

MENGOPTIMALKAN EFISIENSI TUNGKU PELEBURAN ALUMINIUM: TINJAUAN JENIS BAHAN BAKAR DAN TEKNOLOGI PEMBAKARAN

Wahyu Tri Utomo¹, Hadi Pranoto²

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Kampus Meruya, Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Kampus Meruya, Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

*Corresponding author: 55822120001@student.mercubuana.ac.id

Abstract

Aluminum smelting is the main focus of the metal industry because of the diversity of its applications in various sectors. This research aims to increase the efficiency of the aluminum smelting process in a combustion furnace by using different fuel types and effective combustion technology. Research methods include testing and evaluating multiple fuel types, including used oil, gas, and electrical energy, and modifying furnace designs to increase thermal efficiency. The research results show that using environmentally friendly fuel and appropriate combustion technology can improve the efficiency of the smelting process, reduce operational costs, and save energy. The conclusion of this research shows that efficiency is critical to increasing productivity, reducing operational costs, and maintaining environmental sustainability. Key challenges include optimal fuel selection, heat management, waste management, and combustion technology development. More efficient fuel selection strategies, technological innovations such as adding insulators to the furnace, and optimal airflow settings can increase the efficiency of aluminum smelting.

Keywords: *aluminum smelting, efficiency, fuel, combustion technology and metal industry.*

Abstrak

Peleburan aluminium menjadi fokus utama industri logam karena beragamnya penerapannya di berbagai sektor. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses peleburan aluminium pada tungku pembakaran dengan menggunakan jenis bahan bakar yang berbeda dan teknologi pembakaran yang efektif. Metode penelitian meliputi pengujian dan evaluasi berbagai jenis bahan bakar, termasuk minyak bekas, gas, dan energi listrik, serta memodifikasi desain tungku untuk meningkatkan efisiensi termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar ramah lingkungan dan teknologi pembakaran yang tepat dapat meningkatkan efisiensi proses peleburan, menurunkan biaya operasional, dan menghemat energi. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, dan menjaga kelestarian lingkungan. Tantangan utamanya meliputi pemilihan bahan bakar yang optimal, pengelolaan panas, pengelolaan limbah, dan pengembangan teknologi pembakaran. Strategi pemilihan bahan bakar yang lebih efisien, inovasi teknologi seperti penambahan isolator pada tungku, dan pengaturan aliran udara yang optimal dapat meningkatkan efisiensi peleburan aluminium.

Kata kunci: *peleburan aluminium, efisiensi, bahan bakar, teknologi pembakaran dan industri logam.*

1. Pendahuluan

Peleburan aluminium memegang peran sentral dalam industri logam modern karena keberagaman aplikasinya dalam berbagai sektor. Aluminium maupun logam paduannya merupakan salah satu jenis logam nonferrous yang umum digunakan untuk berbagai keperluan, baik bagian teknis maupun non teknis. Aluminium

memiliki beberapa keunggulan dibandingkan logam baja, seperti lebih ringan, baik menghantarkan panas maupun Listrik dan tahan korosi, serta mudah diproduksi dalam berbagai bentuk [1]. Proses peleburan aluminium memanaskan logam hingga titik lelehnya, menciptakan bahan yang penting untuk pembuatan berbagai produk, mulai dari suku cadang mobil, arsitektur, hingga elektronik.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v13i1.3095>

Received December 19, 2023; Received in revised form June 25, 2024; Accepted June 26, 2024

