

Rancang Bangun Alat Penumbuk untuk Pembuatan Emping Melinjo

Dedy Hernady, Yustiyana Deyan Lesmana, dan Agung Sahidannadhar

Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail : dedyhernady@itenas.ac.id

Received 18 Oktober 2023 | Revised 17 November 2023 | Accepted 16 Januari 2024

ABSTRAK

Rancang bangun alat penumbuk untuk pembuatan emping melinjo bertujuan untuk mempermudah pekerjaan produsen emping. Rancang bangun alat penumbuk untuk pembuatan emping melinjo menggunakan mekanisme arm shaft dengan memanfaatkan gaya gravitasi untuk melakukan proses penumbukan. Alat ini dioperasikan dengan cara memutar engkol menggunakan tenaga manusia untuk memutar arm shaft yang akan menaikkan penumbuk untuk melakukan proses penumbukan. Pada pembuatan alat penumbuk meliputi beberapa proses diantaranya yaitu proses perancangan dan simulasi menggunakan software solidworks untuk mengetahui kekuatan dari komponen yang terdapat pada alat penumbuk. Didapatkan hasil tegangan maksimum terbesar terdapat pada komponen arm shaft yaitu sebesar 8 Mpa dan safety factor sebesar 22,3. Tahapan proses pada pembuatan alat penumbuk diawali dengan membaca gambar teknik untuk mengetahui dan menentukan desain serta ukuran, dilanjutkan dengan proses pembuatan alat, pada proses pembuatan melalui beberapa tahapan proses pemesinan diantaranya proses pembubutan, proses pemotongan, proses pelubangan dan proses penyambungan. Setelah melalui proses perakitan, didapatkan hasil dari pengujian secara fungsional yaitu alat bekerja dengan baik dan kapasitas produksi yang dihasilkan sebesar 6kg dengan membutuhkan waktu 2,08jam, atau 2,14 kg/jam.

Kata Kunci : Emping Melinjo, Alat Penumbuk, Mekanisme Arm shaft.

ABSTRACT

The design of a pounder for the manufacture of melinjo chips aims to make the work of chip manufacturers easier. The design of a pounder for making melinjo chips uses an arm shaft mechanism by utilizing the force of gravity to carry out the mashing process. This tool is operated by rotating the crank using human power to rotate the arm shaft which will raise the collider to carry out the mashing process. In making the pounder includes several processes including the design and simulation process using solidworks software to determine the strength of the components contained in the pounder. The largest maximum stress results were found in the arm shaft component, namely 8 MPa and a safety factor of 22.3. The process stages in making a pounding tool begin with reading technical drawings to find out and determine the design and size, followed by the process of making the tool, the manufacturing process goes through several stages of the machining process including the turning process, cutting process, punching process and joining process. After going through the assembly process, the results of functional testing were obtained, namely that the tool worked well and the resulting production capacity was 6 kg and took 2.08 hours or 2.14 kg/hour.

Keywords : Emping Melinjo, Pounding Tool, Arm shaft Mechanism.

1. Pendahuluan

Tanaman melinjo (*Gnetum gnemon*) merupakan tanaman berbiji terbuka (*Gymnospermae*). Tanaman yang berasal dari Asia tropik, Melanesia, dan Pasifik Barat ini yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Mulai dari batang, daun, bunga hingga buahnya memiliki nilai ekonomi. Daun, bunga dan kulit buah yang tua dapat dijadikan sayuran, sedangkan biji yang tua dapat dijadikan emping yang mempunyai nilai ekonomi tinggi [1]. Sampai saat ini, proses pemanfaatan melinjo untuk dijadikan emping umumnya masih menggunakan cara tradisional, yaitu menggunakan palu sebagai alat penumbuknya. Untuk mendapatkan emping dengan ukuran yang umum beredar dimasyarakat dibutuhkan beberapa biji melinjo di satu empingnya. Karena menggunakan cara tradisional, maka penumbukan biji melinjo harus dilakukan satu persatu. Hal ini menjadi kendala karena memakan waktu dan membutuhkan tenaga manusia yang cukup besar.

