.

BAGIAN III Daur Ulang Sekrap Aluminium di Indonesia

Konsumsi aluminium indonesia pada tahun 2011 mencapai 889.260 ton [4]. Tingginya permintaan ini tidak diimbangi dengan kapasitas produksi dalam negeri.

Neraca aluminium dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi Dalam Negeri} + \text{Ekspor} = \text{Produksi} + \text{Impor}$$

Jumlah produksi aluminium di Indonesia saat ini masih sangat sedikit dibandingkan kebutuhannya. Hal ini menyebabkan nilai impor aluminium indonesia sangat tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah impor aluminium indonesia adalah dengan mendaur ulang *sekrap* aluminium. Daur ulang ini akan meningkatkan produksi aluminium dalam negeri sehingga jumlah impor bisa diturunkan. Produk aluminium hasil daur ulang ini diharapkan mampu mensubstitusi produk aluminium impor seperti aluminium *ingot, billet, slab, bar, rod*, profil aluminium, pipa, kawat, aluminium *plate/sheet* dan aluminium *foil*.

Sampai dengan saat ini penelitian dan pengembangan daur ulang *sekrap* aluminium di Indonesia masih sangat sedikit. Berdasarkan data yang diperoleh, sudah terdapat beberapa perusahaan yang bergerak di bidang ini namun jumlahnya masih sangat sedikit dan memiliki kapasitas yang kecil. Hal ini tentu sangat disayangkan melihat besarnya jumlah *sekrap* yang dapat diolah di Indonesia. Pada tahun 2011 jumlah ekspor *sekrap* aluminium mencapai 9954 ton karena keterbatasan kapasitas peleburan *sekrap* aluminium di Indonesia. Angka ini belum termasuk *sekrap* yang belum dikumpulkan ke pengumpul seperti aluminium foil untuk kemasan makanan. Masa pakai produk aluminium untuk kemasan makanan adalah sekitar satu tahun, maka seharusnya masih ada potensi *sekrap* aluminium sekitar 26.626 ton yang dapat didaur ulang. Oleh karena itu sudah seharusnya indonesia mendirikan industri peleburan *sekrap* aluminium termasuk industri pengumpulan *sekrap*.

BAGIAN IV Peluang daur ulang *sekrap* aluminium di Indonesia

Adapun peluang daur ulang *sekrap* aluminium di Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Daur ulang *sekrap* aluminium membutuhkan energi yang lebih rendah yaitu sebesar 2,8 kWh/kg aluminium sementara produksi aluminium primer dari bijih bauksit membutuhkan 45 kWh/kg aluminium [5]. Hal ini terjadi karena energi yang diberikan pada proses daur ulang hanya digunakan untuk pemisahan aluminium secara fisik, peleburan dan pemurnian. Berbeda dengan produksi aluminium primer dari bijih bauksit. Pada proses ini energi yang diberikan jauh lebih besar karena energi tersebut digunakan untuk penambangan, pelindian (proses Bayer) dan elektrolisis garam lebur (proses Hall-Heroult). Pada tahap penambangan, energi diperlukan untuk mengambil bijih bauksit dari kulit bumi, kominusi dan

transportasi. Pada tahap pelindian, energi diperlukan untuk memanaskan tangki pelindian. Pada tahap elektrolisis, energi diperlukan untuk mereduksi alumina menjadi aluminium. Pada tahap ini energi yang diperlukan sangat besar karena elektrolisis dilakukan dengan menggunakan lelehan garam kriolit. Sebagian energi yang diberikan digunakan untuk melebur kriolit.

2. Daur ulang *sekrap* aluminium dapat mengurangi penggunaan sumber daya alam seperti bauksit, batubara, gas alam dan minyak bumi. Daur ulang *sekrap* aluminium tidak membutuhkan bijih bauksit karena sumber aluminium yang digunakan adalah sumber sekunder yaitu *sekrap* aluminium. Oleh karena itu, proses ini dapat menghemat penggunaan bauksit. Daur ulang *sekrap* aluminium tidak memerlukan batubara sebagai elektroda sehingga proses ini dapat menghemat penggunaan batubara. Kebutuhan energi yang lebih rendah dapat menghemat penggunaan gas alam dan minyak bumi.

3. Mengurangi penggunaan lahan. Penambangan bijih bauksit memerlukan lahan yang cukup luas. Penambangan biasanya dilakukan dengan cara *open cast mining*. Pada sebagian besar kasus, *topsoil*, lapisan tanah di atas deposit bauksit, akan digali dan disimpan. Hal ini menyebabkan lahan tersebut tidak bisa digunakan selama kegiatan penambangan berlangsung. Daur ulang *sekrap* aluminium tidak memerlukan bijih bauksit sehingga bisa mengurangi jumlah penggunaan lahan yang biasanya dibutuhkan untuk keperluan penambangan.