Available online June 30, 2024



Faktanya, aluminium banyak digunakan tidak hanya untuk keperluan industri tetapi juga untuk keperluan rumah tangga seperti aplikasi pengemasan makanan dan minuman yang mengandung aluminium sedang meningkat [2]. Namun, efisiensi dalam proses peleburan aluminium menjadi fokus utama dalam industri ini. Optimasi efisiensi dalam peleburan aluminium menjadi penting karena berbagai alasan. Pertama-tama, meningkatnya tuntutan akan kualitas tinggi dan konsistensi produk memerlukan proses produksi yang efisien, salah satunya dengan efisiensi peleburan yang dapat ditingkatkan dengan penggunaan jenis burner dan letak yang tepat [3]. Kedua, upaya untuk mengurangi biaya operasional dan mengoptimalkan penggunaan energi dalam proses produksi menjadi perhatian serius bagi industri logam. Selain itu, aspek keberlanjutan dan pengelolaan lingkungan menjadi semakin penting, di mana proses industri yang lebih efisien akan berkontribusi pada pengurangan emisi dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Dalam proses peleburan aluminium, berbagai jenis bahan bakar dapat digunakan di dalam tungku peleburan untuk mencapai suhu tinggi yang diperlukan untuk melelehkan aluminium. Baik Bahan bakar Padat, Cair, Gas maupun Listrik. Dalam konteks tinjauan terkait dengan jenis bahan bakar dan teknologi pembakaran dalam proses peleburan aluminium menjadi hal yang krusial. Pemahaman mendalam mengenai bahan bakar yang efektif dan teknologi pembakaran yang tepat akan memberikan kontribusi besar dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi proses produksi logam ini, guna mendukung pertumbuhan industri besar maupun kecil yang berkelanjutan, kompetitif, dan ramah lingkungan.

Sehingga dari pembahasan diatas sangat diperlukan peninjauan tentang cara dalam meningkatkan efisiensi tungku peleburan aluminium dari jenis bahan bakar dan teknologi pembakaran. Penelitian ini dilakukan untuk memmberikan informasi dalam meningkatkan efisiensi proses

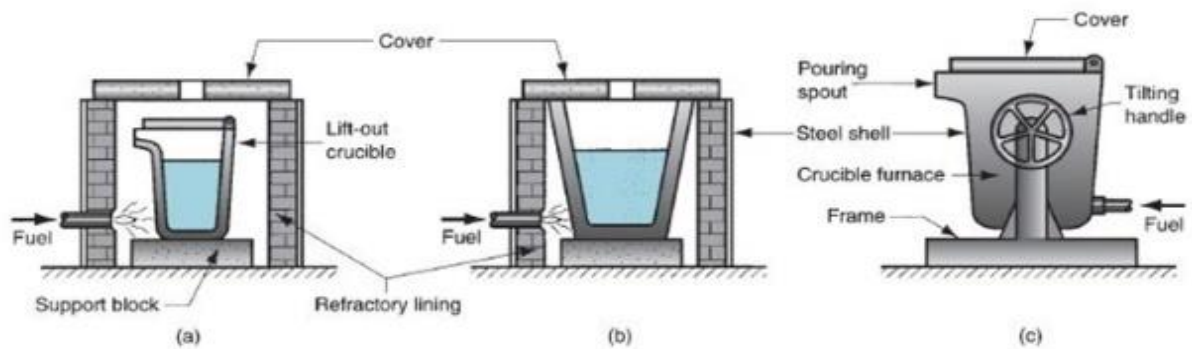
peleburan aluminium dengan menggunakan berbagai jenis bahan bakar dan teknologi pembakaran yang efektif. Metode penelitian melibatkan pengujian dan evaluasi berbagai jenis bahan bakar, termasuk oli bekas, gas, dan energi listrik, serta modifikasi desain tungku untuk meningkatkan efisiensi termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar ramah lingkungan dan teknologi pembakaran yang tepat dapat meningkatkan efisiensi proses peleburan, mengurangi biaya operasional, dan menghemat energi. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Strategi pemilihan bahan bakar yang lebih efisien, inovasi teknologi seperti penambahan isolator pada tungku, dan pengaturan aliran udara yang optimal dapat meningkatkan efisiensi peleburan aluminium.

