



**PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN *RISER*
PANAHA *RECURVE BOW***

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Mesin Studi Teknik Mesin**

Oleh

Syahwal Fajar

NIM.5212415032

**TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Syahwal Fajar

Nim : 5212415032

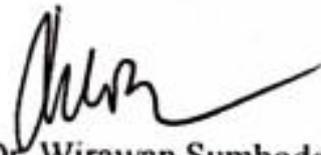
Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Proses Produksi dan Pengujian *Riser Panah Recurve Bow*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang penitia ujian skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 2020.

Pembimbing



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.
NIP. 196601051990021002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Proses Produksi dan Pengujian *Riser* Panah *Recurve Bow*" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 08 bulan September tahun 2020.

Oleh

Nama : Syahwal Fajar

NIM : 5212415032

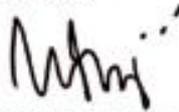
Program Studi : Teknik Mesin

Ketua



Rusiyanto, S. Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Panitia:
Sekretaris



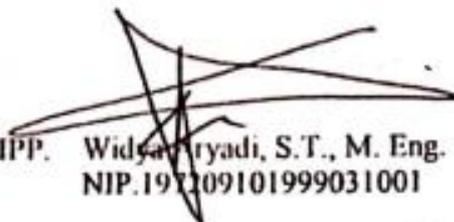
Samsudin Anis, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197601012003121002

Penguji 1



Dr. H. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., I.P.P.
NIP. 197509272006041002

Penguji 2



Widyan Prayadi, S.T., M. Eng.
NIP. 197109101999031001

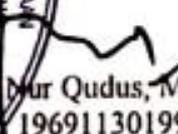
Pembimbing



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.
NIP. 196601051990021002



Mengetahui:
Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM
NIP. 196911301994031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 08 September 2020.
Yang membuat pernyataan,



Syahwal Fajar
NIM.5212415032

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

“Hidup itu keras, hidup itu ga gampang, kalo hidup gampang pasti semua orang *happy*”. - Eiduart Esport.

“jangan pernah menganggap enteng masalah apapun itu”.

“jadilah pribadi yang bermanfaat bagi orang lain, jangan membeda-bedakan status atau pangkat”. - Ibu Rusminah.

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Ahmad Sudrajat dan Ibu Rusminah. Serta keluarga besar kakek saya Manshur serta kedua saudara saya. Terima kasih atas dukungan, doa dan semangat yang telah diberikan.

SARI

Fajar, Syahwal. 2020. Proses Produksi dan Pengujian *Riser* Panah *Recurve Bow*. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. Skripsi: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panah merupakan senjata proyektil yang berguna untuk menembakkan anak panah ke sasaran. Panah memiliki beberapa jenis, salah satunya yaitu panah jenis *recurve bow* yang digunakan pada kompetisi. Komponen utama panah *recurve bow* adalah *riser*, *limb* dan *stabiliser*. *Riser* merupakan pegangan/ jantung pada panah *recurve bow*. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui proses produksi dengan metode pengecoran logam non-permanen dan pengujian produk *riser*. *Riser* yang menjadi acuan untuk proses produksi yaitu produk yang pernah dibuat oleh mahasiswa sebelumnya untuk *recurve bow* dengan menggunakan metode pengecoran logam permanen untuk proses pembuatannya.

Penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen, dimana metode ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk. Proses pembuatan *riser* dilakukan dengan menggunakan metode pengecoran logam non-permanen. Pengujian yang dilakukan yaitu uji pembebanan dan uji kelengkungan. Sebelum melakukan pengujian produk, *riser* harus diteliti untuk mengetahui ada cacat produk atau tidak.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diketahui bahwa kekuatan pembebanan pada setiap produk memiliki hasil mulai produk I 0,36 mm, produk II 0,40 mm dan produk III 0,23 mm. Hasil yang didapat menunjukkan perbedaan karena setiap produk hasil coran memiliki bentuk berbeda. Sedangkan uji kelengkungan memiliki hasil mulai produk I 0,59 mm, produk II 0,34 dan produk III 0,28. Setiap produk memiliki hasil yang berbeda. Perbedaan tersebut bisa dari pembuatan cetakan dan saat proses pengecoran berlangsung.

Kata Kunci: panah, *riser*, *recurve bow*, pengecoran logam non-permanen, uji pembebanan, uji kelengkungan.

PRAKATA

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Proses Produksi dan Pengujian *Riser* Panah *Recurve Bow*. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M. T., IPM., Dekan Fakultas Teknik, Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Bapak Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D, Koordinator Program Studi Teknik Mesin, Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP., Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan wawasannya sehingga dapat membantu proses penyusunan skripsi.
4. Dr. Ir. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., IPP., dan Widya Aryadi, S. T., M.Eng., selaku penguji yang telah memberikan masukan berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, dan tanggapan yang menjadi aspek pembangun dalam penyusunan skripsi ini.

5. Semua dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Bapak A. Sudrajat dan Ibu Rusminah sebagai orang tua saya yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan kuliah dan penulisan skripsi.
7. Teman-teman program studi Teknik Mesin 2015 yang selalu memberi semangat dan masukan.
8. Berbagai pihak yang sudah memberikan bantuan untuk penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga skripsi/ TA ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembekalan materi pengecoran selanjutnya.

Semarang, 08 September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
SARI	v
PRAKATA	vi
Daftar isi.....	viii
daftar singkatan teknis dan lambang.....	xii
Daftar tabel.....	xiii
Daftar gambar.....	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4

1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKAN DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Panah	6
2.1.2 Riser	7
2.1.3 Bahan Baku Pengecoran.....	10
2.1.4 Pengecoran.....	10
2.1.5 Pembuatan Pola.....	13
2.1.6 Pengujian Produk	15
BAB III.....	18
METODELOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	18
3.1.1 Waktu Penelitian	18
3.1.2 Tempat Penelitian	19
3.2 Desain Penelitian.....	19
3.2.1 Metode Penelitian	19
3.2.2 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.2.3 Proses Penelitian	21

3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.3.1 Bahan Penelitian	26
3.3.2 Alat Penelitian Pembuatan Produk	31
3.3.3 Produk	37
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.4.1 Uji Laboratorium	38
3.4.2 Dokumentasi	39
3.5 Kalibrasi Instrumen	39
3.5.1 Jangka sorong.....	39
3.5.2 <i>Dial indicator</i>	40
3.6 Teknik Analisis Data	40
BAB IV	42
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Data Hasil Pengujian	42
4.1.1 Hasil Uji Pembebanan	43
4.1.2 Hasil Uji Kelengkungan	48
4.2 Pembahasan.....	49
BAB V.....	53
PENUTUP	53
5.1 Simpulan	53

5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

%	= Persen
°	= Derajat Suhu
P	= Tekanan (N/mm ²)
F	= Gaya (N)
A	= Luas Penampang (mm ²)
N	= Newton
Kg	= Kilogram

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar riser	9
Tabel 2.2 Suhu Lebur.....	12
Tabel 2.3 Tambahan penyusutan.....	15
Tabel 3.1 Shrinkage allowance pada material aluminium.....	21
Tabel 3.2 Taper pada bahan logam.....	22
Tabel 3.3 Intrumen uji beban.....	41
Tabel 3.4 Intrumen uji kelengkungan.....	41
Tabel 4.1 Instrumen uji pembebanan produk.....	44
Tabel 4.2 Instrumen Pengujian kelengkungan.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Recurve bow.....	7
Gambar 2.2 Riser	9
Gambar 2.3 Macam-macam pola.....	14
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3.2 Desain produk riser setelah diberi allowance.....	23
Gambar 3.3 Rangka cetak tampak samping.	24
Gambar 3.4 Rangka cetak tampak atas.	24
Gambar 3.5 (a) Saluran masuk, (b) Saluran penambah.	25
Gambar 3.6 Pelek mobil bekas.	27
Gambar 3.7 Pelek mobil.....	27
Gambar 3.8 Pasir lempung.	28
Gambar 3.9 Bedak.	28
Gambar 3.10 Papan tripleks.	29
Gambar 3.11 Engsel pintu model piano.....	29
Gambar 3.12 Paku sekrup jenis gantung.....	30
Gambar 3.13 Dempul kayu	30
Gambar 3.14 Amplas kayu.....	31
Gambar 3.15 Cat pewarna kayu	31
Gambar 3.16 Pola riser.....	32
Gambar 3.17 Kerangka cetak	32
Gambar 3.18 Palu karet.....	33
Gambar 3.19 Saringan.....	33

Gambar 3.20 Dapur pembakaran.....	34
Gambar 3.21 Kowi.....	35
Gambar 3.22 Pegangan coran.....	35
Gambar 3.23 Gergaji tangan.	36
Gambar 3.24 Gerinda tangan.....	36
Gambar 3.25 Jangka sorong.	37
Gambar 3.26 Dial indicator.....	37
Gambar 3.27 Desain produk riser sebelumnya.....	38
Gambar 4.1 Desain riser 3D.....	42
Gambar 4.2 Proses penempatan alat uji.	43
Gambar 4.3 Grafik uji pembebanan.....	45
Gambar 4.4 Proses pengujian produk I.....	46
Gambar 4.5 Proses pembebanan uji produk II.	47
Gambar 4.6 Proses pembebanan produk III.	47
Gambar 4.7 Proses uji kelengkungan produk I.	49
Gambar 4.8 Proses uji kelengkungan produk II.....	49
Gambar 4.9 Proses uji kelengkungan produk III.....	49
Gambar 4.10 Perbedaan ukuran pada tiap hasil cor.....	51
Gambar 4.11 Penambahan sirip pada tepi hasil coran.	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Panah merupakan permainan individu yang dilakukan dengan cara menembakan anak panah ke target sasaran menggunakan busur (Fajri dan Prasetyo, 2015:91). Panahan juga digunakan dalam salah satu ajang kompetisi di setiap negara-negara baik Eropa, Amerika, Afrika, maupun Asia (Oktafiranda, Pelana dan Marani, 2017:88). Panah memiliki cara kerja yang cukup sederhana yaitu dengan menarik anak panah yang bertumpu pada tali sampai panah melengkung dan dilepaskan, sehingga terdapat gaya dorong yang dihasilkan lengkungan dan kemudian menembakan anak panah pada sasaran. Pembuatan panah sebelumnya masih sangat sederhana yaitu dengan menggabungkan batang kayu dan seutas tali yang diikat pada setiap ujung kayu. Semakin berkembangnya teknologi membuat terciptanya panah jenis *recurve bow* dan *compound bow* yang menggunakan sistem kabel dan katrol untuk memodifikasi gaya tarik. Perkembangan panah juga tidak lepas dari munculnya bahan plastik dan bahan campuran baru dan membuat tergantikannya bahan-bahan tradisional seperti kayu, linen, dan kulit binatang (Meyer, 2015:1). Panah *recurve bow* memiliki beberapa bagian penting yaitu *riser*, *limb* dan *stabilizer* (Vajna *et al.*, 2007). *Riser* merupakan pegangan/ *handle* pada panah *recurve bow*. Setiap bagian pada panah *recurve bow* dibuat dan diteliti untuk tujuan mengetahui cara pembuatan dan membuat produk dengan harga seminimal mungkin.

Riser panah *recurve bow* saat ini dapat dibuat dengan beberapa metode, seperti menggunakan metode CNC (*Computer Numerically Controlled*), SLM (*Selective Laser Melting*), dan *casting*/ pengecoran logam. *Riser* yang dibuat dengan menggunakan metode CNC *milling* memerlukan biaya yang cukup mahal yaitu sebesar 28 juta rupiah (Blackwood *et al.*, 2000:1). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa biaya yang dibutuhkan untuk membuat produk *riser* panah *recurve bow* sangat mahal, oleh karena itu diperlukan penelitian dengan metode berbeda dengan tujuan membandingkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat produk *riser*. Salah satunya yaitu dengan metode *casting*/ pengecoran logam.

Penelitian yang dilakukan Maga (2018:3) *riser* panah *recurve bow* dapat dibuat dengan menggunakan beberapa metode salah satunya dengan menggunakan metode pengecoran logam permanen. Proses pembuatan dengan metode pengecoran logam dinilai tidak terlalu mahal pada biaya produksinya. Pembuatan *riser* dengan dengan metode pengecoran logam. Menurut Utomo (2017:1) pengecoran logam terdapat beberapa cetakan yaitu pengecoran logam cetakan permanen dan pengecoran logam cetakan non-permanen (cetakan pasir).

Pengecoran logam dengan cetakan permanen menghasilkan produk yang lebih presisi, namun memerlukan biaya yang cukup mahal pada pembuatan cetakannya. Sedangkan, pengecoran logam dengan cetakan non-permanen menghasilkan produk dengan kualitas menengah, namun pada sisi lain cetakan ini memiliki kelebihan berupa penggunaan biaya yang lebih minimalis (Elliot, 1999:6).

Berdasarkan pemaparan diatas maka diperlukan penelitian tentang proses

produksi dan pengujian *riser* panah *recurve bow* dengan metode *casting*/ pengecoran logam non-permanen dengan tujuan untuk meminimalisir biaya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *riser*.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masih sedikitnya penelitian tentang pembuatan *riser* panah *recurve bow*.
2. Panah *recurve bow* memiliki beberapa bagian, salah satunya bagian *riser*.
3. Proses pembuatan *riser* dapat dilakukan dengan metode pengecoran logam non-permanen.
4. Metode pengecoran logam permanen memerlukan biaya yang cukup mahal.
5. Bahan yang digunakan untuk membuat *riser* menggunakan bahan sekrup aluminium.

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada bagian *riser* panah *recurve bow*.
2. Proses pembuatan desain pola *riser* menggunakan *software* Autodesk Inventor 2017.
3. Desain *riser* mengacu pada produk milik Hoyt jenis Radian.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengecoran logam cetakan pasir.
5. Pola yang digunakan pada penelitian ini yaitu pola tunggal dari kayu.
6. Pengujian yang dilakukan yaitu uji beban dan uji kelengkungan produk.
7. Bahan yang digunakan adalah sekrup aluminium pelek mobil.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat *riser* dengan metode pengecoran logam non-permanen (cetakan pasir)?
2. Bagaimana kualitas produk setelah di cor dan diberi *test* produk?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara membuat *riser* dengan metode pengecoran logam non-permanen.
2. Mengetahui kualitas produk *riser* setelah di cor dan setelah di *test* produk.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, mengetahui standar panah yang diperlukan dalam kompetisi olimpiade dan cara pembuatan *riser* dengan massa yang rendah atau ringan, kekakuan tinggi, dan biaya produksi yang minimalis.
2. Bagi mahasiswa, mendapatkan pengetahuan tentang pengetahuan *software* desain dan meningkatkan pengetahuan praktikum.
3. Bagi lembaga, memberikan informasi tentang proses produksi *riser* panah *recurve bow* dengan metode pengecoran logam pada Perpustakaan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKAN DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan adalah proses produksi panah dengan metode pengecoran logam non-permanen (cetakan pasir). Penelitian yang dilakukan oleh Maga (2018) tentang proses produksi *riser* dengan metode pengecoran permanen. Tujuan penelitian tersebut untuk mendesain ulang *riser* dan menurunkan massa serta kekakuan *riser* yang tidak jauh berbeda dengan *riser* yang menjadi acuan. Proses desain dan analisis menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* dan *software Abaqus*. Hasilnya masa *riser* dapat berkurang hingga 22%. Bahan yang digunakan yaitu aluminium A356. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pembuatan *riser* dapat dilakukan menggunakan proses pengecoran logam.

Penelitian yang dilakukan oleh Elliot (2002) tentang metode *casting* yang digunakan untuk membuat *riser* panah menggunakan metode pengecoran logam cetakan permanen dan pengecoran logam cetakan non-permanen. Bahan yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah campuran aluminium dan magnesium. Hasilnya yaitu pengecoran permanen lebih mahal dalam pembuatannya dibandingkan dengan pengecoran non-permanen. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pembuatan *riser* dapat dilakukan dengan menggunakan pengecoran logam non-permanen.

Penelitian tentang *riser* dengan massa yang rendah dan kekakuan yang tinggi pernah dilakukan oleh Vajna *et al.*, (2007). Penelitian tersebut menggunakan *Autogenetic Design Theory (ADT)*. ADT merupakan proses yang

dilakukan untuk melihat asal usul suatu produk selama proses desain sebagai tahapan dalam proses pengembangannya. Penelitian tersebut sukses menurunkan massa *riser* dengan menggunakan *software* CAD (*Computer Aided Design*), bahan yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu aluminium paduan yang biasa digunakan untuk pembuatan *body* pesawat. Dari penelitian tersebut didapat tidak hanya *software* CAD yang bisa menurunkan massa *riser*, tapi *software* Inventor juga dapat digunakan untuk menurunkan massa.

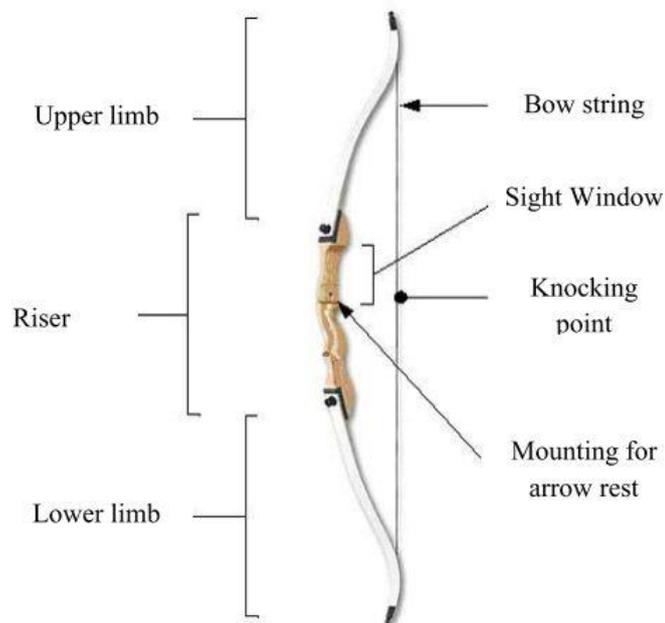
2.2 Landasan Teori

2.1.1 Panah

Panahan adalah cabang olahraga yang membutuhkan kondisi fisik yang baik, diantaranya yaitu kekuatan dan daya tahan khususnya pada otot bagian atas (Yulianto, Soegiyanto dan Hidayah, 2015:28). Pemanah mengatur posisi kuda-kuda, memasukan anak panah, memegang tali busur dan menciptakan titik tekanan pada pegangan busur (Ertan, 2009:357). Panah memiliki beberapa jenis seperti *long bow*, *recurve bow* dan *compound bow*. Panah yang digunakan dalam kompetisi biasanya panah jenis *recurve bow* dan *compound bow*. *Recurve bow* merupakan evolusi busur pertama. Panah jenis *recurve* dibuat dengan *limb* yang memiliki kurva ke arah dalam. Kurva tersebut khusus untuk menyimpan lebih banyak energi untuk mempengaruhi kecepatan anak panah. Penelitian ini komponen yang akan diteliti adalah komponen *riser* pada panah jenis *recurve bow*. Panah jenis ini memiliki bentuk yang seperti kurva yang melengkung pada ujung panah tersebut.

Riser panah *recurve bow* modern yang digunakan pemanah saat kompetisi

olimpiade menggunakan material dari paduan aluminium dan magnesium. Material berteknologi tinggi memungkinkan produsen untuk membuat panah dengan efisiensi yang lebih baik dan memudahkan alat bantu untuk dipasang ke *riser* seperti *limb*, *stabilizer* dan *seight* (Vathivellu, 2013). Menurut Pelana dan Oktafiranda (2017:10) standar busur *recurve bow* terdiri dari *limb* atas dan *limb* bawah dengan tali busur yang dikaitkan pada kedua ujung *limb*. Bagian-bagian panah *recurve bow* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 *Recurve bow*.
(Vathivellu, 2013).

2.1.2 Riser

Riser merupakan jantung atau pegangan dari sebuah panah *recurve bow* (Ponnusamy, 2012:1). *Riser* yang digunakan dalam kompetisi memiliki beberapa standar ukuran yaitu dari 21, 23, 25 dan 27 inci. Komponen *riser* dapat dibuat menggunakan material aluminium dan magnesium dengan memanfaatkan metode

software CAD (computer aided design) (Edelmann-Nusser *et al.*, 2004). *Riser* juga berfungsi untuk menempatkan komponen tambahan seperti *limb*, *seight* dan *stabilizer*.

Baru-baru ini *Riser* terbuat dari kayu, biasanya dikombinasikan dengan berbagai jenis kayu. Kemajuan material modern membuat panah kayu mulai ditinggalkan karena dinilai sudah tidak mampu mengatasi regangan yang diberikan pada panah (Nahar, 2019:7). *Riser* dari kayu merupakan pilihan yang bagus untuk pemanah pemula atau hanya sekedar untuk bermain, tetapi pemanah kompetitif harus menggunakan *riser* berbahan logam agar tetap bisa bersaing. Pada target tembakan tingkat atas, seorang pemanah harus memiliki kecepatan anak panah yang cukup untuk mengenai sasaran dengan tepat. Akibatnya pemanah tersebut harus menggunakan anak panah berbahan dasar karbon, tali *flash flight* (tali yang memiliki elastisitas rendah), atau material modern yang akan berdampak pada bertambahnya beban *limb* dan *riser*. Sebagian dari *riser* kayu tidak bisa menahan beban dari peralatan tersebut dan pada akhirnya akan patah (Elliot, 1999:7). *Riser* yang menjadi acuan adalah *riser* yang sudah pernah dibuat mahasiswa sebelumnya. Proses pembuatan *riser* sebelumnya menggunakan pengecoran logam cetakan permanen. Bahan yang digunakan adalah aluminium a356, dengan tujuan mendapatkan hasil cor produk yang lebih ringan dan kekuatannya tidak berbeda dengan *riser* yang digunakan pada kompetisi olimpiade.



Gambar 2.2 *Riser*
(Maga, 2018:48).

Riser memiliki beberapa standar yang digunakan saat olimpiade, salah satunya yaitu produk milik Hoyt yang memiliki standar *riser* dan *limb*. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Standar *riser*

<i>Riser Lenght</i>	<i>Long Limbs</i>	<i>Medium Limbs</i>	<i>Short Limbs</i>
21"	66"	64"	62"
23"	68"	66"	64"
25"	70"	68"	66"
27"	72"	70"	68"

(Hoyt, 2015:4).

Standar *riser* yang digunakan untuk penelitian ini adalah produk milik Hoyt tipe Radian. Desain *riser* sebelumnya dibuat dengan *software* Inventor 2017, dengan pembuatan menggunakan metode pengecoran logam cetakan permanen.

Penelitian sebelumnya meneliti tentang massa dan kekakuan dari *riser* supaya tidak terlalu rendah, pada penelitian sebelumnya juga menggunakan metode *die-casting* (pengecoran permanen). Namun, pada pembuatan cetaknya memerlukan biaya yang cukup besar, oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan metode berbeda dengan harapan dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi *riser*.

2.1.3 Bahan Baku Pengecoran

Bahan baku merupakan bahan yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Umumnya bahan yang biasa digunakan pada pengecoran logam adalah aluminium paduan. Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki sifat ketahanan korosi yang baik (Tarkono, Harnowo dan Suwandono, 2013:2). Bahan yang digunakan dalam pengecoran adalah sekrap aluminium bekas. Bahan baku sebelumnya dipotong-potong menjadi bagian kecil agar mudah saat proses peleburan, kemudian bahan sekrap aluminium dibersihkan untuk membersihkan kotoran yang menempel. Amplas dan bahan bakar solar digunakan untuk membersihkan kotoran pada bahan baku.

2.1.4 Pengecoran

Pengecoran adalah proses membuat benda kerja dari logam cair yang mengisi rongga cetakan dan kemudian dibiarkan mengeras hingga membeku (Dwiyanto, 2010:6). Menurut Mandala, Siradj and Djamil (2016:88) terdapat berbagai jenis cetakan diantaranya cetakan pasir (*sand casting*), cetakan permanen (*die casting*), *investment casting*, *plaster mold casting* dan masih banyak yang lainnya. Pengecoran permanen memiliki keunggulan dapat menggunakan cetakan

berulang kali, tetapi harga yang dibutuhkan untuk membuat cetakan sangat mahal. Sedangkan pengecoran pasir lebih hemat dalam segi biaya.

Pengecoran logam cetakan non-permanen (cetakan pasir) saat ini telah berkembang dengan pesat, lebih dari 90 % dimana produk-produk cor dikerjakan dengan proses pengecoran cetakan pasir (Tjitro, 2001:41). Proses pengecoran pasir memiliki beberapa tahapan seperti pembuatan pola (model produk), pembuatan kerangka cetak, pembuatan cetakan pasir (rongga cetak), peleburan logam, menuang logam ke dalam cetakan, membongkar hasil pengecoran dan membersihkan hasil pengecoran (Palagan, 2015:1). Pengecoran pasir memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

- a) Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel dan titanium.
- b) Dapat mencetak benda cor dari ukuran kecil sampai dengan ukuran besar.
- c) Lebih hemat biaya dalam pembuatannya.
- d) Jumlah produksi mulai dari satu sampai jutaan.

Pengecoran dengan cetakan pasir hanya bisa dipakai sekali saja, dan bentuk cor harus dirancang untuk memudahkan cairan mengalir ke seluruh bagian cetakan. Bentuknya didesain sedemikian rupa sehingga pola dan hasil yang sudah jadi bisa dikeluarkan dari cetakan. Perlu adanya perancangan yang matang untuk membuat suatu produk dari metode pengecoran pasir, karena untuk membentuk benda kerja yang sesuai dengan pola cetakan cukup sulit, apalagi jika pola cetakan tersebut memiliki banyak radius dan lengkungannya.

Proses pengecoran memiliki beberapa tahapan yaitu seperti berikut:

a) Pembuatan cetakan

Cetakan merupakan rongga atau ruangan yang akan dituangi logam cair untuk membuat coran (Leman, 2010:10). Proses membuat cetakan dapat dikerjakan dengan mesin (mesin cetak pendesak) dan manual (menggunakan tangan), yang digunakan pada penelitian ini adalah proses manual. Cetakan yang digunakan pada proses pengecoran memiliki 2 bagian, yaitu cetakan bagian atas (*cup*) dan cetakan bagian bawah (*drag*). Proses pembuatan cetakan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, menyaring pasir yang akan digunakan agar lebih halus dan mudah dibentuk, kemudian meletakkan kerangka cetakan dan pola pada pelat atau bidang datar dan ditaburi pasir yang sudah disaring dan dicampur air hingga penuh sesuai rangka cetak. Pembuatan cetakan bagian atas prosesnya tidak jauh berbeda hanya menambahkan saluran masuk dan saluran keluar, maka jika sudah selesai kemudian disatukan antara cetakan bagian bawah dan cetakan bagian atas.

b) Proses peleburan

Peleburan adalah mengubah logam dari fasa padat menjadi fasa cair (Akhyar, 2014:1). Proses peleburan menggunakan bahan sekrup aluminium dimana memiliki titik lebur mulai 650° - 750° C. Seperti yang ditunjukkan Table 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Suhu Lebur.

Jenis Logam	Temperatur Lebur ($^{\circ}$ C)
Aluminium	650-750

Tembaga	1100-1250
Kuningan	950-1100
Besi Cor	1250-1450

(Dwiyanto, 2010:7)

c) Proses penuangan

Proses penuangan adalah mengeluarkan logam cair kemudian menuangkan ke dalam cetakan. Proses penuangan merupakan proses yang menentukan keberhasilan dalam menentukan benda kerja (Sudjana, 2008:175). Proses tersebut dilakukan dengan hati-hati dan tidak terlalu lama saat memindahkan dari dapur peleburan menuju cetakan.

d) Mengambil hasil cor

Proses pengambilan hasil cor dilakukan dengan cara menghancurkan cetakan dan kemudian membersihkan sisa pasir yang menempel pada hasil coran. Proses pengambilan harus dilakukan dengan hati-hati karena jika tidak dapat merusak hasil coran atau merubah bentuk coran.

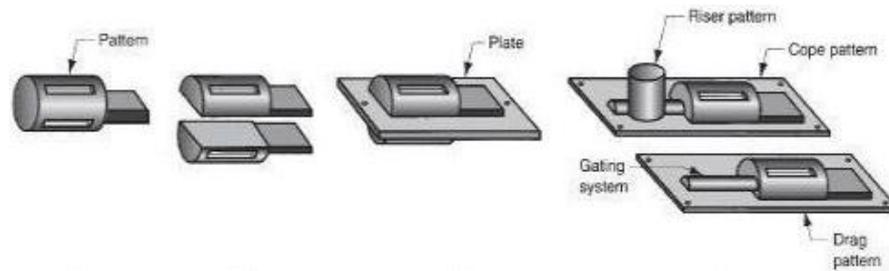
e) *Finishing*

Finishing adalah membersihkan kotoran atau komponen penambah yang menempel saat proses pengecoran. Seperti memotong bagian saluran masuk dan saluran penambah. *Finishing* yang dilakukan dengan cara memotong bagian yang tidak diperlukan pada produk. Produk yang sudah dibersihkan kemudian diperhalus permukaan produk agar sama dengan produk acuan.

2.1.5 Pembuatan Pola

Pola merupakan bentuk duplikasi dari produk cor yang akan dibuat (Tjitro,

2001:42). Pola memiliki beberapa macam tipe, seperti pola utuh/ tunggal, pola belahan, pola pelat dan pola pelat belahan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 memperlihatkan pola pengecoran.



Gambar 2.3 Macam-macam pola
(Maga, 2018)

Pola memiliki beberapa kriteria bahan yang harus dipenuhi untuk membuat pola, antaranya yaitu:

- a) Mudah dikerjakan, dibentuk dan dirakit.
- b) Ringan baik saat operasi.
- c) Kuat, keras, dan tahan lama.
- d) Dimensi stabil tidak terpengaruh oleh suhu dan kelembaban.
- e) Kemungkinan dapat diperbaiki lagi.
- f) Biaya yang dibutuhkan murah.

Bahan yang digunakan untuk membuat pola ada beberapa macam, yaitu seperti dari kayu, logam, plastik, karet dan lilin (Dwiyanto, 2010:8). Pola yang digunakan pada penelitian terbuat dari bahan. Pola dari bahan kayu menggunakan jenis pola utuh/ tunggal. Pola kayu dipilih karena cepat pembuatannya, pengolahannya mudah, ringan dan biaya yang cukup murah. Pola yang sudah jadi kemudian ditambahkan *allowance* (*shrinkage allowance*, *taper allowance*, dan *machining allowance*) dengan ukuran yang sudah ditentukan sebelumnya.

menurut Prayoga (2015:43) pembuatan cetakan harus memperhitungkan terjadinya penyusutan (*srinkage*) setelah terjadi proses pendinginan. Proses penambahan ukuran dengan menggunakan dempul.

Tabel 2.3 Tambahan penyusutan.

Tambahan penyusutan	Bahan
8/1.000	Besi cor, baja cor tipis.
9/1.000	Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut.
10/1.000	Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut dan aluminium.
12/1.000	Paduan aluminium, Brons dan baja cor (tebal 5-7 mm).
14/1.000	Kuningan kekuatan tinggi dan baja cor.
16/1.000	Baja cor (Tebal leboh dari 10 mm).
20/1.000	Coran baja yang besar.
25/1.000	Coran baja besar dan tebal

(Roziqin, Purwanto dan Syafa'at, 2012:34)

2.1.6 Pengujian Produk

Pengujian disini yaitu untuk mengetahui apakah produk tersebut sudah sesuai dengan persyaratan yang diinginkan atau belum. Pengujian produk juga dilakukan untuk mengetahui kualitas produk layak pakai atau tidak. Proses pengujian dilakukan dengan cara yang sudah sesuai standar (mengikuti standar tertentu). Pengujian yang dilakukan yaitu uji pembebanan dan uji kelengkungan dengan alat ukur yaitu *dial indicator*. Kemudian dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan mengenai produk setelah di uji.

2.1.6.1 Uji Beban

Pengujian pembebanan merupakan pengujian dengan memberikan beban yang sudah ditentukan sebelumnya kemudian diujikan pada produk *riser*. Proses uji pembebanan mirip dengan uji *bending* dengan tipe *three point bending*, perbedaannya yaitu pada posisi beban yang diberikan saat menguji. Proses pengujian beban dilakukan dengan menempatkan beban pada titik tengah produk *riser*, kemudian diberikan beban pada *riser*. Beban yang diberikan bertahap yaitu mulai 1 kg sampai 25 kg.

Menurut maga (2018) saat benda menerima beban sebesar X kg, maka benda akan bertambah panjang. Secara matematis pengujian pembebanan dapat ditulis dengan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan

P = Tekanan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (cm²)

2.1.6.2 Uji Kelengkungan

Pengujian kelengkungan merupakan pengujian pada hasil produk coran dengan meletakkan alat uji *dial indicator* pada ujung produk *riser*. Proses pengujian kelengkungan dilakukan dengan menempatkan produk *riser* pada bidang datar kemudian menempatkan alat uji *dial indicator* pada ujung *riser* dan

digerakkan dengan cara digeser sampai ujung *riser*. Proses tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kelengkungan pada *riser* coran.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah kerja alat dan bahan yang digunakan serta waktu dan tempat yang digunakan untuk memperoleh dan dapat dipertanggung jawabkan. Penelitian ini menggunakan data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif yaitu data yang dihasilkan berupa deskripsi dari kualitas produk *riser*. Sedangkan data kuantitatif adalah data yang diperoleh berupa angka, tabel dan grafik. Penelitian ini dibagi menjadi dua kegiatan utama yaitu (1) Proses pembuatan *riser* panah *recurve bow* dengan metode pengecoran logam non-permanen, dan (2) Proses pengujian pembebanan dan kelengkungan pada produk *riser* panah *recurve bow*.

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Waktu dan tempat penelitian perlu direncanakan agar penelitian yang akan dilakukan tercapai sesuai rencana. Waktu dan tempat pelaksanaan sebagai berikut:

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap, tahun akademik 2019/2020. Interval waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, yaitu pada bulan Februari sampai bulan Maret 2020. Pengolahan dan analisis data dilakukan bulan April 2020.

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian, untuk pelaksanaan pembuatan produk *riser* dan pengujian produk *riser* pembebanan dan kelengkungan dilakukan ditempat yang berbeda.

1. Untuk proses pembuatan *riser* panah *recurve bow* dilakukan di Juana, Pati.
2. Untuk pengujian pembebanan dilakukan di desa Kalipucang Kulon Rt: 03, Rw: 02, Welahan, Jepara.
3. Untuk pengujian kelengkungan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Semarang, Jawa Tengah.

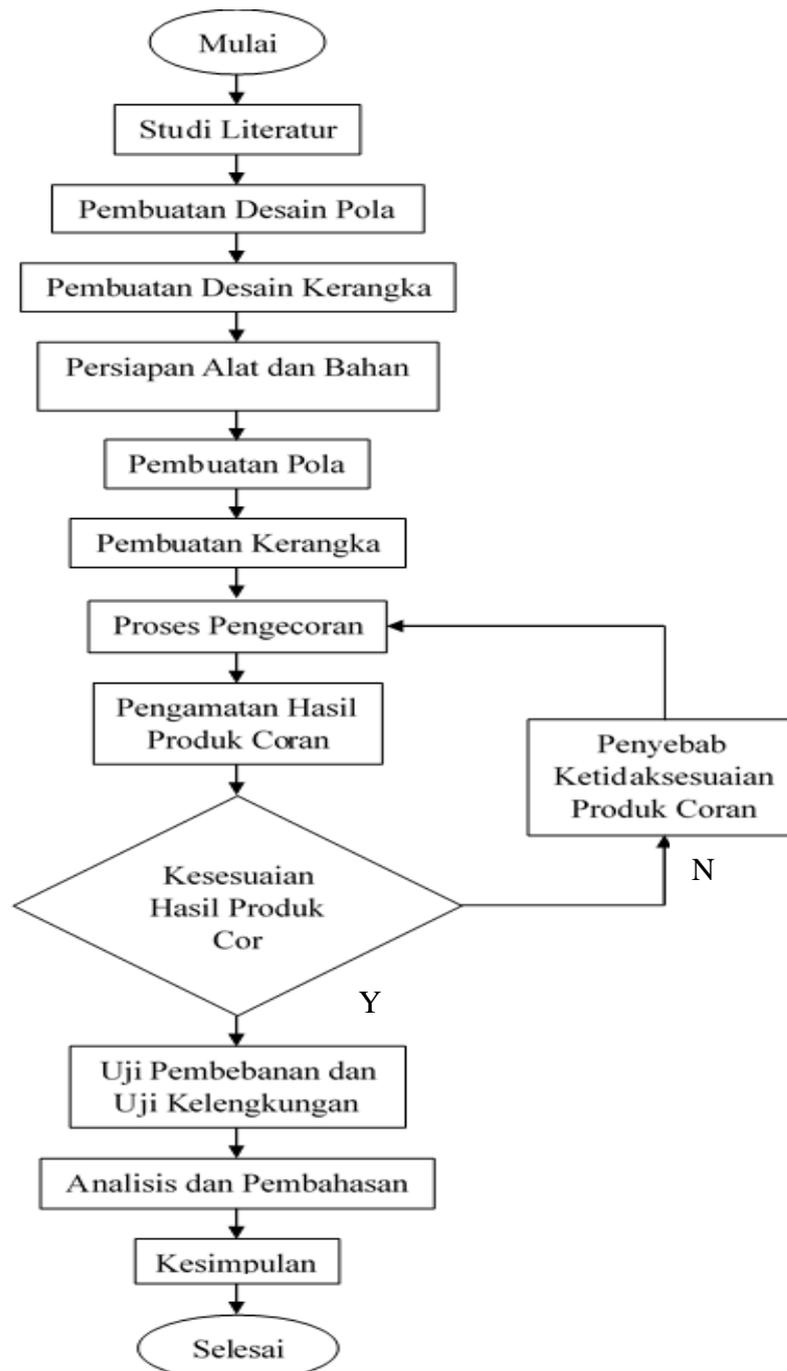
3.2 Desain Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Parameter bebas pada penelitian ini adalah material sekrup aluminium dari pelek mobil, dimana bahan tersebut merupakan bahan utama untuk membuat produk *riser*. Parameter terikat pada penelitian ini adalah masa *riser*, nilai kekauan *riser*. Proses pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kelengkungan menggunakan alat berupa *dial indicator* dan pengujian makro struktur yang bertujuan untuk mengetahui cacat yang terjadi pada produk hasil pengecoran. Parameter kontrol pada penelitian ini yaitu proses pengecoran pasir.

3.2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan tahapan-tahapan yang menjelaskan proses penelitian mulai dari awal sampai akhir penelitian. Alur penelitian dalam perancangan proses produksi alat *riser recurve bow* dijelaskan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.

3.2.3 Proses Penelitian

Penelitian ini memerlukan beberapa tahapan untuk memperoleh data hasil penelitian. Penjelasan lebih detail akan dijelaskan pada poin-poin dibawah ini:

a) Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari beberapa penelitian yang relevan dari artikel nasional maupun internasional. Referensi yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian tentang proses produksi *riser* panah *recurve bow* metode pengecoran logam non-permanen.

b) Pembuatan desain pola

Pembuatan desain pola dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor* 2017. Proses desain sebelumnya menganalisa dan mencari informasi tentang bentuk, ukuran, dan bahan. Proses selanjutnya yaitu menambahkan *allowance* (penambahan kelebihan), seperti *shrinkage allowance* (kelebihan pada penyusutan), *taper allowance* (kelebihan untuk kemiringan), dan *machining allowance* (kelebihan untuk permesinan). Seperti yang dijelaskan dibawah ini:

1. *Shrinkage allowance*

Penyusutan pada logam setelah dicor dan pada saat proses pembekuan. Bahan yang digunakan dalam proses pengecoran kali ini adalah aluminium bekas pelek mobil, untuk dimensi yang dibutuhkan dapat dijelaskan pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 *Shrinkage allowance* pada material aluminium.

Dimensi (ft)	<i>Shrinkage allowance</i> (inch/ft)
0 s/d 4	0,155

4 s/d 6	0,143
Lebih dari 6	0,125

2. *Taper allowance*

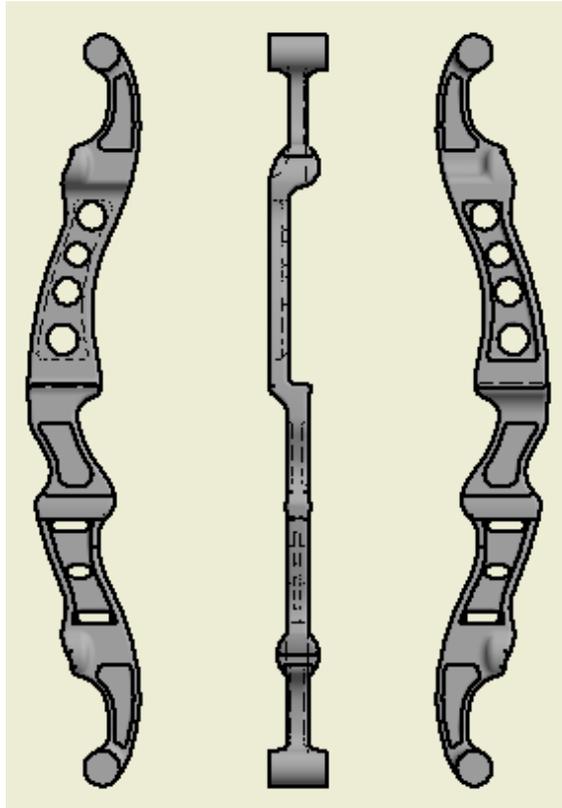
Kemiringan (*taper*) suatu pola tergantung pada tinggi rendahnya ukuran pola tersebut, jika pola tinggi maka kemiringan kecil sebaliknya jika pola rendah maka kemiringan besar (Prayoga, 2015:18). Pemberian kemiringan pada seluruh permukaan vertikal pola agar pola dapat mudah dilepaskan dari pasir cetaknya. Seperti dijelaskan pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 *Taper* pada bahan logam.

Tinggi permukaan (<i>inch</i>)	Sudut <i>taper</i>
<1	3
1-2	1,5
2-4	1
4-8	0,75
8-32	0,5

3. *Machining allowance*

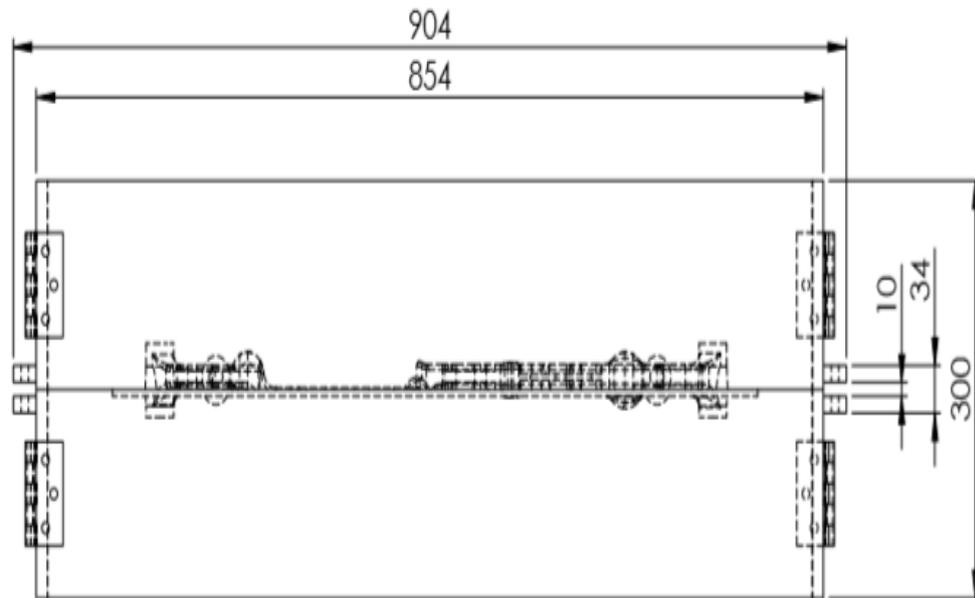
Hasil permukaan proses pengecoran biasanya rendah atau kurang baik, maka dari itu perlu dilakukan *finishing* yang dilakukan dengan proses pemesinan untuk mencapai hasil sesuai dengan dimensi benda kerjanya. Besarnya *machining allowance* dapat disesuaikan dari rancangan benda kerja dengan pola benda kerjanya.



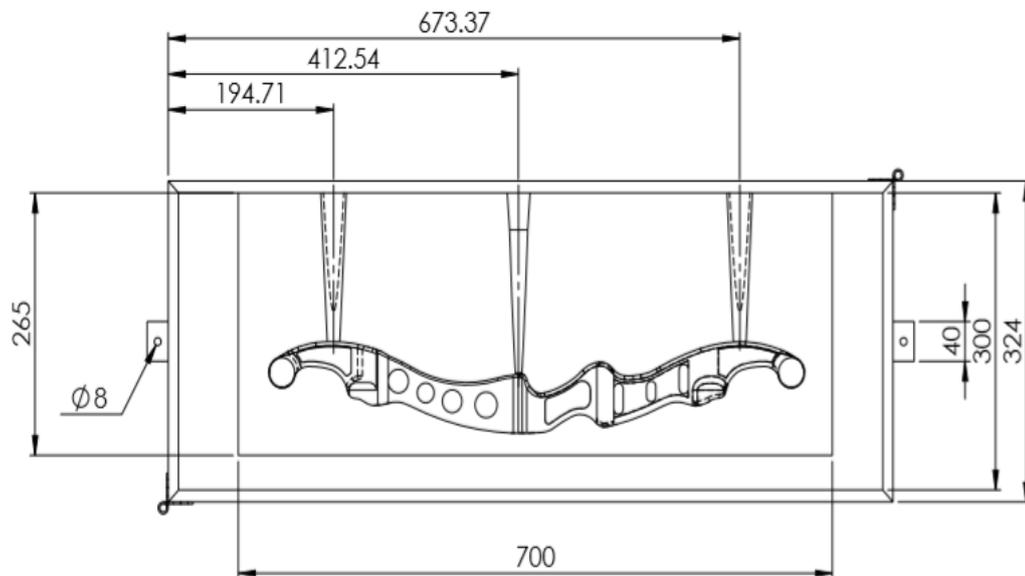
Gambar 3.2 Desain produk *riser* setelah diberi *allowance*.

c) Pembuatan desain kerangka cetakan dan saluran

Proses pembuatan desain kerangka cetakan menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2017*, sebelumnya proses desain harus mengetahui dimensi *riser* untuk mengetahui ukuran kerangka yang akan dibuat. Proses tersebut memerlukan perhitungan jarak antara pola dan kerangka cetak. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

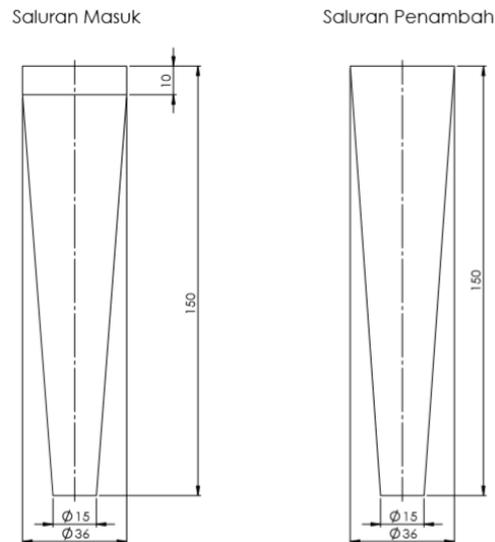


Gambar 3.3 Rangka cetak tampak samping.



Gambar 3.4 Rangka cetak tampak atas.

Menurut Prayoga (2015:21) saluran tuang dapat didefinisikan secara sederhana yaitu untuk mengalirnya logam cair mengisi rongga cetakan. Saluran yang digunakan yaitu saluran masuk, saluran penambah, dan saluran keluar gas. Proses pembuatan saluran menggunakan *software Autodesk Inventor 2017*. Ukuran desain saluran mengikuti jarak antara pola dan kerangka cetak.



Gambar 3.5 (a) Saluran masuk, (b) Saluran penambah.

d) Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan meliputi alat-alat dan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk memperlancar proses penelitian dan saat pengambilan data. Sebagian besar alat yang digunakan sudah tersedia di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang sehingga lebih memudahkan prosesnya.

e) Pembuatan pola

Bahan yang digunakan yaitu dari kayu. Pola yang digunakan yaitu pola tunggal atau utuh. Pola *riser* yang digunakan yaitu dari bahan kayu. Proses pembuatannya sendiri sudah dilakukan oleh penelitian mahasiswa sebelumnya dengan menggunakan CNC (*Computer Numerically Controlled*).

f) Pengamatan dan pengujian

Setelah produk dikeluarkan dari cetakan dan sudah di finishing, selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengujian, tujuannya untuk mengetahui apakah ada

cacat pada hasil cor atau tidak. Proses yang dimaksud disini yaitu mengamati secara langsung dengan menggunakan alat dan tanpa alat bantu. Alat yang digunakan *dial indicator*.

g) Kecacatan pada hasil produk

Cacat pada produk ini yaitu dengan melihat produk dengan cara mengamati hasil produk dengan memotong bagian dalam produk yang akan diamati dan menganalisa apakah ada cacat atau tidak.

h) Analisis dan kesimpulan

Pengamatan visual menghasilkan data berupa penjelasan tentang hasil cor apakah terdapat cacat produk atau tidak, sedangkan uji *dial indicator* menghasilkan data yang menunjukkan ketelitian produk cor. Uji makrostruktur menghasilkan data penjelasan pada produk dengan cara memotong bagian yang akan diamati untuk mengetahui apakah ada rongga seperti gelembung di dalam produk.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat merupakan benda yang digunakan untuk melakukan membantu dalam proses penelitian, alat juga bisa berupa perkakas dan perabotan. Bahan merupakan dasar dari produk yang mana bahan tersebut dapat diolah melalui proses tertentu untuk dijadikan produk dalam wujud lain.

3.3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian proses diantaranya adalah sebagai berikut:

a) Aluminium bekas (sekrup pelek mobil).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekrup aluminium bekas. Tujuannya yaitu untuk mengurangi limbah dan mendaur ulang menjadi produk.



Gambar 3.7 Pelek mobil.

b) Pasir

Pasir merupakan bahan utama yang digunakan untuk membuat cetakan pasir. Pasir yang digunakan yaitu pasir jenis lempung. Pasir ini digunakan karena ketersediaan dari Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nesgeri Semarang.



Gambar 3.8 Pasir lempung.

c) Bedak

Bedak/ talg digunakan untuk melapisi permukaan produk pola supaya tidak menempel saat proses pembuatan cetakan. Pemberian bedak juga dilakukan saat meletakkan saluran masuk dan saluran penambah.



Gambar 3.9 Bedak.
(Sumber: Bukalapak.com)

d) Papan kayu

Papan kayu digunakan untuk membantu dalam pembuatan cetakan pasir, digunakan juga untuk meratakan cetakan dan memadatkan pasir cetak. Papan kayu yang digunakan yaitu jenis tripleks.



Gambar 3.10 Papan tripleks.
(Sumber: Bukalapak.com)

e) Engsel

Engsel digunakan untuk mempermudah proses pembongkaran saat membuat cetakan. Engsel yang digunakan yaitu jenis engsel pintu model piano.



Gambar 3.11 Engsel pintu model piano.
(Sumber: Tokopedia.com)

f) Paku sekrup

Paku sekrup digunakan untuk mempermudah proses pengambilan pola produk saat membuat cetakan. Paku yang digunakan yaitu paku sekrup jenis gantung.



Gambar 3.12 Paku sekrup jenis gantung.
(Sumber: Bukalapak)

g) Dempul

Dempul digunakan untuk menambah atau menambal sisi pola produk yang berlubang atau ukuran pola tidak sesuai dengan produk. Dempul yang digunakan yaitu dempul untuk jenis kayu.



Gambar 3.13 Dempul kayu
(Sumber: Shopee.co.id)

h) Amplas

Amplas digunakan untuk memperhalus permukaan pola pada produk *riser*. Dempul yang digunakan yaitu untuk jenis pola kayu.



Gambar 3.14 Amplas kayu
(Sumber: Bukalapak.com)

i) Cat pewarna (*pilox*)

Cat pewarna digunakan agar permukaan pola produk lebih halus, gunanya yaitu supaya saat pembuatan cetakan pasir tidak menempel dengan pola. Cat yang digunakan yaitu cat pewarna untuk kayu.



Gambar 3.15 Cat pewarna kayu
(Sumber: Tokopedia.com)

3.3.2 Alat Penelitian Pembuatan Produk

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pola riser

Pola digunakan untuk membuat cetakan yang sesuai dengan pola produk yang dibuat. Pola yang digunakan yaitu dari bahan kayu. Bahan kayu dipilih karena lebih minimalis dalam biaya.



Gambar 3.16 Pola riser.

b. Kerangka cetakan

Kerangka cetak merupakan tempat dimana untuk menampung pasir yang akan digunakan untuk membuat cetakan pasir. Kerangka cetakan yang digunakan yaitu dari bahan kayu karena lebih murah dalam biaya pembuatannya dan lebih mudah membuatnya.



Gambar 3.17 Kerangka cetak

c. Palu karet

Palu karer digunakan untuk membantu dalam pembuatan cetakan pasir. Kegunaannya adalah sebagai alat bantu untuk memadatkan pasir agar cetakan pasir lebih padat dan tidak mudah hancur.



Gambar 3.18 Palu karet.
(Sumber: Bukalapak.com)

d. Saringan

Saringan atau *mesh* digunakan untuk membantu memperhalus pasir yang akan digunakan untuk membuat cetakan pasir, semakin kecil lubang pada saringan maka semakin halus pasir yang digunakan.



Gambar 3.19 Saringan.
(Sumber: Bukalapak.com)

e. Dapur pembakaran

Dapur pembakaran merupakan tempat dimana untuk meleburkan bahan baku yang digunakan untuk pengecoran logam. Suhu yang digunakan pada dapur pembakaran yaitu mulai 600° - 750° .



Gambar 3.20 Dapur pembakaran.

f. Kowi

Kowi merupakan tempat dimana untuk menampung bahan baku untuk pengecoran yang dimasukkan ke dalam dapur pembakaran. Kowi harus memiliki bahan yang lebih tahan kuat dan tahan terhadap suhu tinggi karena jika tidak kowi akan ikut meleleh saat proses peleburan.



Gambar 3.21 Kowi.

g. Pegangan pemindah logam cair

Pegangan digunakan untuk mengambil logam cair dari dalam kowi menuju tempur cetakan berada. Pegangan yang digunakan harus kuat dan tidak mudah terkikis oleh suhu tinggi dari logam cair. Pegangan yang digunakan harus panjang untuk memberi jarak saat pengambilan dan penuangan logam cair.



Gambar 3.22 Pegangan coran.

h. Gergaji besi

Gergaji besi digunakan untuk memotong bagian dari produk coran yang melebihi dimensi produk atau untuk memotong bagian penambah pada produk seperti saluran masuk dan saluran penambah.



Gambar 3.23 Gergaji tangan.

i. Gerinda tangan

Gerinda tangan digunakan untuk memperhalus produk setelah di cor. Mata gerinda yang digunakan yaitu mata gerinda asah dan mata gerinda ampelas.



Gambar 3.24 Gerinda tangan.

j. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur hasil produk coran dan untuk mengetahui ukuran pada setiap produk coran. Pengukuran dilakukan guna dilakukan untuk menghitung dan membandingkan setiap produk saat di uji beban.



Gambar 3.25 Jangka sorong.

k. *Dial indicator*

Dial indicator digunakan untuk melakukan pengujian pada produk *riser*. Berguna untuk mengetahui hasil penelitian dan untuk mencari nilai pengujian pada setiap produk *riser*.



Gambar 3.26 *Dial indicator*.

3.3.3 Produk

Penelitian ini menggunakan desain produk yang sebelumnya sudah dilakukan, adapun produk yang ditampilkan dalam penelitian ini seperti

Gambar 3.27 desain sedikit diubah dengan ditambahkan beberapa modifikasi, modifikasi tersebut adalah *allowance*.



Gambar 3.27 Desain produk *riser* sebelumnya.
(Sumber: Maga, 2018:48).

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan teknik atau cara untuk mengumpulkan data yang diperlukan guna untuk mengambil data pada penelitian tersebut.

3.4.1 Uji Laboratorium

Uji laboratorium yang dilakukan yaitu uji makrostruktur dan *dial indicator*, tujuannya yaitu untuk mengetahui sifat statis dan sifat mekanik material. Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

3.4.2 Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan metode dokumentasi dapat berbentuk gambar dan catatan. Kegiatan yang dilakukan adalah mencatat hasil-hasil penting dalam tahapan penelitian dengan bentuk catatan atau gambar yang selanjutnya akan digunakan untuk proses analisis data.

3.5 Kalibrasi Instrumen

Kalibrasi merupakan sebuah kegiatan menbandingkan dengan standar nilai-nilai yang ada pada nilai standar nasional maupun internasional. Kalibrasi pada dasarnya adalah suatu kegiatan untuk mencari hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dengan besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (Purba, 2011:2).

Proses kalibrasi sendiri merupakan proses untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjuk alat ukur dan bahan ukur. Menurut Riskawati, Nurlina dan Karim (2018:4) pengukuran merupakan bagian dari pengumpulan data baik secara kualitatif atau secara kuantitatif. Proses kalibrasi bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan akurat dan konsisten dengan instrumen lainnya. Kalibrasi dilakukan sebelum penggunaan alat ukur sehingga pengukuran yang dilakukan akan menghasilkan data yang *valid* dan akurat. Penelitian ini menggunakan alat ukur jangka sorong dan *dial indicator*.

3.5.1 Jangka sorong

Proses kalibrasi alat ukur jangka sorong dapat dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

- a) Putar sekrup pengunci berlawanan arah dengan jarum jam untuk mengendurkan rahang geser.
- b) Dorong rahang geser hingga menyentuh rahang tetap.
- c) Apabila rahang geser berada pada posisi yang tepat di angka nol, yaitu angka nol pada skala utama dan angka nol pada skala nonius saling berhimpit pada satu garis lurus, maka jangka sorong sudah terkalibrasi dan siap untuk digunakan.

3.5.2 *Dial indicator*

Dial indicator/ cylinder gauge merupakan alat ukur yang dipakai guna untuk kerataan dan kesejajaran pada permukaan benda dengan skala pengukuran yang kecil. Menurut Rinoza *et al* (2018) proses kalibrasi memiliki beberapa langkah, yaitu sebagai berikut:

- a) Pertama kerdorkan pengunci *outer ring* pada *dial indicator*.
- b) Kemudian masukan *dial indicator* ke dalam rahang mikrometer dengan *replacement rod* terlebih dahulu.
- c) Setelah itu setel angka nol pada *dial indicator gauge* tepat pada jarum panjang dengan memutar *outer rod*.
- d) Terakhir kunci kembali pengunci *outer ring*. *Dial indicator* siap digunakan.

3.6 Teknik Analisis Data

Hasil yang didapatkan ketika pengambilan data berupa catatan dan gambar. Proses pengujian *dial indicator* akan didapatkan data berupa kelengkungan pada produk hasil cor, sedangkan pada makrostruktur didapatkan data berupa gambar dan catatan. Data tersebut selanjutnya diubah ke dalam

bentuk tabel agar memudahkan dalam proses pembacaan dan penulisan. Data yang didapatkan kemudian dapat ditarik dalam kesimpulan.

Tabel 3.3 Intrumen uji beban.

Beban (kg)	Simpangan (mm) I	Simpangan (mm) II	Simpangan (mm) III
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Tabel 3.4 Intrumen uji kelengkungan.

	Deskripsi	Kelengkungan (mm)
Produk I		
Produk II		

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dibagi menjadi 2 yaitu hasil pengujian pembebanan dan hasil pengujian kelengkungan pada produk *riser* panah. Sebelum produk *riser* di uji pembebanan dan uji kelengkungan, sebelumnya produk diteliti terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian. Proses tersebut dilakukan secara langsung (visual) tujuannya yaitu untuk mengetahui apakah produk tersebut ada cacat atau tidak. Proses yang dilakukan adalah dengan mengamati produk hasil coran, mencari bagian cacat dan menganalisa cacat tersebut. Proses tersebut memerlukan beberapa percobaan sampai produk dinilai sesuai yang di inginkan.



Gambar 4.1 Desain *riser* 3D

4.1.1 Hasil Uji Pembebanan

Pengujian pembebanan digunakan untuk mengetahui kekuatan dari produk *riser*. Tujuannya adalah untuk mengetahui produk tersebut memiliki standar sesuai dengan yang di inginkan atau belum. Proses pengujian dilakukan Desa kalipucang Kulon RT 03 RW 02 Kec. Welahan Kab. Jepara. Berikut ini adalah hasil pengujian beban. Data yang diperoleh dari pengujian pembebanan yaitu berupa tabel dan grafik untuk mempermudah pembacaan dan penulisan.

Menurut Edelmann-Nusser *et al* (2004) pengujian *riser* diberikan beban sebesar 200 N (20 kg). Tujuannya untuk menggambarkan kisaran keamanan pada pemanah. Proses pengujian pembebanan dilakukan dengan menggunakan alat *dial indicator*. Proses tersebut dilakukan dengan menempatkan produk *riser* pada bidang tinggi kemudian menempatkan alat uji dibawah produk dan kemudian memberikan beban pada produk dengan cara menggantungkannya ditengah produk. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 yang menunjukkan proses pengujian pembebanan. Beban yang diberikan yaitu dengan menggunakan 1 kg – 25 kg pasir.

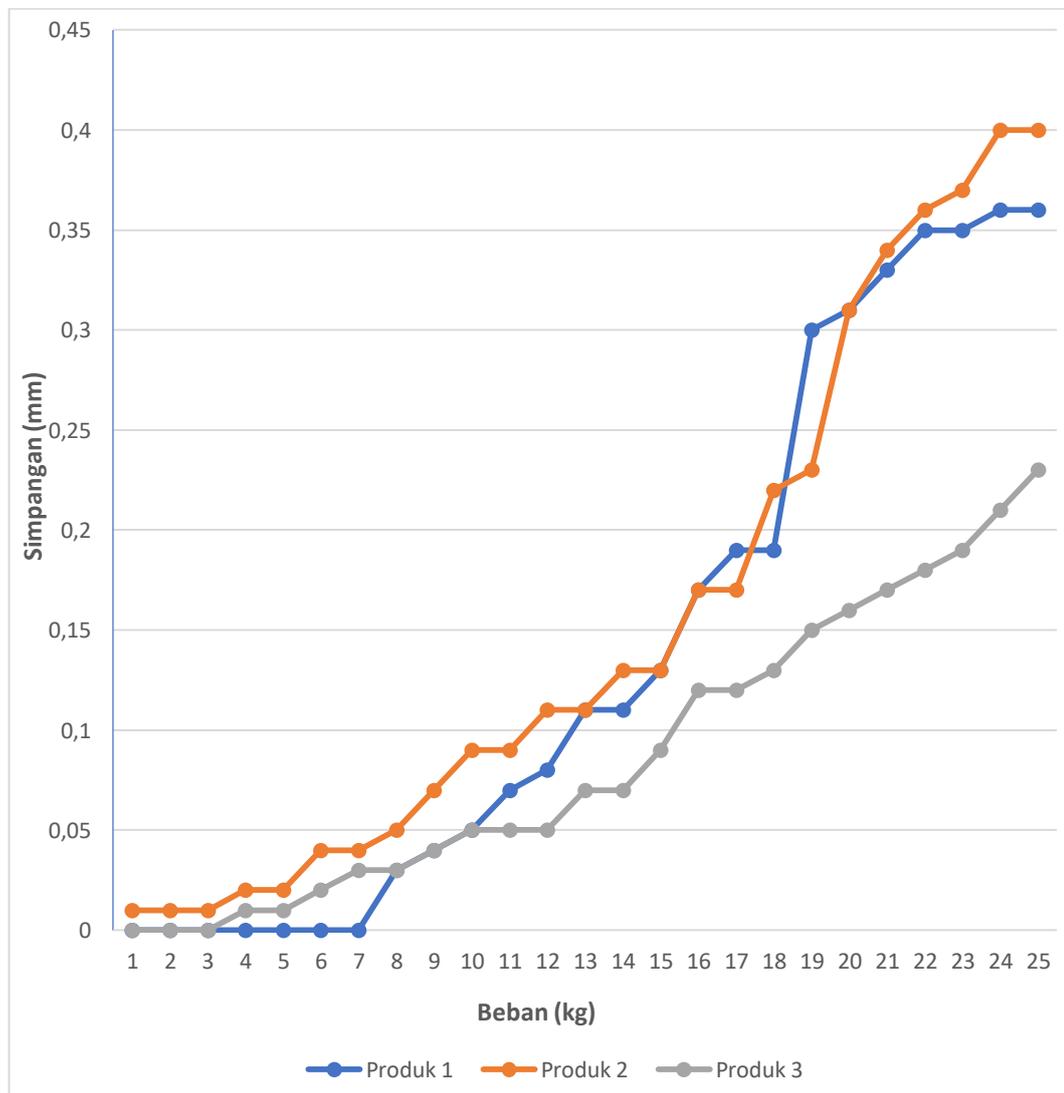


Gambar 4.2 Proses penempatan alat uji.

Proses pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap mulai dari beban 1 kg sampai 25kg. Data yang didapat kemudian di simpan pada tabel untuk mempermudah penulisan dan pembacaan. Seperti yang ditunjukkan pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 4.1 Instrumen uji pembebanan produk.

No	Beban (kg)	Simpangan (mm) I	Simpangan (mm) II	Simpangan (mm) III
1	1	0	0,01	0
2	2	0	0,01	0
3	3	0	0,01	0
4	4	0	0,02	0,01
5	5	0	0,02	0,01
6	6	0	0,04	0,02
7	7	0	0,04	0,03
8	8	0,03	0,05	0,03
9	9	0,04	0,07	0,04
10	10	0,05	0,09	0,05
11	11	0,07	0,09	0,05
12	12	0,08	0,11	0,05
13	13	0,11	0,11	0,07
14	14	0,11	0,13	0,07
15	15	0,13	0,13	0,09
16	16	0,17	0,17	0,12
17	17	0,19	0,17	0,12
18	18	0,19	0,22	0,13
19	19	0,30	0,23	0,15
20	20	0,31	0,31	0,16
21	21	0,33	0,34	0,17
22	22	0,35	0,36	0,18
23	23	0,35	0,37	0,19
24	24	0,36	0,40	0,21
25	25	0,36	0,40	0,23



Gambar 4.3 Grafik uji pembebanan.

Nilai yang di dapat pada hasil uji menunjukkan perbedaan pada setiap produknya. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan menggunakan Persamaan 2.1 untuk mengetahui perbedaan pada setiap produk *riser*.

Diketahui:

$$F = 250 \text{ N}$$

$$A \text{ (I)} = 63 \text{ mm}$$

$$A \text{ (II)} = 61,88 \text{ mm}$$

$$A \text{ (III)} = 68,88 \text{ mm}$$

Maka dapat dicari nilai kekuatan tekan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$\text{a. } P = \frac{250 \text{ N}}{A \text{ (I)}} = \frac{250 \text{ N}}{63 \text{ mm}^2}$$

$$P = 3,97 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{b. } P = \frac{250 \text{ N}}{A \text{ (II)}} = \frac{250 \text{ N}}{61,88 \text{ mm}^2}$$

$$P = 4,04 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{c. } P = \frac{250 \text{ N}}{A \text{ (III)}} = \frac{250 \text{ N}}{68,88 \text{ mm}^2}$$

$$P = 3,63 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 4.4 Proses pengujian produk I.



Gambar 4.5 Proses pembebanan uji produk II.



Gambar 4.6 Proses pembebanan produk III.

4.1.2 Hasil Uji Kelengkungan

Uji kelengkungan dilakukan untuk mengetahui produk *riser* mengalami cacat produk atau tidak. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah *riser* mengalami cacat atau tidak. Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Tabel 4.2 Instrumen Pengujian kelengkungan.

	Deskripsi	Kelengkungan (mm)
Produk I	Hasil tersebut menunjukkan produk mengalami kelengkungan yang cukup besar, jika dibandingkan dengan produk acuan.	0,59
Produk II	Hasil yang didapat pada produk berikut cukup bagus, karena jika dilihat dari angka kelengkungannya tidak berbeda jauh.	0,34
Produk III	Hasil yang didapat cukup bagus, data tersebut menunjukkan bahwa <i>allowance</i> pada produk III tidak terlalu besar dan kelengkungannya tidak berbeda jauh dari produk acuan.	0,28

Pengujian kelengkungan yang dilakukan dengan menggunakan alat *dial indicator*. Data yang diperoleh berupa angka yang tertera pada jarum tanda ukur, kemudian dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel untuk mempermudah pembacaan serta penulisan.



Gambar 4.7 Proses uji kelengkungan produk I.



Gambar 4.8 Proses uji kelengkungan produk II



Gambar 4.9 Proses uji kelengkungan produk III.

4.2 Pembahasan

Pembuatan *riser* dengan metode pengecoran logam non-permanen dilakukan untuk membandingkan dengan metode yang digunakan sebelumnya yaitu pengecoran logam permanen. Tujuannya yaitu untuk mengetahui harga pembuatan, hasil produk cor dan pengujian produk. *Riser* yang dibuat dengan

metode pengecoran logam non-permanen membutuhkan biaya yang cukup ekonomis, dengan biaya yang digunakan dalam pembuatan yaitu Rp 40.000. Sedangkan jika dibandingkan dengan metode pengecoran logam permanen membutuhkan biaya \pm Rp 5.000.000,-. Hasil dari pengecoran logam non-permanen masih membutuhkan *finishing* untuk produk menjadi lebih bagus.

Pembuatan *riser* memerlukan beberapa percobaan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan. Pengulangan pembuatan dilakukan untuk menghilangkan cacat yang ada pada hasil coran. Cacat yang sering terjadi yaitu tidak terisinya secara menyeluruh pada coran. Untuk mengetahui cacat pada coran dilakukan analisis dan perbaikan, hingga hasil coran dinilai sesuai dengan keinginan. Produk coran yang sudah sesuai keinginan selanjutnya produk dilakukan pengujian pembebanan dan pengujian kelengkungan.

Proses pengujian pembebanan dilakukan dengan standar yang diperlukan untuk menguji kekuatan *riser* panah. Data dari hasil pengujian pembebanan yaitu berupa tabel dan grafik seperti yang dijelaskan pada Sub Bab 4.1, hasil uji menunjukkan bahwa setiap produk memiliki kekuatan yang berbeda meski menggunakan material sama. Seperti yang dijelaskan di bawah ini:

- 1) Produk I menunjukkan bahwa produk *riser* pada beban 7 kg belum mengalami defleksi, pada beban 8 kg mulai mengalami defleksi sebesar 0,03 mm sampai beban 25 kg terus mengalami defleksi sebesar 0,36 mm.
- 2) Produk II menunjukkan bahwa produk dengan beban 1-3 kg mengalami defleksi sebesar 0,01 mm dan terus mengalami perubahan defleksi pada beban 25 kg sebesar 0,35 mm.

- 3) Produk III menunjukkan defleksi dari beban 1-5 kg sebesar 0,01 mm, perubahan defleksi tersebut terus mengalami peningkatan sampai beban maksimal yaitu 25 kg dengan simpangan sebesar 0,25 mm.

Hasil yang didapat menunjukkan perbedaan pada setiap pengujiannya, hal tersebut dipengaruhi oleh perbedaan pada setiap produk coran. Hasil yang diperoleh pada pengecoran yaitu seperti cacat dan kelebihan ukuran pada produk hasil coran. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4.10 Perbedaan ukuran pada tiap hasil cor.



Gambar 4.11 Penambahan sirip pada tepi hasil coran.

Material yang digunakan pada penelitian ini yaitu sekrap aluminium bekas pelek mobil. Material aluminium dipilih karena dinilai tidak terlalu mahal dan

cukup mudah untuk mendapatkan bahannya.

Proses pengujian kelengkungan dilakukan dengan acuan produk *riser* dengan metode pengecoran logam permanen. Hasil dari produk acuan yaitu 0,13 mm, jika dilihat dari hasil pengujian yang sudah dilakukan data yang diperoleh bervariasi mulai dari 0,59, 0,34 dan 0,28 mm. Perbedaan tersebut disebabkan dari *allowance* atau penambahan ukuran pada produk sehingga terjadi perbedaan pada setiap produk. *Allowance* tetap dibiarkan karena untuk mengetahui apakah produk tersebut mengalami kelengkungan atau tidak setelah dicor, jika data sudah diperoleh selanjutnya produk *riser* di *finishing* untuk menghilangkan *allowance*.

Produk *riser* kemudian di uji secara langsung oleh atlet panah untuk mengetahui apakah produk *riser* layak digunakan atau tidak. Proses tersebut juga digunakan untuk mengetahui masukan dan saran dari atlet panahan untuk membuat *riser* yang lebih baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan menjadi beberapa hal:

- a) *Riser* panah *recurve bow* dapat dibuat dengan metode *sand-casting* atau pengecoran logam non-permanen. Kualitas yang diperoleh dari hasil coran cukup bagus. Meskipun masih memerlukan beberapa tambahan pengerjaan untuk *riser* menjadi produk siap pakai.
- b) Produk hasil pengecoran pasir memerlukan beberapa tambahan perlakuan tambahan untuk produk *riser* dapat digunakan, sedangkan pada pengecoran permanen tidak terlalu memerlukan banyak tambahan *finishing*. Produk hasil dari pengujian menunjukkan bahwa *riser* memiliki ketahanan beban produk lebih dari 25 kg. Uji kelengkungan menunjukkan perbedaan hasil pada setiap sisi pada ujung *riser*. Perbedaan tersebut disebabkan dari proses pembuatan cetakan dan saat proses pengecoran berlangsung.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan terhadap penelitian proses produksi dan pengujian *riser* panah *recurve bow* adalah sebagai berikut:

- a) Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap pembuatan *riser* panah *recurve bow* dengan metode lain, dengan harapan lebih murah dalam biaya pembuatannya.

- b) Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pembuatan *riser* panah *recurve bow* dengan berbagai macam material, guna untuk mengetahui kekuatan produk dan meminimalisir harga.
- c) Perlu adanya pengujian untuk lebih valid dalam pengujian panah, selain hasil uji yang valid selain dari atlet panahan.
- d) Perlu adanya desain *riser* panah *recurve bow* dengan 2 pandangan, yaitu seperti dapat digunakan menggunakan tangan kiri dan kanan, atau bisa digunakan dengan dua sisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar 2014. Perancangan dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam dengan Pemanfaatan Oli Bekas sebagai Bahan Bakar. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi . Jakarta. 12 November.
- Blackwood, A., dan Joakim, L. 2018. *Performance Enhancement of a Bow Riser Through Additive Manufacturing*. MAE: 1 – 14.
- Dwiyanto 2010. Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Edelmann-Nusser, J. D., M. Heller, S. Clement, S. Vajna, dan A. Jordan. 2005. *Lightweight Design Optimization of a Bow Riser in Olympic Archery Applying Evolutionary Computing*. *European Journal of Sport Science*, 4(3): 33 – 51.
- Elliot, M. 1999. *Archer's Reference Guide (Recurve)*. Edisi Pertama. Balbardie Archers. 17 APRIL.
- Elliot, M. 2002. *Reference Guide For Recurve Archers*. Edisi Lima. Balbardie Archers. 1–68.
- Ertan, H. 2009. Muscullar Activation Patterns of The Bow Arm in Rescurve Archery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12: 357 – 360.
- Fajri, S. A. dan Prasetyo, Y. 2015. Pengembangan Busur Dari Pralon Untuk Pembelajaran Ekstrakurikuler Panahan Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*. 11(2): 1-8. 11. November.
- Hoyt. 2015. *Hoyt Recurve Owner's Manual*. 801.
- Leman, A. S. 2010. Perancangan Pengecoran Konstruksi Coran dan Perancangan

Pola. Makalah ini disajikan pada Pelatihan Pengembangan Rintisan Pengecoran Skala Mini Bagi Guru-Guru Smk di Yogyakarta. Yogyakarta.

Maga H. D. 2018. Perancangan dan Prototipe Riser Panah Recurve Bow. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Mandala, M., Siradj, E. S. dan Djamil, S. 2016. Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Aluminium (Al-Si) pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir dan Cetakan Castable. *Poros*, 14(2): 88–98. November.

Meyer, H. O. 2015. *Applications of Physics to Archery*. Physics Department, Indiana University: 1-25.

Nahar, M. D. dan (2019) ‘ANALISIS PERANCANGAN BUSUR PANAHL POLYVYNIL CHLORIDE TIPE RECURVE DI ISI BAMBU DAN RESIN EPOKSI’, 15(1), pp. 6–12. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Oktafiranda, N. D., Pelana, R. dan Marani, I. N. 2017. Efektifitas Komunikasi antara Pelatih dan Atlet terhadap Prestasi Atlet Panahan Pusat Pendidikan Latihan Pelajar (PPLP) Nasional. *Jurnal Segar*, 3(2): 87–101.

Palagan, F. F. K. (2015) ‘PENGARUH MODEL SISTEM SALURAN PADA PROSES PENGECORAN LOGAM Al-Si DENGAN PENGGUNAAN 15% LUMPUR PORONG, SIDOARJO SEBAGAI PENGIKAT PASIR CETAK TERHADAP CACAT COR FLUIDITAS DAN KEKERASAN COR’, *Jurnal Teknik Mesin*, (2), pp. 1–9.

Ramdan. dan Oktafiranda, N. D. 2017. *Teknik Dasar Olahraga Panahan*. Edisi Pertama. Depok. PT Raja Grafindo Persada.

Ponnusamy, B. 2012. Design and Development Of Recurve Bow Riser 3D Model (*Finite Element Approach*). Faculty of Mechanical Engineering Universiti Malaysia Pahang. Pahang.

- Prayoga, B. 2015. Rancang Bangun dan Analisa Simulasi Sistem Saluran Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Pembuatan Kepala Silinder (Cylinder Head) Sinjai (Mesin Jawa Timur) 650 Cc Material Alumunium Adc 12 dengan Pengecoran Pasir (Sand Casting). *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Purba, F. 2011. Analisis Kalibrasi Electrosurgicaldi RSUD Dr H. Kumpulan Pane Tebing Tinggi. *Universitas Sumatrera Utara*. Medan. 1–7.
- Rinoza, M., Pratama, M. A., Dermansyah, Junaidi. 2018. Kalibrasi Alat Ukur Dial Indikator Berdasarkan Standar JIS B.7507 di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan. 1-13. November.
- Riskawati, Nurlina dan Karim, R. 2018. Bahan Ajar Alat Ukur dan Pengukuran. LPP UNISMUH MAKASAR. 1-88.
- Roziqin, K., H. Purwanto, dan I. Syafa'at. 2012. Pengaruh Model Sistem Saluran pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 Mm dengan Cetakan Pasir. *Momentum*, 8(1): 33 – 39.
- Sudjana, H. 2008. Teknik Pengecoran Jilid 2 untuk SMK. *Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional*.
- Tarkono, Harnowo, S. dan Suwandono, D. 2013. Pengaruh Variasi Abu Sekam dan Bentonit pada Cetakan Pasir Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Coran Alumunium AA 1100. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA*, 1(3): 1–12.
- Tjitro, S. 2002. Pengaruh Bentuk Riser Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(1): 41 – 46.
- Utomo, C. 2017. Perencanaan Pembuatan Diespermanent Moldpengecoran

