

Perancangan Dan Pembuatan Tungku Krusibel Sederhana Kapasitas 10 Kg Aluminium Serta Percobaan Proses Peleburannya

Design and Manufacturing of a Simple Crucible Furnace with a Capacity of 10 kg Aluminium and Its Melting Process Experiment

Lufia Asmarani*¹, Abrianto Akuan², Mashudi³, Hardyansah Satria Putra⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mi, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar
email: lufiasmarani84@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat tungku krusibel sederhana dengan kapasitas 10 kg aluminium serta melakukan percobaan proses peleburannya di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Blitar. Tungku ini menggunakan bahan bakar arang kayu yang mudah diperoleh dan terjangkau. Pengujian tungku dilakukan dengan melebur kaleng bekas minuman dari aluminium. Dalam percobaan, tungku berhasil mencapai suhu tertinggi 800°C dalam waktu 50 menit hingga seluruh aluminium seberat 10 kg mencair sepenuhnya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tungku krusibel sederhana ini efektif untuk digunakan dalam proses peleburan aluminium skala laboratorium. Desain tungku meliputi perhitungan dimensi krusibel dan ruang bakar, serta pemilihan bahan tahan api dan bahan bakar yang sesuai. Penggunaan arang kayu sebagai bahan bakar juga membuktikan bahwa metode ini efisien dan ekonomis untuk pengujian laboratorium. Pengembangan tungku ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran dan penelitian lebih lanjut dalam bidang pengecoran logam, serta dapat diaplikasikan dalam proses produksi yang lebih besar. Kesimpulan penelitian ini menekankan pentingnya inovasi dalam desain alat dan pemilihan bahan yang tepat untuk mencapai hasil yang optimal dalam pengecoran logam.

Katakunci: Tungku krusibel, Aluminium, Peleburan, Pengecoran logam

Abstrack

This study aims to design and manufacture a simple crucible furnace with a capacity of 10 kg of aluminium and conduct its melting process experiment in the Mechanical Engineering Laboratory of Nahdlatul Ulama University Blitar. This furnace uses charcoal fuel which is easily obtained and affordable. The furnace testing was carried out by melting used beverage cans made of aluminium. In the experiment, the furnace successfully reached a maximum temperature of 800°C in 50 minutes until the entire 10 kg of aluminium melted completely. The experiment results showed that this simple crucible furnace is effective for use in laboratory-scale aluminium melting processes. The furnace design includes calculations of crucible and combustion chamber dimensions, as well as the selection of appropriate refractory materials and fuels. The use of charcoal as fuel also proved that this method is efficient and economical for laboratory testing. The development of this furnace is expected to support further learning and research in metal casting, as well as be applicable in larger-scale production processes. The study's conclusions emphasize the importance of innovation in equipment design and material selection to achieve optimal results in metal casting.

Keywords: Crucible furnace, Aluminium, Melting, Metal casting

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu proses produksi yang penting dalam industri manufaktur, karena memungkinkan pembentukan logam dalam bentuk dan ukuran yang kompleks. Proses ini melibatkan peleburan logam dan menuangkannya ke dalam cetakan untuk membentuk produk yang diinginkan. Dalam konteks pendidikan, pemahaman yang mendalam mengenai proses pengecoran logam sangat penting bagi mahasiswa teknik mesin, karena ini memberikan pengetahuan praktis tentang bagaimana berbagai komponen logam dibuat dan diproses dalam industri. Tungku krusibel adalah dapur yang digunakan untuk melebur logam secara tidak langsung berhubungan dengan bahan pembakaran, dan setelah logam mencair, crucible di angkat dari dapur atau mengambil langsung logam cair dari tungku[1]. Tungku ini

History of article:

Received: Februari, 2024 : Accepted: Maret, 2024

umumnya digunakan dalam industri pengecoran untuk memproses berbagai jenis logam. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada pembuatan tungku yang sederhana namun efektif untuk peleburan aluminium, yang merupakan salah satu logam paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena sifatnya yang ringan dan tahan korosi.