2. Proses Peleburan Aluminium

Proses peleburan aluminium adalah tahap krusial dalam produksi logam yang melibatkan pemanasan aluminium hingga titik lelehnya di dalam tungku peleburan. Setelah mencapai suhu yang diperlukan, logam cair ini dapat dicetak menjadi berbagai produk, mulai dari komponen otomotif hingga peralatan elektronik.

Relevansi efisiensi dalam proses ini sangat penting karena beberapa alasan. Pertama, efisiensi yang ditingkatkan dalam peleburan aluminium berkontribusi pada peningkatan produktivitas dengan mempercepat siklus peleburan dan mengurangi konsumsi energi. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi peleburan logam dipengaruhi beberapa factor seperti koefisien perpindahan panas saat proses peleburan [3]. Kedua, hal ini juga berdampak langsung pada kualitas produk yang dihasilkan, dengan mengurangi kemungkinan kerusakan atau cacat dalam proses peleburan.

Dari perspektif biaya operasional, efisiensi dalam peleburan aluminium juga berdampak langsung pada penghematan



Gambar 1. Jenis Tungku Krusibel

biaya produksi dan operasional. Terlebih lagi, dalam konteks keberlanjutan, efisiensi dalam penggunaan energi dan bahan bakar dalam proses peleburan membantu mengurangi dampak lingkungan serta memberikan kontribusi pada praktik industri yang lebih ramah lingkungan secara keseluruhan.

Tingkat efisiensi saat ini dalam proses peleburan aluminium telah mencapai titik yang signifikan, tetapi masih dihadapkan pada sejumlah tantangan untuk optimalisasi lebih lanjut. Industri peleburan aluminium telah mencapai tingkat efisiensi tinggi melalui penggunaan teknologi canggih seperti tungku peleburan yang lebih efisien, kontrol suhu yang lebih akurat, dan pemurnian logam yang lebih baik. Ini telah meningkatkan produktivitas, memperpendek siklus peleburan, dan mengurangi pemborosan energi.

Meskipun begitu, masih ada tantangan yang harus diatasi. Salah satunya adalah pemilihan bahan bakar yang optimal untuk peleburan aluminium. Menemukan kombinasi bahan bakar yang efisien dan ramah lingkungan menjadi fokus.

Tantangan lainnya termasuk manajemen panas dan isolasi termal pada tungku peleburan. Meskipun upaya telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi termal, ada ruang untuk inovasi guna meminimalkan kehilangan energi dan menyelaraskan suhu secara lebih efisien.

Efisiensi juga terkait dengan pengelolaan limbah dan emisi selama proses peleburan. Pengelolaan yang lebih baik dari limbah dan emisi menjadi prioritas untuk

meningkatkan efisiensi sambil mempertimbangkan dampak lingkungan. Permasalahan limbah ini diperburuk dengan semakin banyaknya penggunaan kemasan aluminium pada makanan dan minuman saat ini [2].

Dengan mengatasi tantangan ini, industri peleburan aluminium memiliki potensi untuk terus meningkatkan efisiensi, mengurangi dampak lingkungan, dan mempertahankan daya saing jangka panjang.

Jenis Bahan Bakar untuk Tungku Peleburan Aluminium

Dalam proses peleburan aluminium, berbagai jenis bahan bakar dapat digunakan di dalam tungku peleburan untuk mencapai suhu tinggi yang diperlukan untuk melelehkan aluminium. Beberapa jenis bahan bakar yang umum digunakan yaitu Gas Alam (gas metana atau propana), Batu Bara, Energi Listrik, Oli Bekas/Minyak Bekas (Limbah), LPG (Liquefied Petroleum Gas), Tempurung Kelapa (BioMassa), Kayu Bakar, Arang dan masih banyak lagi. Efisiensi pembakaran bahan bakar sangat dipengaruhi oleh kombinasi bahan bakar dan oksigen [4].

