

PENGARUH BENTUK SALURAN ATAS DENGAN RISER UNTUK MENGURANGI CACAT CORAN PADA PENGECORAN PROPELLER KAPAL DENGAN PADUAN AI7075

Klemens A. Rahangmetan
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas
Musamus Jl. Kamizaun Mopah Lama Merauke Telp. 0971-
325976
e-mail: rahangmetanklemens85@gmail.com

Christian Wely Wullur
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Univesitas
Musamus Jl. Kamizaun Mopah Lama Merauke Telp. 0971-
325976
e-mail: chwely269@unmus.ac.id

Farid Sariman
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Univesitas
Musamus Jl. Kamizaun Mopah Lama Merauke Telp. 0971-
325976
e-mail: faridsariman2017@gmail.com

Abstract—Proses pengecoran propeller kapal dengan menggunakan saluran atas dengan riser tentunya memiliki hasil yang sempurna dan sifat mekanik yang baik. Untuk menghasilkan produk yang baik pada proses pengecoran salah satunya yaitu merencanakan model sistem saluran. Desain saluran tuang dan penggunaan riser dilakukan karena penentuan dimensi dan lay out merupakan parameter yang diprediksi menjadi penyebab terjadinya cacat, sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu pengaruh saluran atas dengan riser untuk mengurangi cacat. Pada pengecoran propeller dengan Al 7075 menggunakan saluran atas dengan riser menghasilkan propeller tanpa cacat porositas dan hasilnya sangat sempurna. Nilai kekerasan propeller saluran atas dengan riser yaitu pada bagian HUB 75,44 HB dan bagian TIP 67,5 HB. Hal ini dipengaruhi oleh struktur mikro yang juga bervariasi pada setiap bagian tersebut.

Kata kunci: Bentuk saluran, mengurangi cacat coran, propeller kapal

I. INTRODUCTION

Salah satu komponen penting dari kapal laut adalah baling-baling (*propeller*). Komponen ini telah mampu diproduksi di dalam negeri mulai dari skala rumah tangga hingga skala industri besar. Baling-baling berfungsi mendorong kapal sehingga dibutuhkan baling-baling dengan sifat mekanik dan ketahanan korosi yang handal. Pada umumnya baling-baling kapal dihasilkan dari hasil pengecoran kuningan (*brass*) dan paduan aluminium (paduan-Al), yang masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan.

Paduan-Al adalah bahan campuran yang terdiri dari dua atau lebih unsur, dimana aluminium sebagai unsur campuran utama. Penambahan unsur-unsur seperti: seng (Zn), magnesium (Mg), tembaga (Cu), silicon (Si), mangan (Mn), nikel (Ni), timah hitam (Pb) dimaksudkan untuk memperbaiki sifat mekaniknya [1]. Salah satunya adalah paduan Al-Zn yang memiliki kekuatan yang tinggi, kekerasan dan ketahanan korosi yang baik [2]. Proses pengecoran paduan ini membutuhkan energi yang relatif kecil dikarenakan suhu

peleburannya rendah, penyelesaian permukaan mudah karena kualitas permukaan *as-cast* yang baik [3].

Untuk menghasilkan produk yang baik pada proses pengecoran salah satunya yaitu merencanakan model sistem saluran. Kualitas coran salah satunya tergantung pada sistem saluran yang diantaranya saluran turun, penambah, keadaan penuangan, dan lain lain. Sehingga sistem saluran perlu diperhatikan secara detail dan teliti, sehingga masalah tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh model sistem saluran terhadap kualitas coran yang dihasilkan.

Sistem saluran yang optimum dapat memperbaiki aliran logam cair dan mengurangi aliran turbulen logam cair, mengurangi gas dan terperangkapnya kotoran [4]. Geometri sistem saluran merupakan faktor yang sangat penting yang mempengaruhi pola mengisi cetakan [5]. Desain saluran tuang dan penggunaan riser dilakukan karena penentuan dimensi dan lay out merupakan parameter yang diprediksi menjadi penyebab terjadinya cacat, sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu pengaruh saluran atas dengan riser untuk mengurangi cacat.

