



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 1 | JUNI 2023

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 1, Edisi Juni 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2023 kali ini berisi 10 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan berubahnya status covid-19 menjadi endemi, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas Jurnal, Jurnal Technologic berencana mengajukan akreditasi, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar rencana tersebut dapat segera terwujud.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| PEMBUATAN ALAT BANTU PEMESINAN UNTUK MEMPERCEPAT PROSES PENGHALUSAN <i>RIB</i> MODEL X PADA LINI PEMESINAN <i>OUTER TUBE</i> | 1 |
| Herry Syaifullah dan Muhammad Alfattah | |
| RANCANG BANGUN ALAT BANTU PEMASANGAN <i>SPRING PISTON BRAKE</i> NO 1 PADA <i>AUTOMATIC TRANSAXLE</i> DENGAN METODE PERANCANGAN FRENCH | 9 |
| Stevanus Brian Kristianto, Yohanes P. Agung Purwoko, Andreas Edi Widyartono | |
| MENURUNKAN WAKTU PADA PROSES PENGISIAN <i>GREASE BEARING</i> RODA <i>UNIT QUESTER</i> SAAT <i>SERVICE</i> REM DI BENGKEL UD TRUCKS ABC | 17 |
| Yohanes P. Agung Purwoko, Yohanes Aprilus Alfando, Elroy FKP Tarigan | |
| MENGURANGI WAKTU PROSES DI STASIUN KERJA <i>MANUAL INSERT</i> DENGAN PERBAIKAN SISTEM KERJA PADA LINE SMT DI PT. A | 23 |
| Nensi Yuselin, Dimas Lefi Dzulqarnain | |
| SISTEM ANDON UNTUK MEMANTAU PEMAKAIAN <i>CUTTING TOOL</i> BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> PADA LINI PRODUKSI DI PT ABCD | 30 |
| Surawan Setiyadi, Heru Suprpto, dan Dimas Alvian | |
| ANALISIS PENYEBAB CACAT POROSITAS PADA CORAN AKIBAT PENGARUH DIMENSI RISER PADA PISTON BENSIN | 37 |
| Agung Kaswadi, Galang Panji Satrio , dan Hario Sukoco | |
| SIMULASI DESAIN <i>GRAPHICAL USER INTERFACE</i> UNTUK <i>MONITORING</i> MESIN UJI TEKANAN PORTABEL SECARA <i>REALTIME</i> | 45 |
| Sylvia Hadiani Wijayanti, Y.B. Adyapaka Apatya, dan Exga Dinasty Grafika | |
| PENGARUH <i>CLASH DETECTION</i> PADA BIAYA PEMBANGUNAN APARTEMEN DI JAKARTA | 52 |
| Sofian Arissaputra, Yaya | |
| SIMULASI MONTE CARLO DAN REAL OPTION VALUATION PADA PERHITUNGAN KELAYAKAN FINANSIAL DORMITORY POLITEKNIK ASTRA | 59 |
| Cintri Anjani Rahmada Putri, Andry Wisnu Prabowo | |
| PERBANDINGAN ANTARA PATCHING HOTMIX ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (ACBC) DAN PATCHING CEMENT TERHADAP MUTU DAN BIAYA PADA PERBAIKAN <i>RIGID PAVEMEN 67</i> | |
| Dica Rosmyanto, Kartika Setiawati | |

ANALISIS PENYEBAB CACAT POROSITAS PADA CORAN AKIBAT PENGARUH DIMENSI RISER PADA PISTON BENSIN

Agung Kaswadi¹, Galang Panji Satrio², dan Hario Sukoco³

1. Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi, Politeknik Astra, Jl. Gaya Motor Raya No.8
 Sunter II, Jakarta, Indonesia

2. Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jl. Gaya Motor Raya No.8
 Sunter II, Jakarta, Indonesia

3. Engineering Departement PT. Federal Izumi Indoneisa

E-mail : agung.kaswadi@polytechnic.astra.ac.id¹, galangsatrio04@gmail.com², hario_0915@fim.co.id³

Abstract-- In the development of new product models, a variety of problems arise from the experimentation of the production process before the mass production process. This also occurs in the production process of a new type of piston, where pre-production testing for a gasoline piston still often results in porosity defects. After analysis of the porosity defect that occurs on the gasoline piston, one of the factors causing the defect is the dimension of the lifting system (riser) that is present on the channel system (gating system). Unoptimal riser dimensions cause material compensation processes due to shrinkage when the solidification process is inappropriate. In addition, this gasoline piston has a special feature on the head piston part: an ecoform, which makes the level of difficulty of casting and determining the dimensions of the correct booster system for this gasoline piston much more difficult than for other types and types of the piston. For this reason, the authors of this study focused on finding the optimum design of riser height dimensions and riser gate width for the gasoline piston. So that when the piston gasoline is already in mass production, it can minimize its porosity defect. In this study, we analyzed the porosity defects on the gasoline piston using the Taguchi method to compile a matrix of riser dimensional variation. The simulation is then carried out using the MagmaSoft CAE software, and the results of the test of riser dimensional variation are compared and analyzed using the ANOVA method. The optimum riser dimension design according to the CAE software analysis will be verified by doing the field casting trial.

Keywords : Piston Gasoline, Ecoform, Riser, Porositas, MagmaSoft, Taguchi Method and ANOVA

Abstrak-- Pada pengembangan produk model baru seringkali ditemukan berbagai macam masalah yang muncul pada percobaan proses produksi sebelum proses produksi secara masal. Hal ini juga terjadi pada proses produksi piston tipe baru dimana saat dilakukan uji coba pra produksi untuk piston gasoline didapatkan hasil yang masih sering terjadi cacat porositas. Setelah dilakukan analisis terhadap cacat porositas yang terjadi pada piston gasoline, salah satu faktor penyebab cacat tersebut adalah dimensi sistem penambah (riser) yang terdapat pada sistem saluran (gating system). Dimensi riser yang tidak optimal menyebabkan proses kompensasi material akibat penyusutan ketika proses pemadatan (solidification) tidak sesuai. Selain itu pada piston gasoline ini memiliki ciri khusus pada bagian head piston terdapat ecoform, yang mana hal tersebut membuat tingkat kesulitan pengecoran dan untuk menentukan dimensi sistem penambah yang tepat untuk piston gasoline ini jauh lebih sulit dibandingkan jenis dan tipe piston lainnya. Untuk itu penulis dalam penelitian ini berfokus untuk mencari desain dimensi ketinggian riser dan lebar riser gate yang optimum untuk piston gasoline. Agar ketika piston gasoline sudah mass production dapat meminimalisir terjadinya cacat porositas. Pada penelitian ini analisis terhadap cacat porositas pada piston gasoline menggunakan Taguchi Method untuk menyusun matriks variasi dimensi riser. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan software CAE MagmaSoft, lalu hasil pengujian variasi dimensi riser dibandingkan dan dianalisis menggunakan metode ANOVA. Desain dimensi riser yang optimal menurut analisis software CAE akan diverifikasi dengan dilakukannya trial pengecoran di lapangan.

Kata Kunci : Piston Gasoline, Ecoform, Riser, Porositas, MagmaSoft, Taguchi Method dan ANOVA

I. PENDAHULUAN

Pada penelitian ini untuk mencetak produk piston sistem cetakan yang digunakan adalah cetakan

permanen (*permanent mold*) dengan teknik penuangan memanfaatkan gaya gravitasi (*gravity die casting*). Keunggulan pembuatan piston dengan *gravity die casting* menghasilkan kualitas produk dengan

ketelitian tinggi. Dan keunggulan cetakan permanen (*permanent mold*) adalah dapat menghasilkan produk dengan jenis yang sama secara berulang dalam jumlah yang banyak dengan akurasi dimensi yang tinggi, namun pada cetakan permanen ini mempunyai bentuk profil sistem saluran yang cukup rumit terdiri dari cawan tuang (*pouring cup*), saluran turun (*sprue*), saluran mengalir (*runner*), saluran penambah (*riser*) dan saluran masuk (*ingate*) sebagai tempat mengalirkan dan masuknya cairan logam ke rongga cetak produk [1].

Pada penelitian ini berfokus untuk mengatasi temuan cacat porositas yang terjadi pada produk *piston* baru yang masih dalam tahap pengembangan (*develop*) yaitu *piston gasoline*. Pada *trial* yang telah dilakukan masih banyak terdapat cacat porositas terutama pada bagian *head piston*, karena pada bagian *head* tersebut adalah bagian paling tebal dibandingkan bagian lainnya. Selain itu pada *piston gasoline* ini memiliki ciri khusus yaitu terdapat *ecoform* pada bagian *head*, yang mana hal tersebut membuat tingkat kesulitan dalam pengecoran dan untuk menentukan dimensi sistem penambah yang tepat untuk *piston gasoline* ini menjadi lebih sulit dibandingkan jenis dan tipe *piston* lainnya.