Namun, fasilitas laboratorium yang tersedia seringkali tidak memadai untuk mensimulasikan kondisi pengecoran logam yang sebenarnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat tungku krusibel sederhana yang dapat digunakan untuk peleburan aluminium di laboratorium. Tungku ini dirancang untuk menggunakan bahan bakar

arang kayu yang mudah diperoleh dan ekonomis. Dengan demikian, tungku ini tidak hanya mendukung pembelajaran tetapi juga penelitian lebih lanjut dalam bidang pengecoran logam. Menurut Jumalik, J., & Siswanto, R. (2022), Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Reaktivitas aluminium terhadap oksigen mempengaruhi proses pencairan dan pemurnian aluminium sebelum pengecoran[3]. Peleburan logam dapat dijelaskan sebagai suatu proses di mana logam yang awalnya berada dalam keadaan padat mengalami perubahan fasa menuju ke bentuk cair. Pengecoran logam merupakan teknik langsung untuk membentuk bentuk komponen sesuai dengan desain yang diinginkan. Cara kerjanya dengan cara membuat ruang kosong di dalam cetakan pasir, di mana cairan logam kemudian dituangkan ke dalam ruang cetakan tersebut. Setelah dituangkan, logam cair ini kemudian dibiarkan mendingin (solidifikasi), sehingga membentuk benda padat sesuai dengan struktur cetakan[4].

Setelah terjadinya proses peleburan sampai pada suhu leleh logam maka selanjutnya adalah proses pengecoran, pada proses ini sesaat setelah logam dituang maka akan terjadi akan terjadi solidifikasi. Menurut (Mukhtar, M. N. A., & Febryanto, I. D. 2023) Solidifikasi adalah proses di mana logam atau paduan berubah dari fase cair menjadi fase padat. Solidifikasi dimulai dengan pembentukan inti yang kokoh. Selanjutnya, logam cair secara bertahap berubah menjadi padat. Cetakan pasir untuk pengecoran harus dibuat dengan teliti sesuai dengan bentuk yang diinginkan untuk mendapatkan hasil yang sempurna[6]. Pada cetakan pasir harus ada sistem saluran untuk mengalirkan cairan logam ke dalam cetakan. Salah satu definisi yang dikemukakan (Abrianto Akuan, 2009) Saluran tuang adalah bagian yang memungkinkan logam cair mengalir ke dalam rongga cetakan. Pada proses ini terjadi proses perpindahan panas dari ruang bakar menuju dinding tungku krusibel. Perpindahan panas adalah studi tentang bagaimana panas berpindah antara benda atau material karena perbedaan suhu. Proses ini tidak terjadi jika suhu benda-benda yang terlibat sama. Seperti halnya beda potensial yang mendorong aliran listrik, perbedaan suhu menjadi dorongan bagi perpindahan panas[8]. Persamaan yang digunakan pada perhitungan perpindahan panas untuk menghitung panas peleburan aluminium adalah seperti pada persamaan 1.

$$Qp = (m \times L) = (m \times c) \times (T - 20) \quad (1)$$

Berikut adalah persamaan 2 untuk menghitung laju aliran panas

$$Q = \frac{\left(\left(T_{max} \times \frac{9}{5} \right) + 32 \right) - 86}{R1 + R2 + R3 + R4} \quad (2)$$

