

Perancangan dan pembuatan alat penumbuk ketan kapasitas 40 kg/jam dengan menggunakan sistem pneumatik

Aldo Dwi Widyanto¹, Riki Effendi²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Staf Pengajar, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka putih II Tengah, No 27, Jakarta Pusat

Email korespondensi : riki.effendi@ftumj.ac.id

Abstrak

Di Indonesia sebagai negara agraris mempunyai banyak sumber bahan baku, salah satunya adalah beras ketan putih (*Oryza sativa L. var glutinosa*) yang terdapat cukup banyak. Beras ketan putih merupakan salah satu makanan yang disukai oleh masyarakat. Selain itu, banyak pengolahan makanan yang berbahan dasar ketan seperti Uli. Seiring dengan perkembangan, maka dari itu dirancang Mesin Penumbuk ketan dengan kapasitas 40 kg/jam dengan menggunakan sistem pneumatik. Metode yang digunakan dalam kajian ini, yaitu dengan mengumpulkan beberapa studi literatur dan analisa, kemudian melakukan perencanaan desain serta perhitungan, analisa (safety of factor) dengan menggunakan software SolidWorks dan menentukan serta memperhitungkan komponen-komponen yang digunakan dengan merealisasikan suatu konsep desain yang sudah dirancang, sehingga mempermudah melakukan pengujian eksperimen. Maka dari itu dirancang mesin penumbuk ketan dengan kapasitas 40 kg/jam untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengerjaan atau penumbukan. Silinder Pneumatik pada sistem ini digunakan untuk menggerakkan penumbuk. Dalam pembuatan alat dengan sistem pneumatik ini, digunakan kompresor dengan spesifikasi tekanan 793 kPa, power 1,5 KW. Jika dikerjakan secara manual membutuhkan waktu 1 jam untuk menumbuk ketan dengan kapasitas 0,002 Kg atau sekitar 2 liter. Dengan adanya pembuatan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi Uli.

Kata kunci: ketan, penumbuk, mesin penumbuk, pneumatik.

Abstract

In Indonesia as an agricultural country has many sources of raw materials, one of which is white glutinous rice (*Oryza sativa L. var glutinosa*) that there is quite a lot. White glutinous rice is one food which is liked by the community. In addition, many food processing is made from glutinous rice such as Uli. Along with the development, and therefore designed the Machine Pounder sticky rice with a capacity of 40Kg/h by using the pneumatic system. The method used in this thesis work, namely by collecting some literature studies, and the Analysis then planning of design and calculations, Analysis (safety of factor) by using the software SolidWorks and determine as well as take into account the components used to realize a design concept that has been designed so that it is easy to perform a testing experiment. It is designed the machine pounder sticky rice with a capacity of 40Kg/h to increase time efficiency in the process or pulverization. The Pneumatic cylinder in this system is used to drive the compactor. In the manufacture of the tool by pneumatic system is used the compressor with the specifications of the pressure 793 kPa, power of 1.5 KW. If did it manually takes 1 hour to pound sticky rice with a capacity of 0.002 kg, or about 2 liters. With the manufacture of this machine is expected to increase the production capacity of the Uli.

Keywords: sticky rice, mortar machine, mortar, pneumatic.

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai banyak sumber bahan baku, salah satunya adalah beras ketan putih [1-3] yang terdapat cukup banyak dinegara kita. Beras ketan merupakan tanaman yang berasal dari Asia yang kini sudah tersebar luas ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Di beberapa negara seperti Laos dan Thailand beras ketan digunakan sebagai makanan pokok, dikarenakan kandungan karbohidratnya yang tinggi [4,5]. Karbohidrat merupakan bahan baku yang menunjang dalam proses fermentasi, dimana prinsip dasar fermentasi adalah degradasi komponen pati oleh enzim [6].