Dan dari hasil analisa salah satu faktor penyebabnya adalah desain dimensi ketinggian *riser* dan lebar dari *riser gate* yang belum optimum karena belum sanggup untuk mengkompensasi penyusutan saat proses solidifikasi (*ASM Metal Handbook, Vol 15 Casting*). Untuk itu penulis dalam penelitian ini membuat variasi desain dimensi ketinggian *riser* dan lebar *riser gate* untuk *piston gasoline*, yang kemudian disimulasikan secara numerik menggunakan *software MagmaSoft* untuk mencari desain *riser* yang optimum untuk meminimalisir terjadinya cacat porositas serta mevalidasikan hasil simulasi dengan hasil di lapangan.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Piston



Gambar 1. *Piston Gasoline*

Piston gasoline merupakan *piston* yang bahan baku materialnya terdapat campuran silikon (Si). *Piston* jenis *gasoline* umumnya digunakan untuk kendaraan roda empat seperti sedan, MPV, SUV dan lain-lain yang memiliki jenis bahan sejenis *gasoline*. Bentuk *piston* ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

2.2. Material Coran

Umumnya standar material coran yang digunakan untuk membuat *piston* adalah jenis *Aluminium Silicon Alloy* (seri 4032) yang mengacu pada AA (*Aluminium Association*). Paduan cor *Aluminium Silicon* ini memang direkomendasikan untuk aplikasi komponen yang membutuhkan koefisien muai panas yang rendah seperti yang dibutuhkan untuk komponen *piston*, baik dengan proses tempah maupun proses pengecoran. Bentuk material bahan baku ini berbentuk ingot seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Material *Ingot Aluminium*

2.3. Proses Peleburan (*Melting Process*)

Dalam proses pengecoran logam tahap awal dimulai dengan proses peleburan (*melting process*). Untuk material *aluminium* memiliki titik lebur pada suhu 659,7 °C.

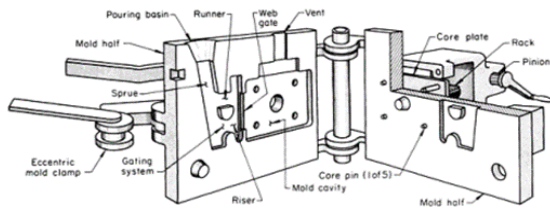
2.4. Proses Pengecoran (*Casting Process*)

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang merubah bentuk logam padat menjadi logam cair logam, dengan cara logam tersebut dipanaskan hingga titik leburnya kemudian dimasukkan kedalam cetakan dengan cara dituang atau ditekan untuk menghasilkan *parts* atau bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi yang diinginkan [2].

Cetakan (*Mold*)

Dalam penelitian ini untuk memproduksi *piston gasoline* menggunakan jenis *permanent mold*, Gambar 3. Cetakan jenis ini dapat digunakan untuk pembuatan

coran bervolume dengan keakuratan dimensi yang cukup tinggi dan dapat digunakan secara berulang-ulang untuk menghasilkan suatu produk. *Permanent mold* umumnya terbuat dari baja atau besi tuang.



Gambar 3. *Permanent Mold*

Gravity Die Casting

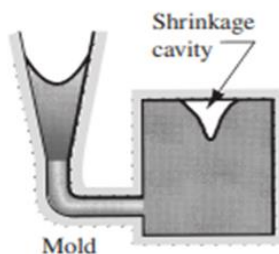
Gravity die casting adalah jenis teknik pengecoran yang memanfaatkan gaya gravitasi untuk logam cair mengisi rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk desain dari cetakan, standarnya logam cair akan memenuhi rongga cetak dan terjadi pematatan (*solidification*). Kekurangannya dari *gravitasi die casting* adalah tekanan dan laju cairan aluminium tidak bisa diatur yang kita inginkan, karena laju cairan aluminium hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan kecepatan saat proses penuangan (*pouring*).

2.5. Proses Pematatan (*Solidification Process*)

Setelah logam cair dituang ke rongga cetak, logam cair akan mengalami pendinginan kemudian menjadi padat (*solid*) hal ini disebut mekanisme solidifikasi yang terjadi selama proses pengecoran. Dimana ketika suhu mengalami kenaikan maka akan terjadi pemuaihan pada produk cor, sedangkan pada saat terjadi penurunan suhu produk cor akan mengalami penyusutan.

2.6. Cacat Pengecoran dan Analisa Penyebab Cacat

Dalam proses pengecoran logam, hasil dari produk cor yang dihasilkan tidak selalu menghasilkan produk yang *soundness casting* (produk cor bebas cacat), Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Cacat *Shrinkage Porosity*

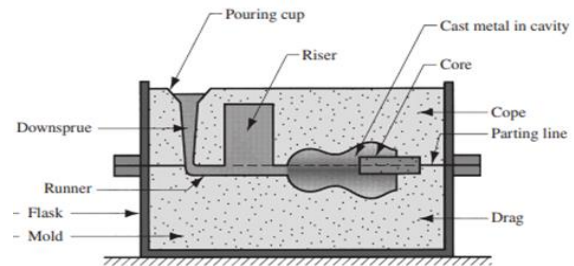
Cacat pengecoran adalah kemungkinan kesalahan yang berdampak terhadap kualitas produk cor dan cacat pada produk cor sangat dihindari karena

akan merugikan saat proses pengecoran logam. Cacat pengecoran biasanya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti : (1) komposisi logam yang digunakan, (2) pola atau desain sistem saluran dan sistem penambah, (3) proses pematatan dari kondisi logam cair menjadi solid, (4) perpindahan panas dari logam cair (*molten*) ke cetakan, (5) Turbulensi aliran.

2.7. Sistem Saluran dan Sistem Penambah (*Gating and Riser System*)

Sistem Saluran (*Gating System*)

Sistem saluran yang baik mempunyai volume yang lebih besar dari produk cor. Bagian sistem saluran ini dimulai dari cawan tuang (*pouring cup*) tempat masuknya logam cair, letaknya diatas *sprue* untuk mengurangi turbulensi aliran saat logam mengalir ke *sprue*, saluran turun (*sprue*), pengalir (*runner*) yang mengalirkan logam cair kedalam rongga utama, dan saluran masuk (*ingate*), Gambar 5.



Gambar 5. Skematis Sistem Saluran

Sistem Penambah (*Risering System*)

Riser disebut juga sebagai sistem penambah merupakan bagian dari sistem saluran yang bertindak sebagai *reservoir* logam cair, sistem penambah bertugas menyediakan umpan logam cair selama proses pengecoran sebagai kompensasi penyusutan yang terjadi pada saat proses pematatan total.

Berdasarkan kegunaannya, tipe *riser* atau sistem penambah yang biasa di gunakan terdiri dari:

- Top Riser* adalah penambah yang paling umum dan paling efisien pada pengecoran dimana *hot spot* dapat diakses dari atas secara langsung.
- Side Riser* adalah penambah yang letaknya berada di samping produk *casting*, disediakan pada pengecoran dengan *hotspot* yang tidak dapat diakses oleh penambah atas secara langsung karena *finish head casting*.
- Blind Riser* digunakan untuk memberi suplai material pada *hot spot* yang berada di bawah garis pemisah dan tidak dapat diakses untuk *riser* atas maupun samping.

2.8. Metode Simulasi CAE

Computer Aided Engineering (CAE) adalah teknologi yang sesuai karena dapat menghemat biaya untuk analisis dan evaluasi kualitas serta cacat produk pengecoran. Pemodelan dengan bantuan komputer ini menampilkan komponen yang akan dicor, desain pola, teknik pengecoran, simulasi proses, perkiraan penyusutan, dan optimasi. Untuk menghasilkan produk cor yang berkualitas tinggi, teknik analisis dengan simulasi ilmiah telah menggantikan pendekatan secara *trial and error* langsung dilapangan. Simulasi berbagai macam kombinasi parameter menggunakan perangkat lunak MagmaSoft [3].

2.9. Pengujian dan Inspection

Inspeksi hasil dari proses pengecoran bagian *founding* meliputi *Spectrometer Test, Hrb Test, GOM Inspection, microstructure* dan *Penetrant test*.

2.10. Metode Taguchi

Sesuai dengan namanya metode *taguchi* ini diciptakan oleh Dr. Genichi Taguchi dari Jepang. Inti konsep dari metode ini adalah ketika mendesain sebuah produk, produk yang dihasilkan harus memiliki nilai kerugian seminimal mungkin dengan cara seoptimal mungkin [4].