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam proses peleburan aluminium dan setiap bahan bakar mempunyai kemampuan masing-masing dalam melebur aluminium, meski juga dipengaruhi teknologi yang digunakan. Bahan bakar oli bekas $\frac{1}{2}$ liter dapat meleburkan aluminium seberat 1 kg dalam waktu 50 menit 32 detik. [5]. Tungku krusibel gas LPG digunakan untuk

pengujian menggunakan tiga cawan lebur berdiameter variabel (138 mm, 112 mm, dan 88 mm) selama 30 menit. Hasil pengujian selama 30 menit yang paling efisien terdapat pada variabel ketiga: volume $4678,6 \text{ cm}^3 = 0,15 \text{ kg LPG}$ [2]. Hasil pengujian mendapatkan waktu untuk melebur 1 kg aluminium adalah 25 menit pada suhu 701°C dan konsumsi bahan bakar 1,48 liter menggunakan tungku peleburan kapasitas 10 kg untuk logam aluminium mempunyai dimensi luar tinggi 40 cm dan diameter luar tungku 36 cm, sedangkan dimensi dalam dengan tinggi 35 cm dan diameter 30 cm [6]. 2 kg aluminium dapat dilebur dalam waktu 20 menit dengan oli bekas menghabiskan biaya sebesar Rp. 4.100. Biaya jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan proses yang sama menggunakan listrik [7]. Tungku peleburan yang menggunakan arang sebagai bahan bakar peleburan logam sedikit lebih lambat dibandingkan tungku yang menggunakan gas sebagai bahan bakarnya. Panas yang dihasilkan juga lebih stabil jika menggunakan bahan bakar arang karena suhunya tetap terjaga meski kipas dimatikan [8]. Dapat dilihat bahwa hasil penelitian diatas peleburan aluminium dapat dilakukan dengan berbagai jenis bahan bakar meskipun hasil peleburannya bervariasi.

Keunggulan dan keterbatasan dari masing-masing bahan bakar ini mempengaruhi efisiensi proses peleburan aluminium. Pemilihan bahan bakar yang tepat akan bergantung pada faktor-faktor seperti ketersediaan lokal, biaya, keberlanjutan, serta dampak terhadap proses produksi dan lingkungan. Bahan bakar padat diyakini dapat membentuk partikel dan mencemari aluminium cair di dalam tungku. Oleh karena itu, pada saat peleburan aluminium cair tidak disarankan menggunakan bahan bakar yang mengandung unsur belerang [8]. Selain itu mengeringkan kayu secara menyeluruh akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi waktu penyalaan. Oleh karena itu, proses pembakaran tungku bahan bakar kayu mempunyai persyaratan yang lebih kompleks dibandingkan pembakaran

menggunakan bahan bakar cair. [4]. Penting untuk mempertimbangkan aspek keunggulan dan keterbatasan ini dalam konteks efisiensi secara keseluruhan untuk mendukung optimalisasi proses peleburan aluminium.

3. Hasil dan Pembahasan

Penerapan teknologi yang tepat membantu meningkatkan efisiensi tungku peleburan aluminium dengan mengoptimalkan pembakaran, pengaturan suhu, dan penggunaan energi, yang pada gilirannya mendukung produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Tungku peleburan yang digunakan untuk melebur logam harus dipilih sesuai bahan baku yang dicairkan. Paduan aluminium, paduan tembaga, paduan timbal, dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dalam tungku peleburan krusibel. Berdasarkan metode peleburan logam, tungku krusibel diklasifikasikan menjadi tiga jenis tungku jenis angkat (a), tungku jenis tidak bergerak (b) dan tungku jenis miring (c) seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Beberapa elemen kunci dari teknologi pembakaran dalam tungku peleburan selain bahan bakar, Burner atau Alat Pemanas, Sistem Pemanas, Kontrol Suhu dan Udara. Burner merupakan suatu alat yang dapat mengatur pembakaran dengan cara mencampurkan udara dan bahan bakar, sehingga menghasilkan pembakaran yang baik dan meningkatkan efisiensi pembakaran [9]. Seperti oli bekas mempunyai kemampuan terbakar rendah karena memiliki tingkat kekentalan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perancangan suatu pembakar yang dapat menyemprotkan oli bekas dan mudah terbakar yaitu metode pengkabutan (atomizing) yang menggunakan kompresor. Metode tersebut dapat meleburkan 1 kg aluminium dalam waktu 50 menit 32 detik dengan 1/2 liter oli bekas [5]. Scrap aluminium dicairkan pada suhu 1023°K menggunakan Tungku briket Batubara dengan efisiensi 23,38%, selama waktu 1 jam 46 menit dengan cawan mampu melebur 50 kg scrap aluminium membutuhkan 6,47

