

PENGARUH TEMPERATUR TUANG PADA PROSES PENGECORAN SAND CASTING TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN CACAT CORAN *RUNNER* TURBIN *CROSS-FLOW* SUDU 24

Aditya Lutfi Sulistyawan¹, Kriswanto², Rahmat Doni Widodo³, Rusiyanto⁴, Suyitno⁵, Rachael Andika⁶, Zaidan Priya Harsandi⁷

^{1,2,3,4,6,7} Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

⁵ Fakultas Teknik, Universitas Tidar

adityalutfi933@gmail.com¹, kriswanto.tn@gmail.com², rahmat.doni@mail.unnes.ac.id³,
me_rusiyanto@mail.unnes.ac.id⁴, suyitno@untidar.ac.id⁵, andikarachaelan@students.unnes.ac.id⁶,
zaidanpriyaharsandi112@students.unnes.ac.id⁷

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi temperatur tuang terhadap kekuatan impak dan cacat coran *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 metode *sand casting*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, karena dalam penelitian ini akan dilakukan pengecoran *runner* turbin *cross-flow*. Variasi temperatur tuang yang digunakan adalah 650°C, 700°C, 750°C. Data hasil penelitian dianalisis secara langsung, dibuat grafik, foto makro dan *infinity analyz* kemudian ditarik kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Nilai kekuatan impak pada temperatur 600°C sebesar 0,6247 J/mm², temperatur tuang 700°C sebesar 0,9778 J/mm², dan pada temperatur tuang 750°C sebesar 0,7290 J/mm². Terdapat beberapa jenis cacat coran yang terjadi pada pengecoran *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 yaitu salah alir dan sumbat dingin, penyusutan luar, retakan, sirip, kekasaran erosi, dan rontokan cetakan.

Kata Kunci: *Runner* turbin *cross-flow* sudu 24, pengecoran, variasi temperatur tuang, kekuatan impak, cacat coran.

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of variations in pouring temperature on the impact strength and casting defects of the 24 blade cross-flow turbine runner casting using the sand casting method. This research is experimental research, because in this research will be casting cross-flow turbine runner. The variation of the pouring temperature used is 650 °C, 700 °C, 750 °C. The research data were analyzed directly, graphs, macro photos and infinity analyz were made, then conclusions were drawn from the results of the study. the value of the impact strength at a temperature of 600 °C is 0,6247 J/mm², a casting temperature of 700 °C is 0,9778 J/mm², and at a casting temperature of 750 °C it is 0,7290 J/mm². There are several types of casting defects that occur in the 24 blade cross-flow turbine runner, namely faulty flow and cold plugs, unique, cracks, fins, erosion roughness, and mold loss.

Keywords: 24 blade cross-flow turbine runner, feeding, variation of casting temperature, impact strength, casting defects.

1. PENDAHULUAN

PLTMH termasuk sumber energi terbarukan yang disebut *clean energy* karena ramah lingkungan (Solihat.2020:22). Turbin *cross-flow* merupakan salah satu jenis turbin untuk menghasilkan energi listrik yang optimal (Wiranata et al.2020:152wirata). Turbin *cross-flow* banyak digunakan karena turbin ini sangat sederhana, penerapan turbin dapat disesuaikan dengan tempat yang ada.

Proses pengecoran logam dapat digunakan untuk mengefektifkan metode lama, dalam proses pengecoran logam dapat mengurangi biaya, material yang digunakan, dan juga dapat mempercepat proses produksi. Pengecoran logam merupakan proses pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang sesuai dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat (Saputra et al.2018:1). Banyak sekali material yang dapat digunakan dalam proses pengecoran, salah satunya adalah aluminium. Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik serta memiliki sifat-sifat yang baik lainnya (Saputra et

al.2018:2). Banyak sekali barang bekas aluminium yang tidak terpakai dan sangat bagus digunakan sebagai bahan pengecoran salah satunya velg mobil, velg mobil mempunyai kualitas yang bagus sehingga sering dijadikan sebagai bahan pengecoran.

Teknik pengecoran yang dapat dipakai salah satunya teknik pengecoran cetak pasir. Pengecoran menggunakan teknik cetak pasir ini cukup sederhana, namun membutuhkan ketelitian yang cukup tinggi saat pembentukan cetakan pola serta dalam pemilihan pasir dan campuran untuk mendapatkan hasil coran sesuai dengan yang diinginkan (Rosyidin.2017:1).