Pemakaian aluminium dalam dunia industri yang semakin tinggi, menyebabkan pengembangan sifat dan karakteristik aluminium terus menerus ditingkatkan. Aluminium dalam bentuk murni memiliki kekuatan yang rendah dan tidak cukup baik digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan *deformasi* dan patahan, maka dari itu perlu ditambahkan unsur lain untuk meningkatkan kekuatannya. Aluminium dalam bentuk paduan yang sering dikenal dengan istilah aluminium *alloy* merupakan jenis aluminium yang digunakan cukup besar saat ini. Berdasarkan metode peleburannya, paduan aluminium dikelompokkan menjadi dua kelompok utama yaitu paduan tempa (*wrought*) dan paduan tuang (*casting*). Jenis paduan aluminium saat ini sangat banyak dan tidak menutup kemungkinan ditemukannya lagi jenis paduan aluminium baru, oleh karena itu dibuatlah sistem penamaan sesuai dengan komposisi dan karakteristik paduan aluminium tersebut untuk memudahkan pengklasifikasiannya [6].

Sistem saluran ialah jaringan pipa/saluran logam cair untuk memasuki cetakan (pasir, logam, dll) untuk mengisi seluruh rongga cetakan yang diikuti oleh pembekuan logam cair untuk menghasilkan bentuk benda casting. Hukum-hukum aliran fluida yang umum digunakan untuk menghasilkan *gating system* yang optimal antara lain *Bernoulli's Theorem*, *Law Continuity*, dan *Momentum Effects (Reynold's Number)*. Tujuan dari pembuatan *gating system* adalah agar logam cair dapat masuk ke cetakan melalui *gating system* tanpa turbulensi dan penyerapan gas-gas yang minimum, logam cair dapat mengisi penuh rongga cetakan dalam waktu yang sesingkat-singkatnya, mencegah/meminimalisasi *premature solidification*, mengatur kecepatan alir logam cair yang akan masuk ke *mold cavity*, logam cair dapat masuk ke dalam cetakan dengan gradient temperatur yang tercipta di *mold surface* dan di dalam logam cair yang selanjutnya akan menghasilkan *directional solidification* menuju riser [7]

II. MATERIAL AND METHODS

A. Bahan dan Alat

1. Bahan
 - Aluminium 7075
 - Pasir silica
2. Alat
 - Tungku peleburan (*furnace*)
 - *Crucible* .
 - *Heating Torch*.
 - Selang LPG
 - Cincin pengikat selang
 - Regulator gas tekanan tinggi
 - Tabung LPG ke *Heating Torch*.
 - Sendok pengaduk
 - Rangka cetak
 - Ayakan
 - Bedak atau tepung
 - Timbangan Digital

B. Pembuatan saluran masuk

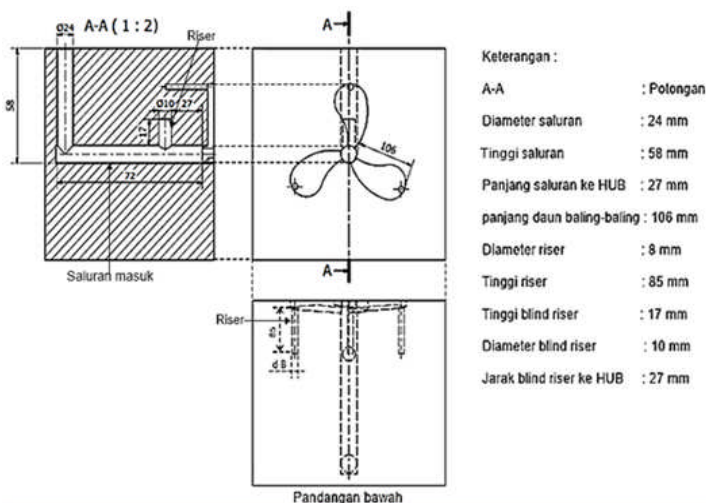


Fig. 1. Pola saluran cetakan pasir. Saluran atas dengan riser

C. Pembuatan cetakan dan tempat pengecoran

Pembuatan cetakan dan tempat pengecoran meliputi tahap-tahap sebagai berikut:

1. Lokasi penuangan ditentukan di atas tumpukan pasir cetak yang rata. Lokasi ini harus bebas dari sampah, air dan benda-benda lainnya
2. Campuran pasir cetak yang telah ada dibasahi dengan air, lalu dikeringkan hingga tidak basah atau lembab. Pasir yang telah dikeringkan lalu dipindahkan ke tempat yang kering.
3. Pasir cetak yang telah dikeringkan kemudian diambil dan diayak. Sebagian diayak di atas tempat penuangan, sebagian lainnya diayak disekitarnya. Selanjutnya pasir cetak di kedua tempat tersebut dikeringkan dengan penyembur api, kemudian tepung kalsium ditaburkan di atasnya
4. Pola ditempatkan di atas pasir cetak yang ada di tempat penuangan dengan posisi bagian atasnya (bagian dimana bossnya lebih tinggi dari tinggi sudunya) menyentuh pasir cetak. Kemudian dari permukaan sudu bagian atas (saat ini mengarah ke bawah) hingga ke bawah diisi dengan pasir cetak dengan menggunakan sendok, namun bagian sudu bawahnya dibiarkan tidak terisi sehingga tercipta sebuah batasan pengisian pasir cetak dari ujung sudu satu ke ujung sudu lainnya
5. *Flask* ditempatkan diatas tempat penuangan, kemudian pasak ditancapkan dengan palu sebanyak 8 buah (tiap sisi 2 buah) pada keliling luarnya, pasak-pasak tersebut tidak boleh bergeser
6. Silinder besi ditempatkan di atas pola, kemudian *flask* diisi dengan pasir cetak yang telah diayak di sekitar tempat penuangan tadi hingga mencapai batas ketinggiannya. Selama pengisian pasir cetak ditekan-tekan secara perlahan ke arah pola dan silinder besi. Setelah mencapai ketinggian *flask*, bagian atas pasir cetak tersebut diratakan dengan sendok
7. Silinder besi ditarik keluar secara perlahan pada bagian panjangnya yang tidak tertimbun pasir cetak
8. *Flask* diambil perlahan dan ditempatkan diatas plat kayu sehingga terlihat 2 bagian cetakan. Bagian yang ada pada *flask* disebut *cope* sementara yang bagian lainnya menjadi *drag*
9. Selanjutnya pola diambil dari cetakan. Pola dapat tertinggal di *drag* maupun menempel dengan *cope*. Jika menempel di *cope*, maka penghalusan bentuk cetakan *cope* dengan bantuan pola tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sendok. Selanjutnya pola diambil secara perlahan
10. *Cope* dan *drag* kemudian kembali dibubuhi tepung kalsium, kemudian dikeringkan dengan penyembur api

11. Setelah dikeringkan, cetakan siap dilakukan pengecoran

Pandang. Tujuan pengujian kekerasan adalah untuk mendapatkan nilai kekerasan dari pengecoran propeller dengan bahan Al 7075. Dengan menggunakan *machine test (System Affi Hardness Tester)*, load (P) 1226 N dan indikator bola baja diameter 5 (lima).

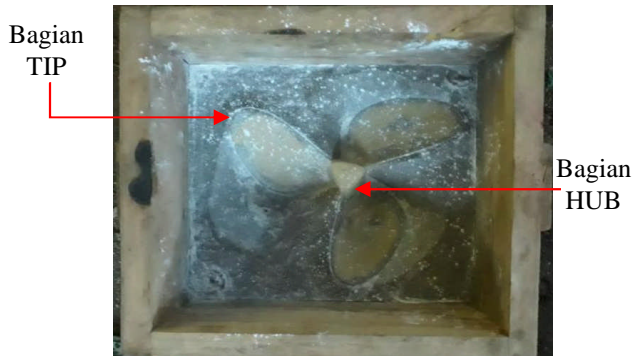


Fig. 2. Bentuk pola dari *propeller*

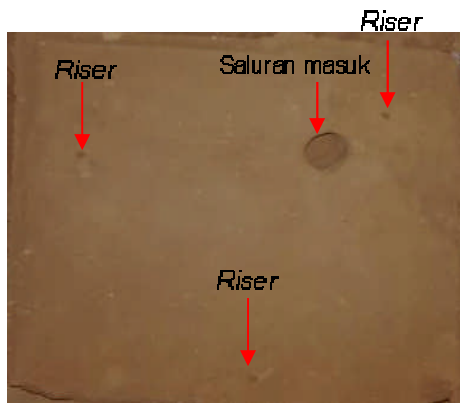


Fig. 3. Pola yang disiapkan untuk di cor

D. Proses pengecoran

Proses ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu:

