

Pembuatan alat drop *hammer* untuk proses *upsetting*, *forging* dan *trimming* paku ladam kuda

***Manufacture of drop hammer tools for horse horseshoe nails
upsetting, forging and trimming process***

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Farid Budi Nurfajar

NPM: 203030043



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Farid Budi Nurfajar

Nomor Pokok Mahasiswa : 203030043

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 13 Februari 2025

Penulis,



Farid Budi Nurfajar

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Farid Budi Nurfajar

NPM : 203030043

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pembuatan alat *drop hammer* untuk proses *upsetting*, *forging* dan *trimming* paku ladam kuda

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 13 Februari 2025

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features a red Garuda emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '10.000', and 'METERAI TEMPEL'. A unique alphanumeric code '6051FAJX174320667' is printed at the bottom of the stamp.

Farid Budi Nurfajar

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Pembuatan alat *drop hammer* untuk pembuatan paku ladam kuda menggunakan *dies upsetting, forging*, dan *trimming*



Nama: Farid Budi Nurfajar
NPM: 203030043

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Ade Bagdja, MME.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Pembuatan alat *drop hammer* untuk proses *upsetting*, *forging* dan *trimming* paku ladam kuda



Nama: Farid Budi Nurfajar
NPM: 203030043

Tanggal sidang skripsi: Selasa, 22 April 2025

Ketua : Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. Ade Bagdja, MME.

Anggota : Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.

Anggota : Dr. Ir. Endang Achdi M.T.

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil alamin puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas Rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Pembuatan alat *drop hammer* untuk proses *upsetting, forging* dan *trimming* paku ladam kuda”.

Laporan skripsi ini dibuat sebagai salah satu persyaratan kelulusan dalam menyelesaikan program strata-1, di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan dan dukungan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada:

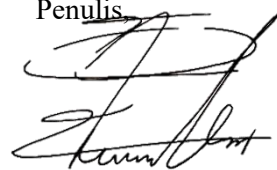
1. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan.
2. Bapak Dr. Ir. Gatot Santoso, M.T. selaku Pembimbing Utama.
3. Bapak Dr. Ir. Ade Bagdja, MME. Selaku Pembimbing Pendamping.
4. Seluruh dosen dan staf karyawan Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pasundan Bandung.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini jauh dari sempurna, masih banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki Penulis. Oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran oleh pembaca laporan ini di kemudian hari sebagai masukan dan pembelajaran.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandung, 10 Februari 2025

Penulis



Farid Budi Nurfajar

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL	XIII
ABSTRAK	XIV
ABSTRACT	XV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	1
3. Tujuan.....	1
4. Manfaat.....	2
5. Lingkup masalah.....	2
6. Sistematika penulisan	2
BAB II STUDI LITERATUR	4
1. Paku ladam kuda.....	4
2. Proses <i>forging</i>	5
A. <i>Open dies forging</i>	6
B. <i>Impression die forging</i>	9
C. <i>Flashless forging</i>	10
3. Alat <i>drop hammer</i>	10

4.	Proses <i>upsetting</i>	12
A.	<i>Upset ratio (RU)</i>	14
B.	<i>Principle strain</i>	14
C.	Diameter awal minimal benda bekerja	14
D.	Gaya <i>upsetting</i>	15
E.	Kerja <i>upsetting</i>	15
5.	Pemilihan material dan proses	15
A.	Material alat <i>drop hammer</i>	16
B.	Proses manufaktur alat <i>drop hammer</i>	18
BAB III METODOLOGI		20
1.	Tahapan penelitian.....	20
2.	Jadwal penelitian	22
3.	Tempat penelitian	22
4.	Peralatan dan material yang dibutuhkan.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
1.	Pembentukan desain konseptual alat drop hammer	24
A.	Desain <i>lower drop hammer</i>	25
B.	Desain <i>frame</i> alat <i>drop hammer</i>	26
C.	Desain <i>hammer</i>	27
D.	Desain <i>upper</i> alat <i>drop hammer</i>	28
E.	<i>Pivot pins</i>	29
F.	Desain <i>bearing</i>	29
G.	Desain <i>hand winch</i>	30
2.	Desain rangka <i>dies</i>	32
A.	Desain <i>lower plate dies</i>	33
B.	Desain <i>spring guide</i>	34
C.	Desain <i>coil spring</i>	34