Proses pengecoran *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 diperlukan kualitas serta kekuatan yang baik di hasil pengecoran tersebut. Kualitas coran salah satunya tergantung pada temperatur tuang. Jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana logam cair akan membeku terlebih dahulu, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi maka akan mengakibatkan penyusutan dan kehilangan keakuratan dimensi coran (Wijaya et al.2017:220).

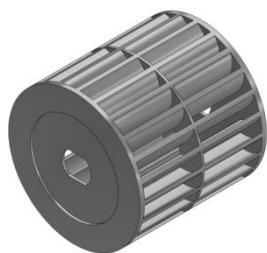
Cacat coran merupakan kerusakan yang terjadi pada hasil pengecoran sehingga produk hasil pengecoran tersebut tidak layak untuk dipasarkan (Ardiansyah *et al.*2016:2). Oleh karena itu kualitas coran sangat diperlukan supaya produk hasil coran dapat digunakan dengan sempurna dan berfungsi dengan baik. Selain cacat coran dalam pembuatan *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 juga memerlukan sifat patahan, keuletan, dan ketangguhan. Sifat tersebut dapat kita ketahui melalui uji impact.

Uji Impact merupakan proses yang dilakukan agar mendapatkan kualitas ketangguhan serta kedudukan sensitivitas sebuah bahan (Wurdhani *et al.*2021:71). Besarnya ketahanan impact pada *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 perlu diketahui karena *runner* tersebut berkenaan langsung dengan arus air yang terkadang arus air itu tidak stabil. Terkadang arus air lambat tiba-tiba arus air dengan tekanan besar, sehingga *runner* turbin tersebut harus kuat terhadap tekanan kejut dari air yang datang.

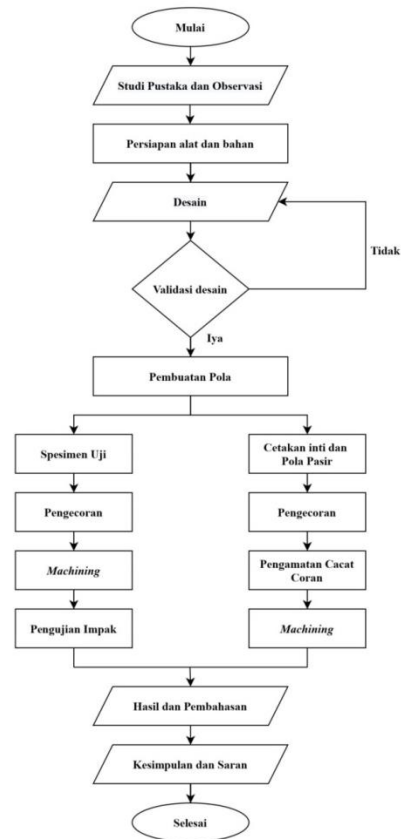
2. METODE

2.1. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, karena dalam penelitian ini akan dilakukan pengecoran *runner* turbin *cross-flow* sudu 24 dengan variasi temperatur tuang 650°C (variasi 1), temperatur tuang 700°C (variasi 2), serta temperatur tuang 750°C (variasi 3) untuk mengetahui hasil kekuatan impact dan cacat coran pada hasil pengecoran menggunakan material velg mobil bekas. Proses pengecoran ini bermula dengan membuat desain produk kemudian dibuat pola cetakan menggunakan kayu untuk kemudian dibuat cetakan untuk pengecoran. Metode eksperimen dalam penelitian ini dengan melakukan pengecoran *runner* turbin *cross-flow* dimana variabel bebas adalah temperatur tuang 650°C, 700°C, serta 750°C, sedangkan terikatnya adalah kekuatan impact dan cacat coran. Standar pengujian impact yang digunakan adalah ASTM D-256.



Gambar 1. Desain *runner* turbin *cross-flow* sudu 24



Gambar 2. Diagram alir penelitian

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya ada *Impact Testing Machine*, laptop, kamera, mesin gergaji kayu, mesin bor, gerinda, mesin amplas, penggaris dan jangka sorong, cekam, termometer, kuwali atau tungku, *Spray oil burner*, *Cnc cutting*, mesin rol, milling. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu kayu pinus, pipa paralon 4 inch, Plat *mild steel* 2 mm, pasir, *water glass*, gas CO_2 , velg mobil, lem kayu, lem kayu, triplek, amplas, dempul, tiner, oli bekas.

2.3. Pengecoran

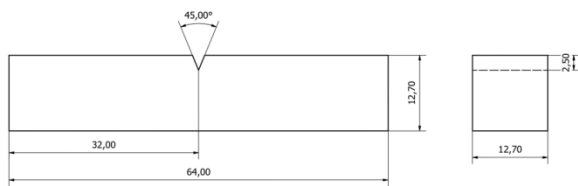
Pengecoran dimulai dari proses pembuatan pola cetakan dan juga cetakan inti, selanjutnya membuat inti *runner* dari cetakan yang sudah dibuat menggunakan pasir silika dan juga membuat cetakan pengecoran dengan pasir silika. Setelah semuanya jadi kemudian gabungkan antara inti *runner* ke cetakan. Pengecoran dilakukan dengan memvariasikan temperatur tuang.



Gambar 3. (A) penggabungan inti dengan cetakan pengecoran (B) pengecoran

2.4. Pembuatan Spesimen Impak

Pembuatan spesimen uji impak menggunakan standart ASTM D-256



Gambar 4. Spesimen pengujian impak

2.5. Pengujian Spesimen Impak

Pengujian impak yang dilakukan menggunakan *Impact Testing Machine* yang dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Semarang. Spesimen yang digunakan mengacu pada ASTM D-256 dengan pengujian impak charpy. Pengujian impak dilakukan tiap temperatur tuang dilakukan percobaan sebanyak 4 kali. Harga impak yang dibutuhkan pada spesimen dapat dicari menggunakan persamaan:

$$HI = \frac{E_{serap}}{A} \quad (1)$$

HI = Nilai kekuatan impak (J/mm²)

E_{serap} = Energi yang diserap (J)

A = Luas penampang (mm²)

2.6. Pengamatan Cacat Coran

Pemeriksaan cacat coran dilakukan secara langsung atau *visual inspection* dengan kamera CANON EOS 1200 D kemudian menggunakan aplikasi *infinity analyze*. Berikut merupakan langkah – langkah pengamatannya:

1. Tempatkan runner turbin sudu 24 yang akan diamati cacat coran pada permukaan datar.
2. Foto bagian cacat coran dengan jarak yang sama setiap foto.
3. Fokus lensa pada cacat coran dengan perbesaran antara 18-55 mm tanpa zoom
4. Masukkan foto cacat coran pada aplikasi *infinity analyze*.
5. Lakukan kalibrasi ukuran *infinity analyze*.
6. Ukur dimensi cacat coran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia bertujuan untuk mengetahui kadar kandungan yang terdapat pada material yang digunakan. Pengujian komposisi kimia menggunakan alat *Spectrometer Metal Scan*. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia

Unsur	Komposisi (%)	RSD (%)
Aluminium	90,07831	0,47
Silicon	6,66313	3,79
Iron	1,49295	8,85
Copper	0,44445	1,74
Manganese	0,09474	8,48
Magnesium	0,09468	3,27
Chromium	0,02221	16,85
Nickel	0,03389	39,76
Zinc	0,59625	0,88
Titanium	0,10966	1,71
Arsenic	0,19289	150,92
Beryllium	0,00004	9,29
Bismuth	0,00015	173,21
Cadmium	0,00021	56,89
Cobalt	0,00048	62,73
Gallium	0,00997	1,25
Mercury	0,00891	173,21
Lead	0,04661	14,40
Antimony	0,02225	14,24
Tin	0,07782	2,67
Strontium	0,00046	12,01
Vanadium	0,00475	18,77
Zirconium	0,00518	27,51

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada sampel uji leburan velg mobil memiliki 23 unsur kimia dimana unsur Al (aluminium) dan unsur Si (Silikon) lebih dominan daripada unsur lainnya, unsur Al sebanyak 90,08% dan unsur Si sebanyak 6,66%. Paduan tersebut dapat dikatakan paduan Al A356 (Zolotorevsky dan Vadim, 2007).

3.1.2. Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui kekuatan material terhadap beban kejut. Pengujian impak ini menggunakan alat uji impak *charpy*, spesimen dibuat dengan standar pengujian impak ASTM D-256. Nilai ketangguhan impak diambil dari rata-rata empat pengujian spesimen tiap variasi temperatur.

Pegujian impak menghasilkan energi yang dapat diserap oleh material akibat adanya beban kejut dari pendulum yang menghantam langsung spesimen. Nilai energi serap digunakan untuk menghitung kekuatan impak (HI) menggunakan Persamaan 2.2, pada seluruh hasil uji impak. Berikut merupakan salah satu

perhitungan kekuatan impak pada spesimen variasi 1.

$$HI = \frac{E_{\text{serap}}}{A}$$

$$HI = \frac{103,63}{12,7 \times 12,7}$$

$$HI = 0,64250729 \text{ J/mm}^2$$

$$HI = 0,6425 \text{ J/mm}^2$$

Dimana energi serap 103,63 J dengan lebar 12,7 mm dan tebal 12,7 mm menghasilkan nilai kekuatan impak sebesar 0,6425 J/mm². Data energi serap dapat dilihat pada Tabel 2 dan nilai kekuatan impak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Energi Serap

Variasi	Energi Serap (J)				
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 4	Rata-rata
Variasi 1	103,63	106,52	100,75	100,75	102,91
Variasi 2	183,94	189,37	167,23	152,97	173,38
Variasi 3	132,68	109,42	126,86	121,04	122,5

Tabel 3. Nilai Kekuatan Impak

Variasi	Nilai Kekuatan Impak (J/mm ²)				
	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 4	Rata-rata
Variasi 1	0,6425	0,6604	0,6246	0,6246	0,6380
Variasi 2	1,1404	1,1741	1,0368	0,9484	1,0749
Variasi 3	0,8226	0,6784	0,7865	0,7504	0,7595

3.1.3. Hasil Pengamatan Cacat Coran

Hasil cacat coran diamati dengan menggunakan foto makro kamera dan dilakukan pengukuran dimensi cacat coran menggunakan aplikasi *invinity analyze*. Pemeriksaan secara makro pada masing-masing variasi mendapatkan beberapa jenis cacat coran yaitu salah alir dan sumbat dingin, rontokan cetakan, kekasaran erosi, sirip, retakan, dan penyusutan luar. Kemudian pengukuran dimensi cacat coran dilakukan menggunakan aplikasi *invinity analyze*. Pemeriksaan makro yang didapatkan jenis cacat coran secara lengkap dengan dimensi ditampilkan pada Tabel 4.

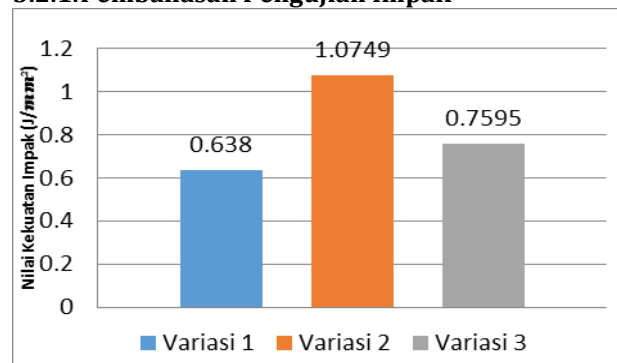
Tabel 4. Jenis dan luas cacat coran

No	Jenis cacat coran	Dimensi		
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
1	Salah alir dan sumbat dingin	29922,71	2000,48	-
2	Rontokan cetakan	41,62	344,98	37,96

3	Kekasaran erosi	21,06	42,02	23,43
4	Sirip	2440,54	1774,04	470,94
5	Retakan	68,38	33,25	95,61
6	Penyusutan luar	-	311,87	399,98

3.2. Pembahasan

3.2.1. Pembahasan Pengujian Impak



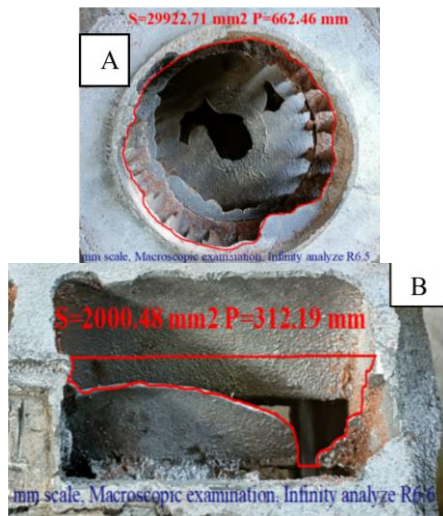
Gambar 5. Grafik rata-rata nilai kekuatan impak
 Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian spesimen dari variasi temperatur tuang, dimana variasi 1 diperoleh nilai kekuatan impak sebesar 0,6380 J/mm². Variasi 2 memiliki nilai

kekuatan impact sebesar $1,0749 \text{ J/mm}^2$ mengalami peningkatan sebesar $0,4366 \text{ J/mm}^2$ atau 68,5% dari variasi 1. Variasi 3 memiliki nilai kekuatan impact sebesar $0,7595 \text{ J/mm}^2$ mengalami penurunan sebesar $0,3154 \text{ J/mm}^2$ atau 41,5% dari variasi 2.

Hasil pengujian spesimen impact pada variasi 2 memiliki nilai kekuatan impact terbesar yaitu $1,0749 \text{ J/mm}^2$, hal itu disebabkan karena temperatur tersebut tidak terlalu tinggi, laju pendinginannya lambat sehingga hasil coran menjadi ulet. Sedangkan variasi 1 memiliki nilai kekuatan impact yang paling rendah yaitu $0,6380 \text{ J/mm}^2$, ini disebabkan oleh temperatur yang belum mencapai titik rendah dan titik cair aluminium sehingga laju pendinginannya cepat menyebabkan hasil coran menjadi getas.

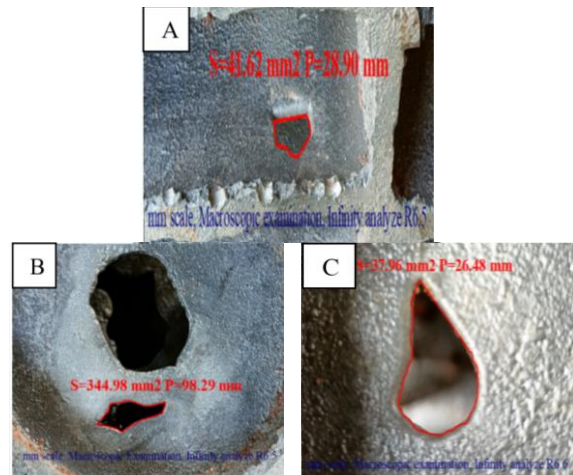
3.2.2. Pembahasan Pengamatan Cacat Coran

Hasil dari analisis cacat coran didapatkan hasil semakin tinggi temperatur tuang maka kualitas coran semakin baik karena semakin panas cairan tersebut akan mudah mengisi walaupun dengan ketebalan yang tipis, akan tetapi terdapat banyak penyusutan dikarenakan temperatur semakin tinggi.



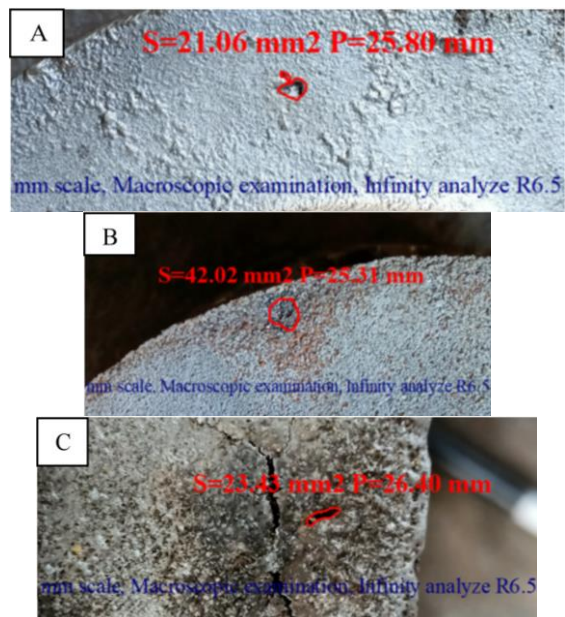
Gambar 6. Cacat salah alir dan sumbat dingin (A) variasi 1 (B) variasi 2

Gambar 6 menunjukkan cacat salah alir dan sumbat dingin hanya terjadi pada variasi 1 dan variasi 2. Cacat coran jenis salah alir dan sumbat dingin hanya terjadi pada variasi 1 dan variasi 2, cacat ini paling besar terjadi pada variasi 1 dengan luas sebesar $29922,71 \text{ mm}^2$, hal ini dapat terjadi karena rongga cetak yang kecil dan temperatur yang terlalu rendah sehingga cairan terlebih dahulu membeku sebelum sampai ke bagian paling bawah (Surdia & Chijhwa.1976).



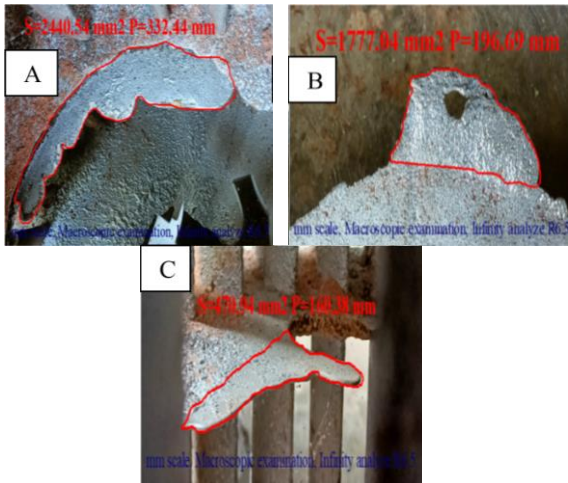
Gambar 7. Cacat rontokan cetakan (A) variasi 1 (B) variasi 2 (C) variasi 3

Cacat rontokan cetakan terjadi pada setiap variasi, pada Gambar 7 menunjukkan bahwa cacat terbesar terjadi pada variasi 2 dengan memiliki luas sebesar $344,98 \text{ mm}^2$, dan variasi 3 memiliki cacat terkecil sebesar $37,96 \text{ mm}^2$. cacat ini terjadi karena terdapatnya pasir yang rontok sehingga membuat bagian yang terdapat rontokan tersebut tidak terisi oleh cairan pengecoran (Surdia & Chijhwa.1976).



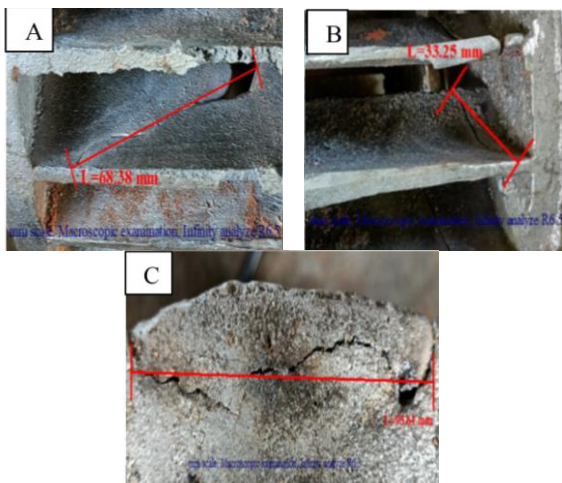
Gambar 8. Kekasaran erosi (A) variasi 1 (B) variasi 2 (C) variasi 3

Gambar 8 menunjukkan kekasaran erosi terjadi pada semua variasi dengan dimensi terbesar memiliki luas $42,02 \text{ mm}^2$ terjadi pada variasi 2. Kekasaran erosi ini dapat terjadi karena ketahanan panas pasir yang rendah dan ukuran pasir yang tidak halus sehingga dapat menyebabkan kekasaran pada hasil pengecoran (Surdia & Chijhwa.1976).



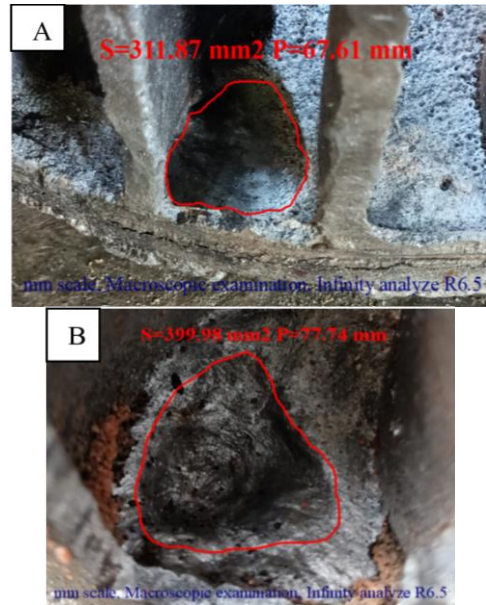
Gambar 9. Cacat sirip (A) variasi 1 (B) variasi 2 (C) variasi 3

Cacat sirip terdapat pada ketiga variasi temperatur tuang, pada Gambar 9 menunjukkan bahwa cacat terbesar terjadi pada variasi 1 dengan luas sebesar $2440,54 \text{ mm}^2$, dan terkecil terjadi pada variasi 3 dengan luas sebesar $470,94 \text{ mm}^2$. Cacat sirip terjadi disebabkan oleh adanya celah pada cetakan sehingga cairan mengisi celah tersebut yang bentuknya menyerupai sirip (Juriani.2015).



Gambar 10. Cacat retakan (A) variasi 1 (B) variasi 2 (C) variasi 3

Gambar 10 menunjukkan bahwa ketiga variasi temperatur tuang mengalami cacat retakan, retakan terpanjang terjadi pada variasi 3 dengan panjang $95,61 \text{ mm}$, dan terpendek pada variasi 2 dengan memiliki panjang $33,25 \text{ mm}$. Retakan ini terjadi karena pembekuan yang tidak seragam sehingga menyebabkan retakan (Juriani.2015).



Gambar 11. Cacat penyusutan luar (A) variasi 2 (B) variasi 3

Cacat penyusutan luar hanya terjadi pada variasi 2 dan variasi 3, pada Gambar 11 menunjukkan dimensi terbesar terjadi pada variasi 3 dengan memiliki luas sebesar $399,98 \text{ mm}^2$, penyusutan luar ini terjadi karena temperatur yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan penyusutan saat pembekuan, penyusutan biasanya terjadi dibagian yang memiliki tebal berbeda karena pembekuan yang terakhir (Surdia & Chijhwa.1976).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang pengecoran terhadap kekuatan impak, dimana nilai kekuatan impak tertinggi pada variasi temperatur tuang $700 \text{ }^\circ\text{C}$ sebesar $1,0749 \text{ J/mm}^2$ dikarenakan temperatur tidak terlalu tinggi, laju pendinginannya lambat sehingga hasil coran menjadi ulet dan nilai kekuatan impak terendah pada variasi temperatur tuang $650 \text{ }^\circ\text{C}$ sebesar $0,6380 \text{ J/mm}^2$.
2. Terdapat pengaruh variasi temperatur tuang terhadap cacat coran dimana semakin tinggi temperatur tuang semakin baik kualitas coran, yaitu tidak terjadi cacat coran salah alir dan sumbat dingin akan tetapi semakin tinggi temperatur juga berdampak pada cacat coran penyusutan luar.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam penelitian ini sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R. A., Sukarni, dan Rr. P. Puspitasari. 2016. Pengaruh Penggunaan Serbuk Dry Cell Sebagai Pengikat Terak Pada Pengecoran Logam Terhadap Kualitas Hasil Coran. *Jurnal Teknik Mesin* 24(2) : 1-10.
- ASTM D 256. 2015. Standard Test Methods for Determining the Izot Pendulum Impact Resistance of plastics.
- Juriani, A. 2015. *Casting Defects Analysis in Foundry and Their Remedial Measures With Industrial Case Studies. Journal of Mechanical and Civil Engineering* 12(6) : 43-54.
- Rosyidin, A. 2017. Proses Pembuatan Alat Pembuka Kaleng Cat Dengan Metode Cetak Pasir. *Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang* 6(1) : 1-11.
- Saputra, W. A., M. Balfas, dan M. H. Asiri. 2018. Analisis Kekerasan Coran Aluminium Dengan Variasi Besar Butir Pasir Cetak. *Jurnal Teknologi* 18(1) : 1-5.
- Solihat, I. 2020. Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH). *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi* 1(2) : 21-28.
- Surdia, T. dan K. Chijhwa. 1976. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : P.T Pradnya Paramita.
- Wiranata, I. P. A., I. G. N. Janardana, dan I. W. A. Wijaya. 2020. Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-flow. *Jurnal SPEKTRUM* 7(4) : 151-160.
- Wijaya, M. T., Zubaidi, dan Wijoyo. 2017. Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium. *Jurnal SIMETRIS* 8(1) : 219-224.
- Wurdhani, R., U. Budiarto, dan W. Amiruddin. 2021. Pengaruh Perlakuan Panas (Heat Treatment) Normalizing Terhadap Kekuatan Impak Aluminium 6061 Pengeelasan MIG dengan Variasi Posisi dan Bentuk Kampuh. *Jurnal Jurnal Teknik Perkapalan* 9(1) : 70-78.
- Zolotorevsky dan S. Vadim. 2007. *Casting Aluminium Alloys*. Elsevier Science and technology.