Dari uraian kondisi diatas terlihat bahwa diperlukan alat penumbuk melinjo dengan rancangan mekanisme yang lebih efektif dan efisien agar produktifitas pembuatan emping dapat meningkat. Selain itu, keberadaan alat penumbuk melinjo ini diharapkan dapat memotivasi masyarakat untuk memulai UMKM (Usaha Mikro Kecil dan Menengah) sehingga dapat menciptakan lapangan kerja baru dan dapat membantu perekonomian masyarakat.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Proses pengujian kekuatan biji melinjo

Untuk mengetahui kekuatan dari biji melinjo, dilakukannya pengujian dengan cara menjatuhkan palu dengan berat 600 gram yang ketinggiannya diatur minimal 10 cm. Pengujian kekuatan melinjo terlihat pada gambar 1. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa biji melinjo pecah pada saat palu seberat 600 gram dijatuhkan dari ketinggian 110 cm. Dengan demikian, mesin penumbuk yang akan dibuat dirancang dengan penumbuk dengan berat minimal 600 gram dan ketinggian jatuh penumbuk minimal 110 cm.



Gambar 1 Pengujian kekuatan melinjo

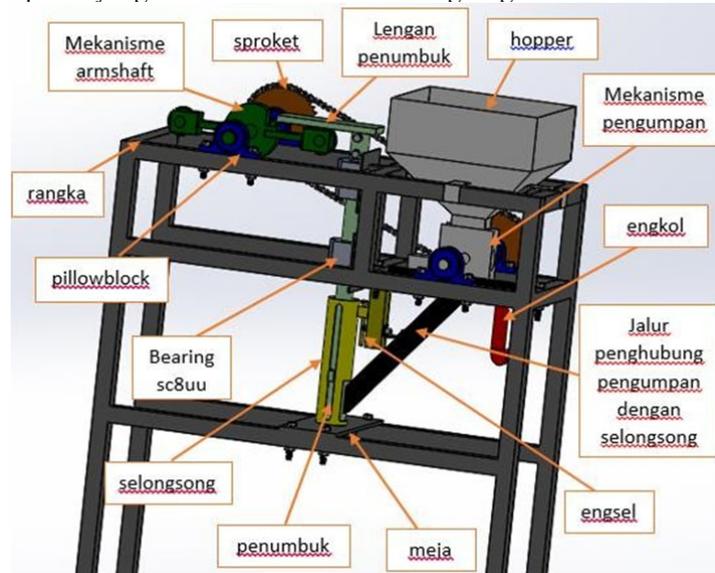
Simulasi Pengujian *drop test* dalam penelitian ini menggunakan bola baja *stainless steel* sebagai impaktor (penumbuk) dengan memanfaatkan energy potensial dengan ketinggian jatuh tertentu. Objek pengukuran *crashworthiness* adalah material dengan struktur *honeycomb sandwich* dengan inti (core) yang berbentuk gelombang trapezoidal dua arah., seperti yang terlihat pada gambar 1.a dengan ukuran detail bentuk inti *honeycomb* terlihat pada gambar 1.b. Adapun ketebalan dinding inti *honeycomb* adalah 0,3mm

2.2 Perancangan alat penumbuk

Rancangan setiap peralatann mekanis tentunya harus memenuhi syarat - syarat teknis yang harus terpenuhi, sebagaimana struktur itu sendiri. Beberapa parameter perancangan meliputi kekuatan, kekakuan, penampilan, ketahanan korosi, biaya manufaktur, berat dan ukuran [2].

Rancangan mekanisme mesin penumbuk melinjo terlihat pada gambar 2. Prinsip kerja pada alat penumbuk melinjo ini yaitu, ketika engkol diputar, melinjo akan turun dari hopper ke

mekanisme pengumpan. Mekanisme pengumpan hanya dapat menampung 3-5 biji melinjo sesuai dengan ukurannya. Biji melinjo akan dibawa oleh pengumpan hingga jatuh di jalur penghubung pengumpan dengan selongsong. Sebelum biji melinjo turun sampai ke area penumbukan, penumbuk sudah dinaikan oleh mekanisme *armshaft*. Ketika selongsong sudah terbuka, melinjo akan turun ke area penumbukan. Ketika putaran *armshaft* melewati lengan penumbuk, maka penumbuk akan turun menumbuk melinjo. Mekanisme *armshaft* terdiri dari 2 batang, dimana satu batang berfungsi untuk penumbukan dan satu batang lagi untuk pengambilan emping melinjo yang sudah tertumbuk. Selongsong dapat naik dan turun karena dudukan pada selongsong menggunakan engsel yang berfungsi untuk pengambilan emping melinjo. Penumbuk hanya dapat bergerak translasi karena pada poros penumbuk terdapat bearing SC8UU. Lengan penumbuk tidak dapat bergerak rotasi karena pada penumbuk terdapat pengunci seperti pasak yang masuk ke dalam alur selongsong.