Matriks Orthogonal Arrays

Tabel 1. Rekomendasi *Matriks Orthogonal Arrays*

| 2 Level | 3 Level | 4 Level |
|------------------|------------------|------------------|
| $L_4(2^3)$ | $L_9(3^2)$ | $L_{16}(4^5)$ |
| $L_8(2^7)$ | $L_9(3^4)$ | $L_{64}(4^{21})$ |
| $L_{12}(2^{11})$ | $L_{27}(3^{13})$ | - |
| $L_{16}(2^{15})$ | $L_{81}(3^{40})$ | - |
| $L_{32}(2^{31})$ | - | - |
| $L_{64}(2^{63})$ | - | - |

Signal To Noise Ratio (S/N Ratio)

Matriks Orthogonal Arrays (Tabel 1) adalah matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Baris dan kolom memiliki fungsi yang berbeda. Baris memiliki fungsi sebagai level dari variabel yang diteliti, dan kolom merepresentasikan sebagai variabel yang digunakan pada penelitian.

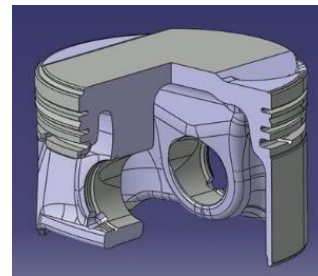
Terdapat 3 jenis karakteristik kualitas guna mengevaluasi efek dari kombinasi parameter terhadap hasil dari proses analisis, yaitu *nominal is the best, smaller is better, dan larger is better*. Guna melihat karakteristik kualitas tersebut, digunakanlah *signal to noise ratio* [5].

2.11. Metode *Analysis of Variance* (ANOVA)

Analysis of Variance adalah teknik perhitungan yang memungkinkan untuk mengestimasi kontribusi dari setiap variabel bebas pada semua pengukuran respon. Terdapat beberapa tahapan dalam perancangan ANOVA, yaitu *Degree of Freedom, Sum of Square, Mean of Square dan Percentage Contribution Variabel* [6].

III. PENGUMPULAN DATA

3.1. Pengenalan Hasil Produk

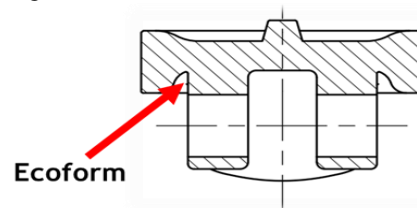


Gambar 6. 3D Model piston bentuk *ecoform*

Berawal hanya jenis *piston* (Gambar 6) yang diproduksi kini PT Federal Izumi Manufacturing mampu terus menerus mengembangkan kegiatan operasionalnya dan menambah jenis produk yang dihasilkan hingga kini menjadi *piston* dan *non piston*.

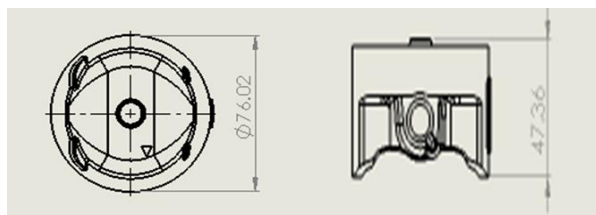
PT. Federal Izumi Manufacturing memproduksi *piston* untuk kendaraan roda 2 (*Motorcycle*), kendaraan roda 4 (*Gasoline, Kubota dan Diesel*). Pada penelitian ini berfokus pada produk *piston* jenis *gasoline*

3.2. Pengenalan Produk Piston Gasoline



Gambar 7. *Ecoform* Pada Piston Gasoline

Saat ini PT Federal Izumi Manufacturing sedang menerima orderan dari salah satu customernya untuk mengembangkan produk piston gasoline tipe baru sebelum dilakukan *mass production*. Pada penelitian ini *piston* tersebut kita sebut dengan *piston gasoline*. *Piston gasoline* ini memiliki ciri khusus yaitu pada bagian *head* terdapat *ecoform*. Yang dimaksud dengan *ecoform* itu sendiri ialah pada bagian *window* terdapat bagian kontur yang sedikit kedalam yang mana bagian itu memiliki fungsional untuk meningkat volume oli ketika *piston* sedang proses pembakaran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 8. Dimensi *Piston Gasoline*

