

PEMBUATAN *DIES UAV J-1B* DENGAN *MOLD* PENGECORAN METODE *SAND CASTING***¹Dhimas Wicaksono, ²Ferry Setiawan, ³Dimas A M, ⁴Allan S B, ⁵A.Qayyum, ⁶Virgiawan E A, ⁷Doni R**^{1,2,3,4,5,6,7}*Teknik Dirgantara*

Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

¹ferry.setiawan@sttkd.ac.id²dhimas.wicaksono@sttkd.ac.id³20020112@sttkd.ac.id⁴20020159@sttkd.ac.id⁵20020685@sttkd.ac.id⁶20020781@sttkd.ac.id⁷20021024@sttkd.ac.id**Article history:**

Received 1th of June, 2024

Revised 20th of June, 2024

Accepted 30th of June, 2024

Abstract

Rapid technological advances, especially in the field of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), have presented new challenges in the development of precision components. UAVs, which can operate remotely or autonomously, require highly accurate components to ensure optimal performance and reliability. One important aspect in making UAV components is the casting process, where dimensional errors can affect the final performance of the UAV. This research aims to design and produce J-1B UAV Dies components using the sand casting method using used aluminum material. The research methodology carried out included experiments and observations, starting with 3D design using the SolidWorks application and continuing with making aluminum molds. During the casting process, it is known that the component size experiences significant shrinkage due to cooling of the molten metal, with a shrinkage percentage reaching 5.40% in the body section and 2.11% in the tail section. This shrinkage occurs due to changes in temperature which affect the volume of the metal when it hardens, as well as other factors such as removal of mold patterns and finishing processes which affect the final dimensions of the product. Variability in metal melting temperatures and casting techniques also contributes to product dimensional inaccuracies. This research emphasizes the importance of careful planning and strict quality control to minimize size differences and ensure conformity to the initial design. This research is fully funded by the STTKD campus, which is expected to equip the facilities and infrastructure for STTKD cadets in learning materials and support the development of UAV technology in the future.

Keywords: UAV, Sand Casting, Aluminium**Pendahuluan**

Seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, semakin banyak benda dan material yang dapat diolah dan dimanfaatkan untuk berbagai fungsi[1]. Berkembangnya pada bidang teknologi itu tidak hanya dapat digunakan di darat maupun di laut melainkan juga di udara. Pemanfaatan teknologi UAV atau pesawat tanpa awak mengalami perkembangan pesat[2][3], bahkan sudah banyak startup drone bermunculan di beberapa wilayah karena memang kehadiran UAV dapat membantu tugas manusia dalam menjalankan aktivitasnya[4]. Kemunculan pesawat tanpa awak ini telah merevolusi pelaksanaan misi di berbagai sektor[5]. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah teknologi wahana udara tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh seorang pilot atau dapat beroperasi secara *autonomus*[6][7], sistem *autonomus* memerlukan parameter pengaturan tertentu agar pesawat dapat terbang dengan stabil[8]. Secara umum, UAV dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis sayap dan ukurannya. Berdasarkan jenis sayapnya, UAV dibagi menjadi *rotary wing*, *fixed wing*, dan *flapping wing*[9]. Jenis *fixed wing* UAV ini sendiri memiliki beberapa bentuk dan ukuran tergantung pada kegunaannya masing-masing. Sedangkan *rotary wing* UAV merupakan jenis pesawat tanpa awak yang memanfaatkan putaran baling-baling untuk terbang[10]

Dalam rangka mendukung pengembangan teknologi UAV, penting untuk memiliki komponen yang dibuat dengan metode produksi yang tepat. Oleh karena itu, proses pengecoran memainkan peran penting dalam pembuatan cetakan komponen UAV. Pengecoran (casting) adalah proses menuangkan bahan cair, seperti logam atau plastic, ke dalam cetakan, lalu membiarkannya membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan untuk dijadikan komponen mesin[11]. Komponen dengan bentuk dan ukuran yang sangat rumit sering diproduksi menggunakan mesin khusus. Banyak dari komponen ini dibuat dengan metode pengecoran[12]. Pengecoran logam adalah proses menuangkan logam cair yang telah meleleh ke dalam cetakan untuk membentuk komponen sesuai bentuk cetakan tersebut. Ada beberapa metode pengecoran yang dapat digunakan, salah satunya adalah pengecoran dengan cetakan pasir (sand casting)[13], yang merupakan metode pengecoran paling sering digunakan[14]. Aluminium adalah salah satu logam yang sering dibentuk menggunakan

proses pengecoran[15]. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan membuat Dies UAV J-1B dengan mold pengecoran menggunakan aluminium bekas dengan metode sand casting. Penelitian ini didanai sepenuhnya oleh kampus STTKD yang nantinya diharapkan dengan adanya penelitian ini mampu membantu melengkapi sarana dan prasarana taruna/I STTKD dalam pembelajaran materi.

Metode Penelitian

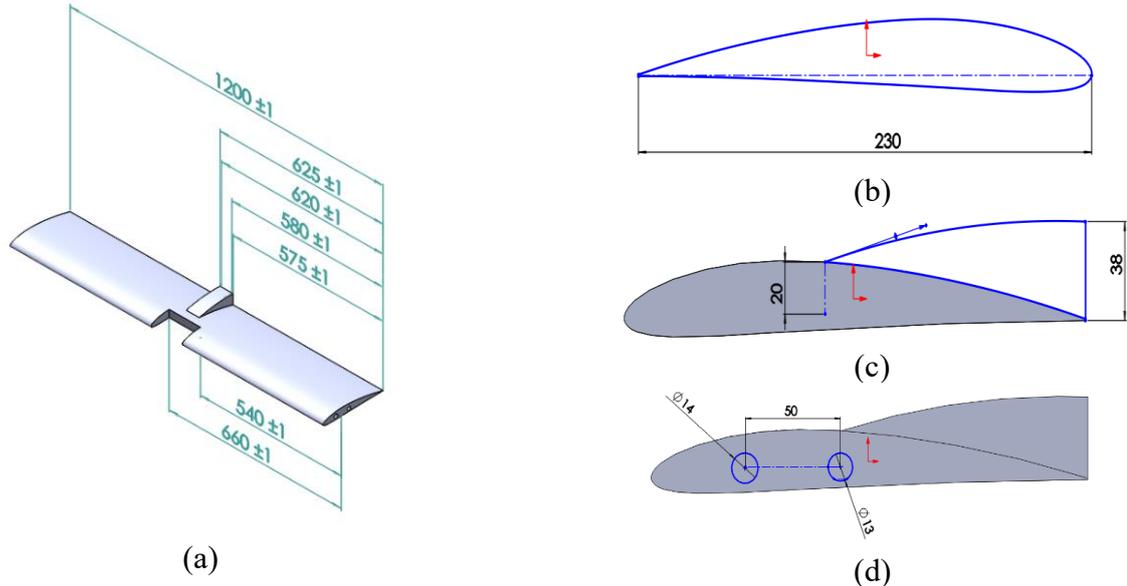
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dan observasi. Perancangan desain 3D dan gambar Teknik menggunakan aplikasi *Solidworks*, setelah itu dari hasil desain akan dilakukanya pembuatan cetakan aluminium dengan metode *sand casting*.

Diagram Alir

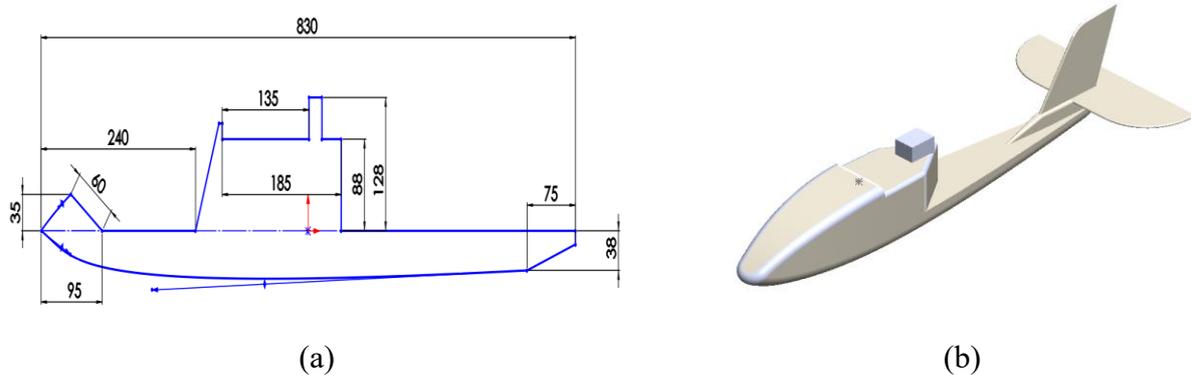


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

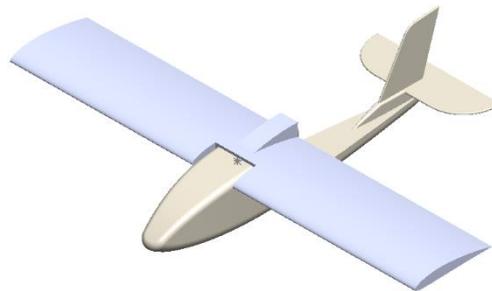
Perancangan Desain UAV Jonowski J-1B



Gambar 2. (a) Desain 3D; (b) *Chord Wing*, (c) Tempat Motor, (d) *Jointer (mm)*



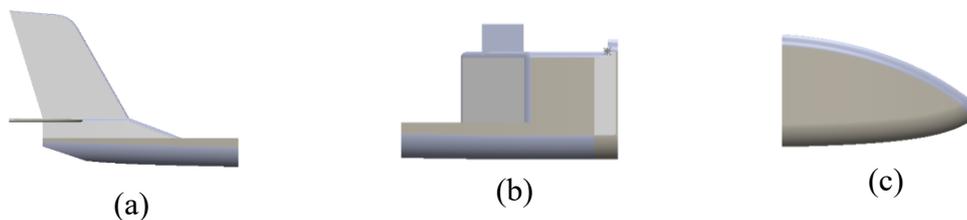
Gambar 4. (a) Ukuran (mm) Desain 2D Bagian *Fuselage*, (b) Desain 3D Bagian *Fuselage*



Gambar 5. Desain 3D UAV Jonowski J-1B

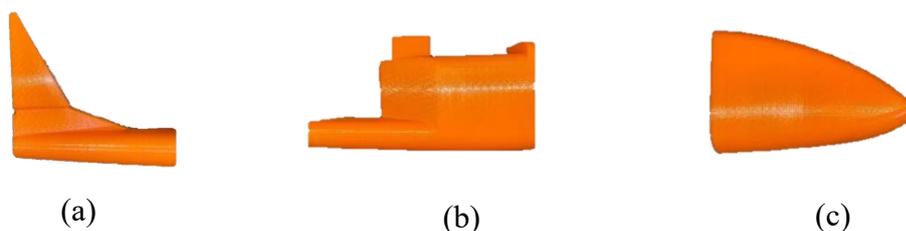
Proses Print 3D

Agar dapat mempermudah proses pembuatan UAV dengan fiberglass, dapat dilihat pada Pada di tahap ini akan melaksanakan proses cetak 3D *Printing* menggunakan hasil desain pada gambar 6. Sebelum dilakukanya proses cetak 3D *Printing*, desain yang sudah dibuat akan dilakukan pemisahan antara *body* tengah, *body* depan, dan *body* belakang. Dari hasil pembagian tersebut akan dilanjutkan ke proses *Slicing*, agar bisadiproses ke tahap percetakan 3d *Printing* hasil *body* menggunakan alat 3D *Printing*



Gambar 6. *Body* (a) Belakang, (b) Tengah, (c) Depan

Dari hasil pembagian tersebut akan dilanjutkan ke proses *Slicing*, agarbisa diproses ke tahap percetakan 3D *Printing* hasil *body* menggunakan alat 3D *Printing*



Gambar 7. Hasil 3D Print *Body* (a) Belakang, (b) Tengah, (c) Depan

Proses Pembuatan Cetakan Alumunium

Selanjutnya dilakukan pembuatan cetakan alumunium, Cetakan yang digunakan dalam pengecoran menggunakan sistem cetakan tetap, dikarenakan produksi terus menerus dan permintaan pasar yang semakin meningkat. Faktor lain yang harus diperhatikan adalah sifat dari cairan Aluminium *silicon* yang memiliki sifat penyusutan rendah dan kejernihan yang baik sehingga cetakan tetap menjadi pilihan yang sesuai dalam proses produksi. Bahan cetakan dari besi tuang yang telah mendapat perlakuan panas sehingga mengurangi unsur karbon. Hal tersebut membuat cetakan menjadi lebih liat dan dapat diproses permesinan. Cetakannya menggunakan pasir cetakan dengan sistem saluran yang dirancang khusus. Bahan baku pengecoran adalah alumunium Alcan B135, motif dari kayu mahoni, dan cetakan dari pasir kering dengan bahan pengikat semen. Volume pengecoran sebesar 1.527,47 cm³ dengan berat 3,5 kg, waktu penuangan 12 detik, dan volume penuangan 145.522,39 mm³/detik. Dimensi sistem saluran meliputi saluran drop dengan tinggi 274,3 mm dan diameter 15 mm, saluran inlet dengan luas potongan 353,25 mm², serta saluran tuang dan saluran riser dengan dimensi tertentu.



Gambar 8. Proses Pembuatan Cetakan Aluminium

Cetakan terdiri dari dua bagian yang ditangkupkan, dengan cetakan bawah sebagai pusat bekam, kemudian cetakan belakang dan terakhir cetakan atas sebagai penarik. Kedua lubang intake pada cetakan ini digunakan untuk menyalurkan cairan alumunium, dengan intake utama berada di samping dan intake akhir berada di drag atas sebagai titik tengah sumbu UAV Fuselage. Aluminium cair dari tungku dipanaskan hingga suhu 700°C-750°C dan dituangkan secara manual ke dalam cetakan, dimulai dari lubang intake belakang, kemudian dilanjutkan ke lubang tengah setelah beberapa detik.



Gambar 9. (a) Proses Penuangan Alumunium ke dalam cetakan, (b) Hasil Cetakan

Setelah dituang, cairan dalam cetakan didiamkan selama 15 detik untuk memberikan ruang udara dan didinginkan selama 3,5 hingga 5 menit untuk memperkuat kristal alumunium sebelum tuang dikeluarkan dari cetakan secara manual. Hasil coran kemudian dipindahkan ke tempat yang aman dan dipanaskan dengan brander selama 30 detik untuk memudahkan pemisahan dari cetakan. Setelah itu cetakan dibawa ke bagian control untuk diperiksa. Pada tahap ini, diperiksa adanya cacat seperti permukaan cetakan *Fuselage* UAV yang kasar dan defleksi. Jika cetakan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, cetakan tersebut kemudian dipindahkan ke area khusus untuk pendinginan, karena suhu cetakan *fuselage* yang baru dikeluarkan dari cetakan masih sangat tinggi, berikar antara 200°C

hingga 400°C. Setelah itu, sisa bagian intake dipotong dan digerinda sebelum dilakukan *finishing*.

Finishing Pada Hasil Cetakan

Setelah cetakan selesai dibuat, tahap terakhir yang dilakukan adalah *finishing*. Pada tahap ini, cetakan aluminium akan diampelas untuk menghaluskan permukaan dan memastikan hasil akhir yang rapi dan bebas dari cacat porositas. Proses pengamplasan ini penting untuk mendapatkan kualitas permukaan yang baik sebelum cetakan digunakan lebih lanjut.



Gambar 10. Proses Pengamplasan Hasil Coran

Setelah pengamplasan selesai, langkah selanjutnya adalah proses *polish*. Pada tahap ini, permukaan cetakan aluminium dipoles untuk menutupi pori-pori pada permukaan cetakan yang dapat mempengaruhi kualitas hasil cetakan serta memastikan hasil akhir yang halus dan estetis. Proses ini tidak hanya memperbaiki tampilan cetakan tetapi juga membantu menghilangkan sisa goresan yang mungkin tertinggal dari tahap pengamplasan, sehingga cetakan siap digunakan atau diproses lebih lanjut.