Gambar 2 Rancangan alat penumbuk

2.3 Perhitungan dan Simulasi hasil perancangan

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang pengaruh dari suatu beban terhadap gaya-gaya dan juga beban yang mungkin ada pada bahan tersebut. Keberadaan gaya-gaya yang mempengaruhi sebuah sistem menjadi suatu objek tinjauan utama [3]. *Finite element modelling* (FEM) ialah proses simulasi dan analisis 3-D (tiga dimensi) menggunakan perangkat lunak [4]. Dimana dapat mengetahui beban yang terjadi, kekuatan, titik kritis, tegangan maksimum, serta deformasi maksimum yang terjadi [5]. Pada penelitian ini menggunakan *software solidworks* untuk melakukan simulasi static pada komponen-komponen alat penumbuk.

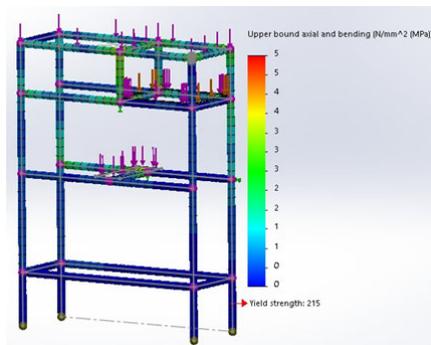
Simulasi rangka

Rangka adalah struktur yang berfungsi menopang beberapa komponen. Adapun komponen yang ditopang oleh rangka dan berat (beban) dari komponen-komponen tersebut terlihat pada tabel 1 di bawah ini.

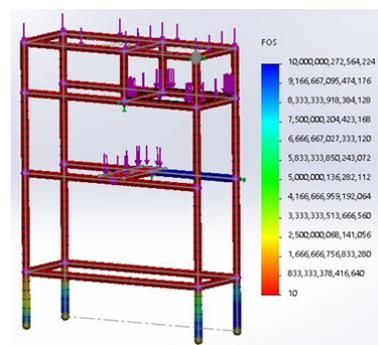
Tabel 1 Pembebanan pada rangka

No	Komponen	Beban
1	Penumbuk	50 N
2	Pengumpan	13 N
3	Mekanisme armshaft	40 N
4	Hopper dalam keadaan terisi	65 N
5	Jalur penghubung & selongsong	27 N
	Total	195 N

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan tegangan maksimum pada rangka adalah sebesar 8 Mpa, seperti yang terlihat pada gambar 3. *Yield strength* dari baja St37 adalah sebesar 215 Mpa, dengan demikian rangka yang dirancang telah memenuhi kriteria keamanan. Dari simulasi juga diperoleh *safety factor* sebesar 10 (terlihat pada gambar 4), artinya rangka mesin mampu menerima beban sampai 10 kali lipatannya.



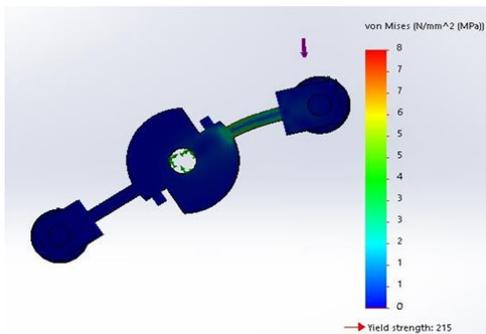
Gambar 3 Hasil simulasi tegangan rangka



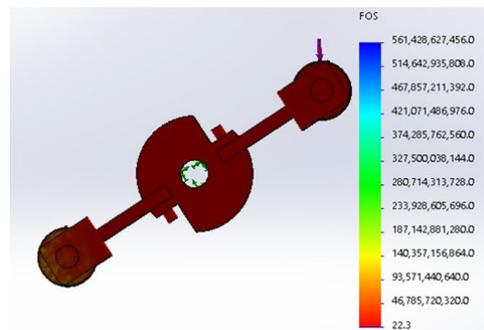
Gambar 4. Hasil simulasi *safety factor*

Simulasi armshaft

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan tegangan maksimum sebesar 8 Mpa, seperti yang terlihat pada gambar 5. *Yield strength* dari baja St37 adalah sebesar 215 Mpa, dengan demikian *armshaft* yang dirancang telah memenuhi kriteria keamanan. Dari hasil tegangan maksimum sebesar 8 mpa, didapatkan *safety factor* sebesar 22,3 (terlihat pada gambar 6), yang menyatakan pada mekanisme *armshaft* aman hingga pembebanan 22,3 kali lipatannya.



Gambar 5. Hasil simulasi tegangan *armshaft*

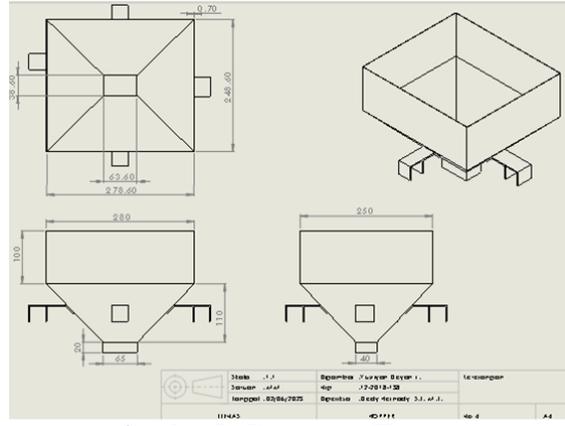


Gambar 6. Hasil simulasi *safety factor*

Rancangan Hopper

Hopper disiapkan agar mesin ini dapat dioperasikan oleh 1 orang operator saja sehingga dimensi *hopper* harus dibuat untuk dapat menampung biji melinjo semaksimal mungkin. Bentuk Hopper dirancang dengan bentuk seperti yang terlihat pada gambar 7, serta dengan estimasi detail ukuran sebagai berikut :

- Bentuk box persegi bagian atas :
- P11 (panjang luar) = 280 mm
 - Pd1 (panjang dalam) = 278,60 mm
 - L11 (lebar luar) = 250 mm
 - Ld1 (lebar dalam) = 248.60 mm
 - h1 (tinggi) bagian atas = 100 mm



Gambar 7. Rancangan Hopper

- Bentuk box persegi bagian bawah :
- P13 (panjang luar) = 65 mm
 - Pd3 (panjang dalam) = 63,60mm
 - L13 (lebar luar) = 40 mm
 - Ld3 (lebar dalam) = 38.60 mm
 - h3 (tinggi) = 20 mm

Bagian tengah hoper dibuat dengan bentuk kerucut segiempat yang meghubungkan box persegi bagian atas dan box persegi di bagian bawah dengan tinggi kerucut $h_2 = 110\text{mm}$

Dari estimasi ukuran detail hopper dihitung volume hopper

❖ volume *hopper* bagian atas :

$$V_1 = P d_1 \times L d_1 \times h_1 \\ = 278,60 \times 248,60 \times 100 = 6.925.996 \text{ mm}^3$$

$$A_1 = P d_1 \times L d_1 \\ = 278,60 \times 248,60 = 69.259,96 \text{ mm}^2$$

❖ volume *hopper* bagian tengah :

$$A_2 = P d_3 \times L d_3 \\ = 63,60 \times 38.60 = 2.454,96 \text{ mm}^2$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \times h_2 (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2}) \\ = \frac{1}{3} \times 110 (69259,96 + 2454,96 + \sqrt{69259,96 \times 2454,96}) \\ = 2.639.366,27 \text{ mm}^3$$

❖ volume *hopper* bagian bawah :

$$V_3 = P d_3 \times L d_3 \times h_3 \\ = 63,60 \times 38,60 \times 20 = 49.099,2 \text{ mm}^3$$

❖ volume *hopper* keseluruhan:

$$v_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 \\ = 6.925.996 + 2.639.366,27 + 49.099,2 = 9.614.461,47 \text{ mm}^3 \approx 9,61 \text{ liter}$$

Kapasitas (daya tampung) *hopper* dihitung dengan menggunakan pendekatan mengingat biji melinjo yang berbentuk bulat lonjong akan membentuk rongga di antara butiran - butiran bijinya. Tumpukan biji melinjo tidak dapat dianggap sebagai benda padat. Oleh karena itu

massa jenis tumpukan biji melinjo harus dihitung ulang dengan alat bantu berupa wadah yang volumenya telah diketahui. Selanjutnya biji melinjo dimasukkan ke dalam wadah tersebut hingga penuh dan dikeluarkan kembali untuk ditimbang beratnya. Dengan cara ini, akan diketahui massa jenis tumpukan biji melinjo untuk kemudian dikonversikan dengan volume *hopper* yang telah dihitung sebelumnya.

Alat bantu yang berupa wadah kotak persegi memiliki ukuran 38 mm x 38mm x 45 mm dengan dimensi ini dapat dihitung volume wadah sebesar :

$$V_{alatbantu} = p \times l \times t$$

$$= 38 \text{ mm} \times 38\text{mm} \times 45\text{mm} = 64.980 \text{ mm}^3$$

Berat tumpukan biji melinjo yang dapat tertampung dalam wadah kotak persegi adalah 42 gram. Sedemikian hingga, kapasitas *hopper* dapat diperoleh sebesar :

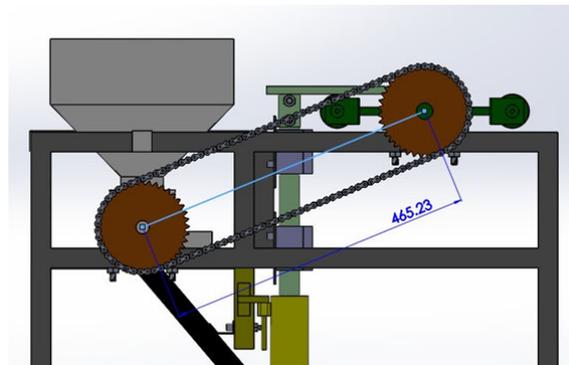
$$Kapasitas \text{ hopper} = V_{hoper} \times (42 \text{ gram} / V_{alat bantu})$$

$$= 9.614.461,47\text{mm}^3 \times (42\text{gram} / 64.980\text{mm}^3)$$

$$= 6214,34 \text{ gram} \approx 6,2 \text{ kg}$$

Perhitungan sprocket

Sprocket yang digunakan tidak untuk mereduksi putaran akan tetapi untuk meneruskan putaran dari engkol yang digerakkan oleh tenaga manusia. Rancangan system transmisi *sprocket* dan rantai serta jarak antara poros *sprocket* terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rancangan sistem transmisi rantai dan sproket

Perbandingan gear kecil dan besar adalah = 1 : 1

Jumlah gigi *sprocket* = $Z_1 = Z_2 = 40$

Jarak poros *sprocket* = 465,23mm

$$L_p = \frac{(Z_1 + Z_2)}{2} + \frac{2X^{465,23}}{C_p} + \frac{(Z_2 - Z_1)/6,28^2}{C_p}$$

$$L_p = \frac{(40 + 40)}{2} + \frac{2X^{465,23}}{12,70} + \frac{(Z_2 - Z_1)/6,28^2}{465,23/12,70}$$

$$L_p = 40 + 73,26 = 113,26 \approx 114 \text{ Mata rantai}$$

2.4. Pembuatan komponen dan perakitan alat penumbuk

Pembuatan alat penumbuk dilakukan dengan proses pemesinan. Proses pemesinan yang biasa dilakukan pada industri manufaktur adalah proses penyekrapan (*shaping*), proses penggurdlan (*drilling*), proses pembubutan (*turning*), proses freis (*milling*), proses gergaji (*sawing*), proses

broaching, dan proses gerinda (*grinding*) [6]. Proses bubut, freis dan sekerap adalah proses pemesinan konvensional yang memanfaatkan gaya potong pada pahat untuk melakukan pembuangan sebagian material [7]. Proses freis (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja dengan menggunakan alat potong (pahat) dengan mata potong jamak yang berputar [8]. Proses gurdi (*drilling*) merupakan proses pembuatan lubang dengan menggunakan mata bor (*twistdrill*) sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan atau memperbesar lubang yang biasa dilakukan dengan batang bor (*boringbor*) [9]. Proses gerinda (*grinding*) merupakan bagian dari proses finishing yang digunakan untuk menghilangkan bagian benda kerja yang tidak rata [10].

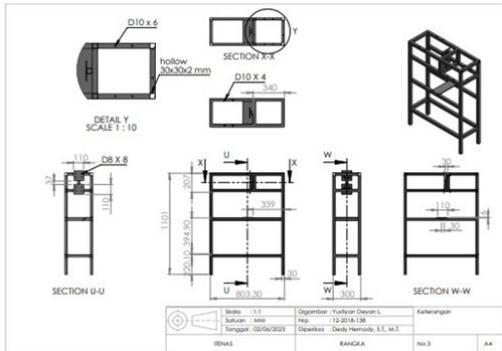
Pembuatan alat penumbuk dibagi menjadi 5 bagian utama yaitu yang meliputi ; (1) rangka, (2) armshaft, (3) penumbuk, (4) hopper, (5) pengumpan

(1). Rangka

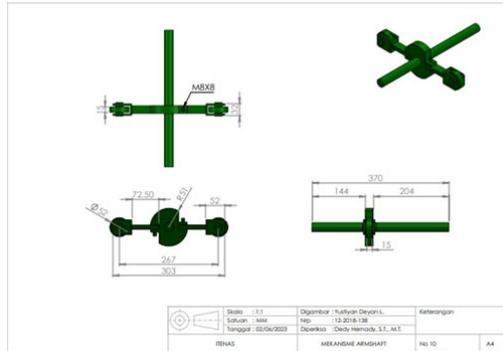
Rangka mesin penumbuk dibuat dengan melibatkan proses pemotongan dengan menggunakan gerinda tangan, dan proses penyambungan menggunakan mesin las SMAW. Material yang digunakan pada pembuatan rangka yaitu menggunakan baja *hollow*. Rancangan rangka terlihat pada gambar 9.

(2). Armshaft

Tahap pertama pada pembuatan armshaft yaitu proses pelubangan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin bubut. Proses pelubangan pada *armshaft* dilakukan untuk masuknya poros. Tahap kedua adalah yaitu proses pembuatan lengan *armshaft*. Pada proses ini digunakan mesin *freis* dengan diameter pahat 8 mm dan 12 mm. Selanjutnya proses pelubangan menggunakan bor tangan. Material yang digunakan untuk armshaft adalah baja S-37. *Armshaft* berfungsi sebagai mekanisme penumbuk. Rancangan *armshaft* terlihat pada gambar 10.



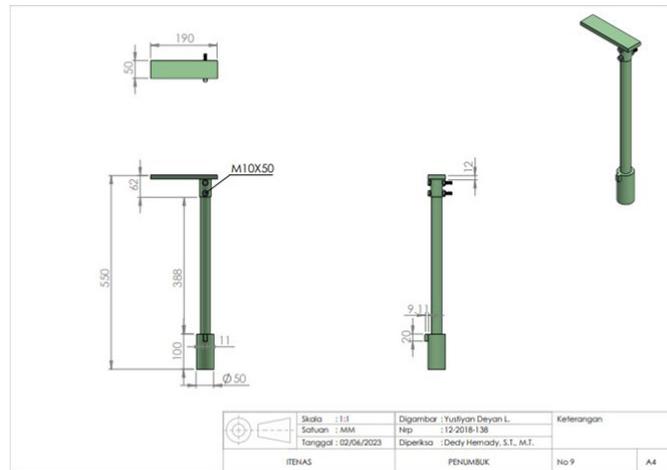
Gambar 9. Rancangan rangka mesin



Gambar 10. Rancangan Armshaft

(3). Penumbuk

Proses pembuatan penumbuk diawali dengan proses pemotongan yang dilakukan dengan menggunakan gerinda duduk. Proses pemotongan dilakukan pada besi plat dengan tebal 12 mm dan juga pipa. Kemudian dilanjutkan dengan proses pelubangan dengan menggunakan mesin gurdi. Proses pelubangan juga dilakukan pada pipa dan besi penumbuk. Tahap selanjutnya adalah pembuatan ulir yang dilakukan dengan menggunakan tap. Pembuatan ulir dilakukan untuk pengunci pada penumbuk. Selanjutnya adalah proses *freis* yang diterapkan pada selongsong yang terdapat pada penumbuk serta besi penumbuk. Tahap terakhir adalah penyambungan yang dilakukan dengan menggunakan mesin las SMAW. Proses penyambungan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu penyambungan besi plat dengan pipa dan penyambungan besi penumbuk dengan poros. Seluruh tahapan proses pembuatan penumbuk dilakukan berdasarkan rancangan seperti yang terlihat pada gambar 11.



Gambar 11 Rancangan penumbuk

(4). Hopper

Pembuatan hopper meliputi tahapan proses pengukuran menggunakan penggaris, pemotongan menggunakan gunting holo, pembentukan menggunakan palu serta proses penyambungan. Proses penyambungan dilakukan untuk menggabungkan hopper dengan besi siku dengan menggunakan mesin las SMAW. Material yang digunakan untuk pembuatan Hopper yaitu plat galfanis dengan ketebalan 0,6 mm. Rancangan hopper terlihat pada gambar 7.

(5). Pengumpan

Proses pembuatan pengumpan diawali dengan proses pemotongan menggunakan gerinda tangan. Proses pemotongan dilakukan pada plat dan pipa. Proses berikutnya adalah proses penyambungan antara plat dan pipa dengan menggunakan mesin las SMAW. Selanjutnya dilakukan proses pelubangan menggunakan mesin gurdi. Proses pelubangan ini dilakukan pada cover dan pengumpan untuk masuknya poros pada pengumpan serta pengunci antara cover dengan pengumpan.

(6). Perakitan

Proses perakitan adalah rangkaian proses penggabungan komponen – komponen secara bertahap dengan suatu urutan tertentu sampai menjadi produk akhir.

a) Proses perakitan armshaft

Poros dimasukkan pada *armshaft* yang dilanjutkan dengan pemasangan *pillow block* dan penguncian antara lengan dengan *armshaft*. Poros *armshaft* digunakan untuk meneruskan putaran dari penggerak, *Pillow block armshaft* berfungsi sebagai dudukan *bearing* sebagai tumpuan poros yang berputar, sedangkan lengan *armshaft* berfungsi sebagai alat pengangkat penumbuk. Rakitan *armshaft* terlihat pada gambar



Gambar 12. Rakitan armshaft



Gambar 13. Rakitan Penumbuk



Gambar 14. Hopper

- b) Proses perakitan penumbuk
 Besi penumbuk dimasukkan ke dalam selongsong dan *bearing* aksial serta pemasangan baut M8 sebagai pengunci antara besi penumbuk dengan lengan penumbuk. Selanjutnya dilakukan pemasangan meja penumbuk. Selongsong yang terdapat pada penumbuk berfungsi sebagai penghalang ketika melinjo turun ke dalam area penumbukan, sedangkan *bearing* aksial berfungsi untuk menahan poros yang terdapat pada penumbuk agar stabil pada saat penumbukan berlangsung. Rakitan penubuk terlihat pada gambar 13.
- c) Proses pemasangan hopper
 Hopper dipasang pada rangka dengan menggunkan baut dan mur. Hopper berfungsi sebagai penyimpan melinjo sebelum melinjo masuk ke dalam pengumpan dan dibawa ke dalam area penumbukan. Hopper yang telah terpasang pada rangka terlihat pada gambar 14
- d) Proses perakitan pengumpan
 Pengumpan digabungkan dengan cover dan dilanjutkan dengan pemasukan poros serta pemasangan *pillow block*. Poros pada pengumpan berfungsi menggerakkan pengumpan untuk membawa melinjo kedalam area penumbukan sedangkan *pillow block* berfungsi sebagai penerus putaran untuk menggerakkan pengumpan berputar. Pengumpan yang telah terpasang pada mesin terlihat pada gambar 15.



Gambar 15. Pengumpan



Gambar 16. Pemasangan penggerak

- e) Proses pemasangan penggerak
 Pemasangan penggerak meliputi pemasangan sprocket, rantai, dan engkol. Penggerak berfungsi untuk menggerakkan mekanisme *armshaft* dan pengumpan sehingga proses penumbukan terjadi. Tahapan proses perakitan dan pemasangan penggerak terlihat pada gambar 16.

2.5. Pengujian alat penumbuk

Pengujian terhadap alat penumbuk biji melinjo ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji

fungsional dan uji kinerja. Uji fungsional dilakukan untuk memastikan bahwa setiap bagian dari alat penumbuk ini dapat berfungsi dengan baik. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat penumbuk hingga dapat diketahui kapasitas produksinya.

3. Hasil Dan Pembahasan

Uji fungsional yang dilakukan memberikan hasil sebagai berikut :

- Armshaft
Pada pengujian yang dilakukan armshaft dapat bekerja dengan baik dimana ketika armshaft berputar bisa menaikkan penumbuk tanpa terjadi kegagalan.
- Penumbuk
Penumbuk bekerja dengan baik dimana penumbuk dapat mepipihkan melinjo dengan bantuan armshaft dan jatuh menggunakan gaya gravitasi.
- Hopper
Hopper bekerja sesuai yang diinginkan dimana fungsi hopper hanya penampung melinjo sebelum dibawa oleh pengumpan ke dalam area penumbukan.
- Pengumpan
Pada pengumpan belum sesuai yang diinginkan dimana pada saat membawa melinjo ke dalam area penumbukan pengumpan masih bergesekan dengan cover.

Proses pengujian kinerja dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

- biji melinjo yang dijadikan sebagai objek pengujian adalah sebanyak 26 butir dengan berat total 42 gram.
- Dengan kapasitas hopper sebanyak 6 kg maka jumlah biji melinjo yang dapat ditampung dalam hopper adalah sebanyak 3.744 butir
- 1 kali proses penumbukan membutuhkan waktu 8 detik.
- 1 kali penumbukan dilakukan terhadap 4 butir melinjo, sesuai dengan pengaturan pemasukan biji melinjo ke dalam pengumpan ke dalam area penumbukan.

Dengan kapasitas hopper sebanyak 3.744 butir melinjo dan setiap penumbukan dilakukan untuk 4 butir biji melinjo maka banyaknya penumbukan yang diperlukan untuk menghabiskan biji melinjo di dalam hopper adalah :

$$\text{Banyak penumbukan} = \frac{3.744 \text{ butir melinjo}}{4 \text{ butir melinjo}}$$

$$\text{Banyak penumbukan} = 936 \text{ penumbukan}$$

Jika setiap penumbukan memerlukan waktu 8 detik, maka waktu yang dibutuhkan untuk menumbuk sebanyak 936 kali adalah 936 penumbukan dikali dengan 8 detik, yaitu 7.488 detik. Jika dikonversikan ke dalam menit dan jam akan diperoleh waktu penumbukan selama 124,8 menit atau 2,08 jam

4. Kesimpulan

Hasil simulasi yang dilakukan pada struktur komponen alat penumbuk dikategorikan aman dan mampu menahan pembebanan tambahan jika diperlukan, dengan batasan pembebanan dibawah *safety factornya*. Dari hasil simulasi komponen alat penumbuk, tegangan maksimum yang paling besar terjadi pada mekanisme *armshaft* yaitu 8 Mpa dengan pembebanan sebesar 50N, menggunakan material St37 dengan *yield strength* 215 Mpa, *Safety factor* yang didapatkan adalah sebesar 22,3. Proses pembuatan alat penumbuk biji melinjo meliputi beberapa tahapan, yang diantaranya adalah proses pembubutan, proses pemotongan, proses pelubangan dan proses penyambungan. Hasil dari proses pembuatan alat penumbuk melinjo sudah sesuai rancangan. Mesin penumbuk biji melinjo mampu menghasilkan 6 kg dalam waktu 2,08 jam, atau dapat dikatakan bahwa kapasitas produksi mesin ini adalah 2,14 kg/jam.

5. Daftar Pustaka

- [1] E. Suryani and Zulkarnain, “*Inventarisasi Dan Karakterisasi Melinjo (Gnetumgnemon) Di Kota Solok Inventory And Characterization Of Melinjo(Gnetumgnemon)In Solokcity,*” *Menara Ilmu*, vol.15, no.2, pp. 29–36,2021.
- [2] F. Faujiyah and N. Sidik, “Perancangan Rangka Mesin Pencacah Cipuk (Aci Kerupuk),” *Tede*, vol.14, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [3] Ersan Wijayanto, “Analisa Kekuatan Rangka Mesin Press Batako Styrofoam Dan Press BotolPlastik,”2012.
- [4] G. Fauzi and Marsono, “Analisis Statik Chassis Mobil Listrik Jenis Ladder Frame BerbahanBaja Hollow Dengan Bantuan Software Solidworks,” *Semin. Nas. – XX, Rekayasa dan Apl.Tek.Mesin diInd.*, no. November, pp. 1–10,2021.
- [5] Fahd Riyal Pris, Budhi M Suyitno, and Amin Suhadi, “Analisis Kekuatan Velg AluminiumAlloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (Fea).,”*TeknobizJ. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 33–39, 2019, doi:10.35814/teknobiz.v9i2.558.
- [6] C. I. P. K. Kencanawati, “Proses Pemesinan,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, p. 41, 2017,[Online].
Available:https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/23e84dd9e6aca1e9f8561de93d7d938d.pdf
- [7] P. Rudy and F. A. Rauf, “Analisis Pengaruh Putaran Spindleterhadap Gaya Potong Pada MesinBubut,” *Tekno Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 6–11, 2015, [Online].
Available:<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/article/view/11669>
- [8] H. Yanuar, A. Syarief, A. Kusairi, J. A. Yani Km 36 Banjarbaru, and K. Selatan, “BerbagaiMedia Pendingin Pada Proses Frais Konvensional,” *J. Ilm. Tek. Mesin Unlam*, vol. 03, no. 1,pp. 27–33,2014.
- [9] Y.Hermawan,“Hasil ProsesDrilling,” *J.ROTOR*,vol.5,no.1,pp.18–25,2012.
- [10] B. Suroso and D. Prayogi, “Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan KedalamanPenggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan MesinBubut Bergerinda,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 24–33, 2019,doi:10.30596/rmme.v2i1.3066.