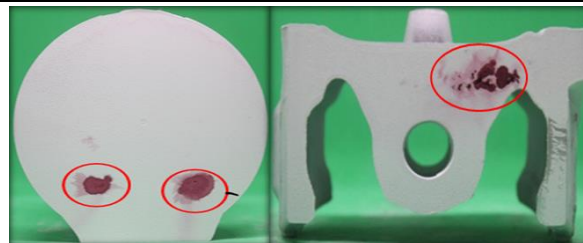
Sesuai permintaan dari *customer*, *piston gasoline* untuk bagian *head piston* harus *finish* proses *casting* (Gambar 8). Hal ini yang menjadi salah satu faktor untuk memilih tipe *side riser* yang cocok untuk sistem penambahnya. Untuk detail dari produk *piston gasoline*, dapat dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Produk *Piston Gasoline*

| Data | Nilai | Satuan |
|-----------------------------|----------|-----------------|
| Spesifikasi Material | A351 | - |
| Diameter | 76,02 | mm |
| Tinggi | 47,36 | mm |
| Ketebalan Standar | 3 | mm |
| Luas Permukaan | 21896.03 | mm ² |
| Volume | 88547.89 | mm ³ |
| Massa | 235 | gr |

3.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan pada saat *trial* di lapangan pada *piston gasoline* adanya temuan cacat *porosity*, Gambar 9. Letak posisi terjadinya cacat *porosity* ialah di bagian *head piston gasoline*. Hal ini disebabkan pada bagian *head piston gasoline* memiliki profile yang cukup kompleks dengan adanya *ecoform*, yaitu bagian (kontur) agak sedikit ke dalam sehingga bagian tersebut merupakan bagian paling tebal dibandingkan bagian lainnya.



Gambar 9. Cacat Porositas Pada *Piston Gasoline*

3.4. Data Mesin

Pada penelitian ini untuk memproduksi *piston gasoline* menggunakan mesin enis *gravity die casting* dengan nama mesin “4 Cavity Piston Casting Machine” yang diproduksi oleh *Jinhua Baolin Technology Corporation Limited, China*.

Tabel 3. *Cavity Piston Casting Machine Specification*

| 4 Cavity Piston Casting Machine | | |
|---------------------------------|----------------|--------|
| Spesifikasi | Nilai | Satuan |
| Mold Center Distance | 80 - 180 | Mm |
| Piston Diameter Capacity | Ø30 – Ø95 | Mm |
| Machine Size | 2650x1800x3000 | Mm |
| Weight Machine | 400 | Kgs |
| Power Machine | 11 | Kw |

3.5. Data Cetakan

Pada penelitian ini *permanent mold* yang digunakan berbahan *SKD61/ X40crmov5*. Yang mana jenis cetakan *permanent mold* ini memiliki keunggulan dapat digunakan secara berulang-ulang hingga batas umur pakai yang telah ditentukan, dan kelebihan lainnya dari jenis cetakan ini dapat digunakan untuk mencetak produk cor yang memiliki geometri desain yang cukup kompleks dengan tingkat keakuratan hasil produk cor yang baik (Gambar 10)



Gambar 10. *Permanent Mold Piston Gasoline*

3.6. Data Setting Parameter

Untuk menghasilkan produk cor yang berkualitas salah satu faktor yang cukup berperan penting ialah settingan parameter mesin yang dipakai. Pada penelitian ini untuk memproduksi *piston gasoline* terdapat settingan parameter tetap (variabel tetap) yang digunakan, Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Proses *Piston Gasoline*

| Parameter Proses | | |
|---------------------|-------|--------|
| Proses | Nilai | Satuan |
| Temperature Molten | 740 | °C |
| Temperature Mold | 280 | °C |
| Pouring Speed | 3 | Sec |
| Solidification | 86 | Sec |
| Center Core Cooling | 50 | Sec |
| Pin Core Cooling | 20 | Sec |
| Argon Flow Time | 10 | Sec |
| Argon Flow Rate | 20 | LPM |

Tabel 5. *Matriks Analysis Orthogonal Array*

| Experiment No | Variabel Bebas | | Hot Spot (s) | Volumetric Porosity (%) |
|---------------|----------------|--------|--------------|-------------------------|
| | A (mm) | B (mm) | | |
| 1 | 94 | 39 | X1 | Y1 |
| 2 | 94 | 43 | X2 | Y2 |
| 3 | 94 | 47 | X3 | Y3 |
| 4 | 98 | 39 | X4 | Y4 |
| 5 | 98 | 43 | X5 | Y5 |
| 6 | 98 | 47 | X6 | Y6 |
| 7 | 102 | 39 | X7 | Y7 |
| 8 | 102 | 43 | X8 | Y8 |
| 9 | 102 | 47 | X9 | Y9 |