kg briket batubara [10]. Tungku peleburan untuk bahan baku aluminium scrap dengan bahan bakar briket tempurung kelapa, serta memiliki diameter dalam 350 mm, diameter luar 400 mm, serta tinggi 260 mm. Sistem aliran udara paksa adalah metode yang digunakan untuk peleburan aluminium. Efisiensi pada penelitian ini dipengaruhi oleh sirkulasi udara dari *hairdryer* sebesar 10,61% [11]. Sebuah teknologi alat pembakar tipe gun dirancang untuk menghasilkan nilai kalor (q) 1311,35 kJ dengan rasio udara dengan bahan bakar sebesar 1:10,17 [9]. Untuk tungku yang menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar, perubahan jumlah lubang uap dan aliran udara mempengaruhi kinerja penyalaan api, suhu, dan kualitas pembakaran. Hal ini mempengaruhi suhu pembakaran dan efisiensi tungku. Efisiensi tungku pembakaran oli bekas masih sangat rendah, dikarenakan panas hasil pembakaran oli digunakan pada komponen tungku itu sendiri untuk memanaskan air menjadi uap [12]. Dapur peleburan yang terbuat dari silinder bekas dengan menggunakan serat keramik sebagai dinding ruang bakar dan limbah oli bekas merupakan sumber energi dapat meleburkan aluminium 1 kg dalam waktu 36 menit yang menghasilkan 0,669 kg aluminium bersih. Aluminium meleleh sempurna pada suhu 658 °C, dengan efisiensi termal 85,59% [13].

Melalui penerapan teknologi yang tepat, efisiensi dalam proses peleburan aluminium dapat ditingkatkan secara substansial. Pengurangan konsumsi energi, pengelolaan suhu yang lebih baik, kontrol emisi yang lebih baik, serta peningkatan kualitas produk adalah dampak positif yang diperoleh dari penggunaan teknologi pembakaran yang tepat dalam proses peleburan aluminium. Pada sebuah penelitian, suhu dinding pembakaran dapat dinaikkan dari 250°C (tanpa isolasi) menjadi 320°C (dengan isolasi abu kayu), berkat penggunaan isolasi meningkatkan efisiensi pembakaran. Tungku besar (isolasi abu kayu) mencapai efisiensi 20%. Tungku

kecil (isolasi glass wool) mencapai efisiensi lebih tinggi yaitu 22%. Efisiensi bahan bakar kompor besar dengan insulasi abu kayu kira-kira 95 g/L, sedangkan jika diisolasi dengan glass wool dapat mencapai 81 ng/Liter [14]. Selain memperhatikan efisiensi, dampak proses pembakaran juga perlu diperhatikan. Dalam proses pembakaran, nilai kalor dan kadar air merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan karena mempengaruhi besarnya masukan energi dan kehilangan energi. Sulfur dikaitkan dengan permasalahan lingkungan karena mengeluarkan gas buang berupa senyawa SO₂ yang dapat menyebabkan hujan asam. Kadar abu yang tinggi menghambat dan mengganggu rambatan energi alami dalam sistem tungku [10].

Strategi untuk Meningkatkan Efisiensi Tungku Peleburan Aluminium

Optimasi penggunaan bahan bakar dalam tungku peleburan aluminium melibatkan sejumlah strategi dan metode untuk meningkatkan efisiensi energi. Beberapa strategi yang dapat diterapkan seperti pemilihan bahan bakar yang tepat, optimasi sistem pembakaran, pemanfaatan teknologi pemanasan induksi, penggunaan peralatan pendukung, peningkatan SDM. Efisiensi 100% tercapai jika seluruh energi yang disuplai ke tungku mampu melelehkan sisa aluminium sepenuhnya. Hal ini tidak mungkin tercapai, karena sistem pembakaran harus mengatasi banyak kerugian yang ada [10]. Efisiensi peleburan logam dipengaruhi oleh Beberapa faktor antara lain koefisien perpindahan panas, atau jumlah energi panas yang dibutuhkan selama proses peleburan. [3]. Berdasarkan hasil peleburan 10 kg aluminium membutuhkan waktu 1,39 jam dengan laju aliran bahan bakar gas sebesar 2,3 m/s dan laju aliran udara sebesar 7,3 m/s, ternyata berpengaruh terhadap waktu melelehkan aluminium. Aliran udara dan bahan bakar yang lebih tinggi berarti lebih banyak bahan bakar yang terbuang dan lebih banyak panas yang terbuang. Berdasarkan hasil

perhitungan, waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan aluminium padat menjadi cair bisa mencapai 1,30 jam [15]. Jenis burner tekanan tinggi (high pressure) yang terbuat dari material besi cor/besi tuang/babet memakai sistem pengapian secara manual/sulut korek dan letak burner di samping membuat burner bekerja optimal dalam meningkatkan efisiensi peleburan [3].

Selain Strategi dan metode untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dalam tungku peleburan aluminium. Diperlukan inovasi hasil penelitian sebelumnya dalam teknologi terkini, seperti Penambahan Isolator pada tungku, akan meningkatkan efisiensi pembakaran karena meningkatnya suhu dinding pembakaran. [14]. Sebuah penelitian membuktikan bahwa tungku dan pembakar untuk peleburan aluminium (kapasitas 10 kg) dilengkapi isolator terbuat dari semen tahan api (TNC 16), efisiensi isolator Glass Wool lebih dari 200%. Waktu aluminium padat 0,5kg, 1kg, dan 1,5kg untuk meleleh $\pm 29-34$ menit. Perancangan menggunakan ANSYS 12.1 untuk mensimulasikan kondisi operasi. Waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu 660°C adalah ± 24 menit. Temperatur pengecoran untuk pengujian ini mencapai 887°C . Q loss sebesar 19,48197kW dan panas yang dihasilkan sebesar 128854,91kJ [16]. Dan masih banyak lagi teknologi yang perlu dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi proses peleburan aluminium.

Tantangan dan Peluang di Masa Depan

Tantangan utama dalam mengoptimalkan efisiensi proses peleburan aluminium meliputi pemilihan bahan bakar yang ramah lingkungan dan efisien, manajemen yang tepat terhadap distribusi panas untuk mencapai suhu seragam, pengurangan limbah dan emisi, serta peningkatan teknologi dan inovasi dalam sistem pembakaran. Selain itu, biaya dan ketersediaan bahan bakar juga menjadi faktor yang mempengaruhi, sementara pengetahuan tenaga kerja yang memadai dan keterampilan dalam menerapkan teknologi yang canggih menjadi kunci