Semakin cepat majunya teknologi yang digunakan maka semakin cepat laju produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri disamping mempengaruhi lebih cepat dan banyak hasil produksinya, juga produk yang dihasilkan lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas [7-9]. Oleh karena itu kualitas mesin produksi juga sangat diperlukan untuk mengontrol kualitas produksi yang dihasilkan. Dalam dunia industri seseorang juga dituntut untuk lebih aktif dan kreatif. Seseorang dituntut mampu memiliki kemampuan terhadap hasil produk untuk lebih dikembangkan lagi. Guna tercapainya kemajuan dan perkembangan dalam dunia industri itu sendiri. Untuk

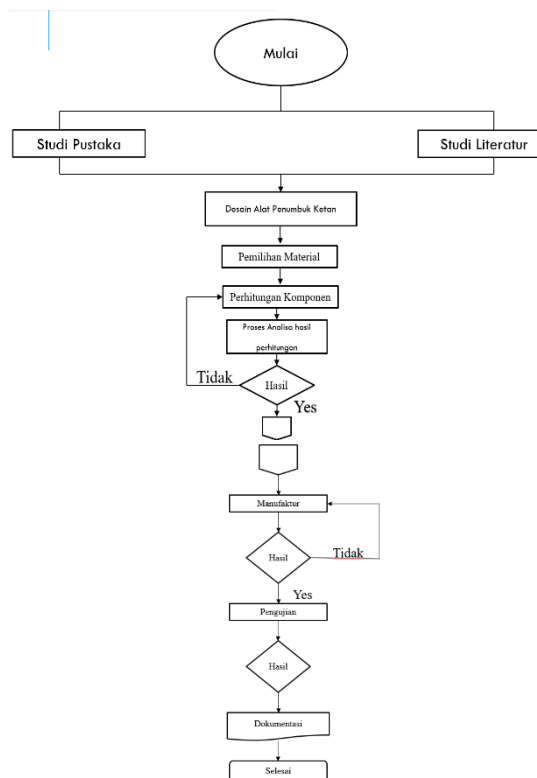
menghasilkan atau membuat alat atau mesin yang baru dirasa memang cukup sulit. Seseorang harus kreatif dan mampu mempunyai ide dan mental yang kuat menuangkan gagasannya tersebut.

Dari data yang didapat dari masyarakat sebelumnya, masyarakat mengolah ketan menjadi uli dengan cara manual dengan menggunakan tangan dan ditumbuk menggunakan kayu, cara kerja seperti ini yang menjadi masalah bagi masyarakat, karena dalam proses pengerjaan banyak memakai waktu dan uli yang dihasilkan juga tidak terlalu banyak, 1 jam penumbukan hanya menumbuk lebih kurang 6 kg ketan dan itu tergantung kemahiran yang menumbuk [10-12].

Mesin penumbuk ketan adalah sebuah mesin yang dapat digunakan untuk menumbuk ketan yang sudah diolah. Sebelum adanya mesin penumbuk ketan ini, penumbuk ketan dilakukan secara manual atau dalam kata lain dengan cara ditumbuk dengan menggunakan tangan, dan itu merupakan pekerjaan yang sangat melelahkan. Mesin penumbuk ketan ini merupakan mesin yang menggunakan pneumatik. Cara kerja pneumatik sama saja dengan hidrolis yang membedakannya hanyalah tenaga penggerakannya. Pneumatik menggunakan udara sebagai penggerakannya, sedangkan hidrolis menggunakan cairan oli sebagai tenaga penggerakannya. Cara kerja mesin penumbuk ketan untuk pneumatik tekanan 6-9 bar, karena dibawah 6 bar akan menurunkan daya mekanik dari *cylinder* kerja pneumatik, jika diatas 9 bar akan bahaya pada sistem perpipaan atau kompresor [13]. Untuk menghilangkan kandungan air pada udara harus melewati *air dryer* (pengering udara) dan dilanjutkan menuju katup udara (*shut up valve*), regulator, *solenoid valve* dan menuju *cylinder* kerja/piston. Gerakan piston ini tergantung dari solenoid, ketika *valve solenoid* mengalirkan udara bertekanan masuk ke inlet dari *cylinder* udara maka piston akan bergerak maju. Ketika *valve solenoid* menyalurkan udara bertekanan menuju ke *outlet* dari *cylinder* udara maka piston akan bergerak mundur. Dengan adanya mesin ini, pekerjaan penumbuk ketan jauh lebih efektif dan efisien dibandingkan secara manual, yaitu dengan menggunakan tangan [14,15].

