DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

Penyuluhan Peran Strategis Artifak Tungku Cor Logam Pada Museum Lambung Mangkurat Bagi Generasi Muda

Tanto Budi Susilo[1], Rahmat Yunus[1], Edi Mikrianto[1], Oni Soesanto[2], Arief Rahmad Maulana Akbar[3], Imam Hindarto[4], Aisyah Nur Az Zahra[5], dan Agung Prijo Budijono[6]
[1]Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), ULM, Banjarbaru.
[2]Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), ULM, Banjarbaru.
[3]Fakultas Pertanian, ULM, Banjarbaru, [4]Badan Riset Inovasi Nasional, Jakarta.
[5]Perencanaan Wilayah Kota, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya
[6]Teknik mesin, Fakultas Teknik, Univesitas Negeri Surabaya
[1]Penulis korespondensi: tbsusilo@ulm.ac.id

Received: 10 Juli 2025 / Accepted: 22 Agustus 2025

Abstract

The metal industry is closely related to metal casting furnaces. This technology is strategic in the history of human civilization. Casting is the melting and shaping of metals into various shapes for industrial, military, and domestic needs. This article examines the development of industrial technology based on metal casting furnace knowledge from prehistory to the modern era. In prehistoric times, the people of Mesopotamia, Egypt and China used simple charcoal-fired furnaces to melt metals such as copper and bronze. Here, Indonesia has foundry furnace technology at several Kalimantan sites (1-200 M). Innovation continued with the invention of high furnaces in China in the 5th century BC and kupola furnaces in Europe in the 18th century, which enabled large-scale melting of iron and steel. Further developments occurred with the advent of electric arc furnaces and induction furnaces in the 19th and 20th centuries, which improved melting efficiency and temperature control. Modern furnaces are now designed with advanced technologies, such as sensor-based automatic control, use of renewable energy, and better waste management to support a more efficient and environmentally friendly industry. This community creativity program (PKM) highlights the evolution of metal casting furnace technology and the importance of innovation in supporting the future development of the manufacturing industry and environmental sustainability. Referring to the foundry industry review that has been conducted, 15 respondents indicated the following; very understand (16,68%), understand (58,35%), less understand (15%) and do not understand (10%). This PKM foundation can be utilized as a learning media for the history of the foundry industry at Borneo.
Keywords: *foundry industry; cast furnace; metal*

Abstrak

Industri logam berkaitan erat dengan tungku peleburan/pengecoran logam. Teknologi ini adalah strategis dalam sejarah peradaban manusia. Pengecoran adalah pencairan dan pembentukan logam menjadi berbagai bentuk untuk kebutuhan industri, militer, dan domestik. Artikel ini mengkaji perkembangan teknologi industri berbasis penetahuan tungku pengecoran logam dari masa prasejarah hingga era modern. Pada masa prasejarah, masyarakat Mesopotamia, Mesir, dan Cina menggunakan tungku sederhana berbahan bakar arang untuk mencairkan logam seperti tembaga dan perunggu. Di sini, Indonesia memiliki teknologi tungku pengecoran di beberapa situs Kalimantan (1-200 M). Inovasi berlanjut dengan ditemukannya tungku tinggi di Tiongkok pada abad ke-5 SM dan tungku kupola di Eropa pada abad ke-18, yang memungkinkan pencairan besi dan baja dalam skala besar. Perkembangan lebih lanjut terjadi dengan munculnya tungku busur listrik dan tungku induksi pada abad ke-19 dan ke-20, yang meningkatkan efisiensi pencairan dan pengendalian suhu. Tungku modern kini dirancang dengan teknologi canggih, seperti kontrol otomatis berbasis sensor, penggunaan energi terbarukan, dan pengelolaan limbah yang lebih baik untuk mendukung industri yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Program kreatifitas masyarakai (PKM) ini menyoroti evolusi teknologi tungku pengecoran logam dan pentingnya inovasi dalam mendukung perkembangan industri manufaktur dan keberlanjutan lingkungan di masa depan. Merujuk pada ulasan industri pengecoran yang telah dilakukan, 15 responden menunjukan sebagai berikut ini;sangat mengerti (16,68%), mengerti (58,35%), kurang mengerti (15%) dan tidak mengerti (10%). Alas dasar PKM ini dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran sejarah industri pengecoran di Kalimantan.
Kata kunci*: industri pengecoran; tungku cor; logam*