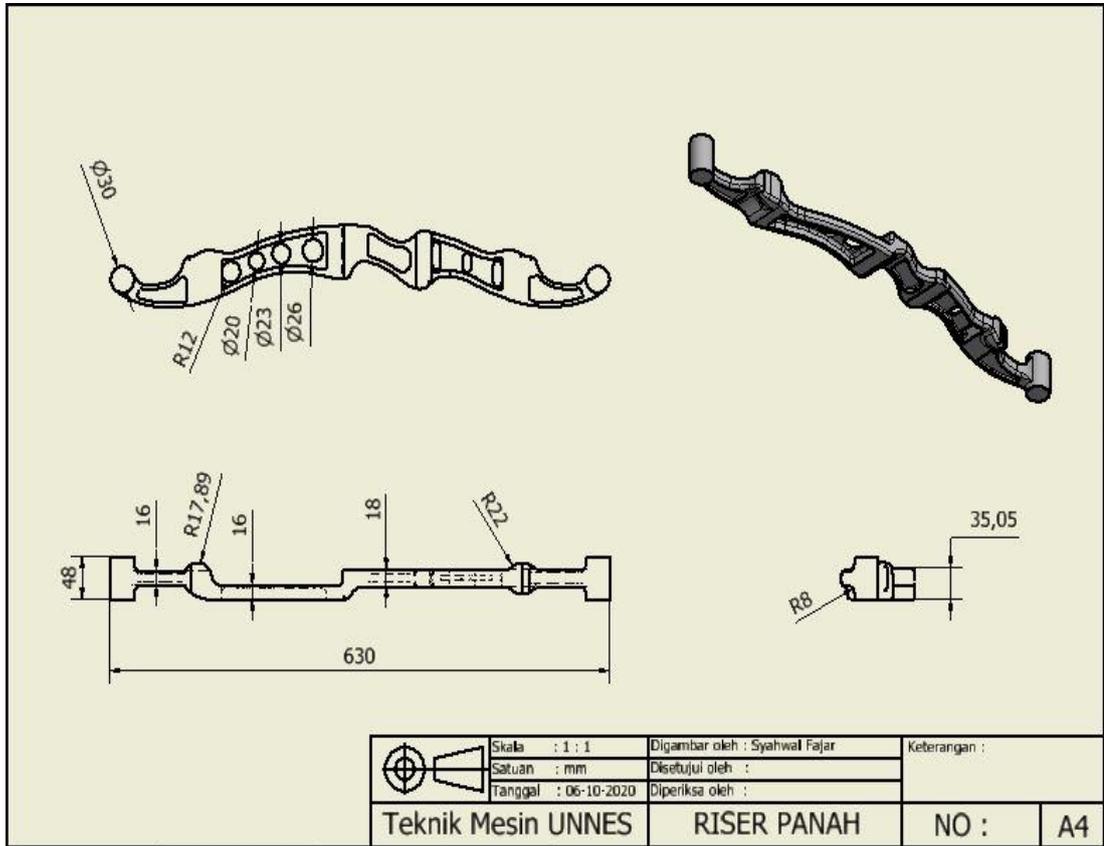
Logam Dengan Material Besi Conductile(Fcd). *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Vajna, S., Edelman-Nusser, J., Kittel, K., Jordan, A. 2007. *Optimisation Of a Bow Riser Using The Autogenetic Design Theory*. *Journal of Engineering Design*. Makalah disajikan pada proceedings of the TMCE. Slovenia-Jerman. 18(5): 525–540.

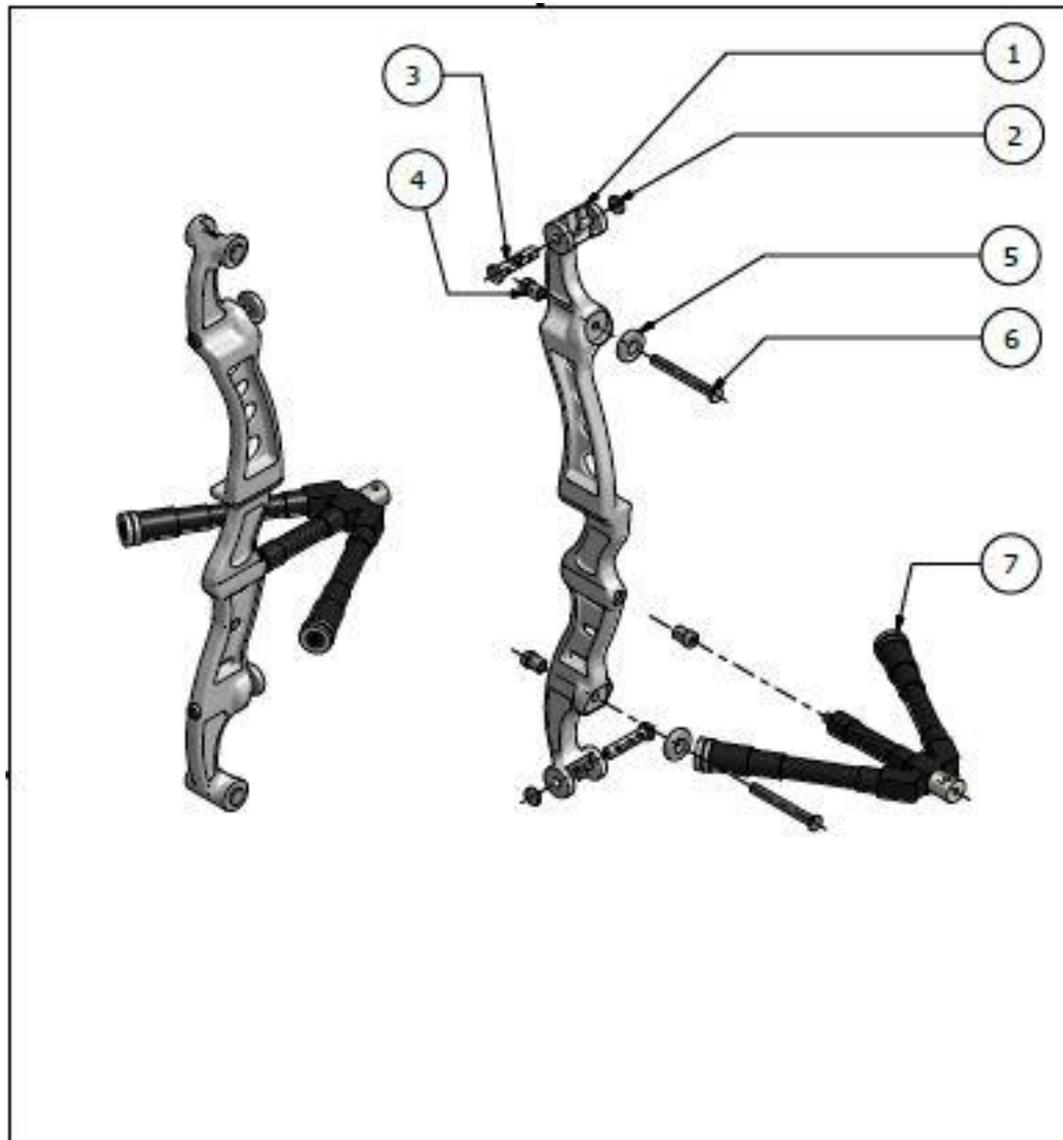
Vathivellu, S. A/L. 2013. Analysis of An Archery Bow Using Finite Element Method And The Development Of An Arcery Bow. *Skripsi*. Mechanical Engineering Universiti Malaysia Pahang. Pahang.

Yulianto, D D. D. S., Soegiyanto, dan Taufiq, H. 2015. Pengaruh Latihan Hand Grip Terhadap Peningkatan Ketepatan Tembakan Anak Panah ke Sasaran Trianggul target Face pada Klub Panahan Mustika Blora Tahun 2013. *Journal of Sport Sciences and Fitness*, 4 (2): 27 – 30.

Lampiran 2. Gambar kerja riser

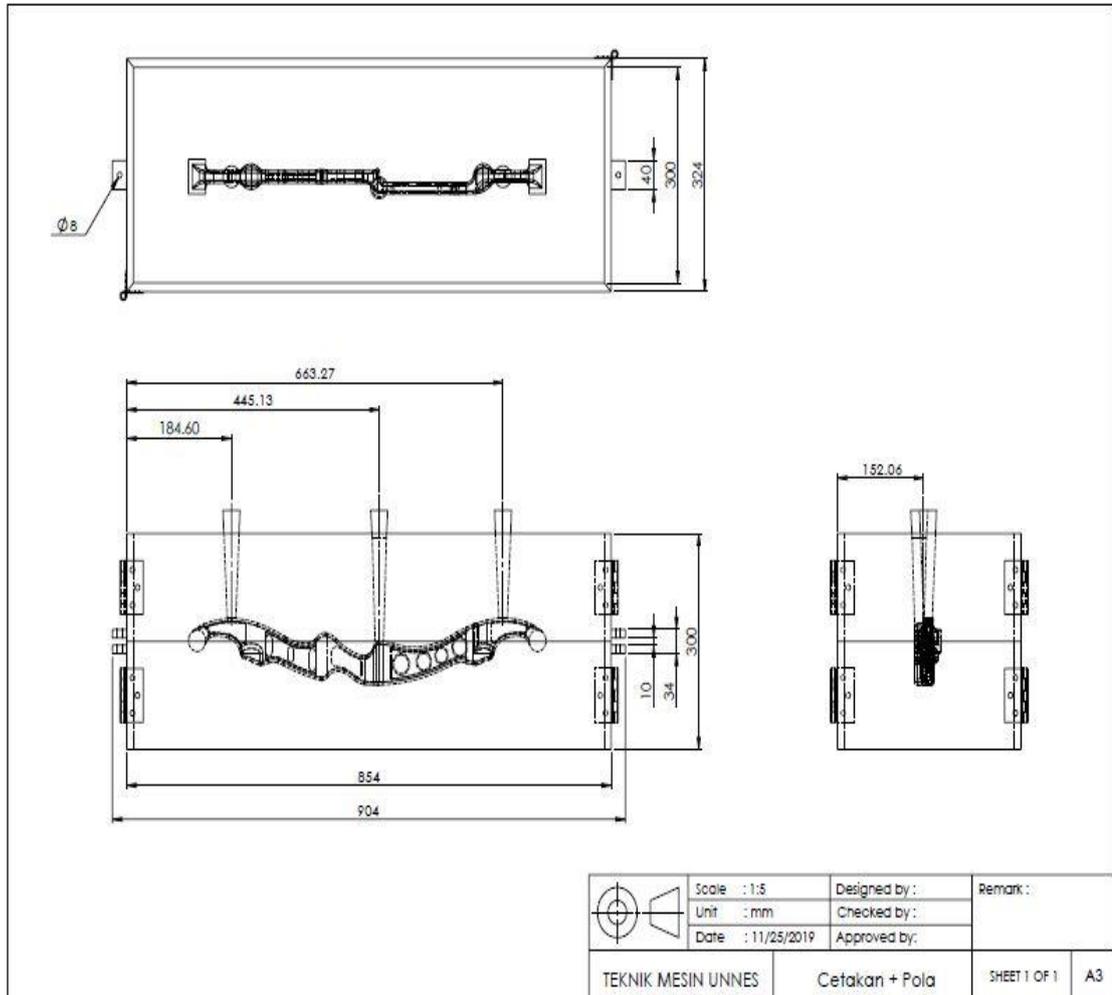


Lampiran 3. Komponen *Riser*.



7	1	Stabilizer		
6	2	Limb Screw	Stainless Steel 304	
5	2	Riser Limb Ring	Stainless Steel 304	
4	3	Riser Insert	Stainless Steel 304	
3	2	Dowel	Stainless Steel 304	
2	2	Dowel Screw	Stainless Steel 304	
1	1	Riser	Aluminium A356	
No	Jmlh	Nama	Material	Keterangan

Lampiran 4. Dambar Desain *Riser* dan Cetakan.



Lampiran 5. Pembuatan Cetakan



Lampiran 6. Cacat coran pada produk *riser*.