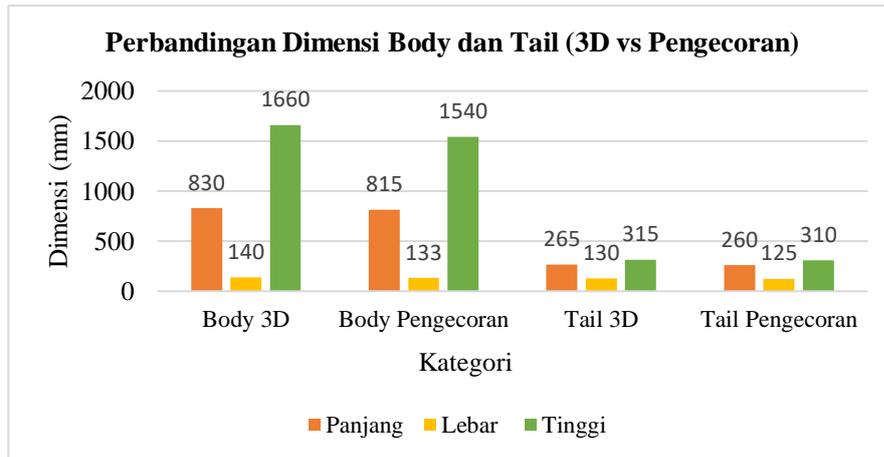
Gambar 11. Hasil *Finishing Body*(a) Depan, (b) Belakang

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran hasil desain 3D dan hasil *finishing* cetakan aluminium meliputi verifikasi panjang, tinggi, lebar dan toleransi untuk memastikan dimensi akhir sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Antara Desain 3D dan Cetakan Aluminium

Keterangan	Body		Tail	
	3D	Pengecoran	3D	Pengecoran
Panjang (mm)	830	815	265	260
Lebar (mm)	140	133	130	125
Tinggi (mm)	1660	1540	315	310



Gambar 12. Grafik Perbandingan Ukuran 3D dan Pengecoran

Perbedaan ukuran antara desain 3D dengan hasil pengecoran pada data ini umumnya disebabkan oleh fenomena penyusutan logam yang terjadi pada saat pendinginan. Aluminium cair menyusut saat mengeras karena perubahan suhu menyebabkan logam mengecil saat beralih dari bentuk cair ke bentuk padat. Proses ini menyebabkan volume aluminium menyusut, sehingga dimensi produk akhir sering kali lebih kecil dari ukuran desain awal. Misalnya, pada bagian *Body*, panjangnya mengalami penyusutan dari 830 mm menjadi 815 mm, lebar dari 140 mm menjadi 133 mm, dan tinggi dari 1660 mm menjadi 1540 mm, menunjukkan efek penyusutan yang signifikan dengan persentase penyusutan keseluruhan sebesar 5,40%. Pada bagian *Tail*, panjangnya menyusut dari 265 mm menjadi 260 mm, dan lebarnya menyusut dari 130 mm menjadi 125 mm, dengan persentase penyusutan keseluruhan sebesar 2,11%. Penurunan ini menunjukkan dampak proses penyusutan dan pengecoran yang mempengaruhi dimensi akhir.

Selain penyusutan, proses pengecoran dan penghilangan pola cetakan juga mempengaruhi ukuran akhir. Selama pengecoran, bahan cetakan seperti pasir yang digunakan untuk membentuk produk dapat menyebabkan perubahan dimensi jika tidak dihilangkan seluruhnya. Penghapusan pola cetakan dan proses *finishing*, seperti pengamplasan atau pemolesan, juga dapat mengubah ukuran produk akhir. Variabilitas suhu leleh logam dan teknik pengecoran yang digunakan juga dapat menambah ketidakakuratan ini, sehingga berkontribusi pada perbedaan antara ukuran desain dan hasil akhir produk.

Kesimpulan

Analisis perbedaan ukuran antara desain 3D dengan hasil pengecoran menunjukkan bahwa variasi tersebut terutama disebabkan oleh penyusutan logam pada saat proses pendinginan, perubahan akibat proses pengecoran, dan faktor yang berhubungan dengan proses *finishing*. Penyusutan logam saat mengeras menyebabkan dimensi akhir produk menjadi lebih kecil dari desain awal, sehingga mengurangi panjang dan tinggi secara signifikan. Untuk bagian *Body* persentase penyusutan keseluruhan sebesar 5,40%, sedangkan untuk bagian *Tail* persentase penyusutan keseluruhan sebesar 2,11%. Proses pengecoran yang meliputi penghilangan material cetakan dan penghilangan pola, serta proses *finishing* yang meliputi pengamplasan dan pemolesan juga mempengaruhi ukuran akhir produk. Variabilitas suhu leleh dan teknik pengecoran juga menambah ketidakakuratan dimensi. Oleh karena itu, perencanaan yang matang dan pengendalian kualitas yang ketat sangat penting untuk meminimalkan perbedaan ukuran dan memastikan produk akhir mendekati spesifikasi desain yang diinginkan.

Daftar Pustaka

- [1] D. A. Ramadhan, J. K. Raya Karanglo, K. Lowokwaru, K. Malang, and J. Timur, "Proses Manufaktur Pesawat Tanpa Awak (UAV) Jenis Fixed Wingdengan Menggunakan Material Styrofoam Dan Material Composit Fiber

- Cloth.”
- [2] F. Setiawan *et al.*, “Manufaktur Dan Pemasangan Komponen Avionik Pada UAV Skywalker 1900 Dengan Material Komposit Berpenguat Fiber Carbon,” *Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 15, no. 02, 2023.
 - [3] A. Dwi Septian and Y. Huda, “Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika Perancangan Sistem Tiltrotor pada UAV Sebagai Media Pantau Pasca Bencana,” vol. 10, no. 3, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>
 - [4] M. Fadhillah, G. Marausna, R. Yudhono, and S. Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta, “Analisis Kestabilan Statik Pada Konsep UAV Purwarupa Light Aircraft Dengan Konfigurasi Sayap Morphing Menggunakan Perangkat Lunak XFLR5,” 2023.
 - [5] D. Wicaksono and F. Setiawan, “Penerapan Metode Manufaktur Terbaru Pada Body Drone UAV Skywalker,” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 201–208, Jul. 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i2.964.
 - [6] H. abdurahman and D. Endang Rosdiana, “Perancangan Dan Perakitan Fixed Wing UAV Yang Dapat Lepas Landas Secara Vertikal Designing And Assembling Of Fixed Wing UAV That Can Take Off Vertically.”
 - [7] A. A. Erissonia and R. Yudhono, “Rancang Bangun Airframe Unmanned Aerial,” *Teknika STTKD*, vol. 5, no. 1, pp. 44–49, 2018.
 - [8] A. A. Azmi and W. Wahyudi, “Perancangan Sistem Autonomous pada Pesawat Model UAV Jenis Glider,” *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.18196/jmpm.3134.
 - [9] M. Ariyanto, J. D. Setiawan, and T. parabowo, “Uji Terbang Autonomous Low Cost Fixed Wing UAV Menggunakan PID Compensator.” [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi>
 - [10] A. Prakoso, A. Pambekti, C. S. Budiono, I. Lukito, R. Kurniawan, and S. D. S. Vong, “Perancangan dan analisis karakteristik aerodinamik pada pesawat fix wing VTOL UAV,” *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, vol. 15, no. 1, p. 1, May 2023, doi: 10.28989/angkasa.v15i1.1373.
 - [11] M. T. Wijaya, “Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium,” *Jurnal SIMETRIS*, vol. 8, 2017.
 - [12] S. Lubis and I. Siregar, “Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil,) Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder,” 2020.
 - [13] A. Qohar, I. Ketut, G. Sugita, and P. Lokantara, “Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) Menggunakan Sand Casting,” 2017.
 - [14] F. Rohman, I. Sidharta, and Soeharto, “Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Kayu dengan Pengikat Semen pada Pasir Cetak terhadap Cacat Porositas dan Kekasaran Permukaan Hasil Pengecoran Aluminium Alloy 6061,” Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Kayu dengan Pengikat Semen pada Pasir Cetak terhadap Cacat Porositas dan Kekasaran Permukaan Hasil Pengecoran Aluminium Alloy 6061,” vol. 3, 2014.
 - [15] M. Muttakin and H. Sunyoto, “20085-69478-1-PB (1),” Pengaruh Temperatur Tuang Dan Penambahan Silikon Terhadap Kekerasan, Cacat Coran Dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Aluminium Dengan Cetakan Pasir”, vol. 12, pp. 1–12, 2020.