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

1. PENDAHULUAN

Tungku (tanur) adalah alat utama pabrik baja/besi cor. Pabrik baja adalah tulang punggung industri berat. Jadi tungku adalah pabriknya pabrik industri berat, demikian kata Soekarno, dalam hari kemerdekaan tahun 1960an. Di sisi lain, di Kotabaru Klimantan, ditemukan artifak tungku peleburan besi (1-200 M) (Hartatik, *et. al*., 2018; 2023). Di sini juga, di Kalimantan, ada pribahasa "Baja dari ujung ke ujung" (*waja sampai ka puting*) yang dipakai sebagai jargon dan patron bagi Universitas Lambung Mangkurat (ULM). Keduanya, merupakan bukti budaya yang bisa diraba (*tangible cultures*) dan budaya yang tidak bisa diraba (*intangible cultures*). Ulasan ringkas tungku cor sebagai berikut ini; Tungku pengecoran logam adalah salah satu penemuan penting, strategis dan fundamental dalam sejarah teknologi dan peradaban manusia. Teknologi ini memungkinkan manusia untuk mencairkan logam dan mencetaknya menjadi berbagai bentuk, alat, dan senjata. Peralatan ini sangat dibutuhkan untuk kehidupan sehari-hari, seperti perdagangan, dan peperangan. Asal usul tungku pengecoran logam dapat ditelusuri kembali hingga ribuan tahun yang lalu (Anderson, and Brown, 2019; ASM International, 2017; Ferreira, and Silva, 2024). Hartati dan Sofyan (2018) mengulas indikasi keberlanjutan pemakaian tungku cor di kawasan industri rumah tangga, Danau Panggang, Negara, Kalimantan Selatan.

Pada saat masyarakat kuno mulai menemukan cara untuk memanfaatkan api. Pengecoran logam dimulai dengan pemanasan dan pencairan logam, seperti tembaga dan perunggu. Seiring waktu, perkembangan teknologi tungku pengecoran, mulai mengalami banyak inovasi dan peningkatan efisiensi. Sampai tahapan terbentuknya tungku modern dan digunakan di industri pengecoran logam sampai saat ini (Johnson, and Thompson, 2015; Kumar, and Mehta, 2021; Lee, and Park, 2020; Müller, and Schneider, 2017; Nakamura, and Saito, 2023; Patel, and Singh, 2018; Rodriguez, and Lopez, 2022; and Zhang, and Li, 2016). Pengetahuan asal usul teknologi pengecoran dapat digunakan untuk membangun pabrik industri pengecoran mandiri dengan pembiayaan sesuai tingkatan ekonomi keuangan sendiri. Di kawasan Negara, industri cor logam dalam sekala rumah tangga telah tumbuh dan berkembang era kolonial sampai sekarang, artinya model tungku cor tradisional masih efisien, efektif dan cocok. Produksi logam seperti alat potong, mandau, baut, mur, pasak besi dan sebagainya. Dengan industri rumah tangga ini, roda ekonomi dapat berjalan dan bertahan lama.

Eksplorasi pengetahuan semacam ini adalah tujuan utama PKM ini, yaitu ulasan strategi kemandirian industri pengecoran logam, sebagai pabriknya pabrik industri berat. Oleh karena itu, PKM kali ini membahas asal usul industri cor Kalimantan dan posisinya pada sejarah pengecoran logam dunia.

1.1 Mitra

Museum Borneo atau Museum Lambung Mangkurat, didirikan oleh Pemerintah kolonial Belanda, kisaran tahun 1907. Mitra Program Kegiatan Masyarakat (PKM) adalah museum ini. Museum Lambung mangkurat adalah institusi penting untuk pelestarian sejarah dan budaya di Kalimantan bagian Selatan. Nama "Lambung Mangkurat" diambil dari nama seorang tokoh etnis Keling, dalam mitologi suku Banjar. Museum ini mengkoleksi warisan budaya, sejarah, etnografi, arkeologi, dan flora-fauna khas Kalimantan Selatan. Beberapa artefak penting termasuk temuan-temuan dari situs-situs arkeologi di sekitar

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

Kalimantan Selatan, seperti tungku cor, jukung, kuno, dan artefak dari masa Hindu-Buddha. Pengunjung dapat melihat berbagai spesimen fosil gajah, jukung, , dan ekosistem yang ada di Kalimantan. Oleh karena itu, PKM kali ini dilakukan di Museum Lambung Mangkurat berfokus pada koleksi tungku cor, kisaran 1-20 M. Koleksi ini menunjukkan perkembangan industri pengecoran logam di Kalimantan (Hartati dan Sofyan, 2018).

1.2 Target dan Sasaran

Dokumentasi Program kreatifitas masyarakat (PKM) yang dilakukan di simpan dalam Masyarakat Kebudayaan Kalimanatan Selatan (https://www.facebook.com/groups/192103397521157). PKM ini telah dilaksanakan dan didokumentasikan (Gambar 1 dan gambar 2B). Sasaran PKM merujuk pada responden para generasi muda/mahasiswa. Responden diminta mengisi kuisioner uraian artikel yang telah membahas urgensi koleksi tungku cor museum. Target capaian PKM adalah 15 responden membaca artikel dan dilakukan evaluasi *cognitive*. Hasil PKM adalah berupa artikel narasi koleksi artifak tunggu cor pada museum Lambung Mangkurat dengan memberi makna baru pada artefak tungku cor. Artikel ini menjadi patron dan memperkaya literasi lokal yang dideposit pada perpustakaan maya di Masyarakat Kebudayaan Kalimantan Selatan, (Gambar 2).

Gambar 1. Mitra PKM Museum Lambung Mangkurat.

2. METODE

Deskripsi PKM dilkukan dengan memberi materi wawasan pengetahuan terhadap responden. PKM ini mengunakan salah satu artifak tungku pengecoran logam kisaran umur (1-200M) sebagai koleksi Balai arkeologi dan Museum Lambung Mangkurat (gambar 3B) dan pembuatan tungku modern secara mandiri (gambar 4). Untuk membahasnya memerlukan metode hermeneutika (*Greece*, *hermeneuein*; tafsir) yang dielaborasi dengan tungku cor logam buatan mandiri. Untuk mengetahui tanggapan 15 responden diperlukan metode *Structural Equation Modelling* (SEM) (Susilo, *et. al*., 2024a, 2024b, 2023a, 2023b,

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

2022a dan 2022b). Suatu metode dilakukan dengan memodelkan antara variabel tidak teramati (*latent*) dan teramati (*patent*).

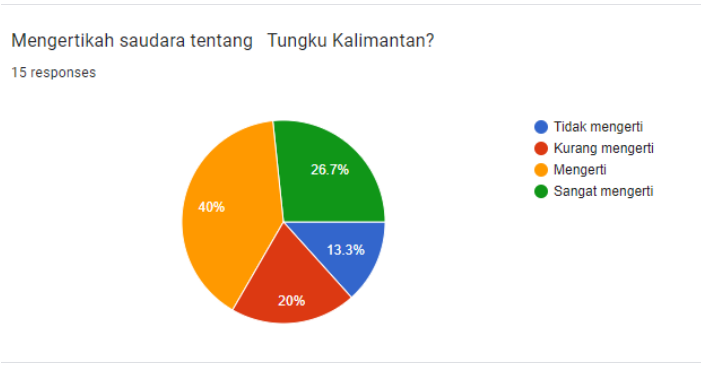
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arti Pentingnya Tungku

Ulasan ini bagian jawaban pertanyaan pada, tabel 1. Ulasan industri pengecoran yang telah dilakukan, tanggapan responden (umur kisaran 20 tahun, pekerjaan pelajar/mahasiswa), menunjukan sebagai berikut ini; sangat mengerti (16,68%), mengerti (58,35%), kurang mengerti (15%) dan tidak mengerti (10%) (Tabel 1 dan gambar 2). Berikut ini adalah pembahasan lengkapnya; Tungku cor, salah satu artifak ini adalah sangat penting dalam sejarah teknologi metalurgi dan industri pengecoran logam. Artifak ini mencerminkan evolusi teknologi dari era prasejarah hingga modern.

Tabel 1. Hasil respon terhadap artikel "Penyuluhan peran strategis tungku pengecoran logam di Musem Lambung Mangkurat bagi generasi muda".

No.	Pertanyaan	Prosentase (%)			
		Sangat mengerti	Mengerti	Kurang mengerti	Tidak mengerti
1.	Arti pentingya tungku	13,3	66,7	0	20
2.	Evolusi arsitektur tungku	6,7	66,7	26,7	0
3.	Tungku Kalimantan	26,7	40	20	13,3
4.	Pembuatan tungku modern	20	60	13,3	6,7
	Rata-rata	16,68	58,35	15	10



2A.

2B.

Gambar. 2 Distribusi jawaban responden. Jawaban prihal tungku di situs Kotabaru (2A). dan porsenil tim PKM (2B).

Pengetahuan evolusi tungku menggambarkan bagaimana manusia telah mengembangkan metode untuk mencairkan d an membentuk logam guna memenuhi kebutuhan sosial, ekonomi, dan militer (Anderson, and Brown, 2019; ASM International, 2017). Ulasan ini membahas perkembangan teknologi tungku cor, karakteristik utama, dan

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

kontribusinya terhadap perkembangan peradaban, termasuk artefak tungku cor kisaran 200 M di Kalimantan (Hartatik, *et al*., 2018 dan 2023).

Pada masa prasejarah, tungku pengecoran logam pertama kali digunakan oleh masyarakat Mesopotamia, Mesir, dan Cina kuno sekitar 3000-2000 SM. Mereka menggunakan tungku sederhana yang dibuat dari tanah liat dan batu bata untuk mencairkan logam. Tungku-tungku ini menggunakan arang sebagai bahan bakar dan memanfaatkan aliran udara alami atau menggunakan bellow (alat peniup) untuk meningkatkan suhu pembakaran. Seiring dengan berkembangnya pengetahuan tentang metalurgi dan bahan tahan api, teknologi tungku pengecoran berkembang menjadi lebih kompleks dan efisien. Di Tiongkok, sekitar abad ke-5 SM, tungku tinggi (*blast furnace*) pertama kali ditemukan, memungkinkan pencairan besi dalam skala yang lebih besar dan efisien, yang pada akhirnya mendorong perkembangan teknologi besi dan baja (Ferreira, and Silva, 2024; Johnson, and Thompson, 2015; Kumar, and Mehta, 2021;).

3.2 Evolusi Arsitektur Tungku

Teknologi tungku cor sederhana, pertama kali muncul dalam peradaban kuno, seperti di Mesir, Mesopotamia, dan Cina, di mana logam seperti tembaga dan perunggu dicairkan menggunakan tungku sederhana yang menggunakan arang sebagai bahan bakar. Seiring perkembangan zaman, teknologi tungku cor mengalami berbagai inovasi, terutama dalam hal kontrol suhu dan efisiensi pencairan (Johnson, and Thompson, 2015; Kumar, and Mehta, 2021; Lee, and Park, 2020; Müller, and Schneider, 2017; Nakamura, and Saito, 2023; Patel, and Singh, 2018; Rodriguez, and Lopez, 2022; and Zhang, and Li, 2016). Tungku kupola dan tungku tinggi (*blast furnace*) yang diperkenalkan pada Abad Pertengahan dan Renaisans, misalnya, memungkinkan pencairan besi dan pembuatan baja dalam skala besar. Pada era modern, perkembangan tungku induksi dan tungku busur listrik telah membawa peningkatan signifikan dalam efisiensi energi dan kemampuan kontrol proses pencairan.

Setiap jenis tungku cor memiliki karakteristik tertentu yang mempengaruhi penggunaannya. Tungku kupola, misalnya, adalah tungku berbentuk silinder vertikal yang menggunakan kokas sebagai bahan bakar dan dapat digunakan untuk melebur besi dalam jumlah besar. Tungku induksi, di sisi lain, menggunakan medan elektromagnetik untuk memanaskan dan mencairkan logam dengan cepat, memberikan kontrol suhu yang presisi, dan meminimalkan oksidasi. Karakteristik lain yang penting adalah material konstruksi tungku, seperti penggunaan bahan tahan api (refractory materials) yang memastikan durabilitas dan efisiensi termal (Lee, and Park, 2020; Müller, and Schneider, 2017; Nakamura, and Saito, 2023). Artifak tungku cor memainkan peran vital dalam perkembangan berbagai peradaban. Dalam konteks militer, kemampuan untuk mencairkan dan membentuk logam memungkinkan pembuatan senjata dan alat perang yang lebih kuat. Dalam konteks ekonomi, peningkatan teknologi tungku cor memfasilitasi perkembangan industri, seperti industri otomotif dan konstruksi, dengan memungkinkan produksi massal komponen logam yang presisi. Perkembangan teknologi tungku cor juga berkontribusi pada kemajuan dalam ilmu material dan metalurgi, membuka jalan bagi penemuan paduan logam baru dan bahan komposit (Patel, and Singh, 2018).

Di era modern, artifak tungku cor tidak hanya digunakan dalam industri pengecoran logam tetapi juga dalam pengolahan limbah logam dan daur ulang, yang menjadi semakin penting dalam konteks keberlanjutan dan perlindungan lingkungan. Tungku modern

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

dirancang untuk efisiensi energi yang lebih tinggi dan pengurangan emisi, mendukung praktik industri yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan teknologi otomatisasi dan sistem kontrol berbasis komputer juga telah meningkatkan keamanan operasional dan kualitas produk pengecoran. Teknologi tungku cor terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan akan metode pengecoran yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Inovasi seperti tungku induksi berbasis energi terbarukan, sistem pemantauan suhu berbasis sensor, dan penggunaan bahan tahan api baru adalah beberapa contoh tren terbaru. Namun, tantangan tetap ada, terutama dalam hal pengelolaan emisi, pengurangan konsumsi energi, dan peningkatan efisiensi operasi tungku. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk menghadapi tantangan ini dan meningkatkan teknologi tungku cor di masa depan (Rodriguez, and Lopez, 2022; and Zhang, and Li, 2016).

Artifak tungku cor mencerminkan perkembangan teknologi dan inovasi manusia dalam mengolah logam dan material. Dengan memahami sejarah, karakteristik, dan peran tungku cor, kita dapat melihat bagaimana teknologi ini telah berkontribusi signifikan terhadap perkembangan peradaban manusia dan industri modern. Di masa depan, tungku cor diharapkan terus berkembang dengan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan, sejalan dengan kebutuhan industri dan isu keberlanjutan global. Pembuatan tungku cor melibatkan berbagai tahap yang perlu diperhatikan untuk memastikan efisiensi, kualitas hasil pengecoran, serta keselamatan operasional. Hasil penelitian dan pengembangan tungku cor menunjukkan bahwa beberapa faktor kunci, seperti desain tungku, pemilihan bahan konstruksi, dan jenis bahan bakar atau sumber energi yang digunakan, memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja tungku. Berikut ini adalah hasil dan pembahasan mengenai beberapa aspek penting dalam pembuatan tungku cor. Rodriguez, and Lopez, 2022; and Zhang, and Li, 2016).