1. Menyiapkan dapur peleburan
2. Masukkan paduan Al 7075 kedalam dapur peleburan dan biarkan hingga paduan-Al tersebut mencair pada suhu 700 – 750 °C
3. Setelah paduan-Al tersebut mencair, maka dengan menggunakan cawan logam paduan-Al di tuangkan pada cetakan pasir yang sudah disiapkan
4. Pada proses pengecoran *propeller* dengan paduan Al 7075 Setelah cetakan pasir didiamkan ± 20 menit kemudian cetakan dibongkar dan hasil coran dibersihkan dari pasir hingga bersih
 - a. Uji kekerasan (*hardness*)

Uji kekerasan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Teknik Mesin Fakultas Teknik Politeknik Ujung

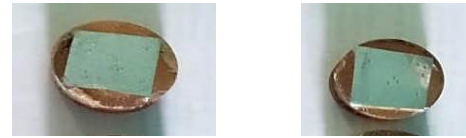


Fig. 4. Spesimen uji kekerasan. a. bagian HUB dan b. bagian TIP

b. Uji struktur mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran secara mikroskopis dari struktur yang ada pada paduan Al 7075. Dalam penelitian ini data kualitatif micro struktur dimaksudkan untuk memberikan gambaran kualitatif tentang butir. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop.

Tahapan pengujian sampel untuk mikro struktur sebagai berikut:

1. Membuat sampel dari produk hasil pengecoran *propeller*, diambil bagian HUB dan TIP dari *propeller*
2. Menghaluskan permukaan sampel menggunakan kertas amplas 180, 240, 360, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000 hingga 5000 dengan tujuan mendapatkan permukaan mendapatkan permukaan yang halus dan tidak bergores. Setelah melalui tahap pengamplasan dilanjutkan dengan proses pemolesan dengan kain bludru yang diberi larutan alumina.
3. Etsa atau pemberian cairan kimia bertujuan agar permukaan sampel semakin jelas dan sekaligus menghilangkan kotoran yang masih menempel pada sampel. Larutan etsa yang digunakan adalah HCl dan HNO₃, sampel di celupkan ke dalam larutan etsa selama 10 – 20 detik.

III. RESULT AND DISCUSSION

Pada proses pengecoran propeller tiga daun dilakukan dengan menggunakan saluran atas dengan riser.



saluran memiliki nilai kekerasan yang berbeda-beda, saluran atas dengan riser bagian HUB 75,44 HB, TIP 67,5 HB.

Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa, semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya [8]. Hal tersebut sejalan dengan nilai kekerasan pada saluran langsung dengan riser yang mempunyai jarak nilai kekerasan pada bagian HUB dan TIP yang cukup jauh, hal tersebut disebabkan karena saluran langsung dengan riser memiliki laju pembekuan yang lambat pada bagian TIP dan juga penggunaan riser dapat mempengaruhi nilai kekerasan. Nilai kekerasannya masih sesuai dengan batas kekerasan pada aluminium yaitu sebesar 30 – 100 HB [9].

Fig. 5. Hasil coran *propeller* saluran atas dengan riser

Pada Fig .5. dapat dilihat hasil coran dari keempat model sistim saluran masuk tersebut. Hasil coran menunjukkan bahwa *propeller* dengan saluran atas dengan riser tidak terdapat cacat, karena jika pembuatan pola dan saluran masuk pada proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir kemungkinan besar akan mengalami cacat berupa cacat rongga penyusutan, cacat *scab* dan cacat *misrun* pada bagian daun baling-baling. Cacat penyusutan timbul disebabkan kegagalan menggantikan kekurangan cairan logam akibat penyusutan. Kejadian ini biasanya merupakan gejala ketidaktepatan sistem saluran dan teknik pengumpulan.