2. Metode

Kajian ini dilakukan dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan mesin penumbuk ketan ini adalah dengan cara mengetahui kapasitas hasil dari penumbukan yang dimiliki oleh sistem pneumatik tersebut.

Studi literatur digunakan sebagai pengetahuan tambahan alat yang ingin dibuat dan sebagai referensi atau acuan dalam kajian yang dilakukan oleh orang lain.

Dalam merancang suatu alat diperlukan konsep rancangan dalam desain yang mana nantinya sebagai desain tersebut akan direalisasikan atau di aktualisasikan pada saat pengoperasian.

Pada pemilihan material ini adalah mempersiapkan alat dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan serta keperluan pembuatan alat agar selama proses pembuatan tidak terjadi kesalahan material.

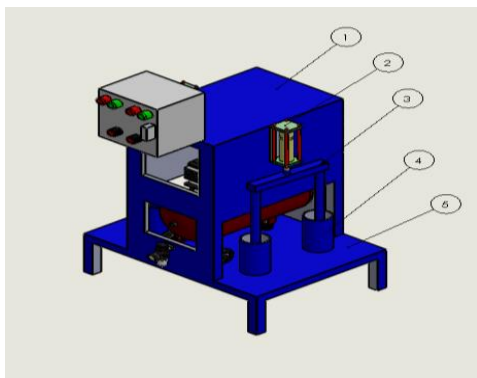
Perhitungan yang dimaksud adalah menemukan perhitungan sistem pneumatik pada mesin penumbuk ketan, sehingga dapat meneruskan daya dengan efektif, efisien dan bahkan optimal. Setelah semuanya sudah direncanakan, maka tahap selanjutnya dilakukan proses pembuatan dari alat tersebut.

Mekanisme pengujian adalah pengujian yang akan dilakukan. pengujian alat tersebut dioperasikan untuk mengetahui apakah alat tersebut sudah berjalan

dengan maksimal dan berfungsi dengan baik atau belum.

Analisa dan perhitungan kemudian dilakukan terhadap hasil pengoperasian alat secara manual. Kemudian, laporan yang telah disusun dan didiskusikan oleh dosen pembimbing yang bersangkutan.

Setelah pembuatan desain pada perancangan dan pembuatan alat penumbuk ketan kapasitas 40 kg/jam menggunakan sistem pneumatik dalam bentuk 3D dengan bantuan *software Solidworks*. Desain ini dibuat berdasarkan pengolahan data dan prinsip kerja yang diinginkan oleh pengguna, sehingga dapat mendukung proses penumbuk ketan. Gambar 2 berikut ini terdapat rangkaian yang tentunya sesuai dengan bentuk dan ukuran di dalam desain tersebut.



Gambar 2. Gambar Alat penumbuk ketan.

Keterangan:

1. Kerangka
2. Pneumatik
3. Penumbuk
4. Tabung
5. Plat

Desain merupakan alat penumbuk ketan dengan sistem pneumatik. Digerakkan dengan kompresor dengan kekuatan 1 HP / 0,75 kW dengan kecepatan 3000 rpm. Kapasitas pada desain ini 40 kg yang siap ditumbuk. Pengecekan halus atau belum ketan dan pencampuran dengan bahan tambahan masih dilakukan secara manual.

Perhitungan Kerangka Alat Penumbuk Ketan

Dalam perencanaan konstruksi (rangka) perlu adanya perhitungan analisa beban yang akan digunakan untuk konstruksi alat yang akan dibuat sehingga dapat mengetahui kelayakan konstruksi rangka yang akan digunakan. Jenis besi yang digunakan dalam pembuatan rangka yaitu besi *hollow* 4 x 4 cm. Berdasarkan hasil asumsi berat pada alat penumbuk, yang dibutuhkan untuk menguji kekuatan rangka dari desain untuk mengetahui seberapa besar rangka mampu menerima beban, maka dari itu diambil data yang mendekati data aslinya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat Keseluruhan pada Alat Penumbuk.

No	Nama	Jumlah	Berat (Kg)	Berat Total (Kg)
1	Pneumatik	2	32	64
2	Kompresor	1	24	24
3	Penumbuk	2	12	24
4	Rangka Utama	1	90	90
Total Berat				202

Dari tabel di atas diperoleh berat keseluruhan komponen sebesar 202 kg, dengan hasil data tersebut dapat dilakukan perbandingan antara rangka alat dengan beban yang ditumpu yakni bila diketahui beban total komponen adalah 202 kg dan beban rangka utama adalah 90 kg. Rangka Beban Utama : Beban terhadap Rangka adalah 90 : 202 atau 1 : 2,24. Dapat diambil kesimpulan bahwa rangka mampu mengangkat 2,24 kali lipat dari rangka itu sendiri.

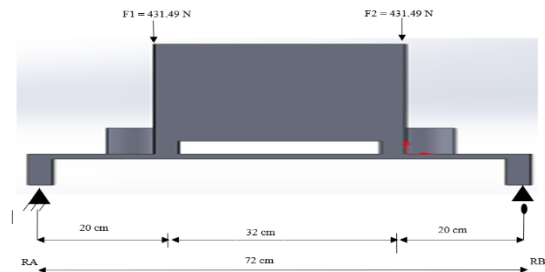
Perhitungan Beban

Untuk mengetahui kekuatan desain kerangka pada alat penumbuk maka diperlukan data untuk menguji rangka tersebut agar dapat dianalisa kembali apakah rangka kuat menerima beban tersebut. Sebelum menganalisa hasil rancangan kerangka alat penumbuk, perlu kita ketahui data-data berat komponen yang akan ditumpu oleh rangka, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat Komponen pada Alat Penumbuk

No	Nama	Jumlah	Berat (Kg)	Berat Total (Kg)
1	Pneumatik	2	32	64
2	Kompresor	1	24	24
3	Penumbuk	2	12	24
4	Rangka Utama	1	90	90
Total Berat				202

Untuk pembebanan yang diterima rangka adalah 202 kg, dengan itu berat yang diterima rangka dibagi 2 titik, yaitu pembebanan bagian depan (F1) dan pembagian bagian B. Beban tumpuan ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Beban tumpuan.

Keterangan:

A dan B adalah titik tumpu beban mesin.

Beban pada $F1$ mencakup pneumatic sebesar 32 kg, penumbuk sebesar 12 kg.

Jadi Beban yang diasumsikan pada $F1$ adalah 44 kg atau 431,47 N

Beban pada $F2$ mencakup

- a. Pneumatik : 32 Kg
- b. Penumbuk : 12 Kg

Jadi Beban yang diasumsikan pada $F2$ adalah 44 kg atau 431,47 N

Maka untuk mencari nilai RA dan RB

$$\sum Fy = 0$$

$$RA - F1 - F2 + RB = 0 \quad (1)$$

$$RA + RB = F1 + F2$$

$$RA + RB = 431,47 + 431,47 \text{ N}$$

$$RA + RB = 862,98 \text{ N}$$

$$\sum MA = 0$$

$$- F1 (a) + RB (a+b+c) - F2 (a+b) = 0 \quad (2)$$

$$- 431,49 \text{ N} (0,2 \text{ m}) + RB (0,72 \text{ m}) - 431,49 \text{ N} (0,52 \text{ m}) = 0$$