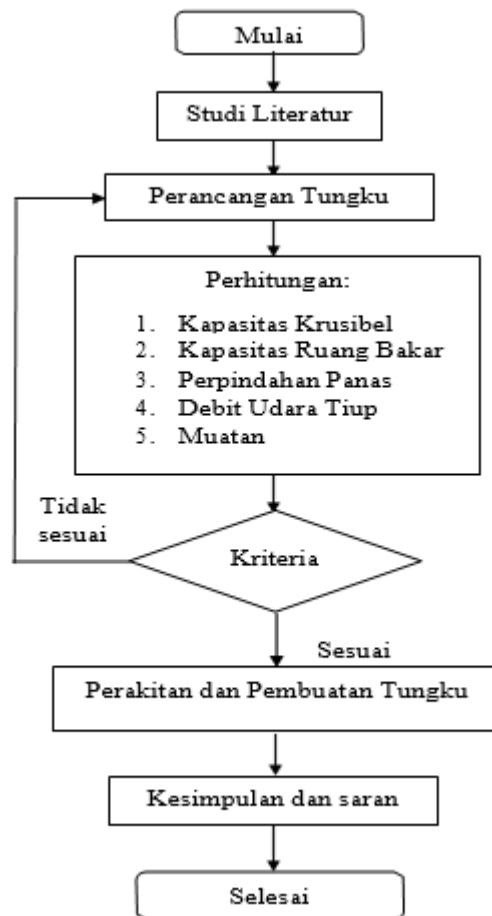
Untuk memastikan agar penelitian ini tetap terfokus dan sesuai dengan tujuan serta akurat dalam hasilnya, maka perlu adanya pembatasan ruang lingkup penelitian. Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menggunakan bahan/ alat yang sudah tersedia di pasaran
- Tungku krusibel yang dibuat berkapasitas 10 kg aluminium yang diperuntukkan logam jenis aluminium dan paduannya
- Bahan krusibel dari tabung baja bekas
- Bahan bakar yang digunakan adalah arang kayu
- Pada percobaan peleburan menggunakan cetakan pasir

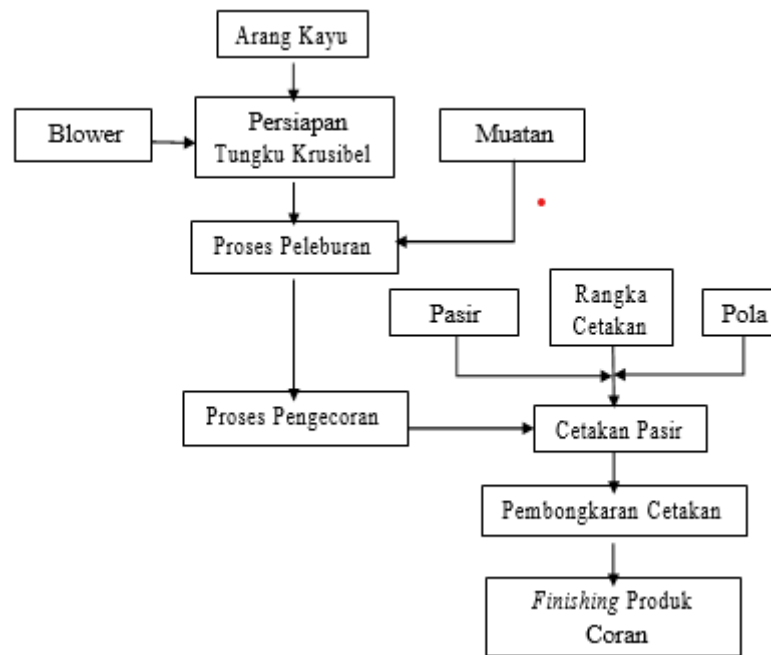
Heat transfer yang dihitung dari ruang bakar ke bata api dan ke dinding tanur

METODE PENELITIAN

Pendekatan dan metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan. Hal ini disebabkan karena penelitian ini melibatkan serangkaian langkah sistematis yang bertujuan untuk mengembangkan suatu inovasi atau teknologi baru, dalam hal ini, tungku krusibel sederhana untuk peleburan aluminium. Penyusunan aktivitas penelitian ini dijelaskan secara visual seperti yang ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1. dan untuk proses percobaan peleburannya dijelaskan secara visual seperti pada Gambar 2.

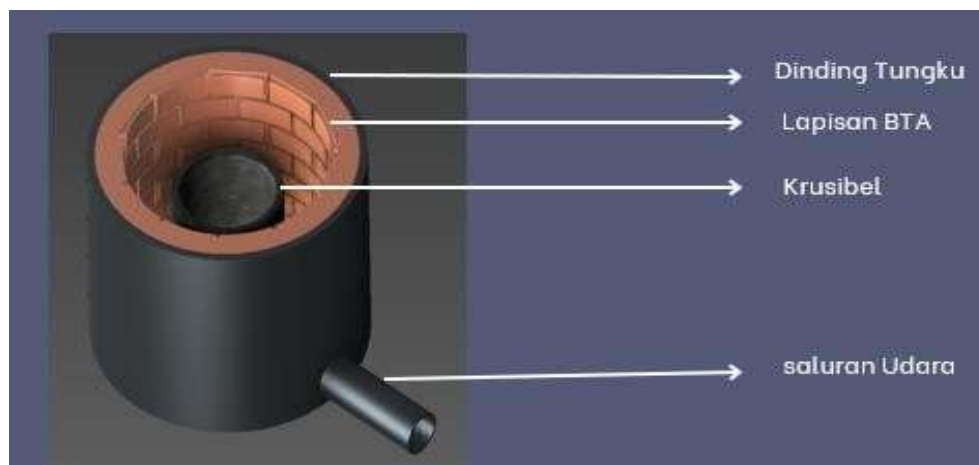


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

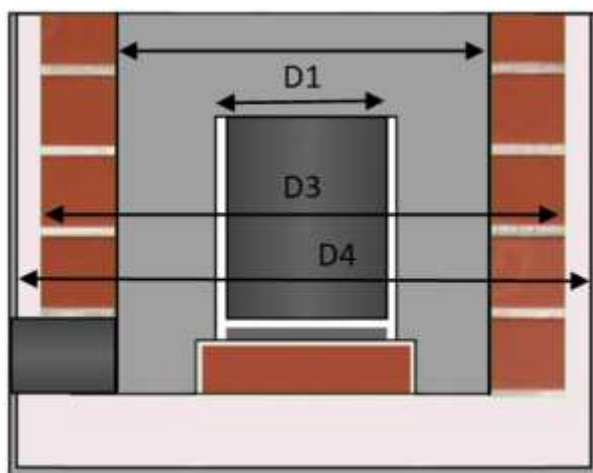


Gambar 2. Diagram Alir Percobaan Peleburan

Sebelum memulai penelitian, dilakukan perencanaan terlebih dahulu dengan melakukan perhitungan-perhitungan tungku krusibel dan ruang bakar (Tabel 1. dan 2.). Selanjutnya melakukan perhitungan temperature seperti pada Tabel 3. dan Tabel 4. Setelah itu menghitung kebutuhan refraktori pada tungku krusibel agar bisa sesuai dengan kriteria yang diinginkan (Tabel 5.). Setelah melakukan perhitungan tungku krusibel, ruang bakar, temperature, dan kebutuhan refraktori selanjutnya membuat masing-masing komponen krusibel seperti pada Gambar 3. dan membuat sketsa tungku krusibel seperti pada Gambar 4. Setelah melakukan perhitungan tungku krusibel, ruang bakar, temperature, dan kebutuhan refraktori selanjutnya membuat masing-masing komponen krusibel seperti pada Gambar 3. Dan membuat sketsa tungku krusibel seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Desain Tungku Krusibel