Selain itu cacat ini juga bisa disebabkan temperatur tuang terlalu tinggi. Cacat ini dapat dieliminir atau dikurangi dengan mendesain sistem saluran sedemikian hingga pembekuan terarah (*directional solidification*) dapat tercapai. Sedangkan pada hasil coran yang menggunakan saluran atas dengan riser pada Fig .5. tidak terdapat cacat pada daun baling-baling dan merupakan saluran yang bias digunakn untuk mengecor *propeller*. Sistim saluran ini memfasilitasi logam aluminium dan paduannya berkontraksi saat pembekuan. Penggunaan dan penempatan riser berhasil menutupi volume dari logam cair yang berubah saat terjadi kontraksi menjadi solid.

Salah satu unsur penting yang perlu diperhatikan dalam memproduksi produk pengecoran yang berkualitas tinggi adalah perancangan saluran (*gating design*). Upaya penelitian secara meluas telah banyak dilakukan dalam rangka mempelajari pengaruh perancangan saluran pada pola aliran logam cair saat memasuki cetakan. Sistem saluran yang optimal dapat mengurangi turbulensi pada aliran logam cair, meminimalisasi udara yang terjebak, inklusi pasir, terbentuknya lapisan oksida dan terak.

A. Hasil uji kekerasan

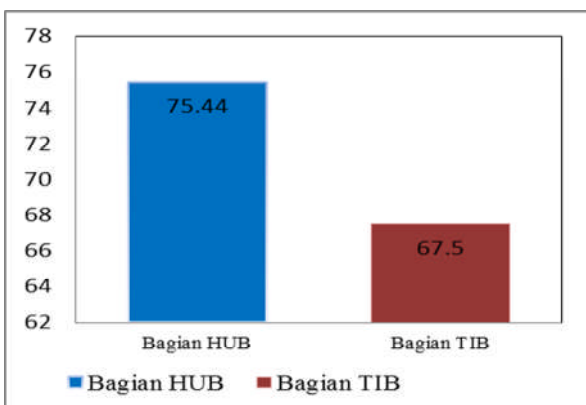
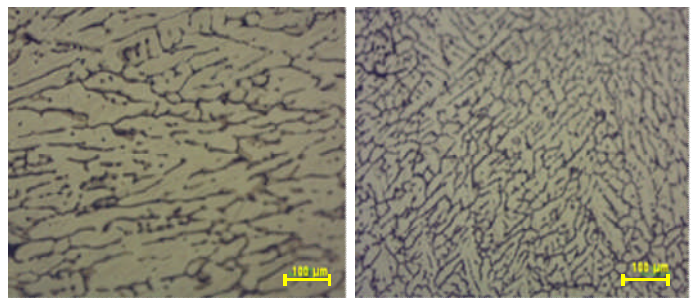


Fig. 6. Hasil uji kekerasan

Kekerasan pada coran *propeller* dari hasil pengecoran menggunakan saluran masuk yaitu: saluran langsung dengan riser Masing-masing sampel diambil dari bagian HUB dan bagian TIP yang terdapat pada *propeller*. Pada masing-masing