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Sistem Pengecoran

Untuk mencari dimensi riser sebelumnya kita harus mencari nilai dari modulus casting dan modulus riser-nya. Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Volume produk cor} &= 88547.89 \text{ mm}^3 \\ \text{Surface Area 1 cavity} &= 21896.03 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Modulus Casting (M_c)

$$\begin{aligned} M_c &= \frac{\text{Volume produk casting}}{\text{Surface Area 1 cavity}} \\ &= \frac{88547.89 \text{ mm}^3}{21896.03 \text{ mm}^2} = 4.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Modulus Riser atau Feeder (M_r)

$$\begin{aligned} M_c : M_{lp} : M_p &= 1 : 1,1 : 1,2 \\ \text{Untuk aluminum alloy, } \frac{M_r}{M_c} \text{ ratio} &= 1.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{M_r}{M_c} &= 1.2, M_r = 1.2 \times M_c \\ M_r &= 1.2 \times 4.0 = 4.8 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Menghitung Diameter Riser/Lebar Riser Gate

$$\begin{aligned} D_r &= 9.1 \times M_r \\ &= 9.1 \times 4.8 \text{ mm} \\ D_r &= 43.6 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Menghitung Ketinggian Riser

$$\begin{aligned} h_r &= 2 \times D_r + S \\ &= 2 \times 43.6 \text{ mm} + 10 \text{ mm} \\ &= 97.2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menurut hasil perhitungan ketinggian riser yang direkomendasikan adalah $98 \pm 4\text{mm}$, dan untuk dimensi lebar riser gate $43 \pm 4\text{mm}$.

4.2 Penyusunan *Matriks Orthogonal Array*

Sebelum dilakukan simulasi dengan perangkat lunak MagmaSoft, dilakukan perancangan percobaan berdasarkan *matriks orthogonal array L9(3²)*. Kombinasi ukuran riser yang didapat, seperti Tabel 5. selanjutnya akan dilakukan percobaan atau simulasi untuk melihat besar kecilnya cacat porositas yang terjadi.

Untuk melakukan simulasi menggunakan *software CAE MagmaSoft* dan mendapatkan hasil simulasi sesuai dengan yang diharapkan, perlu diperhatikan tahap-tahapan dalam mengatur parameter uji simulasi.

4.3 Hasil Pengujian Simulasi dan Analisis *Taguchi*

Setelah mendapatkan variasi dimensi riser yang diuji, kemudian dilakukanlah analisa pada *software MagmaSoft*. Berikut hasil nilai *Volumetric Porosity* dan *Hot Spot* dan analisa evaluasi dari nilai *S/N Ratio*-nya, seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Hasil Pengujian dan S/N Ratio

| Experiment No | Variabel Bebas | | Hot Spot (sec) | Volumetric Porosity (%) | S/N Hot Spot | S/N Porosity |
|---------------|----------------|--------|----------------|-------------------------|--------------|--------------|
| | A (mm) | B (mm) | | | | |
| 1 | 94 | 39 | 12.465 | 4.600 | -21.914 | -13.255 |
| 2 | 94 | 43 | 13.125 | 2.039 | -22.362 | -6.189 |
| 3 | 94 | 47 | 12.463 | 0.235 | -21.912 | 12.579 |
| 4 | 98 | 39 | 11.123 | 0.250 | -20.924 | 12.041 |
| 5 | 98 | 43 | 11.039 | 0.003 | -20.859 | 50.752 |
| 6 | 98 | 47 | 11.622 | 0.021 | -21.306 | 33.556 |
| 7 | 102 | 39 | 17.898 | 0.008 | -25.056 | 41.938 |
| 8 | 102 | 43 | 12.877 | 0.049 | -22.196 | 26.196 |
| 9 | 102 | 47 | 17.081 | 0.084 | -24.650 | 21.514 |

4.4 ANOVA Terhadap *Porosity*

Tabel 7. ANOVA Terhadap *Porosity*

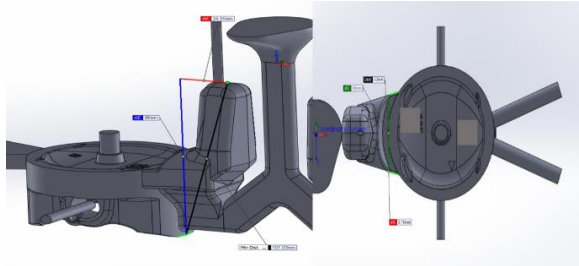
| Variabel Bebas | Degree of Freedom (DoF) | Sum of Square (SoS) | Mean Square (V) | Percentage Contribution (P) |
|----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|
| Ketinggian Riser (A) | 2 | 9.879 | 4.940 | 50.55% |
| Lebar Riser Gate (B) | 2 | 3.459 | 1.730 | 17.70% |
| Error | 4 | 6.204 | 1.551 | 31.75% |
| Total | 8 | 19.542 | | 100% |

Dari hasil *Analysis of Variance* diatas terhadap *porosity* didapatkan hasil dimana variabel bebas yang berpengaruh terhadap hasil *porosity* yaitu pada ketinggian riser. Ketinggian riser berpengaruh besar terhadap *porosity* karena mendapatkan nilai distribusi

persentase sebesar 50.55%, seperti yang ditunjukkan Tabel 7.