Tabel 1.Deskripsi efektifitas tungku cor sederhana dan modern.

Aspek	Tungku Cor Sederhana	Tungku Cor Modern (Industri)
Bahan Bakar	Arang, kayu, kokas	Gas alam, listrik, induksi elektromagnetik
Material Tungku	Tanah liat, bata tahan api sederhana	Bata tahan api khusus (refractory), keramik teknik, baja tahan panas
Sumber Energi	Manual (udara ditiup dengan blower manual atau kipas sederhana)	Otomatis (blower elektrik, kontrol tekanan, kontrol suhu presisi)
Kontrol Suhu	Tidak presisi, hanya perkiraan visual (warna logam)	Sangat presisi, menggunakan termokopel, sensor digital, dan sistem otomatis
Kapasitas	Kecil (beberapa kg logam per peleburan)	Besar (hingga beberapa ton per batch)
Efisiensi Energi	Rendah, banyak panas terbuang	Tinggi, panas terkendali dan terfokus
Keseragaman Coran	Kadang tidak merata (ada porositas, cacat coran lebih banyak)	Sangat merata, kualitas logam lebih konsisten
Biaya Pembuatan/Operasi	Sangat murah dan mudah dibuat sendiri	Mahal, memerlukan investasi besar dan perawatan rutin

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

Aspek	Tungku Cor Sederhana	Tungku Cor Modern (Industri)
Keselamatan	Risiko tinggi (percikan logam, asap, panas berlebih)	Lebih aman (pelindung panas, ventilasi, sistem otomatis shut-off)
Aplikasi	Bengkel kecil, pembelajaran, eksperimen	Industri besar, produksi massal, pabrik pengecoran profesional

3.3 Artifak Tungku Kalimantan

Artefak tungku cor dari Nusantara khusus di Kalimantan terdapat dua bagian, pertama tungku cor sederhana di tepian sungai Barito (gambar 2A) dan Kotabaru (gambar 3B) (Hartatik *et .al.,* 2018; 2023). Keduanya mencerminkan perkembangan teknologi metalurgi di kawasan tersebut, terutama dalam pembuatan logam besi. Tungku ini digunakan untuk melebur dan mencetak logam, besi, menjadi bagian penting dari budaya dan ekonomi masyarakat Kalimantan. Tungku cor Kalimantan umumnya dibuat dari tanah liat. Dindingnya tebal untuk menjaga suhu tinggi selama proses peleburan. Kebanyakan dibangun tidak permanen di permukaan tanah. Bentuknya sering kali berupa silinder atau setengah lingkaran dengan lubang besar di bagian atas tempat logam dilebur dan cetakan ditempatkan di bagian bawah untuk menampung logam cair. Beberapa tungku dilengkapi dengan sistem ventilasi untuk mengatur suhu dan aliran udara, memastikan pembakaran berlangsung optimal. Budaya tungku cor dapat dihipotesiskan dengan relasi budaya sampai saat ini di Kalimantan antara lain industri pengecoran di Negara, di Hulu Sungai atau relasi budaya Ngayau di berbagai suku Dayak (Kurniawan, and Prasetyo, 2023; Putra, and Ningsih, 2021). Tungku cor ini digunakan untuk mencairkan bijih logam yang kemudian dicetak menjadi senjata, perhiasan, atau peralatan rumah tangga. Proses peleburan dilakukan dengan menambahkan bahan bakar seperti arang, dan udara dipompa melalui peniup (*bellows*) untuk meningkatkan suhu hingga logam meleleh. Artefak tungku cor Kalimantan erat kaitannya dengan tradisi pandai besi dan pembuatan perhiasan dalam masyarakat Dayak dan suku-suku lainnya. Teknik ini diwariskan secara turun-temurun dan memiliki peran penting dalam ritual dan kehidupan sehari-hari, terutama dalam produksi senjata tradisional seperti mandau dan perhiasan yang dipakai dalam upacara adat (Hartatik *et .al.,* 2018; 2023; Haryono, and Suryadi; 2017).

Artefak tungku cor ini menandakan kemampuan masyarakat Kalimantan dalam menguasai teknologi peleburan logam sejak masa lampau, dan penggunaannya tersebar luas dalam perdagangan, ritual, serta kehidupan sehari-hari. Bukti penggunaan tungku cor ditemukan di berbagai situs arkeologi di Kalimantan, yang menunjukkan pentingnya teknologi ini dalam budaya lokal. Tungku cor Kalimantan bukan hanya alat teknologi, tetapi juga simbol keterampilan, warisan budaya, dan adaptasi terhadap sumber daya alam setempat, contoh pembuatan tungku cor/lebur https://www.youtube.com/watch?v=mJ5K2ZdJOSI.

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

3A

3B.

Gambar 3. Lokasi artifak tungku cor di Kalimantan. Peleburan bijih besi di tepi singai Barito (3A) dan artifak tunggku (3B) (Hartati dan Sofyan (2018).

3. 4 Desain Tungku Cor

Di era modern, teknologi tungku pengecoran logam telah berkembang lebih lanjut dengan pengenalan tungku induksi dan inovasi dalam desain tungku. Tungku induksi menggunakan medan elektromagnetik untuk memanaskan dan mencairkan logam secara cepat dan efisien, memberikan keunggulan dalam hal kontrol suhu, kualitas metalurgi, dan pengurangan emisi. Penggunaan bahan bakar alternatif, seperti gas alam, dan penerapan teknologi otomatisasi berbasis sensor juga semakin mendukung upaya peningkatan efisiensi energi dan keselamatan operasional. Tungku modern juga dirancang dengan mempertimbangkan keberlanjutan, termasuk pengelolaan limbah, daur ulang logam, dan pengurangan jejak karbon, sejalan dengan kebutuhan industri yang ramah lingkungan (Anderson, and Brown, 2019; ASM International, 2017; Ferreira, and Silva, 2024; Johnson, and Thompson, 2015).

Desain tungku cor memainkan peran penting dalam proses pencairan logam. Beberapa jenis desain tungku yang umum digunakan antara lain tungku induksi, tungku kupola, tungku busur listrik, dan tungku gas (Anderson, and Brown, 2019; ASM International, 2017; Ferreira, and Silva, 2024; Johnson, and Thompson, 2015). Setiap jenis tungku memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal efisiensi pemanasan, kapasitas pencair an, dan aplikasi spesifiknya. Misalnya, tungku induksi menggunakan medan elektromagnetik untuk memanaskan logam secara cepat dan efisien, sehingga cocok untuk produksi skala kecil hingga menengah dengan waktu pencairan yang singkat dan kontrol suhu yang presisi. Sementara itu, tungku kupola lebih cocok untuk produksi skala besar, terutama dalam pengecoran besi, karena kapasitasnya yang besar dan efisiensi energi yang tinggi.

Bahan Konstruksi Tungku

Bahan konstruksi tungku sangat penting untuk menjamin durabilitas dan efisiensi operasi. Material tahan panas, seperti batu bata tahan api (*refractory bricks*) dan lapisan isolasi keramik, digunakan untuk melapisi dinding bagian dalam tungku guna menahan suhu tinggi dan mencegah kerusakan akibat reaksi kimia dengan logam cair. Penggunaan bahan berkualitas tinggi dapat meningkatkan umur pakai tungku, mengurangi frekuensi perawatan, dan mengoptimalkan konsumsi energi (Kumar, and Mehta, 2021; Lee, and Park, 2020; Müller, and Schneider, 2017; Nakamura, and Saito, 2023; Patel, and Singh, 2018; Rodriguez, and Lopez, 2022; and Zhang, and Li, 2016).

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

Jenis Bahan Bakar atau Sumber Energi

Jenis bahan bakar atau sumber energi yang digunakan dalam tungku cor menentukan efisiensi dan dampak lingkungan. Tungku gas dan tungku bahan bakar padat, seperti tungku kupola, umumnya lebih ekonomis, tetapi menghasilkan emisi gas buang yang lebih tinggi dibandingkan dengan tungku listrik, seperti tungku induksi dan tungku busur listrik, yang lebih ramah lingkungan. Hasil studi menunjukkan bahwa penggunaan tungku induksi dapat mengurangi emisi karbon dioksida secara signifikan, meskipun biaya energi listrik lebih tinggi. Pengembangan teknologi tungku hibrida yang mengombinasikan beberapa sumber energi juga menjadi alternatif untuk meningkatkan efisiensi sekaligus mengurangi dampak lingkungan (Kumar, and Mehta, 2021; Lee, and Park, 2020; Müller, and Schneider, 2017; Nakamura, and Saito, 2023).

Efisiensi Energi dan Pengendalian Suhu

Pengendalian suhu yang presisi dan pemindahan panas yang efektif merupakan faktor penting dalam operasi tungku cor (gambar 4). Desain tungku yang baik memungkinkan distribusi panas yang merata, mengurangi kehilangan panas, dan mempertahankan suhu operasi yang optimal. Penerapan sistem kontrol suhu berbasis sensor dan teknologi otomatisasi memungkinkan pengaturan suhu yang lebih akurat, sehingga mengurangi konsumsi energi dan meni ngkatkan kualitas produk logam yang dihasilkan (Singh, and Ghosh, 2023; and Wu, and Zhang, 2024).

4A.

4B.

Gambar 4. Tungku modern. Tampak luar tungku cor (4A) dan tungku cor tampak dalam, tampak terdapat 3 lapis *plat baja* (4B) (Dokumentasi bengkel pribadi).

Dampak Lingkungan dan Keselamatan Operasional

Dalam pembuatan dan pengoperasian tungku cor, pertimbangan terhadap keselamatan pekerja dan dampak lingkungan sangat penting. Emisi gas berbahaya, polusi suara, dan limbah padat harus dikelola dengan baik (Smith, 2019; Watanabe, 2018). Penerapan sistem ventilasi yang efisien, pemakaian peralatan pelindung diri, dan penerapan standar keselamatan kerja merupakan langkah penting untuk mengurangi risiko kesehatan dan kecelakaan kerja. Selain itu, penggunaan bahan tahan api dan teknologi pembersih gas buang dapat meminimalkan dampak lingkungan.Hasil dari pembuatan dan penelitian terhadap tungku cor menunjukkan bahwa pemilihan desain dan material yang

DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v5i1

tepat, serta penggunaan teknologi modern, dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, dan meminimalkan dampak lingkungan. Penggunaan tungku induksi dan teknologi otomatisasi telah terbukti sangat efektif dalam menghasilkan kontrol suhu yang presisi dan mengurangi emisi gas buang, menjadikannya pilihan yang baik untuk industri pengecoran logam yang ingin mengadopsi praktik manufaktur yang berkelanjutan (Singh, and Ghosh, 2023).

Namun, pemilihan jenis tungku harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik industri, seperti jenis logam yang dicairkan, kapasitas produksi, dan ketersediaan sumber daya energi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengembangkan desain tungku yang lebih efisien, aman, dan ramah lingkungan, serta mengeksplorasi teknologi energi terbarukan yang dapat digunakan dalam operasi pengecoran logam di masa depan (Wu, and Zhang, 2024).

4. KESIMPULAN

Tungku cor sederhana biasanya terbuat dari tanah liat atau bata tahan api biasa, menggunakan bahan bakar arang atau kokas, dan dikontrol secara manual. Suhunya hanya diperkirakan dari warna logam, kapasitasnya kecil, serta efisiensinya rendah sehingga kualitas coran sering kurang seragam. Sebaliknya, tungku cor modern dibuat dari material tahan panas khusus, menggunakan gas, listrik, atau induksi sebagai sumber energi, dan dilengkapi sensor untuk mengontrol suhu secara presisi. Kapasitasnya jauh lebih besar, efisiensi energi tinggi, hasil coran lebih seragam, serta lebih aman dioperasikan berkat sistem pengendali otomatis. Tungku cor bagian relasi budaya dengan industri pengecoran logam saat ini di Kalimantan, seperti di Negara. Merujuk pada pembahasan tungku cor yang telah dilakukan menunjukan bahwa responden menyatakan tanggapan berikut ini; sangat mengerti (16,68%), mengerti (58,35%), kurang mengerti (15%) dan tidak mengerti (10%). Atas alasan itu, PKM semacam ini dapat dimanfaatkan menambah informasi terkait dengan tunggku cor.

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut; tungku cor sebagai sentral utama kegiatan perindustrian logam dapat dikaji secara historis, luas, dalam dan sangat impresif. Oleh karena itu, pengabdian semacam ini dapat dilanjutkan ke sentral industri logam,seperti di kawasan Negara, Kalimantan Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

Amara, D. A., and Bolton, R. J., (2016), Evolution of Furnace Artifacts in Southeast Asia: A Technological Perspective, *Journal of Archaeological Science*, 45, 123-137.

Anderson, K., and Brown, S., (2019), Optimization of Modern Electric Arc Furnaces for Reduced Energy Consumption, *Journal of Sustainable Metallurgy*, 23(5), 401-415.

ASM International, (2017), ASM Handbook, Volume 15: Casting, ASM International

Ferreira, M., and Silva, R., (2024), The Role of Modern Furnaces in Sustainable Cement Production: A Comprehensive Review, *Journal of Industrial Ecology*, 28(1), 22-38.

Hartati dan Sofyan, O. H., (2018), Jejak Pengerjaan Logam Kuna Di Hulu Das Barito Kalimantan Tengah: Kajian Arkeometalurgi, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Arkeologi p-Issn: 2252-3758, E-Issn: 2528-3618 Akreditasi Ristekdikti No. 21/E/Kpt/2018 Vol. 7(2), November 2018, Pp 119 – 136 Doi : 10.24164/Pw.V7i2.266

Hartatik, Sunarningsih, Fajari, N. M. E., Sofian, O. H., (2023), New discoveries of ancient iron smelting sites in Kalimantan (Nouvelles découvertes d'anciens sites de métallurgie du fer à Kalimantan)**,** L'Anthropologie Volume 127, Issue 3, July–August 2023, 103163

Haryono, T., and Suryadi, A., (2017), Traditional Furnace Artifacts and Their Role in Ancient Indonesian Metallurgy, *Asian Journal of Archaeology,* 12(2), 98-112.

Johnson, P., and Thompson, R., (2015), Advancements in Modern Furnace Design for Industrial Applications, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 22(4), 345-359.

Kumar, V., and Mehta, A., (2021), Innovations in Induction Furnace Technology for Improved Metal Casting Quality, *Metallurgical Research & Technology*, 118(2), 156-172.

Kurniawan, B., and Prasetyo, A., (2023), Cultural Significance of Furnace Artifacts in Austronesian Settlements, *Journal of Archaeological Method and Theory,* 30(2), 150-170.