dalam mencapai efisiensi optimal dalam operasi tungku peleburan aluminium. Seperti yang pernah diutarakan peneliti yaitu jika ditinjau dari segi pembuatan, pengoperasian dan efisiensi panasnya, tungku bahan bakar minyak lebih baik dari tungku berbahan briket dan arang kayu. Karena tungku minyak tidak mengeluarkan abu sisa hasil pembakara, akan tetapi sisa dari pembakaran mengeluarkan polusi yang cukup tinggi. Namun oli bekas, solar bekas, minyak goreng bekas dan minyak tanah sangat sulit didapat dan harga masih relative tinggi [2]. Tungku berbahan arang kayu dan briket sangat murah dan mudah dibuat, tetapi menimbulkan abu sisa pembakaran yang beterbangan tertiuap blower yang kemudian dapat mengotori logam cair dan mengganggu pernafasan. Selain masalah tersebut, tungku peleburan memiliki kelemahan dalam menghidupkan burner, karena diperlukan bahan bakar lain untuk menghidupkannya, sedangkan tingginya tingkat kekentalan oli menyebabkan tidak mudah terbakar jika burner belum panas. Untuk itu harus sering memeriksa saluran oli dari sumbatan, pengaruh pengotor dari bahan bakar limbah oli bekas, menimbulkan polusi udara karena menghasilkan emisi hitam pekat [5].

Peluang riset atau inovasi di masa depan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses peleburan aluminium melibatkan beberapa bidang fokus. Salah satunya adalah pengembangan teknologi bahan bakar yang ramah lingkungan dan efisien untuk mengatasi tantangan polusi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar seperti oli bekas. Keunggulan tungku peleburan logam bahan bakar oli bekas adalah ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah oli bekas, sehingga sangat baik digunakan dalam meningkatkan perekonomian industri masyarakat kecil dalam mendaur ulang limbah logam aluminium bekas seperti pengumpul barang rongsokan dan industri peleburan rumahan [5]. Modifikasi tungku pengecoran dengan memasang katup pengatur udara pada pipa blower. Perbaikan ini diharapkan dapat

meningkatkan efisiensi termal oven. Terkait pengaturan aliran udara, untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan pengujian lebih lanjut. Selama pengujian, proses kondensasi yang terjadi di dalam tabung gas menyebabkan penurunan tekanan di dalam tabung gas. Hal ini menyebabkan tekanan di dalam tabung gas turun seiring waktu. Solusi untuk menghindari hal tersebut adalah dengan merendam botol gas ke dalam air agar tidak mengalami proses kondensasi dan tekanan di dalam botol gas stabil [8]. Penelitian lebih lanjut pada pemurnian bahan bakar limbah dan pengembangan sistem pembakaran yang mampu mengurangi emisi berpotensi untuk menghasilkan solusi yang lebih bersih. Selain itu, peningkatan dalam teknologi pembakaran induksi atau penggunaan energi terbarukan dalam proses peleburan, seperti energi surya atau penggunaan baterai, juga dapat menjadi area riset yang menjanjikan. Integrasi sensor pintar dan penggunaan kecerdasan buatan dalam pengaturan tungku peleburan untuk memonitor dan mengontrol suhu dengan lebih akurat juga dapat menjadi titik fokus untuk penelitian yang lebih lanjut dalam upaya mencapai efisiensi yang lebih tinggi dalam proses peleburan aluminium.

4. Kesimpulan

Tinjauan jurnal tentang proses peleburan aluminium menunjukkan bahwa efisiensi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Tantangan utama termasuk pemilihan bahan bakar optimal, manajemen panas, pengelolaan limbah, dan pengembangan teknologi pembakaran. Contohnya seperti Efisiensi pembakaran yang sangat dipengaruhi proses pencampuran antara bahan bakar dengan oksigen, sistem laju aliran udara dan banyak lubang uap air mempengaruhi kinerja tungku dengan bahan bakar oli bekas yang mempengaruhi penyalaan api, temperature suhu dan kualitas pembakaran yang kemudian akan mempengaruhi temperatur pembakaran dan efisiensi kompor, Letak

dan jenis burner juga dapat mempengaruhi efisiensi peleburan aluminium maupun penambahan Isolator pada tungku akan meningkatkan efisiensi pembakaran karena meningkatnya suhu dinding pembakaran.

