



## Manufaktur Mesin Pemecah dan Pemisah Kuning Telur Otomatis

Muhammad Kevin Jordan<sup>1\*</sup>, Sandy Suryady<sup>2</sup>, Cokorda Prapti Mahandari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Gunadarma, Indonesia

Alamat: Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

Korespondensi penulis: [jordan.kevin2000@gmail.com](mailto:jordan.kevin2000@gmail.com)

**Abstract.** Eggs consist of yolk and egg white, which have distinct characteristics and functions; therefore, separating these components is an important step in many processing applications. In small and medium enterprises (SMEs), manual separation is typically performed repeatedly on an egg-by-egg basis, which is time-consuming, reduces work efficiency, and may lead to inconsistent outcomes. This study proposes the development of an automatic egg-breaking and yolk–white separating machine with a focus on manufacturing aspects, including component fabrication planning, selection of manufacturing processes, selection of supporting tools and materials, and the calculation analysis required for supporting equipment. The applied manufacturing methods include cutting, welding, turning, milling, and drilling. The frame material is AISI 1020 hollow steel with a size of  $30 \times 30 \times 1.2$  mm and a total length of 10,378 mm, while the main components use SS 304 sheets sized  $1.5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ mm}$ . The results indicate a welding wire requirement of 357.084 g. In addition, the obtained weld joint strength is 97.85 kg/cm<sup>2</sup> for AISI 1020 and 4.337 kg/cm<sup>2</sup> for SS 304. These findings provide a technical basis for manufacturing a more efficient machine to support sustainable production needs at the SME scale.

**Keywords:** Manufacturing, Egg, Yolk–White Separation, Automatic Machine, Welding.

**Abstrak.** Telur terdiri atas kuning dan putih telur yang memiliki karakteristik serta fungsi berbeda, sehingga pemisahan keduanya menjadi tahap penting dalam berbagai proses pengolahan. Pada skala Usaha Kecil dan Menengah (UKM), pemisahan secara manual umumnya dilakukan satu per satu dan berulang, sehingga membutuhkan waktu lama, mengurangi efisiensi kerja, serta berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan hasil. Penelitian ini mengusulkan pengembangan mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis dengan fokus pada aspek manufaktur, yang meliputi perancangan pembuatan komponen, pemilihan proses produksi, pemilihan alat dan material pendukung, serta analisis perhitungan yang digunakan pada alat pendukung. Metode manufaktur yang diterapkan mencakup pemotongan, pengelasan, pembubutan, pengefraisan, dan pengeboran. Material rangka menggunakan besi hollow AISI 1020 berukuran  $30 \times 30 \times 1,2$  mm dengan panjang total 10378 mm, sedangkan komponen utama menggunakan SS 304 berukuran  $1,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ mm}$ . Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan kawat las sebesar 357,084 gram. Selain itu, kekuatan sambungan las yang diperoleh untuk material AISI 1020 sebesar 97,85 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk material SS 304 sebesar 4,337 kg/cm<sup>2</sup>. Temuan ini memberikan dasar teknis bagi proses pembuatan mesin yang lebih efisien untuk mendukung kebutuhan produksi berkelanjutan pada skala UKM..

**Kata kunci:** Manufaktur, Telur, Pemisahan Kuning-Putih Telur, Mesin Otomatis, Pengelasan.

### 1. LATAR BELAKANG

Telur merupakan bahan pangan yang banyak dimanfaatkan pada industri bakery karena fraksi kuning dan putih telur memiliki fungsi teknologis yang berbeda. Kuning telur kaya akan komponen lipid–protein yang berperan penting sebagai natural emulsifier dan penentu tekstur pada berbagai formulasi pangan, termasuk adonan berbasis emulsi.

Sementara itu, putih telur dikenal memiliki kemampuan membentuk dan mempertahankan buih (foaming) serta membentuk struktur gel, sehingga berkontribusi pada pengembangan volume dan stabilitas produk aerasi seperti cake dan meringue. Dalam praktiknya, pemisahan kedua fraksi ini menjadi tahap awal yang krusial agar fungsi masing-masing komponen dapat dimanfaatkan secara optimal pada proses produksi pangan. Pada skala rumah tangga maupun Usaha Kecil Menengah (UKM), pemisahan kuning dan putih telur umumnya masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu, tenaga, dan konsistensi operator yang tinggi, terutama ketika volume produksi meningkat. Selain isu efisiensi, kualitas hasil pemisahan juga menjadi perhatian karena kontaminasi kuning telur pada putih telur dapat menurunkan performa foaming secara signifikan dan berdampak pada kualitas produk akhir.

Dengan demikian, kebutuhan terhadap sistem pemecah sekaligus pemisah telur yang lebih cepat, konsisten, dan terstandar menjadi relevan, khususnya untuk mendukung kontinuitas produksi dan menjaga mutu produk bakery. Sejumlah upaya rancang bangun mesin/alat pemisah telur telah dilaporkan, termasuk pendekatan berbasis sistem conveyor untuk membantu aliran telur menuju mekanisme pemecah dan pemisah.

Pengembangan lain juga mengarah pada otomasi berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan kendali kerja alat. Di sisi desain mekanik, kajian analisis rangka menggunakan simulasi statik (misalnya melalui perangkat lunak CAD/CAE) juga telah digunakan untuk memastikan kekuatan struktur dalam menahan beban kerja komponen.

Namun, pada implementasi prototipe mesin pemecah–pemisah telur, tantangan umum yang masih sering muncul adalah sinkronisasi pergerakan telur dengan posisi pisau pemecah serta konsistensi proses pemisahan agar kualitas output stabil pada berbagai kondisi operasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan, analisis, dan manufaktur mesin pemecah serta pemisah kuning telur otomatis yang diarahkan untuk kebutuhan proses produksi yang lebih efisien dan konsisten. Kerangka kerja pengembangan mengacu pada prinsip perancangan yang sistematis, mulai dari klarifikasi kebutuhan, perancangan konsep dan rancangan wujud, hingga verifikasi rancangan melalui analisis serta realisasi manufaktur.

Pembahasan mencakup rancangan pembuatan dan kebutuhan transmisi, analisis kekuatan rangka dengan simulasi statik berdasarkan pembebanan komponen, perencanaan proses manufaktur yang sesuai (pemotongan, pengelasan, pembubutan, pengefraisan, dan pengeboran), serta analisis kinerja untuk menilai efisiensi keluaran mesin terhadap tujuan rancangan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Perihal pada manufaktur mesin ini ada beberapa metode pemesinan yang digunakan:

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Untuk menghitung berat logam las yang perlu diketahui adalah:

Menghitung luas permukaan las dengan rumus segitiga.

$$A = \frac{1}{2} \times t \times t \text{ (mm}^2\text{)} \quad (1)$$

Dimana :

$A$  adalah luas area (mm<sup>2</sup>) dan  $T$  adalah tebal logam las (mm)

Menghitung luas permukaan las dengan setengah lingkaran.

$$A = \frac{1}{2} \times \pi \times r^2 \text{ (mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Dimana :

$A$  adalah luas area (mm<sup>2</sup>) dan  $r$  = jari-jari logam las (mm)

Volume las

$$V = A \times L \text{ (cm}^3\text{)} \quad (3)$$

$V$  adalah volume las (cm<sup>3</sup>),  $A$  adalah luas area (mm<sup>2</sup>) dan  $L$  adalah logam las (mm)

Berat logam las

Berat jenis logam (mild steel) =  $7,85 \text{ gr/cm}^3$

Berat logam las (GLP)

$$V \times \text{berat jenis logam (gram)} \quad (4)$$

Kawat las yang diperlukan:

$$G = \frac{GLP}{DE} (\text{gram}) \quad (5)$$

Dimana :

G adalah Jumlah kawat las (gram), GLP adalah berat logam las dan DE adalah *Deposition efficiency*

Kekuatan tarik pada material AISI 1020 adalah sekitar 548 MPa.[14] Kekuatan tarik pada material *Stainless Steel* 304 adalah 466,67 Mpa.[15] Untuk menghitung kekuatan sambungan las tumpul dan sudut yang perlu diketahui adalah:

Perhitungan Gaya Normal (N) dan Gaya geser (D):

P adalah Beban yang ditumpu (kg), N sama dengan D adalah Gaya Normal sama dengan Gaya Geser (kg)

$$N = D = \frac{1}{2} \times P \times \sin 45^\circ \quad (6)$$

Perhitungan Las Neto:

$L_{\text{net}}$  adalah panjang las neto (mm) = (cm), a adalah tebal las tumpul (mm) = (cm) dan  $L_{\text{br}}$  adalah panjang las bruto (mm) = (cm)

$$l_{\text{net}} = l_{\text{br}} - 3a = \text{mm} = \text{cm} \quad (7)$$

Perhitungan Luas bidang geser ( $F_{\text{gs}}$ ) dan luas bidang tarik ( $F_{\text{tr}}$ ):

$L_{\text{net}}$  adalah panjang las neto (mm) = (cm) a adalah tebal las tumpul (mm) = (cm)  $F_{\text{gs}}$  adalah luas bidang geser ( $\text{cm}^2$ ) dan  $F_{\text{tr}}$  adalah luas bidang tarik ( $\text{cm}^2$ )

$$F_{gs} = F_{tr} = l_n \times a \quad (8)$$

Perhitungan gaya yang akan ditahan oleh las tumpul:

$F_{las}$  adalah luas bidang las ( $\text{cm}^2$ )  $P$  adalah beban yang ditumpu (kg)  $\sigma$  adalah Tegangan Tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )

$$F_{las} = l_n \times a \quad (9)$$

$$\sigma = \frac{P}{F_{las}} \quad (10)$$

Perhitungan gaya yang akan ditahan oleh las sudut:

$\tau$  adalah Gaya torsi ( $\text{kg/cm}^2$ )  $\sigma$  adalah Tegangan Tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )

$$\tau = \frac{D}{F_{gs}} \quad (11)$$

$$\sigma = \frac{N}{F_{tr}} \quad (12)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau} \quad (13)$$

Pembubutan adalah proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada mata pahat yang digerakkan secara transisi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut:

Kecepatan putaran spindel

$$n = \frac{1000 \times cs}{\pi \times d} \quad (m/min) \quad (14)$$

$d$  adalah diameter luar (mm),

$n$  adalah putaran poros utama (rpm) dan

$Cs$  adalah kecepatan makan

Proses pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Elemen dasar gudi adalah sebagai berikut:

Kecepatan putaran spindel

$$n = \frac{1000 \times v_s}{\pi \times d} \text{ (m/min)} \quad (15)$$

d adalah diameter luar (mm) n adalah putaran poros utama (rpm)

$V_s$  adalah kecepatan makan

Proses pemesian frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar.

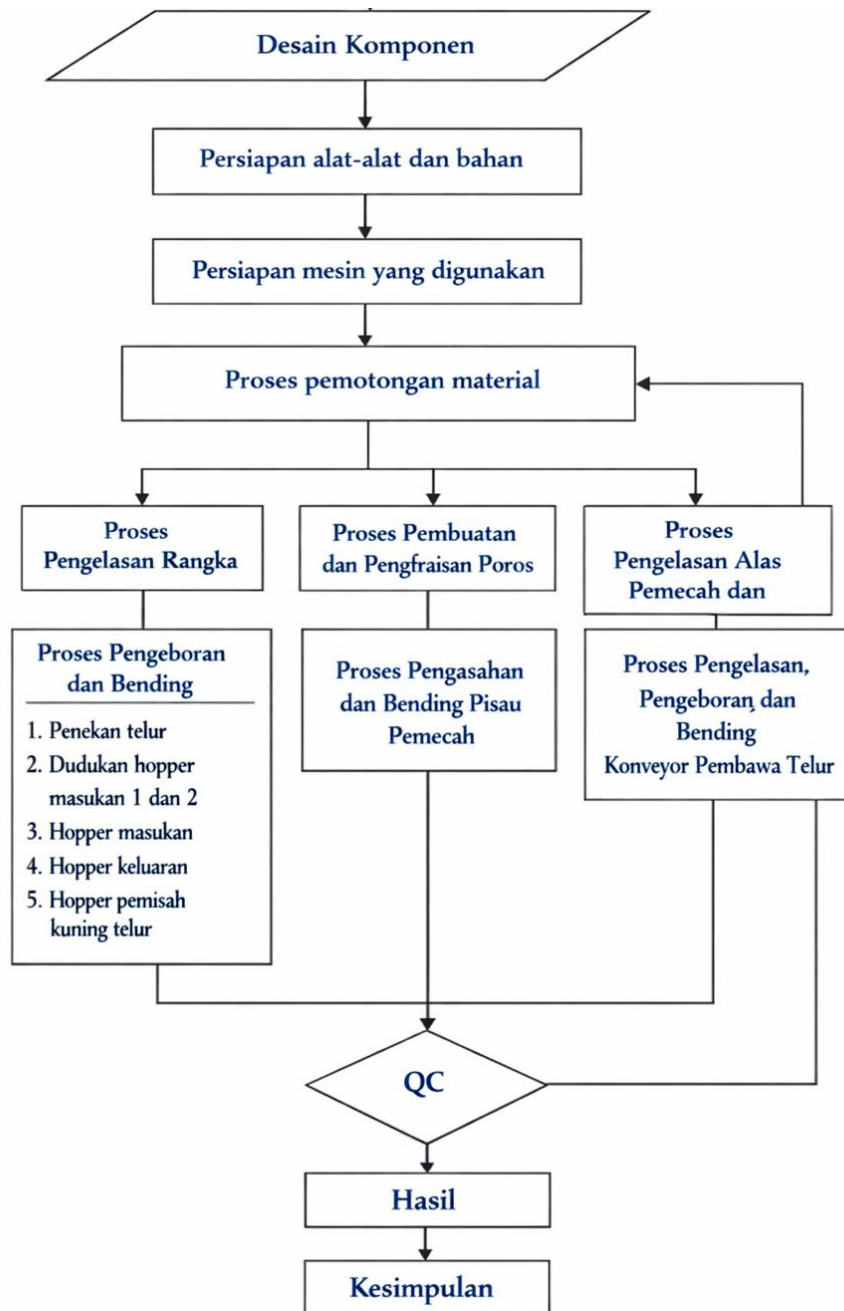
Kecepatan putaran spindel

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ (m/min)} \quad (16)$$

$V_f$  adalah kecepatan makan.

### 3. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan komponen dijelaskan pada diagram alir manufaktur pembuatan mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis dibuat agar lebih sistematis dan terstruktur. Dibawah ini merupakan diagram alir kegiatan manufaktur:



**Gambar 1. Diagram Alir Manufaktur Mesin Pemecah dan Pemisah Kuning Telur Otomatis**

Penjelasan diagram alir maufaktur mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis, yaitu:

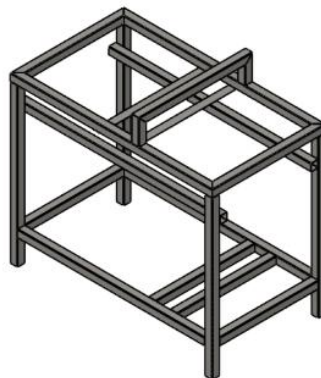
- Desain komponen, tahap awal melakukan pembuatan pada mesin dibutuhkan desain komponen dari pembahasan perancangan mesin.
- Persiapan alat dan bahan, tahap memperoleh desain mesin dibutuhkan alat-alat pendukung serta bahan material yang akan digunakan pada tiap-tiap komponen yang dibuat
- Persiapan mesin, tahap mempersiapkan mesin yang dibutuhkan untuk mendukung metode manufaktur yang digunakan.
- Pemotongan material, tahap melakukan pemotongan pada material sesuai dengan desain pembuatan komponen.
- Proses pengerjaan, tahap pembuatan pada komponen-komponen yang dibuat menggunakan mesin dan metode yang sudah ditentukan sebelumnya.
- *Quality control*, tahap pengecekan pada komponen yang telah dibuat sesuai dengan parameter-parameter yang ditentukan yang jika tidak sesuai akan kembali ke tahap proses pengerjaan

Hasil, tahap pembuatan komponen yang sudah tepat setelah dilakukan pengecekan..

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Manufaktur Rangka

Pada tahap ini dilakukan manufaktur rangka dengan material besi Hollow AISI 1020 sebanyak 10378 mm. Menggunakan metode dan proses pemesinan sesuai dengan diagram alir Gambar 1. Menghasilkan model rangka seperti Gambar 2



**Gambar 2. Rangka**



### **Hasil Manufaktur Komponen**

Hasil dari tahapan manufaktur komponen ini menggunakan material S35C untuk pembuatan poros dan SS 304 untuk pembuatan beberapa hopper. Berikut beberapa komponen yang melewati proses manufaktur:

#### **Poros Konveyor**

Mesin pemecah dan pemisah kuning otomatis dibutuhkan 2 poros konveyor untuk menopang beban dan meneruskan daya dari motor melalui transmisi sehingga dapat menggerakkan sistem kerja konveyor. Material yang dipakai adalah S35C.



**Gambar 3. Poros Konveyor (shaft)**

#### **Alas Pemecah**

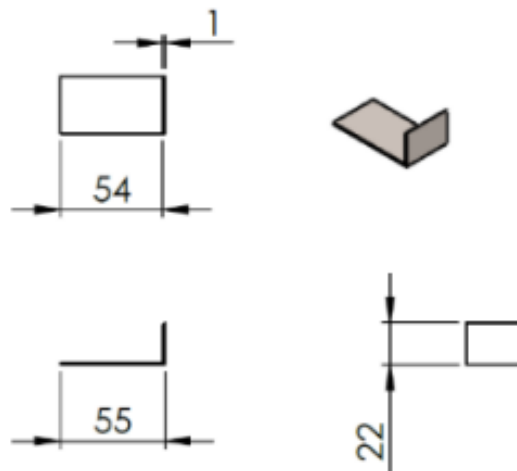
Alas pemecah berfungsi sebagai penadah telur agar mengalir ke hopper keluaran setelah dipecah oleh pisau pemecah.



**Gambar 4. Alas pemecah**

#### **Pisau Pemecah**

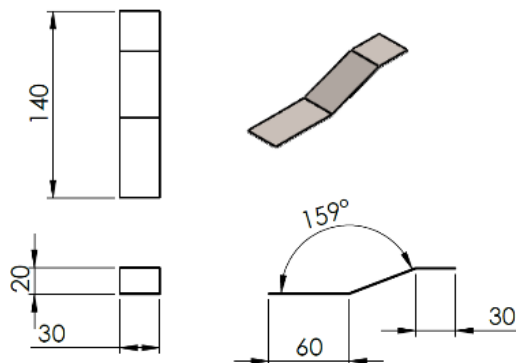
Mata pisau berfungsi sebagai komponen yang akan memecahkan cangkang dari telur.



**Gambar 5. Mata pisau**

### Penekan Telur

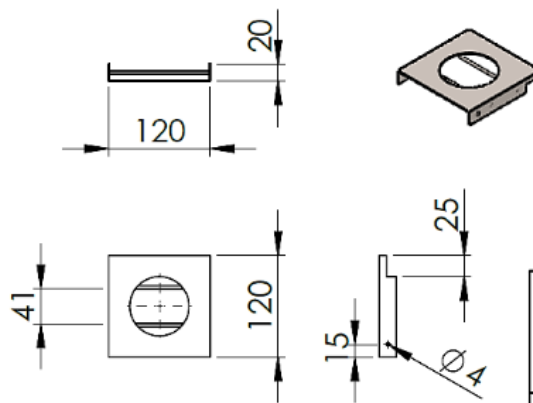
Penekan telur berfungsi sebagai penekan agar telur tidak keluar dari konveyor ketika diturunkan dari hopper masukkan.



**Gambar 6. Penekan Telur**

### Konveyor Pembawa Telur

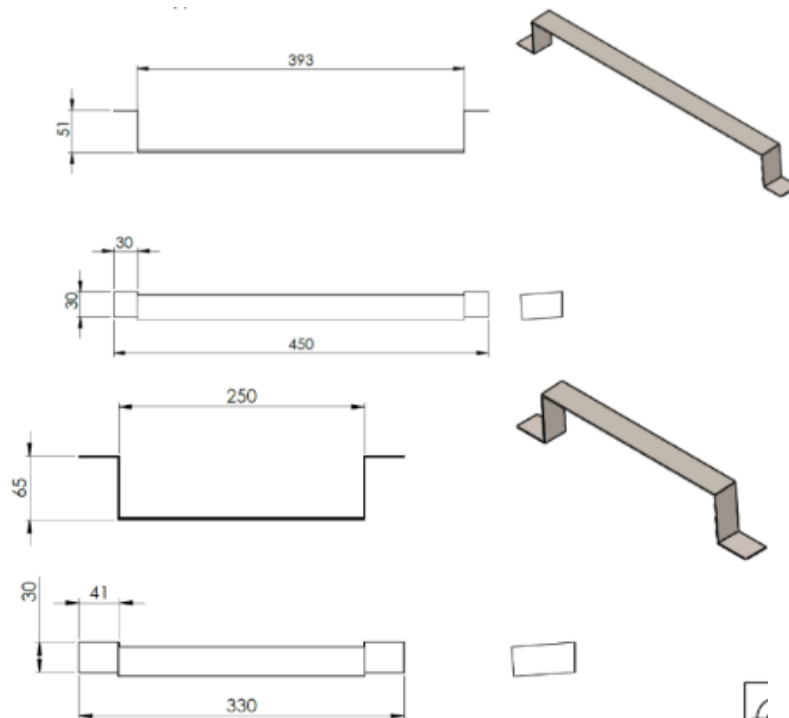
Konveyor pembawa telur berfungsi sebagai konveyor atau wadah berjalan yang akan membawa telur ke mata pisau untuk dipecahkan. wadah pembawa telur ini menggunakan jalur dengan menggunakan baut dan mur sebagai penahan wadah agar tetap sesuai.



**Gambar 7. Konveyor pembawa telur**

### Dudukan Hopper Masukan

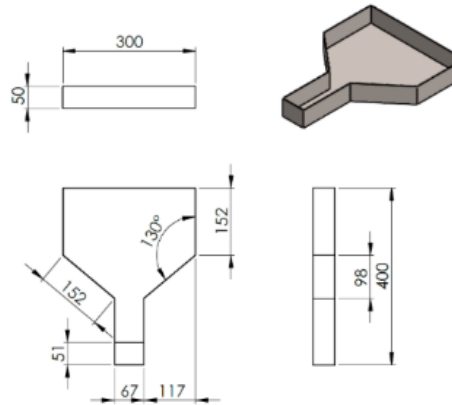
Dudukan Hopper Masukan berfungsi sebagai penyangga hopper masukan pada bagian akhir dan awal hopper agar telur sesuai jatuh ke konveyor.



**Gambar 8. Dudukan Hopper Masukan 1 dan 2**

### Hopper Masukan

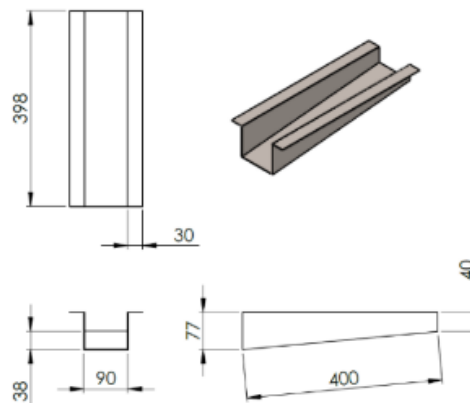
Hopper masukan ini berfungsi sebagai komponen wadah untuk meletakkan beberapa telur yang akan menuju ketempat konveyor pembawa telur.



Gambar 9. Hopper masukan

### Hopper Keluaran

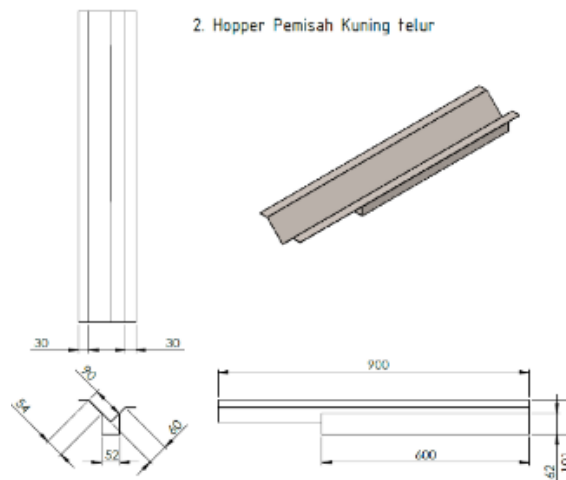
Hopper Keluaran berfungsi sebagai wadah setelah telur di pecahkan oleh mata pisau dan isinya mengalir di komponen ini.



Gambar 10. Hopper Keluaran

### Hopper Pemisah Kuning Telur

Hopper Pemisah Telur berfungsi sebagai wadah untuk memisahkan kuning telur dengan putih telurnya setelah mengalir dari hopper keluaran.



**Gambar 11. Hopper Pemisah Telur**

### Hasil Perhitungan Keseluruhan Kebutuhan Kawat Las

Hasil pada tabel 1 merupakan rincian pemakaian kawat las pada proses pengelasan dan hasil-hasil tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3), (4) dan (5)

**Tabel 1. Hasil Perhitungan Seluruh Kebutuhan Kawat Las**

| Penyambungan                                         | Kawat Las<br>(gram) |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| Hasil Perhitungan Pengelasan Rangka atas             | 110,85              |
| Hasil Perhitungan Pengelasan Rangka tengah dan bawah | 221,576             |
| Hasil Perhitungan Pengelasan Penahan Telur           | 23,94               |
| Total                                                | 356,366             |

### Hasil Perhitungan Keseluruhan Kekuatan Sambungan Las

Hasil pada tabel 2 merupakan rincian kekuatan las pada proses pengelasan dan hasil-hasil tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) dan (13)

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Seluruh Kekuatan Las pada Material**

| <b>Bagian</b>                     | <b>Kekuatan las<br/>(kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>Kekuatan tarik material<br/>(kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Kekuatan Las pada Material SS 304 | 97,80                                       | 5588,04                                                |
| Kekuatan Las pada Material SS 304 | 3,845                                       | 4758,70                                                |

**Hasil Keseluruhan Kecepatan Putar Spindle Mesin Bubut**

Hasil pada tabel 3 merupakan rincian pemakaian kecepatan spindle mesin bubut sesuai dengan diameter benda kerja dan hasil-hasil tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (14)

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Seluruh Kecepatan Putar Spindle Mesin Bubut**

| <b>Diameter benda kerja</b> | <b>RPM yang digunakan</b> |
|-----------------------------|---------------------------|
| 28                          | 220                       |
| 21                          | 270                       |

**Hasil Keseluruhan Kecepatan Putar Spindle Mesin Bor**

Hasil pada tabel 4 merupakan rincian pemakaian kecepatan spindle mesin bor sesuai dengan diameter lubang dan mata bor pada proses pengeboran dan hasil-hasil tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (15)

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Seluruh Kecepatan Putar Spindle Mesin Bor**

| <b>Material Mata Bor</b> | <b>Diameter lubang (mm)</b> | <b>RPM yang digunakan</b> |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| <i>High Speed Steel</i>  | 4                           | 1780                      |
|                          | 8                           | 810                       |
| <i>High Speed Steel</i>  | 5                           | 1480                      |
|                          | 8                           | 985                       |
|                          | 12                          | 710                       |
| <i>Cobalt</i>            | 70                          | 325                       |

### Hasil Keseluruhan Kecepatan Putar Spindle Mesin Frais

Hasil pada tabel 5 merupakan rincian pemakaian kecepatan spindle mesin frais sesuai dengan diameter benda kerja dan hasil-hasil tersebut didapat dengan menggunakan persamaan (16)

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Seluruh Kecepatan Putar Spindle Mesin Frais**

| Material<br>Mata<br>Bor                    | Diameter<br>lubang<br>(mm) | RPM<br>yang<br>digunakan |
|--------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <i>High<br/>Speed<br/>Steel</i>            | 4                          | 1780                     |
|                                            | 8                          | 810                      |
| <i>High<br/>Speed<br/>Steel<br/>Cobalt</i> | 5                          | 1480                     |
|                                            | 8                          | 985                      |
|                                            | 12                         | 710                      |
|                                            | 70                         | 325                      |

## 4. KESIMPULAN

Manufaktur mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis melewati beberapa tahap dalam pembuatan komponen-komponennya, diantaranya adalah pembuatan rangka mesin, poros daya, poros konveyor, alas pemecah, pisau pemecah, penekan telur, konveyor pembawa telur, dudukan hopper keluaran, dudukan hopper masukan 1, dudukan hopper masukan 2, hopper masukan, hopper keluaran, hopper pemisah kuning telur.

Pemilihan alat yang akan digunakan meliputi, mesin bubut, mesin las listrik, mesin frais, mesin bor duduk (gurdi), mesin cutting wheel, mesin gerinda tangan, mesin bor tangan, dan alat-alat ukur

Proses pembuatan mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis ini melewati beberapa proses untuk setiap pembuatan komponennya, diantaranya: pemotongan, pembubutan, pengeboran, pengelasan, pengefraisan, bending.

Perhitungan dari proses kecepatan spindle pengeboran pada material baja perkakas dengan mata pahat HSS pada lubang berdiameter 4 mm sebesar 1780 rpm dan 8 mm sebesar 810 rpm. Kecepatan spindle pengeboran pada material stainless steel 304 dengan

mata pahat HSS Co pada lubang berdiameter 5 mm sebesar 1480 rpm, 8 mm sebesar 985 rpm, 12 mm sebesar 710 rpm dan 70 mm sebesar 325 rpm. Kecepatan spindle pembubutan poros konveyor pada diameter 28 mm sebesar 220 rpm dan 21 mm sebesar 270 rpm. Kecepatan potong dengan menggunakan gerinda tangan 58 m/det. Kebutuhan kawat las yang digunakan sebanyak 357,084 gram. Perhitungan hasil untuk kekuatan dari sambungan tumpul las rangka dengan panjang 30 mm sebesar 57,33 kg/cm<sup>2</sup> dan 42 mm sebesar 36,48 kg/cm<sup>2</sup>. Perhitungan hasil untuk kekuatan dari sambungan sudut las rangka dengan panjang 30 mm sebesar 4,04 kg/cm<sup>2</sup>. Perhitungan untuk kekuatan dari sambungan sudut penahan telur dengan panjang 30 mm dan tebal 1 mm untuk las atas sebesar 0,911 kg/cm<sup>2</sup> dan 10 mm untuk las bawah sebesar 2,892 kg/cm<sup>2</sup>. Perhitungan untuk kekuatan dari sambungan sudut penyambungan pisau pemecah pada solenoid dengan panjang 15 mm dan tebal 1 mm untuk las atas sebesar 0,042 kg/cm<sup>2</sup> dan 5 mm untuk las bawah sebesar 0,492 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan memperhatikan acuan kekuatan tarik dari Material AISI 1020 sebesar 5588,04 kg/cm<sup>2</sup> dan Material SS304 sebesar 4758,70 kg/cm<sup>2</sup> maka, sambungan las kuat karena tidak melebihi acuan kekuatan tarik.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Algofiqih, A. (2020). Manufaktur pemisah kuning telur otomatis. Universitas Gunadarma.
- Anugrah, F. (2022). Perancangan mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis. Universitas Gunadarma.
- Budiarto, B. (2018). Rancangan mesin pemisah putih dan kuning telur ayam. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Budiyanto, E., & Yuono, L. (2021). Proses manufaktur (1st ed.). CV. Laduny Alifatama.
- Darmayadi. (2015). Cara menghitung kawat las. Migas Indonesia.
- Ery, R. (2019). Mesin pemecah telur dan pemisah isi telur berbasis PLC OMRON CPM2A. Universitas Sanata Dharma.
- Gundara, G., & Riyadi, S. (2017). Pengukuran ketelitian komponen mesin bubut dengan standar ISO 1708. *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering*, 2(2), 8–15.
- Haryanto, P., Cahyono, B., & Supandi. (2018). Menguji kekuatan tarik pada sambungan las gesek baja karbon rendah (AISI 1040) dan baja tahan karat (AISI 304) disambung menggunakan mesin las gesek hasil penelitian rancang bangun. Seminar Nasional Edusainstek. Politeknik Negeri Semarang.
- Hermawan, Y. (2012). Pengaruh putaran spindle, gerak makan, dan kedalaman potong terhadap getaran spindle head hasil proses drilling. *Jurnal ROTOR*.



- Nugroho, E. A., & Suryady, S. (2022). Desain Dan Analisis Kekuatan Rangka Pencacah Limbah Plastik Kapasitas 125l. *Presisi*, 24(2), 18-25.
- Prasetyo, B. (2012). Rancang bangun rangka mesin pencacah plastik kemasan. Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Rizsaldy Sugestian, M. (2019). Analisa kekuatan sambungan las SMAW vertical horizontal down hand pada plate baja JIS 3131SPHC dan stainless steel 201 dengan aplikasi piles transfer di mesin thermoforming (stacking unit). Institut Teknologi Nasional Malang.
- Rochim, T. (1993). Teori dan teknologi pemesinan. Higher Education Development Support Project.
- Saputra, H., dkk. (n.d.). Analisis pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik baja ST37 pasca pengelasan menggunakan las listrik.
- Suryady, S., & Sari, R. S. P. (2022). Analysis of tilt angle and battery charging time of electrical power requirements for wood cutting equipment purposes. *International Journal Science and Technology*, 1(2), 38-44.
- Siswanto, B. (2018). Pengaruh kecepatan dan kedalaman potong pada proses pembubutan konvensional terhadap kekasaran permukaan lubang. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 3(2), 82–86.
- Setyowati, V. A. (2017). Analisis kekuatan tarik dan karakteristik XRD pada material stainless steel dengan kadar karbon yang berbeda. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V 2017. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Supriyanto, E. (2013). Manufaktur dalam dunia teknik industri. *INDEPT*, 3(3).
- Vitama, D. (2022). Analisis kinerja mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis. Universitas Gunadarma.
- Wiryosumarto, H. (1997). Teknologi pengelasan logam. Pradnya Paramita.
- Yanuar, H., Syarief, A., & Kusairi, A. (2014). Pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan dengan berbagai media pendingin pada proses frais konvensional. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 3(1), 27–33.
- Yudha, A. (2022). Analisis rangka mesin pemecah dan pemisah kuning telur otomatis. Universitas Gunadarma.