4. Mengurangi polusi

Seperti sudah dijelaskan sebelumnya bahwa daur ulang *sekrap* aluminium menggunakan sumber daya alam yang lebih sedikit daripada produksi aluminium primer. Penggunaan sumber daya alam yang lebih sedikit memberikan polusi yang lebih sedikit pula. Oleh karena itu, polusi yang dihasilkan dari daur ulang *sekrap* aluminium akan lebih sedikit daripada polusi yang dihasilkan dari produksi aluminium primer. Sebagai contoh produksi 1 ton aluminium hasil daur ulang di Eropa dapat menghemat 1370 kilogram bauksit dan mengurangi polusi CO₂ dan SO₂ masing-masing sebesar 9800 dan 64 kilogram.

5. Ketersediaan *sekrap* yang cukup melimpah. *Sekrap* aluminium yang ada di Indonesia cukup melimpah. Namun sayangnya sebagian *sekrap* ini masih diekspor karena terbatasnya kapasitas peleburan *sekrap* di Indonesia. Hal ini tentu dapat membuka peluang untuk menciptakan industri peleburan *sekrap* yang baru supaya sumber *sekrap* yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal.

BAGIAN VI Tantangan daur ulang *sekrap* aluminium di Indonesia

Meskipun daur ulang *sekrap* aluminium ini berpeluang untuk diimplementasikan di Indonesia namun masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Tantangan tersebut adalah [6] :

1. Belum adanya kebijakan yang mendukung peleburan *sekrap* di Indonesia.

Meskipun di Indonesia sudah terdapat perusahaan yang bergerak di bidang pengumpulan dan peleburan *sekrap*. Namun, belum diketahui mengenai mekanisme pengumpulan *sekrap* yang dilakukan. Pengumpulan *sekrap* ini memegang peranan penting dalam industri daur ulang karena ia merupakan kunci terhadap suplai *sekrap* aluminium. Pengumpulan *sekrap* yang terintegrasi dapat diwujudkan dengan adanya kerjasama antara pemerintah sebagai penentu kebijakan, industri sebagai pengumpul dan masyarakat sebagai konsumen.

2. Teknologi penanganan *salt cake*.

Salt cake adalah salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari proses daur ulang *sekrap* aluminium. *Salt cake* mengandung senyawa oksida, klorida, sedikit N dan SO₃. Komposisi *salt cake* IDALSA, perusahaan aluminium di Spanyol, ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

	Salt cake from rotary furnace	Dust from gases depuration	Dust from the processing of external salt cakes
Al ₂ O ₃	29.60	33.50	70.90
NaCl	49.50	23.40	3.45
KCl	10.40	--	--
SiO ₂	2.75	7.00	9.95
Na ₂ O	2.35	3.78	--
MgO	1.90	6.10	4.65
CaO	1.43	6.95	3.36
Fe ₂ O ₃	1.37	2.50	5.63
N	0.40	2.60	0.10
SO ₃	< 0.10	3.25	0.23

Tabel 1. Komposisi limbah peleburan *sekrap* aluminium IDALSA

Sumber : Gil, A. dan Korili, S. A.

KESIMPULAN

Limbah aluminium sangat berbahaya bagi lingkungan. Namun dengan menggunakan teknologi yang tepat semua masalah limbah aluminium bisa diatasi, salah satu caranya adalah dengan metode pengecoran logam. Pengecoran aluminium untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan membuat perlakuan pada logam cair diantaranya adalah dengan: (1) cara degassing menggunakan alat *rotary degasser*; (2) cara perbaikan butir (*grain refinement of aluminum alloys*) melalui penambahan unsur Ti, dan (3) cara modifikasi (*modified*

aluminum alloys). proses daur ulang *sekrap* aluminium, dibutuhkan sekurang-kurangnya tiga tahap, yaitu (1) Proses separasi dan *pre-melting*, (2) Proses melting, dan (3) Proses penghilangan inklusi dan gas hidrogen. Daur ulang *sekrap* aluminium berpeluang untuk diimplementasikan di Indonesia karena daur ulang *sekrap* aluminium membutuhkan energi yang lebih rendah, mengurangi penggunaan sumber daya alam, penggunaan lahan dan polusi serta tersedianya jumlah *sekrap* aluminium yang cukup melimpah di Indonesia. Daur ulang *sekrap* aluminium dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan aluminium impor di Indonesia

REFERENSI

- [1] Kemenperin, “*Telaahan Kedalaman Struktur Industri Engineering Prioritas (Industri Baja dan Industri Logam Non Ferrous)*”, 2010. hal 2-7 - 2- 12
- [2] Gabrielle Gaustad, et al, “*Improving aluminum recycling : A survey of sorting and impurity removal technologies*”, Resources, Conservation and Recycling 58, 2011.
- [3] European Aluminium Association dan Organisation of European Aluminium Refiners and Remelters, “*Aluminium Recycling in Europe*”, 2007
- [4] Kementrian ESDM, “*Kajian Supply Demand Mineral*”, 2012. hal 98-112
- [5] W.T. Choate and J.A.S. Green, *Modeling the Impact of Secondary Recovery (Recycling) on the U.S. Aluminum Supply and Nominal Energy Requirements*, TMS, 2004
- [6] A. Gil dan S.A. Korili, “*Management of the Salt Cake Generated at Secondary Aluminium Melting Plants*”. Environmental Management, 2010.