D. Desain <i>upper plate dies</i>	35
3. Proses <i>drop hammer</i>	36
4. Analisi kekuatan rangka alat <i>drop hammer</i>	37
A. Uji statis.....	37
B. Uji <i>buckling</i>	39
5. Hasil perhitungan gaya	40
A. Perhitungan untuk <i>dies</i> tahap 1	40
B. Perhitungan untuk <i>dies</i> tahap 2	42
C. Perhitungan untuk <i>dies</i> tahap 5	43
D. Perhitungan untuk <i>dies</i> tahap 6	45
6. Rincian anggaran	46
7. Pembuatan alat <i>drop hammer</i>	47
A. Pemotongan material.....	47
B. Pembuatan alat <i>drop hammer</i>	48
C. Pembuatan rangka <i>dies</i>	50
8. Pengujian alat <i>drop hammer</i>	54
A. Pengujian <i>dies</i> tahap 1	56
B. Pengujian <i>dies</i> tahap 2	61
C. Pengujian <i>dies</i> tahap 3.....	67
D. Pengujian <i>dies</i> tahap 4.....	70
E. Pengujian <i>dies</i> tahap 5.....	72
F. Pengujian <i>dies</i> tahap 6.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
1. Kesimpulan.....	83
2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	88

1. Hasil perhitungan.....	88
2. Foto kegiatan	88
3. Gambar teknik	92
4. Dokumentasi simulasi.....	107
5. Gambar kerja	110



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Paku ladam kuda	4
Gambar 2. Standar paku ladam kuda	5
Gambar 3. Ideal <i>forging</i>	6
Gambar 4. <i>Forging</i>	8
Gambar 5. <i>Impression die forging</i>	10
Gambar 6. Sketsa alat <i>drop hammer</i>	11
Gambar 7. Proses <i>upsetting</i>	13
Gambar 8. <i>Up milling</i> dan <i>down milling</i>	18
Gambar 9. <i>Slab milling</i> dan <i>face milling</i>	19
Gambar 10. Diagram alir tahapan penelitian	20
Gambar 11. Lokasi penelitian	22
Gambar 12. <i>Assembly</i> lengkap alat <i>drop hammer</i>	24
Gambar 13. Desain <i>lower drop hammer</i>	25
Gambar 14. Desain <i>right frame</i>	26
Gambar 15. Desain <i>left frame</i>	26
Gambar 16. Desain <i>hammer</i>	27
Gambar 17. Desain <i>upper drop hammer</i>	28
Gambar 18. Desain <i>pivot pins</i>	29
Gambar 19. Desain <i>bearing</i>	29
Gambar 20. <i>Assembly hand winch</i>	30
Gambar 21. Desain <i>hand winch</i>	31
Gambar 22. Desain rangka <i>dies</i>	32
Gambar 23. Desain <i>lower cover dies</i>	33
Gambar 24. Desain <i>spring guide</i>	34
Gambar 25. Desain <i>coil spring</i>	34
Gambar 26. Desain <i>lower cover dies</i>	35
Gambar 27. Desain <i>assembly</i> saat proses	36
Gambar 28. <i>Simulation stress</i>	37
Gambar 29. <i>Simulation displacement</i>	38
Gambar 30. Hasil <i>factor of safety</i>	38
Gambar 31. <i>Buckling simulation</i>	40
Gambar 32. Pemotongan material menggunakan alat <i>band saw</i>	47

Gambar 33. Pemotongan material menggunakan gergaji <i>sawing</i>	47
Gambar 34. Hasil pemotongan.....	48
Gambar 35. Proses pembuatan <i>lower drop hammer</i>	48
Gambar 36. Prose pengeboran <i>frame</i>	49
Gambar 37 Proses pembuatan <i>hammer</i>	49
Gambar 38. Proses pembuatan <i>upper drop hammer</i>	50
Gambar 39. Proses pembuatan <i>lower plate dies</i>	51
Gambar 40. Proses pembuatan <i>upper plate dies</i>	51
Gambar 41. Proses <i>assembly</i> komponen alat <i>drop hammer</i>	52
Gambar 42. Proses <i>assembly</i> komponen <i>drop hammer</i>	53
Gambar 43. Hasil <i>assembly</i> alat <i>drop hammer</i>	54
Gambar 44, Pengujian awal rangka <i>dies</i>	55
Gambar 45. Spesimen yang tidak terbentuk dipengujian awal	58
Gambar 46. Cetaka <i>dies</i> tahap 1.....	60
Gambar 47. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 1	60
Gambar 48. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,75	61
Gambar 49. Pengujian awal tahap 2.....	64
Gambar 50. Cetakan <i>dies</i> tahap 2.....	66
Gambar 51. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 1	66
Gambar 52. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,75	66
Gambar 53. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,25	67
Gambar 54. Cetakan <i>dies</i> tahap 3.....	68
Gambar 55. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 1	69
Gambar 56. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,75	69
Gambar 57. Cetakan <i>dies</i> tahap 4.....	71
Gambar 58. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 1	71
Gambar 59. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,25	71
Gambar 60. Pengujian awal tahap 5.....	74
Gambar 61. Cetaka <i>dies</i> tahap 5.....	76
Gambar 62. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 1	76
Gambar 63. Contoh hasil pengujian dengan nilai spesimen 0,75	76
Gambar 64. Pengujian awal tahap 6.....	79
Gambar 65. Cetaka <i>dies</i> tahap 6.....	81
Gambar 66. Contoh 1 hasil pengujian <i>dies</i> tahap 6.....	81
Gambar 67. Contoh 2 hasil pengujian <i>dies</i> tahap 6.....	81

Gambar 68. Tempat pemesanan material.....	88
Gambar 69. Proses pemotongan material	89
Gambar 70. Hasil pemotongan material	89
Gambar 71. Proses pemesinan	89
Gambar 72. <i>Assembly</i> alat drop hammer	90
Gambar 73. Pengujian awal	90
Gambar 74. Proses <i>Assembly</i> komponen	90
Gambar 75. Proses Pengujian	90
Gambar 76. <i>Assembly</i> alat drop hammer	92
Gambar 77. <i>Assembly</i> saat proses drop hammer.....	93
Gambar 78. Desain <i>lower drop hammer</i>	94
Gambar 79. Desain <i>left frame</i>	95
Gambar 80. Desain <i>right frame</i>	96
Gambar 81. Desain <i>hammer</i>	97
Gambar 82. Desain <i>upper drop hammer</i>	98
Gambar 83. Desain <i>pivot pins</i>	99
Gambar 84. Desain <i>bearing</i>	99
Gambar 85. <i>Assembly hand winch</i>	100
Gambar 86. <i>Parti handwinch</i>	101
Gambar 87. <i>Assembly rangka dies</i>	102
Gambar 88. Desain <i>lower plate dies</i>	103
Gambar 89. Desain <i>spring guide</i>	104
Gambar 90. Desain <i>coil spring</i>	105
Gambar 91. Desain <i>upper plate dies</i>	106
Gambar 92. <i>Simulation displacement</i>	107
Gambar 93. <i>Simulation stress</i>	107
Gambar 94. Factor of safety.....	108
Gambar 95. <i>Buckling simulation</i>	109
Gambar 96. Gambar kerja alat drop hammer	110

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi kimia stainless steel 304	17
Tabel 2. Komposisi kimia baja S45C	17
Tabel 3. Jadwal penelitian.....	22
Tabel 4. Peralatan dan material.....	23
Tabel 5. Rekap hasil <i>simulation static</i>	39
Tabel 6. Rincian anggaran biaya.....	46
Tabel 7. Hasil pengujian awal.....	55
Tabel 8. Pengujian awal <i>dies</i> tahap 1.....	56
Tabel 9. Hasil pengujian tahap 1.....	59
Tabel 10. Data pengujian awal <i>dies</i> tahap 2.....	61
Tabel 11. Hasil pengujian tahap 2.....	65
Tabel 12. Analisa faktor penyebab kegagalan pembentukan spesimen.....	67
Tabel 13. Pengujian <i>dies</i> tahap 3	68
Tabel 14. Analisa faktor penyebab kegagalan pembentukan spesimen.....	69
Tabel 15. Pengujian <i>dies</i> tahap 4	70
Tabel 16. Analisa kegagalan pembentukan spesimen.....	72
Tabel 17. Pengujian awal <i>dies</i> tahap 5.....	72
Tabel 18. Hasil pengujian tahap 5.....	75
Tabel 19. Pengujian awal <i>dies</i> tahap 6.....	77
Tabel 20. Hasil pengujian tahap 6.....	80
Tabel 21. Hasil pengujian	88

ABSTRAK

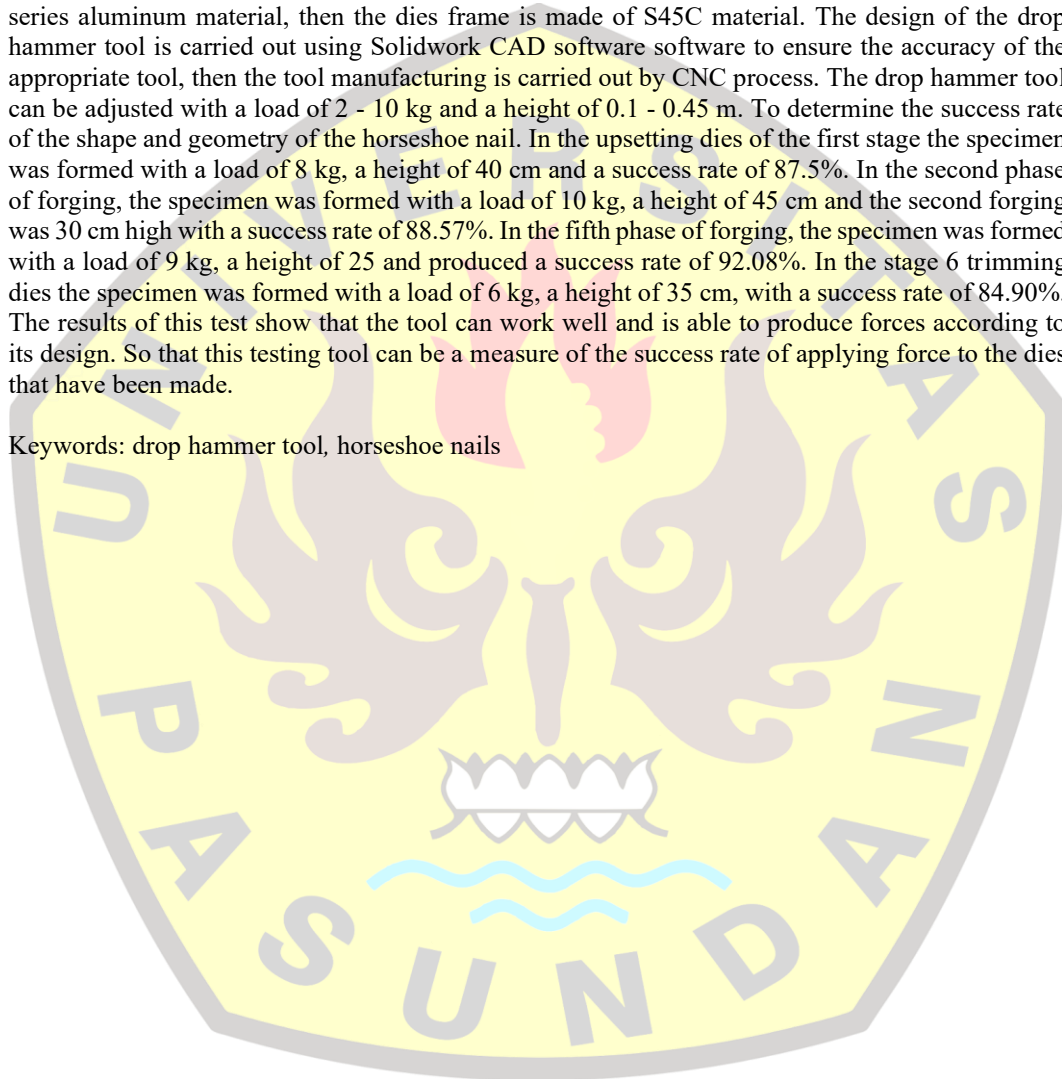
Peningkatan mutu pada paku ladam kuda lokal dilakukan agar produknya dapat bersaing dengan produk paku ladam kuda impor. Proses penempaan dalam pembuatannya menjadi hal yang penting karena menentukan kualitas paku yang dihasilkan. Maka dari itu dilakukan perancangan alat *drop hammer* yang digunakan untuk proses penempaannya. Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan produk paku ladam kuda yang sesuai standar. Dalam proses pengoperasiannya *dies upsetting*, *forging*, dan *trimming* ditempatkan pada alat *drop hammer*. Alat *drop hammer* memiliki komponen yang terdiri dari *lower drop hammer* dan *upper drop hammer*, komponen tersebut terbuat dari material aluminium seri 6061, kemudian bagian rangka *dies* terbuat dari material S45C. Perancangan alat *drop hammer* dilakukan menggunakan software perangkat lunak CAD Solidwork untuk memastikan akurasi alat yang sesuai, kemudian pembuatan alat dilakukan dengan proses CNC. Alat *drop hammer* dapat diatur dengan beban sebesar 2 - 10 kg dan ketinggian 0,1 – 0,45 m. Untuk menentukan tingkat keberhasilan bentuk dan geometri paku ladam kuda. Pada *dies upsetting* tahap satu spesimen terbentuk dengan beban 8 kg, ketinggian 40 cm dan tingkat keberhasilannya 87,5 %. Pada *dies forging* tahap dua spesimen terbentuk dengan beban 10 kg, ketinggian 45 cm dan penempaan kedua setinggi 30 cm dengan tingkat keberhasilannya 88,57%. Pada *dies forging* tahap lima, spesimen terbentuk dengan beban sebesar 9 kg, ketinggian 25 dan menghasilkan tingkat keberhasilan 92,08%. Pada *dies trimming* tahap 6 spesimen terbentuk dengan beban 6 kg, ketinggian 35 cm, dengan tingkat keberhasilannya 84,90%. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan mampu menghasilkan gaya sesuai dengan rancangannya. Sehingga alat pengujian ini dapat menjadi pengukur tingkat keberhasilan pemberian gaya pada *dies* yang telah dibuat.

Kata kunci: alat drop hammer, paku ladam kuda

ABSTRACT

Improving the quality of local horse horseradish nails is carried out so that the product can compete with imported horse horseradish nail products. The forging process in its manufacture is important because it determines the quality of the nails produced. Therefore, the design of the drop hammer tool used for the forging process was carried out. The purpose of this study is to produce horse horseradish nail products that meet the standards. In the process of operation, the upsetting, forging, and trimming dies are placed on the drop hammer tool. The drop hammer tool has components consisting of a lower drop hammer and an upper drop hammer, these components are made of 6061 series aluminum material, then the dies frame is made of S45C material. The design of the drop hammer tool is carried out using Solidwork CAD software software to ensure the accuracy of the appropriate tool, then the tool manufacturing is carried out by CNC process. The drop hammer tool can be adjusted with a load of 2 - 10 kg and a height of 0.1 - 0.45 m. To determine the success rate of the shape and geometry of the horseshoe nail. In the upsetting dies of the first stage the specimen was formed with a load of 8 kg, a height of 40 cm and a success rate of 87.5%. In the second phase of forging, the specimen was formed with a load of 10 kg, a height of 45 cm and the second forging was 30 cm high with a success rate of 88.57%. In the fifth phase of forging, the specimen was formed with a load of 9 kg, a height of 25 and produced a success rate of 92.08%. In the stage 6 trimming dies the specimen was formed with a load of 6 kg, a height of 35 cm, with a success rate of 84.90%. The results of this test show that the tool can work well and is able to produce forces according to its design. So that this testing tool can be a measure of the success rate of applying force to the dies that have been made.

Keywords: drop hammer tool, horseshoe nails



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Olahraga berkuda merupakan olahraga yang banyak diminati. Terbukti saat ini marak diadakannya kejuaraan pacuan kuda tingkat nasional yang digelar khususnya oleh Pordasi (Persatuan Olahraga Berkuda Seluruh Indonesia). Sehingga kebutuhan akan ladam beserta pakunya, jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya. Ladam kuda merupakan besi tipis yang digunakan untuk melindungi kaki kuda saat berjalan, umumnya sepatu kuda terbuat dari bahan konvensional baja dan aluminium [1]. Ladam kuda memiliki peran penting dalam performa dalam kesejahteraan kuda pacu.

Melihat segmen pasar saat ini, faktanya konsumen lebih berminat pada paku ladam kuda impor dari Australia dan Swedia dibanding pada paku ladam kuda lokal. Hal tersebut dikarenakan paku ladam kuda impor memiliki kualitas yang lebih baik untuk digunakan pada kuda pacu dibanding dengan paku ladam kuda lokal. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan produk lokal kecuali produk buatan Australia [2].

Maka dari itu untuk meningkatkan daya saing paku ladam kuda lokal, maka diperlukan pengembangan dan peningkatan mutu. Salah satunya yaitu dengan pengembangan alat penempaan.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang alat *drop hammer* untuk *dies upsetting*, *forging* dan *trimming* untuk proses pembuatan paku ladam kuda.
- b. Bagaimana proses pembuatan alat *drop hammer* untuk *dies upsetting*, *orging* dan *trimming* untuk proses pembuatan paku ladam kuda.

3. Tujuan

Berikut ini beberapa tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Merancang alat *drop hammer* untuk *dies upsetting*, *forging* dan *trimming*.
- b. Membuat alat *drop hammer* untuk *dies upsetting*, *forging* dan *trimming*.

- c. Menguji kinerja alat *drop hammer* untuk *dies upsetting*, *forging* dan *trimming*.
- d. Menghasilkan produk paku ladam kuda yang memiliki bentuk sesuai dengan standar.

4. Manfaat

Dari penelitian ini diperoleh manfaat yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat menjadi pengganti metode pembuatan paku ladam kuda bagi pengrajin lokal.
- b. Penelitian ini membantu meningkatkan kualitas paku ladam kuda lokal.

5. Lingkup masalah

Batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian rancangan ini adalah:

- a. Untuk pembuatan alat *drop hammer* menggunakan ukuran ruang kerja maksimal 80 x 80 x 138,7 mm,
- b. Material alat *drop hammer* menggunakan baja S45C, aluminium seri 6061 dan *stainless steel* 304 sedangkan material paku menggunakan kawat timah (*lead wire*).

6. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari 4 (empat) bab dan daftar pustaka yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Memaparkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, Batasan masalah, dan sistematika laporan usulan penelitian.

BAB II STUDI LITERATUR

Memaparkan mengenai teori-teori tentang paku kuda, alat *drop hammer*, proses *upsetting*, *forging*, dan *trimming*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memaparkan mengenai tahapan-tahapan penelitian yang didukung diagram alir serta penjelasan tentang metode pengujian dan metode pengolahan data atau analisis hasil pengujian, serta material yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil perhitungan gaya, rincian anggaran yang digunakan pada penelitian ini, proses pembuatan prototipe drop hammer serta pengujian dies.

BAB VI KESIMPULAN

Menjelaskan tentang Kesimpulan keseluruhan dari penelitian ini.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Pengujian *dies* tahap 1 dilakukan sebanyak 200 kali untuk menentukan persentase keberhasilan, kriteria bentuk dan geometri yang dirancang. Spesimen terbentuk dengan beban 8 kg dan ketinggian 40 cm dengan satu kali penempaan. Persentase keberhasilan yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 87,5 %. Spesimen yang memiliki panjang awal 45,3 mm setelah ditempa memiliki panjang 36,2 mm.
- b. Pengujian *dies* tahap 2 dilakukan sebanyak 175 kali untuk menentukan persentase keberhasilan kriteria bentuk dan geometri yang dirancang. Spesimen terbentuk dengan beban 10 kg, dan ketinggian 40 cm dengan ketinggian 30 cm untuk penempaan ke dua. Persentase keberhasilan yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 88,57 %. Spesimen yang memiliki panjang awal 36,2 mm setelah ditempa memiliki panjang 42 mm.
- c. Pengujian *dies* tahap 5 dilakukan sebanyak 101 kali untuk menentukan persentase keberhasilan kriteria bentuk dan geometri yang dirancang. Spesimen terbentuk dengan dengan beban 9 kg, dan ketinggian 25 cm dengan satu kali penempaan. Persentase keberhasilan yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 92,08 %. Spesimen memiliki panjang akhir 45 mm.
- d. Pengujian *dies* tahap 6 dilakukan sebanyak 93 kali untuk menentukan persentase keberhasilan kriteria bentuk dan geometri yang dirancang. Spesimen terbentuk dengan beban 6 kg, ketinggian 35 cm dan satu kali penempaan. Persentase keberhasilan yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 84,90 %. Spesimen yang memiliki panjang 45 mm setelah ditempa memiliki panjang 40 mm.

2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan alat *drop hammer* untuk proses *upsetting*, *forging* dan *trimming* paku ladam kuda terdapat beberapa hal yang dapat ditingkatkan untuk mengoptimalkan alat yang telah dibuat dan dikembangkan pada penelitian ini. Beberapa hal yang dapat ditingkatkan dijelaskan pada beberapa paragraf berikut.

- a. Dalam menempatkan *hammer* pada ketinggian yang dibutuhkan, *hammer* perlu distabilkan secara manual agar tumbukan tepat pada posisi yang telah ditentukan. Maka dari itu dirancang 4 buah *frame* dan sistem *rail* antara *hammer* dan *frame* agar proses jatuh tepat sasaran.
- b. Untuk memudahkan proses pembentukan *spesimen* dilakukan perancangan alat dengan sistem *press* hidrolik agar proses dan gaya yang dihasilkan lebih mudah diukur.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Alfansury and W. Septiawan, "Pengujian struktur sepatu kuda bahan komposit polymeric foam berpenguat fiberglass menggunakan uji impak jatuh bebas" *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 137–143, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>
- [2] M. S. Permana, "Pengaruh derajat deformasi terhadap evolusi struktur mikro dan nilai kekerasan ladam dan paku kuda akibat proses forging," *Poros*, vol. 16, no. 1, p. 6, 2018, doi: 10.24912/poros.v16i1.6282.
- [3] M. S. Permana, G. Santoso, and B. Heru, "Pengembangan Metode Proses Manufaktur dan Pemilihan Material Ladam & Paku Untuk Kuda Pacu dan Ketangkasan Berkuda," *Univ. Pas.*, vol. 0030105601, p. 14, 2017.
- [4] V. E. Dahl, P. L. Hitchens, and S. M. Stover, "Effects of racetrack surface and nail placement on movement between heels of the hoof and horseshoes of racehorses," *Am. J. Vet. Res.*, vol. 77, no. 9, pp. 983–990, 2016, doi: 10.2460/ajvr.77.9.983.
- [5] H. E. Anggraeni, F. Rachmawati, and S. Sutyarmo, "Thoroughbred Racehorse Hoof Care at ECLIPSE STUD AND STABLE," *J. Appl. Vet. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–34, 2022, doi: 10.20473/javest.v3.i2.2022.31-34.
- [6] Adin, "Analisa Kerusakan Dies Hammer Forging Material SKT4 Untuk Proses Produksi Under Bucket," vol. 3, no. 1, pp. 32–37, 2020.
- [7] Mardjuki, "Proses Forging Dengan Variasi Temperatur Pada Paduan Aluminium Seri 308,0 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan," vol. 5, no. 2, pp. 509–518, 2009.
- [8] A. Syarief, "Analisa Kekerasan Pisau Potong (Parang) Pada Proses Penempaan (Forging)," *Info-Teknik*, vol. 9, no. 2, pp. 117–124, 2008.
- [9] P. Y. M. W. Ndaruhadi, "Perbandingan Perubahan Sifat Mekanik Aluminium Paduan Akibat Perubahan Nilai H0/D0 Billet Pada Proses Tempa Dingin," 2017. doi: 10.23917/mesin.v11i1.3195.
- [10] A. Antonnius, A. Afdal, M. Mukhnizar, R. Abu, and A. Azman, "Perencanaan Mesin Tempa Logam Dengan Sistem Forging Hammer," *J. Tek. Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 163–174, 2022, doi: 10.56248/marostek.v1i2.29.

- [11] F. Campi, M. Mandolini, C. Favi, E. Checcacci, and M. Germani, "An analytical cost estimation model for the design of axisymmetric components with open-die forging technology," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 110, no. 7–8, pp. 1869–1892, 2020, doi: 10.1007/s00170-020-05948-w.
- [12] M. Chandrasekaran, "Forging of metals and alloys for biomedical applications," *Met. Biomed. Devices*, pp. 235–250, 2010, doi: 10.1533/9781845699246.3.235.
- [13] R. J. Mohammed, "University of Basrah College of Engineering Mechanical Engineering Department Manufacturing Process (ME337), 3," no. c, 2020.
- [14] M. G. Rath, and N. A. Jakhade, "An Overview Of Forging Processes With Their Defects," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 6, no. 6, pp. 1–7, 2014.
- [15] L. Lei, and Z. Yao, "Evaluation of measurement uncertainty of drop hammer impact test for composite materials," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2724, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2724/1/012028.
- [16] D. Aji, D. I. Sumarno, and Triyono, "Analisis Akar Masalah Kegagalan Cacat Retak (Crack) Pada Proses Pembentukan Tempa Dingin (Cold Forming) Mur M14," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.52005/rekayasa.v6i1.77.
- [17] M. Dewi, "Studi mikrostruktur dan sifat mekanik Aluminium 6061 melalui proses canai dingin dan aging," *J. Furn.*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [18] D. I. Tsamroh and M. R. Fauzy, "Peningkatan Sifat Mekanik Al6061 Melalui Heat Treatment Natural-Artificial Aging," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 8–13, 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i1.1217.
- [19] M. Dewi, "Studi mikrostruktur dan sifat mekanik Aluminium 6061 melalui proses canai dingin dan aging," *J. Furn.*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [20] R. Septiawan, "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi Analisa Pengujian Lelah Material Stainless Steel 304 Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 64–73, 2018, [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [21] D. N. Zulfika, "Analisis Pengaruh Jenis Material Stainless Steel Dan Waktu Perendaman Larutan H₂SO₄ Terhadap Laju Korosi," *Majamecha*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36815/majamecha.v5i1.2705.

- [22] A. S. Umartono, "Pengaruh Pengerjaan Dingin (Cold Working) Pada Baja Tahan Karat Jenis Austenitik (Austenitic Stainless Steel) Type 304," *J. Ilmuan dan Terap. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–86, 2012.
- [23] A. Firmansyah, S. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Analisis Pengaruh Variasi Media Pendinginan Pada Proses Quenching Terhadap Nilai Kekerasan Material Baja S45C," pp. 147–150, 2006.
- [24] E. Wiseno and M. A. Irwandi, "Pengaruh Austenisasi Baja S45C Pada Suhu 750° C Dan Queching Dengan Media Suhu Ruang, Air Dan Oil," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 2, no. 11, pp. 4429–4446, 2023, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i11.6246.
- [25] S. Candra, and Y. Aquarista, "Optimasi Proses Pemesinan Milling Fitur Pocket Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Response Surface Methodology," *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2008, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/16990>
- [26] A. Baihaqi, "Perbandingan Kualitas Permukaan Proses Facing Material S45C Berdasarkan Variasi Jumlah Insert Dan Feeding," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 72–78, 2023, doi: 10.33558/jitm.v11i2.7060.
- [27] A. Zayadi, Sungkono, Masyhudi, and E. Setyawan T, "Pengaruh Waktu Tempering terhadap Karakter Baja s45c Pasca Quenching pada 950oc dan Tempering 500 C," *J. Teknol. Kedingant.*, vol. 7, no. 1, pp. 34–65, 2022, doi: 10.35894/jtk.v7i1.53.
- [28] Groover and M. P. "Fundamentals of Modern Manufacturing Material, Processes, and Systems (5th ed) " p. 567, 2013.
- [29] N. Iskandar and I. Haryanto, "Studi Analisis Pengaruh Variasi Beban dan Kecepatan Terhadap Laju Keausan Dies Pada Proses Cold Upset Forging Aluminium Dengan Menggunakan Software Berbasis Fem," pp. 6–11, 2012.
- [30] H. Q. taayun and A. Malik, "Pengaruh Massa Pada Beban Terhadap Konstanta Pegas," *Al-Khazini J. Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 105–122, 2023, doi: 10.24252/al-khazini.v3i2.39323.