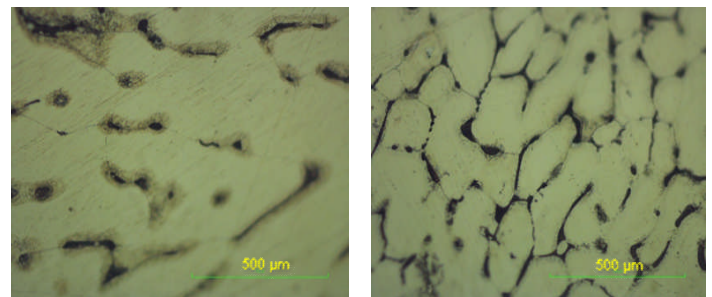
B. Hasil uji struktur mikro



Bagian HUB

Bagian TIP

Fig. 7. Struktur mikro pembesaran 100 X



Bagian HUB

Bagian TIP

Fig. 8. Struktur mikro pembesaran 500 X

Pada Gambar struktur mikro saluran atas dengan riser dapat dilihat bahwa tidak terdapat cacat porositas baik itu pada bagian HUB dan bagian TIP. Penyempurnaan butir meningkatkan area batas butir, yang berakibat pada pergerakan dislokasi yang lebih sulit, dan kemudian memperbaiki sifat mekaniknya. Karena rentang suhu pembekuan lebih besar, tekanan spesifik akan meningkatkan aliran logam cair dan mengisi ruang di dendrit selama pengecoran, yang menghilangkan cacat pengecoran untuk memperbaiki sifat mekanik [10]. Hubungan antara mikro struktur dan kekerasan adalah untuk mengidentifikasi presipitasi yang terjadi, sifat mekanik seperti keuletan pada material uji [11].

Temperatur tuang mempengaruhi pembentukan struktur mikro yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan, peningkatan temperatur tuang akan mengurangi nilai kekerasan [12]. Kelancaran dan keseragaman logam cair diperlukan untuk menghindari jebakan udara, oksidasi logam dan erosi cetakan. Aluminium cair yang bergolak tersebut menyebabkan gas hidrogen terperangkap dalam produk coran, sehingga menimbulkan cacat porositas [13].

IV. CONCLUSION AND REMARKS

Berdasarkan analisa dan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pada pengecoran *propeller* dengan Al 7075 menggunakan saluran atas dengan *riser* menghasilkan *propeller* tanpa cacat porositas dan hasilnya sangat sempurna

Nilai kekerasan *propeller* saluran atas dengan riser yaitu pada bagian HUB 75,44 HB dan bagian TIP 67,5 HB. Hal ini dipengaruhi oleh struktur mikro yang juga bervariasi pada setiap bagian tersebut.

REFERENCES

- [1] Suherman Wahid, Ir, 1987., *Pengetahuan Bahan*.
- [2] N. S. Naveen, S. Pichi Reddy, B. Prathyusha and K. G. Basava Kumar., 2015, Effect of Al₂O₃ nano-particles on mechanical properties of Al-5%Zn-3%Mg alloy.
- [3] Sang-Soo Shin, Kyoung-Mook Lim, Ik-Min Park., 2016, Characteristics and microstructure of newly designed Al-Zn-based alloys for the die-casting process.
- [4] S. S. Sharma, P. R. Prabhu, Jayashree P. K, Gowri Shankar M. C, Suvit Porwal and Harshdeep Singh., 2013, The tensile and wear property enhancement of Al - Zn -Mg alloys by precipitation hardening and thermomechanical treatments.
- [5] V.F. Okhuysen, K. Padmanabhan, and R.C.Voigt, "Tooling allowance practices in investment casting industry", Proceedings of the 46th Annual Technical Meeting of the Investment Casting Institute, Orlando, USA, 1998, Paper no.1.

- [6] Surdia, Tata & Saito, Shinroku., 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*. (edisi
- [7] S.Arunkumar,K.V. Sreenivas Rao, T.S. Prasanna Kumar., 2008, Spatial variation of heat at the metal-mold interface due to mold filling effects in gravity die casting.
- [8] Roziqim, K, 2012, Pengaruh Model Sistem saluran pada Proses pengecoran Aluminium Daur Ulang terhadap struktur micro dan kekerasan coran puli diameter 76 mm dengan cetakan pasir. Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [9] Amstead B.H. dan Ostwalt P.F., 1995, *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta.
- [10] Cheng Pei, Wang Xian-song, Lin Bo, Zhang Wei-wen, Li Yuan-yuan. Microstructure and property of high strength-ductility Al5.0Cu0.4Mn alloys prepared by squeeze casting [J]. Foundry Technology, 2012, 10: 11351138. (in Chinese).
- [11] Edwards GA, Stiller K, Dunlop GL, Couper MJ. The precipitation sequence in Al-Mg-Si alloys. Acta Mater 1998;46:3893-904.
- [12] Sulis Drihandono1, Eko Budiyanto2, 2016. Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,9 %).
- [13] J.Campbell. 1991. Castings, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford.