



## Produksi Blok Silinder Aluminium Cor Diameter 54,5 mm x Langkah 59 mm Kapasitas 2 Unit/Jam

Rangga Tri Wicaksono<sup>1</sup>, Syamsul Hadi<sup>2\*</sup>, Naufal Faqih Ramadhan<sup>3</sup>, Nur Aisyah<sup>4</sup>,  
Muhammad Fathoni Ulwan<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Program Studi Diploma IV, Teknik Mesin Produksi Perawatan, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Doktor Terapan, Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: [03rwickaksono@gmail.com](mailto:03rwickaksono@gmail.com)<sup>1</sup> [syamsul.hadi@polinema.ac.id](mailto:syamsul.hadi@polinema.ac.id)<sup>2</sup> [naufalfaqih73@gmail.com](mailto:naufalfaqih73@gmail.com)<sup>3</sup>  
[nuraisyahumum@gmail.com](mailto:nuraisyahumum@gmail.com)<sup>4</sup>, [fathoniulwan46@gmail.com](mailto:fathoniulwan46@gmail.com)<sup>5</sup>

\*Penulis Korespondensi: [syampol2003@yahoo.com](mailto:syampol2003@yahoo.com)

**Abstract.** *The manufacturer's discontinuation of original spare parts for the 149 cm<sup>3</sup> two-stroke cylinder block has had a significant impact, resulting in a shortage of products sought by consumers, creating a market gap for local manufacturers to produce spare parts with equivalent and competitive quality. The production objective is to obtain an ADC12 cast aluminum cylinder block with a diameter of 54.5 mm x a stroke of 59 mm. The production method includes: a series of systematic steps of 3D scanning of the cylinder block for geometric accuracy, making a Resin Sand Casting (RSC) mold whose size has been increased due to the shrinkage percentage ADC12-Machining-Pattern removal slope, making a core for the hollow part from RSC material, a melting process using an LPG furnace in parallel stages using 2 RSC molds, natural cooling for about 60 minutes, cutting the casting bowl channel and cutting the riser, T6 heat treatment, and quality and dimensional inspection. The production results are in the form of an ADC12 cast aluminum cylinder block with a diameter of 54.5 mm x stroke of 59 mm, the tensile strength after heat treatment is around 300 MPa, the total production cost is IDR 375,000/unit, and the process duration is 30 minutes/unit which implies that the need for a cylinder block volume of 149 cm<sup>3</sup> for two-stroke motorcycles (takt) can be met, so that this type of motorcycle can be used again.*

**Keywords:** ADC12; aluminum; casting; cylinder block; mold.

**Abstrak.** Penghentian produksi suku cadang orisinal blok silinder 149 cm<sup>3</sup> dua langkah oleh pabrikan sangat berpengaruh yang mengakibatkan kelangkaan produk yang dicari konsumen, sehingga menimbulkan celah pasar bagi para produsen lokal untuk membuat suku cadang dengan mutu yang setara dan bersaing. Tujuan produksi untuk memperoleh blok silinder Aluminium cor ADC12 diameter 54,5 mm x langkah 59 mm. Metode produksi meliputi: serangkaian tahapan sistematis pemindaian tiga dimensi (*3D scanning*) blok silinder untuk akurasi geometri, pembuatan cetakan *Resin Sand Casting* (RSC) yang ukurannya telah ditambahkan akibat persentase penyusutan ADC12-Pemesinan-Kemiringan pelepasan pola, pembuatan inti untuk bagian yang berlubang dari bahan RSC, proses peleburan menggunakan tungku LPG secara bertahap paralel dengan penggunaan 2 cetakan RSC, pendinginan alami sekitar 60 menit, pemotongan saluran mangkok tuang dan pemotongan *riser*, perlakuan panas (*heat treatment*) T6, dan pemeriksaan mutu dan dimensi. Hasil produksi berupa blok silinder aluminium cor ADC12 diameter 54,5 mm x langkah 59 mm, kekuatan tarik setelah perlakuan panas menjadi sekitar 300 MPa, total biaya produksi Rp 375.000,-/unit, dan durasi proses 30 menit/unit yang berimplikasi bahwa kebutuhan untuk volume blok silinder 149 cm<sup>3</sup> sepeda motor dua langkah (*takt*) dapat dipenuhi, sehingga sepeda motor tipe tersebut dapat difungsikan kembali.

**Kata kunci:** ADC12; aluminium; blok silinder; cetakan; pengecoran.

### 1. LATAR BELAKANG

Sepeda motor 149 cm<sup>3</sup> seri dua langkah yang meliputi varian 150R, 150RR dan 150SS, merupakan seri motor yang sempat mendominasi pasar motor sport seri 150 cm<sup>3</sup> di Indonesia. Mesin dua langkah yang dikenal memiliki karakter tenaga yang responsif, putaran mesin tinggi dan bobot yang ringan menjadikannya pilihan populer bagi kalangan penggemar kecepatan, namun seiring dengan pemberlakuan regulasi emisi gas buang yang semakin ketat dan

beralihnya industri otomotif ke platform mesin empat langkah yang lebih ramah lingkungan, pabrikan motor tersebut secara resmi menghentikan produksi dan distribusi suku cadang orisinil untuk jajaran motor dua langkah tersebut.

Dalam industri otomotif terdapat berbagai komponen/*part* hasil cor, contohnya blok silinder mesin, kepala silinder, piston, dan, poros engkol yang mana blok silinder yang dibuat dari besi cor kelabu/*grey cast iron* yang berfungsi sebagai lokasi gerakan piston, pemasangan kepala silinder, dan gerakan poros engkol (Lubis, 2020). Modifikasi pada blok silinder dapat dilakukan dengan menggunakan software simulasi (*SolidCast, AnyCasting*) dan dianggap lebih efektif untuk mengidentifikasi kelemahan pada produk yang akan dibuat (Sidharta, 2022). Desain gambar cetakan coran harus diperbesar dimensinya untukantisipasi akibat penyusutan logam dari fase cair ke fase padat, adanya pemesinan, dan pembuatan pola untuk dinding tegak yang harus dimiringkan sekitar 1:7 untuk kemudahan pelepasan pola dari padatan pasir cetaknya sebelum logam cair dituangkan.

Menurut Agung (2021), metode pengecoran saat ini semakin banyak diterapkan dalam sektor industri. Seiring waktu, sering kali produk-produk yang cacat muncul dari peralatan yang sudah tidak layak pakai. Diharapkan jumlah barang cacat dapat ditekan dengan mengidentifikasi penyebab utama yang membuat produk menjadi gagal. Menurut Kristiadi (2022) aluminium dikenal dengan kemampuan tahan korosi dan mempunyai konduktivitas listrik yang tinggi. Kemampuan tahan korosi tersebut didapatkan ketika aluminium berkarat, lalu membentuk aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ). Setelah proses *heat treatment*, selanjutnya dalam tahap *age hardening* adalah *aging* atau penuaan. Syaharuddin dkk. (2021) menyatakan bahwa, proses perlakuan panas mencakup pemanasan ADC12 pada rentang temperatur yang ditentukan, lalu temperatur tersebut dipertahankan hingga waktu pendinginan yang telah ditetapkan. Proses perlakuan panas tersebut diharapkan dapat meningkatkan ketahanan aluminium, memperkuat kekerasan bahan, menghaluskan butiran kristal, menghapus tegangan internal, dan memperbesar kekuatan tarik dari paduan aluminium

Penuaan buatan (*artificial aging*) merupakan penuaan pada paduan aluminium dalam keadaan temperatur panas, berlangsung pada temperature antara 100-200°C dan dengan penahanan waktu antara 1 sampai 24 jam (Saefuloh et al., 2018). Solihin (2021) menyatakan bahwa temperatur pengerasan buatan terlalu tinggi atau durasi pengerasan buatan terlalu lama, hal tersebut dapat menyebabkan keadaan penuaan berlebihan yang mengakibatkan penurunan daya tahan bahan. Sutrisno (2020) menyatakan bahwa, penuaan buatan T6 merupakan proses perlakuan panas yang mampu meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan pada paduan aluminium. Proses tersebut meningkatkan karakteristik paduan dengan menghasilkan endapan

yang berintegrasi dengan struktur matriks aluminiumnya. Pada ADC12, endapan yang terbentuk adalah  $\alpha'$  ( $\text{Al}_2\text{Cu}$ ) dan  $\beta'$  ( $\text{Mg}_2\text{Si}$ ), namun peningkatan durasi penuaan dapat menyebabkan penuaan berlebih, yang mengubah endapan menjadi fase  $\alpha'$  ( $\text{Al}_2\text{Cu}$ ) dan  $\beta'$  ( $\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_{16}$ ).

## 2. KAJIAN TEORITIS

Menurut Sinarep (2024), blok silinder merupakan suatu komponen pada sepeda motor yang berfungsi sebagai tempat bagi piston untuk bergerak dalam melaksanakan proses kerja mesin. Silinder sepeda motor dua tak memiliki lubang di bagian dalam dinding silindernya. Kurniawan (2024) menyatakan bahwa penggunaan aluminium dalam pengembangan biasanya dipilih untuk proses pengecoran karena karakteristiknya yang termasuk ringan, tahan lama, ketahanan terhadap korosi yang tinggi, kemampuan menghantarkan panas yang baik, dan mudah untuk diproses.

Manfaat yang diperoleh aluminium adalah tingkat kekerasan dan fleksibilitas yang baik. Dalam jenis paduan tertentu, aluminium juga memiliki beberapa kelemahan, contohnya ketidakmampuannya untuk melawan dampak korosi yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan asam yang merusak. Ketahanan dan kekuatan aluminium dapat berkurang akibat terjadinya korosi (Wisnujati & Yudhanto, 2023). Parameter dari proses pengecoran logam tersebut berpengaruh terhadap karakteristik mekanik dan *defect* dari bahan. Karakteristik mekanik mencakup kekerasan, ketangguhan, dan daya tarik. Cacat dalam coran sering kali muncul dalam sistem pengecoran Tjiroso et al. (2023), namun tumpukan aluminium bekas yang tidak diolah dengan tepat dapat mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan tindakan mendaur ulang limbah aluminium bekas agar bisa digunakan kembali untuk diubah menjadi barang baru (Jumalik, 2022). Pemanfaatan ulang logam melalui jalur daur ulang, selain mencegah pencemaran lingkungan, juga menghemat bahan, karena sifat logam adalah abadi setelah dicairkan yang kembali menjadi bahan baru.

Aluminium merupakan logam ringan dengan kemampuannya untuk tahan terhadap korosi. Namun untuk meningkatkan karakteristik mekanisnya, perlu ditambahkan bahan lain yang berperan sebagai penguat (Kadir, 2025). Komposisi 99% Aluminium tanpa paduan dalam kondisi biasa hanya memiliki kekuatan tarik 49 MPa yang mengidentifikasi bahwa aluminium terlalu lemah untuk aplikasi, sehingga perlu dipadu dengan logam lainnya (Ningsih, 2024). Agar berkekuatan yang baik, aluminium dipadukan dengan Cu, Si, Mg, Zn, Mn, dan Ni Catur et al. (2024), sehingga sifat baik lainnya meningkat untuk ketahanan terhadap karat, koefisien pemuaian rendah dan ketahanan terhadap keausan (Saputra, 2018). Untuk

meningkatkan karakteristik mekanik paduan ringan dapat melalui pengaturan struktur mikro dengan metode pengecoran tertentu, penambahan unsur pemadu untuk perbaikan struktur mikro, menerapkan perlakuan permukaan atau menggunakan pemanasan yang diharapkan dapat menjamin perbaikan sifat bahan (Kro'1, 2017).

Unsur Si pada paduan ADC12 berada sangat dekat dengan titik eutektik dalam diagram fase Al-Si, dan area dua fase cair-padat sangatlah sempit. Meski banyak teknik semi padat menggunakan paduan aluminium telah dipublikasikan, pemanfaatan ADC12 dengan metode semi padat tetap sangat minim (Rasyid et al., 2017). Proses pencairan aluminium merupakan langkah penting dalam pembuatan logam yang meliputi pemanasan aluminium sampai titik cairnya di dalam tungku lebur (Utomo & Pranoto, 2024).

### 3. METODE PENELITIAN

Produksi dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis yang meliputi persiapan bahan dan alat, pembuatan cetakan *Resin Sand Casting* (RSC), proses manufaktur pengecoran, perlakuan panas (*heat treatment*), hingga pembersihan produk akhir, dengan menghasilkan blok silinder aluminium cor berdimensi 54,5 mm × 59 mm. Bahan utama yang digunakan adalah Aluminium Die Casting 12 (ADC12) yaitu jenis paduan Al Si dengan tambahan Cu, Fe, Mn, Mg, Zn, Ti, Cr, Ni, Pb, dan Sn. Aluminium murni bersifat mampu cor dan sifat mekanis yang relatif rendah, sehingga digunakan paduan yang tepat untuk memperbaikinya. Komposisi kimia bahan ADC12 sebagaimana Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Bahan ADC12.

Unsur Kimia (%)									
Si	Cu	Mg	Mn	Fe	Ni	Zn	Sn	Lainnya	Al
11,5	2,0-3,0	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Sianya
		0,1	0,5	1,3	0,3	3,0	0,15	0,5	

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam produksi blok silinder sebagaimana Tabel.

**Tabel 2.** Alat dan Bahan untuk Produksi Blok Silinder.

No.	Alat	Bahan
1	Tungku Peleburan	ADC12
2	Kowi ( <i>Crucible</i> )	Oli SAE 20W-40
3	<i>Blower</i>	<i>Coolant</i> Radiator
4	<i>Thermocouple</i>	Larutan HF
5	<i>RSC</i>	Larutan HCl
6	Regulator Elpiji	Larutan HNO <sub>3</sub>
7	<i>Dimmer</i> (pengatur kecepatan <i>blower</i> udara ke tungku)	
8	Palu Baja	

Efisiensi tungku peleburan sangat dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan dan teknologi pembakaran yang diterapkan, termasuk pengaturan laju aliran udara dan posisi *burner* yang optimal. Sebelum cetakan dibuat, dilakukan pemindaian tiga dimensi (*3D scanning*) terhadap blok silinder referensi untuk memperoleh data geometri komponen secara akurat. Hasil pemindaian menghasilkan model *mesh* tiga dimensi yang merepresentasikan seluruh fitur geometris blok silinder dari berbagai sudut pandang sebagaimana Gambar 1 dan Gambar 2.



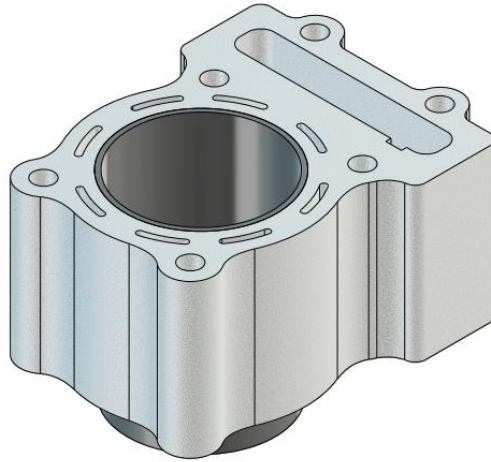
**Gambar 1.** Blok Silinder Isometris Arah Barat Laut/*North West* (NW).



**Gambar 2.** Blok Silinder Isometris Arah Barat Daya.

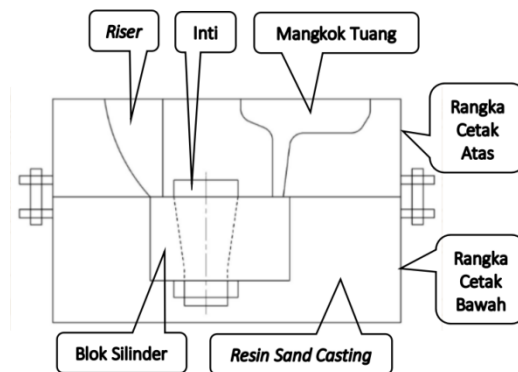
Data geometri hasil *3D scanning* selanjutnya dijadikan acuan utama dalam desain dan pembuatan cetakan RSC berdiameter silinder 54,5 mm  $\times$  langkah silinder 59 mm. Cetakan dipersiapkan dengan teliti agar rongga cetak bebas dari kebocoran maupun cacat geometri. Pemilihan jenis cetakan berpengaruh langsung terhadap mutu produk akhir, karena kecepatan pendinginan dan distribusi panas pada logam cair sangat bergantung pada karakteristik cetakan yang digunakan. Dimensi spesimen uji mengacu pada standar ASTM B557 sebagai standar baku pengujian tarik produk cor aluminium.

Pembuatan cetakan *Resin Sand Casting* (RSC) yang ukurannya telah ditambahkan akibat persentase penyusutan ADC12 sekitar 6,5% Hadi et al. (2020), ketebalan pemesinan, dan kemiringan untuk kemudahan pelepasan pola dari dalam cetakan pasir setelah dipadatkan sebagaimana Gambar 3.

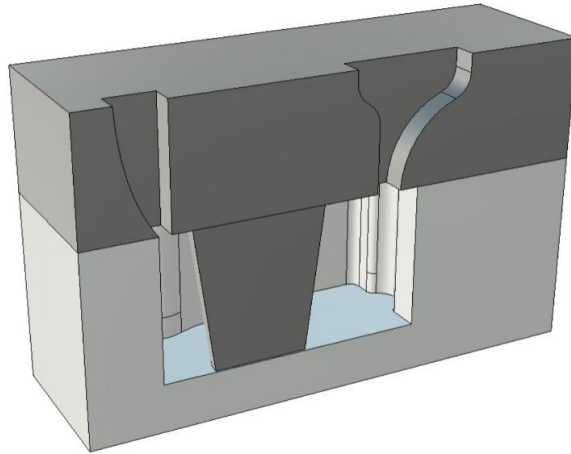


**Gambar 3.** Cetakan *Resin Sand Casting* setelah Ukurannya Ditambahkan Persentase Penyusutan ADC12, Ketebalan Pemesinan, dan Kemiringan Pola.

Kelengkapan cetakan blok mesin dari RSC ditambahkan mangkok tuang (*pouring basin*) dan riser sebagai kompensator penyusutan saat coran berubah fasa dari fasa cair ke fasa padat atau pembekuan (Hadi et al, 2017). Cetakan blok mesin dengan RSC dalam rangka cetak sebagaimana Gambar 4.



**Gambar 4.** Cetakan Blok Mesin dengan RSC dalam Rangka Cetak Sebagai ilustrasi cetakan blok silinder dalam isometris sebagaimana Gambar 5.



**Gambar 5.** Ilustrasi Cetakan Blok Silinder Isometris.

Aluminium ADC12 dipanaskan secara bertahap di dalam kowi menggunakan tungku peleburan LPG hingga mencapai temperatur lebur sekitar  $750^{\circ}\text{C}$  (Hadi et al., 2020). Efisiensi pemanasan dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas, laju aliran bahan bakar, dan laju aliran udara selama pembakaran berlangsung. Temperatur dipantau secara berkala menggunakan *thermocouple* untuk memastikan aluminium telah mencair sempurna sebelum penuangan dilakukan. Setelah mencapai temperatur tuang yang ditentukan, cairan logam dituangkan secara perlahan dan merata ke dalam cetakan RSC untuk meminimalkan turbulensi, porositas, dan air entrapment pada produk. Spesimen kemudian dibiarkan di dalam cetakan selama sekitar 4 menit hingga terjadi pembekuan awal, dilanjutkan pendinginan alami sekitar 60 menit hingga pembekuan berlangsung sempurna.

Setelah proses pengecoran dan pendinginan awal selesai, spesimen menjalani perlakuan panas (*heat treatment*). Spesimen dipanaskan kembali hingga temperatur *solution treatment* yang telah ditentukan dan dipertahankan selama *holding time* tertentu agar distribusi unsur paduan menjadi homogen di dalam matriks aluminium. Selanjutnya, spesimen didinginkan secara cepat (*quenching*) menggunakan media air. Laju pendinginan yang tinggi pada proses *quenching* terbukti berpengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik bahan hasil pengecoran. Tahap akhir adalah pembersihan dan perapian produk hasil pengecoran. Spesimen dibersihkan dari sisa terak, serpihan cetakan, dan *flash* menggunakan palu dan alat bantu mekanis, kemudian dimensinya disesuaikan agar memenuhi standar spesimen uji ASTM B557 dan siap dilakukan pengujian mekanis. Struktur mikro diamati dari spesimen setelah dietsa dengan larutan Keller Reagent (95 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ; 2,5 ml  $\text{HNO}_3$ ; 1,5 ml HC; dan 1 ml HF), kemudian diamati dengan mikroskop optik pada perbesaran 200 kali (Ningsih, 2024).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas produksi ditetapkan senilai 2 unit blok silinder/jam. Berdasarkan desain proses, setiap siklus produksi memerlukan waktu pembekuan awal  $\pm 4$  menit di dalam cetakan RSC, dilanjutkan pendinginan alami sekitar 60 menit, dan estimasi waktu persiapan dan penuangan sekitar 6 menit, sehingga total satu siklus mencapai sekitar 70 menit/unit. Dengan konfigurasi satu tungku dan satu cetakan secara serial, kapasitas teoritis hanya mencapai  $\sim 0,86$  unit/jam, yang berarti belum terpenuhi. Solusinya adalah penerapan sistem produksi paralel menggunakan 2 tungku dan 2 cetakan RSC yang beroperasi bergantian. Saat satu unit menjalani pendinginan, unit lain dapat segera memasuki tahap peleburan dan penuangan, sehingga output 2 unit/jam dapat dicapai secara konsisten dengan rincian durasi proses sebagaimana Tabel 3.

**Tabel 3.** Waktu Siklus dan Kapasitas Produksi.

Tahap Proses	Durasi Proses	Keterangan
Persiapan dan Penuangan	6 Menit	Per Siklus
Pembekuan Awal (dalam Cetakan)	$\pm 4$ Menit	Dalam Cetakan RSC
Pendinginan Alami	$\pm 60$ Menit	Hingga Beku Sempurna
Total Satu Siklus	70 Menit	Per 1 Unit Produk
Kapasitas 1 Tungku Serial	0,86 Unit/Jam	Belum Memenuhi Target
Kapasitas 2 Tungku Paralel	2 Unit/Jam	Terpenuhi

Aluminium ADC12 dipanaskan menggunakan tungku LPG hingga mencapai temperatur tuang optimal  $680-720^{\circ}\text{C}$ , yang dipantau secara berkala dengan thermocouple. Temperatur tuang yang tepat memastikan kelancaran logam cair yang cukup untuk mengisi seluruh rongga cetakan RSC berdiameter silinder  $54,5 \text{ mm} \times$  langkah silinder  $59 \text{ mm}$  secara merata. Cetakan RSC dirancang berdasarkan data *3D scanning* blok silinder referensi, sehingga akurasi geometri produk dapat terjaga. Penuangan dilakukan secara perlahan dan merata untuk meminimalkan turbulensi, porositas, dan air entrapment pada produk.

Turbulensi yang berlebihan saat penuangan merupakan penyebab utama terbentuknya cacat porositas yang bertindak sebagai konsentrasi tegangan dan menurunkan sifat mekanis produk secara signifikan. Pengaturan laju aliran udara melalui blower dan rasio bahan bakar yang tepat pada tungku LPG berperan penting dalam menjaga stabilitas temperatur peleburan antar-batch produksi. Perlakuan panas dilakukan melalui dua tahap utama. Pertama, *solution treatment* pada temperatur  $480-510^{\circ}\text{C}$  dengan *holding time* 4–8 jam untuk melarutkan unsur paduan (Cu, Si, Mg) secara homogen ke dalam matriks  $\alpha\text{-Al}$  dan menghilangkan segregasi komposisi akibat pembekuan.

*Quenching* menggunakan media air untuk membekukan kondisi larutan padat jenuh, mencegah presipitasi fasa kasar yang tidak menguntungkan, dengan laju pendinginan di atas 100°C/detik. Untuk mencapai kondisi temper T6, dilakukan *artificial aging* pada temperatur 150-180°C selama 4–12 jam. Proses tersebut menghasilkan presipitat fasa  $\theta$  (CuAl<sub>2</sub>) berukuran nanometer yang terdistribusi halus di dalam matriks, memberikan efek penguatan presipitasi yang meningkatkan kekuatan tarik ADC12 dari ~228–250 MPa (*as-cast*) menjadi ~290–310 MPa (T6), atau peningkatan sebesar ±25–30% dengan data selengkapnya sebagaimana Tabel 4.

**Tabel 4.** Data Perlakuan Bahan ADC12.

Parameter	Nilai	Keterangan
Temperatur tuang ADC12	680–720°C	Thermocouple monitoring
Temperatur solution treatment	480–510°C	Holding 4–8 jam
Media <i>quenching</i>	Air	Laju > 100°C/detik
Temperatur artificial aging (T6)	150–180°C	Holding 4–12 jam
UTS as-cast	~228–250 MPa	Referensi literatur
UTS kondisi T6	~290–310 MPa	Peningkatan ±25–30%
Kekerasan as-cast	~80–90 HB	Brinell hardness
Kekerasan T6	~100–110 HB	Brinell hardness

Kesesuaian dimensi spesimen uji terhadap standar ASTM B557 memastikan hasil pengujian tarik yang diperoleh valid untuk dibandingkan dengan data literatur. Seluruh hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kombinasi proses RSC dengan perlakuan panas T6 pada paduan ADC12 merupakan pendekatan yang tepat untuk menghasilkan blok silinder aluminium cor bermutu tinggi pada kapasitas produksi 2 unit/jam.

Biaya dan durasi proses pembuatan blok silinder sebagaimana Tabel 5.

**Tabel 5.** Biaya dan Durasi Proses Pembuatan Blok Silinder.

No	Proses Pembuatan	Biaya (Rp)	Durasi (Menit)
1	Pemindaian tiga dimensi ( <i>3D scanning</i> ) blok silinder	50.000	2,5
2	Pembuatan cetakan <i>Resin Sand Casting</i> (RSC)	65.000	5
3	Pembuatan inti untuk bagian yang berlubang dari bahan RSC	35.000	2,5
4	Peleburan menggunakan tungku LPG secara bertahap paralel dengan penggunaan 2 cetakan RSC	80.000	2
5	Pendinginan alami sekitar 60 menit	0	5
6	Pemotongan saluran mangkok tuang dan pemotongan <i>riser</i>	20.000	1,5
7	Perlakuan panas ( <i>heat treatment</i> ) T6	90.000	10
8	Pemeriksaan mutu dan dimensi	35.000	1,5
	Jumlah	<b>375.000</b>	<b>30</b>
	Pajak 10%	37.500	
	Laba 15%	56.000	
	Total/Harga jual/unit	<b>468.500</b>	

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil produksi berupa blok silinder aluminium cor ADC12 diameter silinder 54,5 mm x langkah silinder 59 mm, kekuatan tarik setelah perlakuan panas menjadi sekitar 300 MPa, total biaya produksi Rp 375.000,-/unit, dan durasi proses 30 menit/unit yang berimplikasi bahwa kebutuhan untuk volume blok silinder 149 cm<sup>3</sup> sepeda motor dua langkah (*takt*) dapat dipenuhi, sehingga sepeda motor tipe tersebut dapat difungsikan kembali.

Saran tindak lanjut atas kesimpulan adalah dapat digunakan peleburan menggunakan tungku LPG secara bertahap paralel lebih dari 2 cetakan RSC untuk meningkatkan efisiensi dan bahan baku aluminium ADC12 bisa ditambahkan dengan aluminium bekas sekitar 10%.

## DAFTAR REFERENSI

- Agung, S. (2021). Analisis kecacatan produk block cylinder dengan menggunakan peta kendali. *Jurnal JIEOM*, 4(2), 1–5. <https://doi.org/10.31602/jieom.v4i2.5937>
- Catur, A. D., Permana, M. D., & Zainuri, A. (2024). Pengaruh penambahan unsur tembaga pada nilai impak dan keausan *effect of addition of copper elements in the compression casting of used cylinder blocks*. *Energy, Materials and Product*, 3(2), 207–212. <https://doi.org/10.29303/empd.v3i2.5407>
- Hadi, S., Murdani, A., Wirawan, B., Buwono, H. P., & Nauri, I. M. (2020). Recycled aluminium from motorcycle pistons with home industry casting process. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(12), 2630–2636.
- Hadi, S., Nugroho, R. H., Udianto, P., & Akbar, A. W. (2017). Efek daur ulang aluminium piston sepeda motor terhadap kekuatannya. *Prosiding SNTT 2017 Politeknik Negeri Malang*, 3, 75–81.
- Jumalik, S. (2022). Pengaruh temperatur tuang terhadap porositas, struktur mikro dan kekerasan dari aluminium rongsok baling-baling kapal menggunakan pengecoran evaporatif. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 4(1), 76–89. [https://doi.org/10.20527/jtam\\_rotary.v4i1.5541](https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v4i1.5541)
- Kadir, S. (2025). Pengujian kekerasan dan struktur mikro hasil pengecoran aluminium pada berbagai media pendingin. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1), 157–163. <https://doi.org/10.57250/ajst.v3i1.1583>
- Kristiadi, L. (2022). Pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan mikrostruktur pada pengecoran aluminium 6061. *Jurnal Ring Mechanical Engineering*, 2(2), 101–112. <https://doi.org/10.33474/rm.v2i2.19906>
- Kro'1, T. (2017). Structure and properties of aluminium–magnesium casting alloys after heat treatment. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 127, 299–308. <https://doi.org/10.1007/s10973-016-5845-4>
- Kurniawan, A. T. (2024). Analisa kekerasan bahan dalam proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder motor bakar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (JIMT)*, 4(2), 98–110.
- Lubis, S. (2020). Proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder. *Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*, 1(1), 30–37. <https://doi.org/10.53695/jm.v1i1.14>

- Ningsih, U. (2024). Variasi media pendingin proses pengecoran terhadap kekuatan material dan struktur mikro pada pengecoran aluminium ADC12. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 7(2), 343–347. <https://doi.org/10.3390/ma17061242>
- Rasyid, S., Jurusan, D., Mesin, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2017). Analisis sifat mekanik dan struktur mikro paduan aluminium ADC12 dengan teknik pengecoran semi solid (rheocasting). *Prosiding Hasil Penelitian, 2017*, 1–6.
- Saefuloh, I., Pramono, A., Jamaludin, W., & Rosyadi, I. (2018). Studi karakterisasi sifat mekanik dan struktur mikro material piston aluminium-silikon alloy. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 4(2), 56–63.
- Saputra, B. (2018). Analisis kekerasan coran aluminium dengan variasi besar butir pasir cetak. *Jurnal Teknologi*, 18(1), 1–5.
- Sidharta, L. Y. (2022). Optimasi desain gating system dan riser pada pengecoran produk blok silinder modifikasi untuk motor bensin 4 langkah. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 3(2), 71–78. <https://doi.org/10.18196/jqt.v3i2.14460>
- Sinarep, M. (2024). Pengaruh tembaga pada pengecoran blok silinder sepeda motor terhadap sifat mekanik. *Journal of Industrial Engineering and Innovation*, 1(1), 1–7.
- Solihin, S. (2021). Pengaruh artificial aging terhadap sifat mekanik aluminium (Al) seri 6061. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 1–7.
- Sutrisno, A. (2019). Effects of bifilm on the response of artificial aging of aluminium alloy ADC12. *AIP Conference Proceedings*, 2114(1), 1–8. <https://doi.org/10.1063/1.5112409>
- Syahrudin, R., Muas, M., & Rosyid, F. (2021). Analisis struktur mikro dan kekerasan paduan aluminium ADC 12 hasil proses pengecoran semi solid dengan proses perlakuan panas. *Sinergi*, 19(2), 146–153.
- Tjiroso, B., Umar, K., Rais, S., & Rajak, S. (2023). Pengaruh suhu penuangan terhadap kualitas dan cacat coran aluminium bekas kaleng minuman dengan metode lost foam casting. *Journal of Science and Engineering*, 6(2), 79–83.
- Utomo, W. T., & Pranoto, H. (2024). Mengoptimalkan efisiensi tungku peleburan aluminium: Tinjauan jenis bahan bakar dan teknologi pembakaran. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 13(1), 56–63. <https://doi.org/10.24127/trb.v13i1.3095>
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2023). Karakterisasi lapisan oksida hasil anodizing pada aluminium dengan variabel waktu pencelupan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(2), 525–536. <https://doi.org/10.21776/jrm.v14i2.1309>