Gambar 4.Sketsa Tungku Krusibel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tungku yang dirancang memiliki diameter luar 56 cm, diameter krusibel 16 cm, tebal krusibel 6 mm, dan tinggi luar 44 cm. Pemilihan bahan bakar arang kayu didasarkan pada pertimbangan ketersediaan, biaya, dan kemudahan penggunaannya. Selanjutnya melakukan pembuatan tungku dengan Menyiapkan drum bekas yang sudah dipotong menjadi 2, bata merah, waterglass, pasir hitam, air, krusibel dari pipa baja dengan ketebalan 6 mm. Pembuatan dilakukan dengan membuat lubang saluran udara pada drum bekas dengan ketinggian 13 cm dari alas tungku dan diameter 3 inci. Kemudian Membuat alas dinding tungku dengan menggunakan pasir yang dicampur dengan waterglass, ketebalan alas tungku adalah 13 cm dari alas drum. Setelah itu membuat dinding pinggir tungku dengan menata bata merah di dinding pinggir dalam drum direkatkan dengan pasir yang sudah dicampur dengan waterglass. Ketika tungku sudah jadi selanjutnya agar tungku cepat kering maka dilakukan pembakaran dengan barang-barang bekas atau ranting-ranting pohon. Tungku peleburan yang sudah jadi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5.Tungku Krusibel

Pada pengujian awal, tungku dioperasikan untuk melebur aluminium yang berasal dari kaleng bekas minuman. Proses peleburan dimulai dengan memasukkan arang kayu ke dalam tungku dan menyalakannya hingga menghasilkan api yang stabil. Kemudian kaleng bekas aluminium dimasukkan ke dalam krusibel yang telah dipanaskan, ketika aluminium sudah mecair semua masukkan NaCl yg dilarutkan kedalam cairan untuk mengikat kotoran-

kotoran dalam cairan atau disebut dengan proses fluksing dan selanjutnya bersihkan fluks atau kotoran dengan cara membuang dengan centong. Setelah aluminium mencair semua dilakukan proses pengecoran dengan menuang aluminium cair menggunakan centong ke dalam cetakan pasir yang sudah dibuat. Penuangan ke dalam cetakan harus dilakukan secepat mungkin agar hasil coran memiliki kualitas yang bagus. Proses pengecoran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Aluminium yang sudah cair dan proses pengecoran

Cairan aluminium pada cetakan dibiarkan sampai mengeras, ketika sudah mengeras maka lepas cope dan drag kemudian bongkar pasir cetak hingga produk coran lepas dari pasir cetak seperti pada Gambar 7. Melakukan pembongkaran dengan hati-hati agar produk coran tidak rusak. Langkah terakhir adalah merapikan produk hasil coran seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Proses pembongkaran cetakan



Gambar 8. Hasil coran

Pengamatan terhadap suhu peleburan dilakukan menggunakan termokopel yang diposisikan di dalam tungku dekat dengan krusibel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu dalam tungku meningkat secara bertahap dan mencapai suhu 800°C dalam waktu 50 menit. Selama proses peleburan, arang kayu terus ditambahkan untuk memastikan pasokan panas yang konstan. Beberapa parameter penting yang diamati selama percobaan meliputi suhu maksimum yang dicapai, waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tersebut, dan efisiensi penggunaan bahan bakar. Berikut adalah data yang diperoleh dari pengujian tungku:

- Suhu Maksimum: 800°C
- Waktu untuk Mencapai Suhu Maksimum: 50 menit
- Jumlah Aluminium yang Dilebur: 10 kg
- Jumlah Bahan Bakar yang Digunakan: 5 kg arang kayu

Hasil ini menunjukkan bahwa tungku krusibel sederhana yang dirancang mampu mencapai suhu yang diperlukan untuk peleburan aluminium dalam waktu yang relatif singkat. Efisiensi penggunaan bahan bakar juga dinilai cukup baik, mengingat bahwa arang kayu merupakan bahan bakar yang murah dan mudah diperoleh. Selain pengujian suhu dan waktu, kualitas peleburan aluminium juga diamati. Aluminium yang telah meleleh dituangkan ke dalam cetakan pasir untuk membentuk produk akhir. Produk coran yang dihasilkan diperiksa untuk mengidentifikasi adanya cacat seperti porositas atau retakan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa produk coran memiliki kualitas yang baik dengan sedikit cacat yang dapat diabaikan. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil peleburan antara lain homogenitas panas dalam tungku, jenis dan kualitas bahan bakar, serta desain krusibel dan ruang bakar. Dalam penelitian ini, penggunaan bata tahan api dan waterglass sebagai peredam panas terbukti efektif dalam menjaga kestabilan suhu dalam tungku. Analisis Kinerja Tungku:

- Efisiensi Bahan Bakar: Penggunaan arang kayu sebagai bahan bakar menunjukkan efisiensi yang baik dalam menghasilkan panas yang cukup untuk peleburan aluminium.
- Stabilitas Suhu: Bata tahan api dan waterglass yang digunakan dalam konstruksi tungku berhasil menjaga stabilitas suhu selama proses peleburan.
- Kualitas Produk Coran: Produk coran yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dengan sedikit cacat, menunjukkan bahwa tungku ini efektif untuk peleburan aluminium skala laboratorium.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa tungku krusibel sederhana yang dirancang dan dibuat berhasil mencapai tujuan penelitian dengan baik. Tungku ini mampu mencapai suhu tinggi yang diperlukan untuk peleburan aluminium dalam waktu yang relatif singkat, menggunakan bahan bakar arang kayu yang mudah diperoleh dan terjangkau.

Penggunaan bata tahan api dan waterglass dalam konstruksi tungku terbukti efektif dalam menjaga stabilitas suhu selama proses peleburan. Kelebihan utama tungku ini adalah desainnya yang sederhana namun efektif, serta efisiensi penggunaan bahan bakar. Namun, beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan adalah waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu maksimum masih relatif lama, dan kebutuhan untuk terus menambahkan bahan bakar selama proses peleburan untuk menjaga suhu yang konstan. Secara keseluruhan, tungku ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung pembelajaran dan penelitian dalam bidang pengecoran logam, khususnya dalam konteks laboratorium skala kecil. Pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada implementasi teknologi pemantauan suhu yang lebih canggih dapat membantu dalam mengontrol suhu secara lebih akurat selama proses peleburan, sehingga kualitas hasil coran dapat ditingkatkan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Pertama, penting untuk menyiapkan sarana dan prasarana yang memadai seperti centong, alat pengaduk, dan alat pelindung diri yang aman. Kedua, pengembangan lebih lanjut pada sistem gating sangat diperlukan untuk meminimalisir cacat coran, di mana desain sistem gating yang lebih baik dapat membantu mengurangi turbulensi dan inklusi udara selama proses pengecoran. Ketiga, implementasi teknologi pemantauan suhu yang lebih canggih dapat membantu dalam mengontrol suhu secara lebih akurat selama proses peleburan, sehingga kualitas hasil coran dapat ditingkatkan. Dengan mengikuti saran-saran ini, diharapkan tungku krusibel sederhana dapat lebih ditingkatkan dalam hal efisiensi, kinerja, dan kualitas hasil peleburan, sehingga memberikan manfaat yang lebih besar dalam pengaplikasiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sandra, B. (2016). Perancangan Tungku Peleburan Logam dengan Kapasitas 80 kg/jam.
- [2] Jumalik, J., & Siswanto, R. (2022). Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Porositas, Struktur Mikro Dan Kekerasan Dari Aluminium Rongsok Baling _ Baling Kapal Menggunakan Pengecoran Evaporatif. *Jtam Rotary*, 4(1), 76-89.
- [3] Nuryadin, B. W. (2020). Pengantar Fisika Nanomaterial: Teori dan Aplikasi.
- [4] Suprpto, W. 2017. Teknologi Pengecoran Logam
- [5] Mukhtar, M. N. A., & Febryanto, I. D. (2023). Aproses Manufaktur Eco. *CvUR ECO*. CV Pena Persada.
- [6] Adiguna, I. (2018). Pengaruh Holdmelt Time Terhadap Kekerasan dan Mikrostruktur Pada Recycling Velg (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [7] Abrianto Akuan. (2009). Modul Pengecoran Logam.
- [8] Baride, L., Achmad, M. I., Andika, L., & Dhani, N. (2022). Analisis Perpindahan Panas Tungku Krusibel Peleburan Aluminium Pada Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(2), 119-125.