4.5 Penentuan Dimensi *Riser* Yang Optimal Menurut Simulasi

Berdasarkan pengujian simulasi yang telah dilakukan, ketinggian *riser* dan lebar *riser gate* yang optimal untuk meminimalisir cacat porositas terdapat pada ketinggian *riser* 98mm dengan lebar *riser gate* 43mm, Gambar 11.



Gambar 11. Dimensi *Riser* yang Optimal Menurut Simulasi

4.6 Tahap Verifikasi Lapangan

Pada tahap verifikasi lapangan terdiri dari beberapa tahapan lagi yaitu seperti tahapan memodifikasi *mold*, melakukan *trial casting* dan pengujian kualitas (*quality check*).

Modifikasi *Mold*

Untuk ukuran ketinggian *riser* sebelum dimodifikasi adalah 80mm diubah menjadi 98 mm dan untuk ukuran lebar *riser gate* sebelum dimodifikasi adalah 33mm kemudian diubah menjadi 43mm. Berikut adalah kondisi *mold piston gasoline* setelah dimodifikasi, Gambar 12.



Gambar 12. Cetakan *Piston Gasoline* Setelah Modifikasi

Trial Casting

Setelah cetakan (*mold*) untuk dimensi *riser* sudah dimodifikasi, selanjutnya adalah melakukan *trial casting* dengan menggunakan *mold* yang sudah dimodifikasi. Pada tahap *trial* ini dilakukan 100 *shoot* atau 100 tuangan, Gambar 13.



Gambar 13. Proses *Trial Casting Piston Gasoline*

Pengujian Kualitas (*Quality Check*)

Berikut adalah hasil *penetrant test* setelah modifikasi *mold* dari 100 sampel percobaan per 10 sampel diambil untuk sampel pengujian, yang mana hasilnya sudah tidak terjadi lagi cacat porositas, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil *Penetrant Test* Setelah Modifikasi

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, bahwa cacat porositas terjadi karena pengaruh sistem penambah (*riser*) yang tidak dapat mengkompensasi terjadi penyusutan ketika *piston gasoline* memasuki fase pembekuan. Untuk itu penulis dalam penelitian ini mengatasi temuan cacat porositas dengan cara mencari dan membuat desain sistem penambah (*riser*) yang dapat meminimalisir cacat porositas. Dari hasil variasi desain dimensi *riser* yang telah dibuat, didapatkan desain sistem penambah yang terbaik untuk mengatasi cacat porositas yaitu pada ketinggian *riser* 98 mm dengan lebar *riser gate* 43 mm. Yang mana hal tersebut berdasarkan hasil pengujian menurut *software* simulasi CAE *MagmaSoft* dan diverifikasi dengan melakukan *trial* pengecoran di lapangan. Selain memodifikasi *riser*, penelitian selanjutnya bisa dilakukan juga dengan menganalisa ukuran *biscuit* [7].

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Subagio, G. W. Sejati, D. Muchammad, and D. Octaviano, "Rancang Bangun Mesin Gravity Tilting Dengan Auto Pouring Menggunakan Plc Omron Cj1M-Cpu12," *POLINES Natl. Eng.*

- Semin. ke-3*, pp. 57–66, 2015.
- [2] K. Herfurth and S. Scharf, “Casting,” *Springer Handbooks*, pp. 325–356, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-47035-7_10.
- [3] M. . Khan, “a Comparative Study of Simulation Software,” *Int. J. Simul. Model.*, vol. 17, pp. 197–209, 2018.
- [4] Soejanto, *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [5] Ross, *Taguchi techniques for quality engineering*. New York: McGraw Hills, 1996.
- [6] Taguchi, *An introduction to quality engineering*. Asian Productivity Organisation, 1990.
- [7] Gašpár Š, Majerník J, Kolínský J. Analysis of Causes of Porosity Change of Castings under the Influence of Variable Biscuit Height in the Filling Chamber, *Materials* (Basel), 2021.