Lee, C. H., and Park, J. S., (2020), Modern Furnace Designs for Efficient Glass Manufacturing, *Journal of Ceramic Science and Technology*, 11(3), 189-202.

Lee, M. H., and Kim, S. W., (2020), Technological Innovations in Furnace Construction: Evidence from Korean Artifacts, *Journal of East Asian Archaeology*, 9(3), 201-215.

Müller, T., and Schneider, F., (2017), Smart Furnace Technologies: Integration of IoT and AI in Modern Heating Systems, *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 6(1), 55-68.

Nakamura, Y., and Saito, H., (2023), Decarbonizing Industrial Furnaces: A Shift Towards Hydrogen-Fueled Systems, *Journal of Cleaner Production*, 45(7), 333-347.

Parker, L., and Mitchell, A., (2022), Investigating the Functionality of Furnace Artifacts through Experimental Archaeology, *European Journal of Archaeology*, 25(1), 50-66.

Patel, M., and Singh, R., (2018), Comparative Study on Modern Furnaces for Biomass and Coal Combustion, *Renewable Energy Journal*, 15(2), 210-225.

Putra, D. W., and Ningsih, R., (2021), The Social and Economic Significance of Furnace Artifacts in Java during the Majapahit Period, *Journal of Indonesian Archaeology*, 18(2), 88-102.

Rodriguez, A., and Lopez, P., (2022), Development of Hybrid Furnaces: Combining Gas and Electric Heating for Enhanced Efficiency, *Energy Conversion and Management*, 215, 112946.

Singh, R. P., and Ghosh, D., (2023), Artifactual Analysis of Furnaces in the Indian Subcontinent: A Comparative Study, *South Asian Archaeology*, 29(3), 267-281.

Smith, J. K., (2019), Reconstructing Ancient Kilns: Insights from Artifacts Found in the Mediterranean Region, *Archaeometry,* 61(4), 789-805.

Susilo, T. B., (2023a), Podcast Seni Sebagai Media Pembelajaran Sains: Bukti Evolusi Musik Di Desa Dukuhrejo (5000 Tahun lalu), *Jurnal Ilung,* Vol. 2, No. 4 Mei 2023, Hal. 783-791 DOI:https://doi.org/10.20527/ilung.v2i4 E-ISSN 2798-0065 783

Susilo, T. B., dan Soesanto, O., (2022a), Fuzzy Logic (Bagian 1): Senandung Lukisan Cadas Dari Situs Bukit Bangkai Untuk Pendidikan Wisata Masyarakat, Jurnal Pengabdian *Ilung,* Vol. 2, No. 1 Juli 2022, Hal. 122-130 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v2i1

Susilo, T. B., Irwan, A., Yunus, R., Bianchi, P. A. E,. Sugiyanto, B. S., dan Soesanto, O.,(2022b), Fuzzy Logic (Bagian 2): Bersenandung Dari Lukisan Cadas Ke Taman Perguruan Tinggi Kalimantan, Jurnal Pengabdian Ilung, Vol. 2, No. 2 November 2022, Hal. 244-253 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v2i2.

Susilo, T. B., Krisdianto, Susanti, D. S, Thresye, dan Manik, T. N., (2024a), Seni Musik Tifa Sebagai Media Pembelajaran Sejarah AfrikaPapua Di Rusunawa Banjarbaru, Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 623-632 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3 E-ISSN 2798-0065 623

Susilo, T. B., Soesanto, O., Wahjono , S. C., Susanti, D. S., Krisdianto, Fahrudin, A. E., Suhartono, E., Soendjoto, M. A., dan Hidayat, Y., (2024b), Penyuluhan Asal Mula Teknologi Polymerase Chain Reaction Bagi Komunitas Minggu Raya (Bagian 2), *Jurnal Ilung*, Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 504-515 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3, E-ISSN 2798-0065 504

Susilo, T. B., Yunus, R., Sanjaya, R. E., Soesanto, O., Akbar, A. R. M., dan Hid ayat, Y., (2023b), Bimteks Bagi Pemandu Eduwisata: Rock Art Features "Kotak-kotak dan titik" dari Desa Dukuhrejo, *Jurnal Ilung* Vol. 3, No. 1 Agustus 2023, Hal. 27-36 DOI: https://doi.org/10.20527/ilung.v3i1 E-ISSN 2798-0065 27

Watanabe, S., (2018), Analysis of Furnace Artifacts in the Context of Early Iron Age Societies, *Archaeological Research in Asia*, 6(1), 45-59.

Wu, H., and Zhang, Y., (2024), New Discoveries of Furnace Artifacts in Northern China: Implications for Ancient Iron Production Techniques, *Chinese Archaeology*, 23(4), 310-328.

Zhang, W., and Li, X., (2016), Energy Efficiency Improvements in Modern Furnaces for Steel Production, *Energy and Environmental Science,* 9(3), 489-503.