Saran untuk meningkatkan efisiensi melibatkan strategi pemilihan bahan bakar yang lebih efisien, inovasi teknologi seperti penambahan isolator pada tungku, dan pengaturan aliran udara yang optimal. Dengan mengatasi tantangan ini dan menerapkan strategi yang disarankan, industri peleburan aluminium dapat memperbaiki efisiensi, mengurangi dampak lingkungan, dan mempertahankan daya saing jangka panjang, juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat yang terlibat dalam daur ulang limbah logam aluminium.

Referensi

- [1] Z. Abadi, "Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Kapasitas 2 Kg Berbahan Bakar Padat," no. June 2015, pp. 4–13, 2019.
- [2] M. Shaleh and M. Hidayah Tulloh, "Volume Ruang Bakar Pada Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Skala Laboratorium Bahan Bakar LPG," no. May 2020, pp. 37–49, 2016.
- [3] D. L. Zariatina and dkk, "Studi Eksperimental Efisiensi Peleburan Aluminium pada Tungku Crucible Furnaces," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 2, p. 209, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i2.2019.209-218.
- [4] B. Yuniyanto and Dkk, "Pengembangan Disain Tungku Bahan Bakar Kayu Rendah Polusi Dengan Menggunakan Dinding Beton Semen," *Rotasi*, vol. 16, no. 1, p. 28, 2014, doi: 10.14710/rotasi.16.1.28-33.
- [5] Akhyar, "Perancangan dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam dengan Pemanfaatan Oli Bekas sebagai Bahan Bakar," no. November 2014, pp. 10–16, 2015.

- [6] B. Istana and J. Lukman, "Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas," *Jurnal Surya Teknik*, vol. 2, no. 04, pp. 10–14, 2016. doi: 10.37859/jst.v2i04.42.
- [7] A. Pradana, "Rancang Bangun Tungku Pelebur Logam Aluminium Bahan Bakar Oli Bekas (Portable)," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, p. 64, 2021, doi: 10.33772/djtm.v13i1.19178.
- [8] T. Wahyudi, "Analisis Tungku Pelebur Aluminium Menggunakan Bahan Bakar Arang Dan Gas," *J. Austenit*, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [9] M. Faisal and dkk, "Rancang Bangun Burner Peleburan Logam Tipe Gun Berbahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG)," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, pp. 87–91, 2023, doi: 10.35814/teknobiz.v13i2.5286.
- [10] Nukman and dkk, "Peleburan Skrap Aluminium pada Tungku Krusibel berbahan Bakar Batubara Hasil Proses Aglomerasi Air-Minyak Sawit," *Mechanical*, vol. 6, pp. 6–14, 2015, doi: 10.23960/mech.v6.i1.201502.
- [11] A. Wiyono, "Studi Eksperimen Efisiensi Tungku Peleburan Aluminium Dengan Briket Tempurung Kelapa Melalui Force Convection." 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/331950793>
- [12] Mafruddin and dkk, "Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 308–316, 2022, doi: 10.24127/trb.v11i2.2336.
- [13] Y. Syahputra and dkk, "Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Oli Bekas," vol. 1, pp. 40–44, 2023.
- [14] D. Bambang Yuniyanto, "Peningkatan Efisiensi Pembakaran Tungku Tradisional Dengan Modifikasi Disain," *Semin. Nas. Tek. Mesin X Jur. Mesin Fak. Tek. UB*, pp. 1316–1323, 2011, [Online]. Available: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/628f33325c319578b72193e4b54560d5.pdf
- [15] E. Nugroho and Y. Utomo, "Perancangan Dan Pembuatan Dapur Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Gas (Lpg)," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 198–208, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i2.623.
- [16] B. Istana and dkk, "Optimasi Tungku Peleburan Logam Aluminium Kapasitas 10 Kg Berbahan Bakar Oli Bekas Skala Laboratorium," *Phot. J. Sain dan Kesehat.*, vol. 8, no. 01, pp. 167–173, 2017, doi: 10.37859/jp.v8i01.552.