**TUGAS AKHIR**

# PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM

Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

**ADAM BENNY FUADY**

**NIM: D200130134**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa judul tugas akhir " **PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM",** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh derajat Sarjana (strata-1) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernjah dipakai untuk mendapat gelar sarjana dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumbernya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 24 Agustus 2019

Yang menyatakan

**Adam Benny Fuady**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul **"PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM"**, telah disetujui oleh pembimbing untuk memenuhi syarat untuk memperoleh derajat Sarjana (strata-1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

| | |
|---|---|
| Dipersiapkan Oleh | : |
| Nama | : **Adam Benny Fuady** |
| NIM | : **D200130134** |
| Disetujui Pada | : |
| Hari | : Sabtu |
| Tanggal | : 24 Agustus 2019 |

Pembimbing utama

**Patna Partono, ST., MT.**

# HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul **"PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM"** Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh :

Nama : **Adam Benny Fuady**

Nim : **D200130134**

Disahkan pada

Hari : Jumlat

Tanggal : 27 September 2019

**Tim Penguji** :

Ketua : **Patna Partono, ST., MT.** (.....)

Anggota 1 : **Ir. Sunardi Wiyono, MT.** (.....)

Anggota 2 : **Amin Sulistyanto, ST., MT.** (.....)

Mengetahui,

Dekan

Ir. Sri Sunarjono, M. T,.Ph.D

Ketua Jurusan,

Ir. Subroto, M.T.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Jl. A .Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Telp. (0271) 717417 ext. 222

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan ini :

Nama : Patna Partono, S.T., M.T.

Pangkat/jabatan : Dosen Akademik

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Adam Benny Fuady

Nomor Induk : D200130134

Jurusan/Semester : **PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM**

Rincian Soal/Tugas : Mengetahui pengaruh variasi posisi saluran masuk (*in-gate*) pada hasil coran aluminium terhadap cacat penyusutan, *density*, cacat porositas, struktur mikro, dan kekerasan.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Februari 2019

Pembimbing

Patna Partono, S.T., M.T.

*Keterengan :*

*Di buat rangkap (3)*

*1. Untuk Kanjur (Koordinatot TA)*

*2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir*

*3. Untuk Mahasiswa*

# HALAMAN MOTTO

**‘’ Mencari ilmu itu adalah wajib bagi setiap muslim laki-laki maupun muslim perempuan”.**

**(H.R. Ibnu Abdil Barr)**

**“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”.**

**(Ali bin Abi Thalib)**

**“Bukanlah ilmu yang seharusnya mendatangimu, tetapi kamulah yang harus mendatangi ilmu itu”.**

**(Imam Malik)**

**“Saat anak Adam meninggal, terputus semua amalannya kecuali tiga perkara. Sedekah jariyyah, anak yang shaleh, dan ilmu yang bermanfaat”.**

**(H.R. Muslim)**

**PENGARUH POSISI SALURAN MASUK (*IN-GATE*) PADA HASIL CORAN PRODUK *CONNECTING ROD* DARI BAHAN ALUMINIUM**


***ABSTRAK***

*Banyak penelitian yang telah dilakuakan mengenai pengaruh saluran masuk (in-gate), dengan demikian peneliti ingin mengembangkan penelitian yang sudah ada sebelumnya dengan memvariasikan saluran masuk menjadi kiri, tengah, dan kanan dengan melakukan pengujian terhadap penyusutan, densitas, porositas, struktur mikro, dan kekerasan.*

*Peneliti menggunakan pasir sebagai media cetak dalam proses pengecorannya, sehingga metode ini biasa disebut dengan Sand Casting.*

*Hasil pengujian didapatkan nilai penyusutan terbesar pada posisi saluran masuk tengah sebesar 1,42%, dilanjutkan dengan posisi saluran masuk kiri 1,21%, dan penyusutan terkecil terjadi pada posisi saluran masuk kanan 1,11%. Pada nilai densitas didapat nilai densitas terbesar pada posisi saluran masuk tengah sebesar 3,21 g/ml$^3$, kemudian pada posisi saluran masuk kiri sebesar 2,48 g/ml$^3$, dan nilai densitas terkcil terjadi pada posisi saluran masuk kanan sebesar 2,27 g/ml$^3$. Pada pengujian kekerasan menggunakan alat uji kekerasan Brinell didapat nilai kekerasan tertinggi pada posisi saluran masuk tengah dengan nilai 79,6 BHN, selanjutnya posisi saluran masuk kiri sebesar 79,2 BHN, dan nilai terkecil pada posisi saluran masuk kanan sebesar 78,7 BHN. Dari pengujian foto mikro didapatkan hasil kekerasan terbesar ada dalam semakin rapatnya unsur padauan yang tersusun. Perbedaan posisi saluran masuk berpengaruh pada nilai penyusutan. Semakin besar nilai penyusutan maka semakin besar juga nilai densitasnya.*



***Kata Kunci:*** *In-gate, Connecting Rod, Penyusutan, Kekerasan, Porositas, Densitas, Struktur Mikro, Sand Casting.*

**THE EFFECT OF IN-GATE POSITION ON CONNECTING ROD CASTING PRODUCT RESULTS USING ALUMINUM MATERIALS**


***ABSTRACT***

*A lot of research has been done about the effect of the in-gate, so researchers want to develop pre-existing research by varying the inlets to the left, center and right by testing shrinkage, density, porosity, microstructure, and hardness.*

*The researcher uses sand as a media in the casting process, so this method is commonly called Sand Casting.*

*The test results obtained the largest shrinkage value at the middle in-gate position of 1.42%, followed by the left in-gate position 1.21%, and the smallest shrinkage occurred at the right in-gate position of 1.11%. At the density value obtained the largest density value at the position of the middle in-gate of 3.21 g/ml$^3$, then at the position of the left in-gate of 2.48 g/ml$^3$, and the lowest density value occurs at the right in-gate position of 2.27 g/ml$^3$. In the hardness test using the Brinell hardness test the highest hardness value was obtained at the center in-gate position with a value of 79.6 BHN, then the left in-gate channel position was 79.2 BHN, and the smallest value at the right in-gate position was 78.7 BHN. From micro photo testing the results of the greatest hardness were found in the increasingly tightly arranged elements. The difference in in-gate position affects the shrinkage value. The greater the value of shrinkage, the greater the value of its density.*



***Keywords:*** *In-gate, Connecting Rod, Shrinkage, Hardness, Porosity, Density, Microstructure, Sand Casting.*

# HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah saya dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidyah-Nya. Rasa bangga dan bahagia atas karunia dan kemudahan yang telah Allah SWT berikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Ayahanda dan ibunda yang telah sabar mengasuh, membesarkan, membimbing serta mendoakan saya selalu.
2. Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta Teknik Mesin yang telah membimbing saya di dalam perkuliahan.
3. Bapak dosen pembimbing akademik Amin Sulistyanto, S.T. serta Bapak dosen pembimbing tugas akhir saya Bapak Patna Partono S.T.,M.T. yang telah membimbing saya dalam mengerjaakan skripsi ini.

# KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Posisi Saluran Masuk (*In-Gate*) Pada Hasil Coran Produk *Connecting Rod* Dari Bahan Aluminium" dengan baik dan tepat waktu. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Patna Partono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing utama Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Bapak Amin Sulistyanto, S.T. selaku dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan dan semangat kepada penulis.
6. Ayahanda dan ibunda yang selalu mendoakan dan memberikan semangat.
7. Teman seperjuangan (Irfan, Raeditya, Candra, Kiko, dll) mahasiswa bimbingan Bapak Patna Partono, S.T., M.T. yang selalu memberi semangat, membantu, dan berjuang bersama.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2013 dan semua pihak yang membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini baik moril maupun materiil.

Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak dan juga bisa menjadi referensi untuk laporan-laporan yang akan dilakukan di kemudian hari.

Akhir kata, penulis mohon maaf jika terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, April 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... i
**HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI** ..... ii
**HALAMAN PERSETUJUAN** ..... iii
**HALAMAN PENGESAHAN** ..... iv
**HALAMAN LEMBAR SOAL** ..... v
**HALAMAN MOTTO** ..... vi
**ABSTRAK** ..... vii
**HALAMAN PERSEMBAHAN** ..... ix
**KATA PENGANTAR** ..... x
**DAFTAR ISI** ..... xi
**DAFTAR GAMBAR** ..... xiv
**DAFTAR TABEL** ..... xvii
**DAFTAR SIMBOL** ..... xviii
**BAB I PENDAHULUAN**
**1.1 Latar Belakang** ..... 1
**1.2 Perumusan Masalah** ..... 2
**1.3 Batasan Masalah** ..... 2
**1.4 Tujuan Penelitian** ..... 3
**1.5 Manfaat Penelitian** ..... 3
**1.6 Sistematika Penulisan** ..... 4

**BAB II LANDASAN TEORI**
**2.1 Tinjauan Pustaka** ..... 5
**2.2 Landasan Teori** ..... 8
**2.2.1. Aluminium** ..... 8
**2.2.2. Paduan Aluminium** ..... 11
**2.2.3. Jenis-jenis Aluminium Paduan** ..... 15
**2.2.4. Proses Pengecoran** ..... 19
**2.2.5. Pola** ..... 20

**2.2.6. Sistem Saluran ..... 20**
**2.2.7. Rumus Perhitungan Sistem Saluran ..... 23**
**2.2.8. Pembekuan Coran ..... 25**
**2.2.9. Pasir Cetak..... 26**
**2.2.10. Cetakan ..... 27**
**2.2.11. Cacat pada Coran ..... 27**
**2.2.12. *Connecting Rod* ..... 31**
**2.2.13. Sifat Fisis dan Mekanis ..... 33**

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**
**3.1 Diagram Alir Penelitian ..... 35**
**3.2 Alat dan Bahan ..... 36**
**3.3 Prosedur Penelitian ..... 45**
**3.3.1 Proses Pembuatan Coran ..... 45**
**3.3.2 Persiapan Pola ..... 46**
**3.3.3. Pembuatan Pasir Cetakan ..... 46**
**3.3.4. Peleburan Logam ..... 51**
**3.3.5. Penuangan Logam Cair ..... 51**
**3.3.6. Pembongkaran Cetakan Pasir..... 52**
**3.3.7. Pengujian Komposisi Kimia ..... 53**
**3.3.8. Pengujian Cacat Penyusutan..... 54**
**3.3.9. Pengujian Densitas ..... 54**
**3.3.10. Pengamatan Porositas ..... 55**
**3.3.11. Pengamatan Struktur Mikro..... 55**
**3.3.12. Pengujian Kekerasan ..... 55**
**3.3.13. Analisa Data ..... 56**
**3.3.14. Jumlah Spesimen Pengujian..... 57**

**BAB IV DATA DAN ANALISA**
**4.1 Perhitungan Perencanaan Sistem Saluran ..... 58**
**4.1.1 Perhitungan Cetakan Atas ..... 58**

**4.1.2 Perhitungan Cetakan Bawah ..... 60**
**4.2 Hasil Pengujian Komposisi Kimia ..... 62**
**4.3 Hasil Pengujian Cacat Penyusutan..... 64**
**4.4 Hasil Pengujian *Density* ..... 66**
**4.5 Hasil Pengamatan Porositas..... 68**
**4.6 Hasil Uji Foto Mikro ..... 69**
**4.7 Hasil Uji Kekerasan *Brinell*..... 70**

**BAB V PENUTUP**
**5.1. Kesimpulan ..... 73**
**5.2. Saran ..... 74**

**DAFTAR PUSTAKA**
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1 Diagram Fasa Al – Si ..... 15
Gambar 2.2 Foto Struktur Mikro Al – Si 10%..... 15
Gambar 2.3 Foto Struktur Mikro alumunium dengan kandungan 0.5 % Mn 17
Gambar 2.4 Diagram fasa Al-Mn..... 17
Gambar 2.5 Mikroskop Optik Paduan Al-10,5 Si 2%Cu Perbesaran 500x ... 18
Gambar 2.6 Diagram Fasa Al-Cu ..... 19
Gambar 2.7 Sistem saluran ..... 20
Gambar 2.8 Ukuran *basin* (cawan tuan) ..... 21
Gambar 2.9 *Sprue* dan *Basin*..... 21
Gambar 2.10 Penampang saluran pengalir..... 22
Gambar 2.11 Panjang saluran masuk ..... 22
Gambar 2.12 Penempatan *Riser*..... 23
Gambar 2.13 Struktur mikro pembekuan logam..... 25
Gambar 2.14 Cacat porositas pada penampang potong produk cor..... 28
Gambar 2.15 Bentuk cacat *Shrinkage*..... 29
Gambar 2.16 Cacat salah alir ..... 29
Gambar 2.17 Cacat retakan..... 30
Gambar 2.18 Bagian-bagian pada *Connecting Rod* ..... 32
Gambar 2.19 Proses pengamatan pada Struktur Mikro ..... 34
Gambar 2.20 Bekas injakan penetrasi uji kekerasan *Brinell*..... 34
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... 35
Gambar 3.2 Sekop..... 36
Gambar 3.3 Penumbuk..... 36
Gambar 3.4 Tabung Silinder..... 37
Gambar 3.5 Lanset ..... 37
Gambar 3.6 Gelas Ukur..... 38
Gambar 3.7 Kowi ..... 38
Gambar 3.8 Saringan..... 39
Gambar 3.9 Dapur Pelebur..... 39

Gambar 3.10 Ragum ..... 40
Gambar 3.11 Tang..... 40
Gambar 3.12 Jangka Sorong ..... 40
Gambar 3.13 Timbangan..... 41
Gambar 3.14 Alumunium Lantak ..... 41
Gambar 3.15 Kerangka Cetak ..... 42
Gambar 3.16 Pasir Lempung..... 42
Gambar 3.17 Pola..... 43
Gambar 3.18 Serbuk Karbonat..... 43
Gambar 3.19 Alat uji *Spektrometer* ..... 44
Gambar 3.20 Alat Uji Kekerasan *Brinell*..... 44
Gambar 3.21 Mikroskop Metalografi ..... 45
Gambar 3.22 Aliran Proses Pembuatan Coran..... 45
Gambar 3.23 Desain Pola Spesimen, *In-gate,* dan *Sprue* ..... 46
Gambar 3.24 Dimensi Saluran Masuk ..... 46
Gambar 3.25 Pasir cetak. ..... 46
Gambar 3.26 Kerangka kayu..... 47
Gambar 3.27 Penuangan Pasir ..... 47
Gambar 3.28 Penekanan pola..... 47
Gambar 3.29 Pengolesan pola dengan *calcium carbonate* ..... 48
Gambar 3.30 Penuangan pasir halus ..... 48
Gambar 3.31 Pengangkatan cetakan atas ..... 48
Gambar 3.32 Penuangan pasir dan peletakan saluran turun (*sprue)*..... 49
Gambar 3.33 Pembuatan saluran masuk ..... 49
Gambar 3.34 Pengangkatan cetakan pasir untuk memastikan pola ..... 49
Gambar 3.35 Pengambilan pola ..... 50
Gambar 3.36 Peletakan kembali cetakan atas ..... 50
Gambar 3.37 Penyopotan kerangka cetak dari pasir cetak ..... 50
Gambar 3.38 Pasir cetak siap di cor..... 51
Gambar 3.39 Penuangan aluminium ..... 51

Gambar 3.40 Hasil coran tampak atas setelah pembongkaran, (A) Saluran masuk (*in-gate*) kiri, (B) Saluran masuk (*in-gate*) tengah, (C) Saluran masuk (*in-gate*) kanan ..... 52
Gambar 3.41 Hasil coran tampak samping setelah pembongkaran, (A) Saluran masuk (*in-gate*) kiri, (B) Saluran masuk (*in-gate*) tengah, (C) Saluran masuk (*in-gate*) kanan ..... 52
Gambar 4.1 Diagram Persentase Unsur Paduan Si, Fe, Cu, Mn, dan Zn Dari Hasil Uji Komposisi Kimia Bahan Aluminium Lantak .... 63
Gambar 4.2 Penyusutan Pada Pola..... 64
Gambar 4.3 Diagram Presentase Penyusutan..... 66
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Density ..... 67
Gambar 4.5 Perbandingan porositas spesimen foto makro (A) Posisi saluran masuk kiri, (B) Posisi saluran masuk tengah, (C) Posisi saluran masuk kanan..... 68
Gambar 4.6 Perbandingan foto mikro pada pembesaran 100x. (A) Posisi saluran masuk kiri, (B) Posisi saluran masuk tengah, (C) Posisi saluran masuk kanan. ..... 69
Gambar 4.7 Perbandingan foto mikro pada pembesaran 200x. (A) Posisi saluran masuk kiri, (B) Posisi saluran masuk tengah, (C) Posisi saluran masuk kanan ..... 69
Gambar 4.8 Perbandingan foto mikro pada pembesaran 500x. (A) Posisi saluran masuk kiri, (B) Posisi saluran masuk tengah, (C) Posisi saluran masuk kanan ..... 70
Gambar 4.9 Titik yang diuji ..... 71
Gambar 4.10 Diagram Hasil Uji Kekerasan ..... 72

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karateristik dan Sifat Aluminium ..... 9
Tabel 2.2 Aluminium dan Paduannya Serta Kode Penamaan ..... 12
Tabel 2.3 Bentuk Cacat Permukaan Kasar dan Penyebab ..... 31
Tabel 3.1 Jumlah Spesimen Pengujian..... 57
Tabel 4.1 Tabel penyusutan paduan logam ..... p59
Tabel 4.2 Hasil Uji Komposisi Kimia Bahan Aluminium Lantak ..... 62
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Spesimen Asli dan Hasil Coran..... 64
Tabel 4.4 Presentase Penyusutan dalam Persen (%) ..... 65
Tabel 4.5 Hasil Uji *Density* Variasi Bahan Aluminium Lantak ..... 67
Tabel 4.6 Hasil Uji Kekerasan *Brinell* ..... 71

# DAFTAR SIMBOL

| | |
|---|---|
| G | = Berat Benda Cor (kg) |
| $\rho$ | = Massa Jenis Logam (kg/m$^3$) |
| t | = Waktu Cor (detik) |
| h | = Tinggi (cm) |
| n | = Jumlah Saluran Masuk |
| d | = Diameter (cm) |
| $A_{sm}$ | = Luas Penampang Saluran Masuk (mm) |
| $A_{str}$ | = Luas Penampang Saluran Terak (mm) |
| $A_{stur}$ | = Luas Penampang Saluran Turun (mm) |
| $\xi$ | = Besar Hambatan Aliran Logam |
| S | = Presentase Penyusutan |
| P cetakan | = Ukuran Pola |
| P produk | = Ukuran Produk |
| $\rho s$ | = *Density* (gr/mm$^3$) |
| m | = Massa Produk Cor (gr) |
| V | = Volume Produk Cor (mm$^3$) |
| BHN | = Brinell Hardness Number |
| P | = Beban (62,5 kgf). |
| D | = Diameter Indentor (2,5 mm) |
| d | = Diameter Penetrasi (mm) |