$$-86,29 \text{ Nm} + 0,72 \text{ m} \cdot RB - 224,37 \text{ Nm} = 0$$

$$RB = (86,29 \text{ Nm} + 224,37 \text{ Nm}) / (0,72 \text{ m})$$

$$RB = 431,47 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$RA (a+b+c) - F1 (b+c) - F2 (c) = 0 \quad (3)$$

$$RA (0,72 \text{ m}) - 431,49 \text{ N} (0,52 \text{ m}) - 431,49 \text{ N} (0,2 \text{ m}) = 0$$

$$0,72 \text{ m} \cdot RA - 224,37 \text{ Nm} - 86,29 \text{ Nm} = 0$$

$$RA = (224,37 \text{ Nm} + 86,29 \text{ Nm}) / (0,72 \text{ m})$$

$$RA = 431,47 \text{ N}$$

Maka Nilai $RA + RB = 862,94 \text{ N}$

$$431,47 \text{ N} + 431,47 \text{ N} = 862,94 \text{ N}$$

$$862,984 \text{ N} = 862,94 \text{ N} \text{ (sama)}$$

Mencari Nilai Momen Pada titik C dan D

$$\sum MC = RA \times a \quad (4)$$

$$= 431,47 \text{ N} \times 200 \text{ mm}$$

$$= 86294 \text{ Nmm}$$

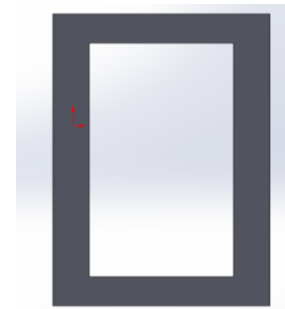
$$\sum MD = RA (a + b) - F1 (a) \quad (5)$$

$$= 431,47 \text{ N} (520 \text{ mm}) - 431,47 \text{ N} (200 \text{ mm})$$

$$= 138501,87 \text{ Nmm}$$

Tegangan Pada Rangka

Rangka yang dipakai berupa besi hollow kotak dengan dimensi 40mm x 40 mm x 2mm seperti pada Gambar 4



Gambar 4. Inersia besi hollow kotak.

Momen Inersia (I)

$$I = 1/12 \cdot (BH^3 - bh^3) = 1/12 \cdot (40 \cdot 40^3 - 38 \cdot 38^3)$$

$$= 1/12 (474864)$$

$$= 39572$$

Jarak titik berat

$$y = b/2$$

$$= 40/2$$

$$= 20 \text{ mm}$$

Tabel 3. Tegangan luluh hollow steel.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	210000	N/mm ²
Poissons Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	79000	N/mm ²
Density	7700	kg/m ³
Tensile Strength	723.83	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield Strength	620.42	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.3e-005	/K
Thermal Conductivity	50	W/(m·K)
Specific Heat	460	J/(kg·K)
Material Dampning Ratio		N/A

$$\text{Momen maksimum } (M_{\max}) = 138501,87 \text{ Nmm}$$

$$\text{Tegangan Tarik maksimum beban } (\sigma_{\max \text{ bahan}}) = 723,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan tarik pada rangka } (\sigma_{\max \text{ bahan}}) = \frac{M_{\max} \cdot Y}{I}$$

$$\text{Safety Factor} = \frac{\sigma_{\text{yield bahan}}}{\sigma_{\text{tarik rangka}}}$$

$$= \frac{620,42 \text{ N/mm}^2}{69,9 \text{ N/mm}^2}$$

$$= 8,89$$

Karena $\sigma_{\text{tarik}} \text{ rangka} < \sigma_{\max \text{ bahan}}$ maka pemilihan rangka dengan bahan hollow steel aman untuk menahan beban.

Perhitungan Sistem Pneumatik

Dalam merencanakan sebuah Alat penumbuk dengan menggunakan sistem pneumatik, maka diperlukan perhitungan dalam proses perancangan. Tujuan dari perhitungan ini yaitu untuk mengetahui tekanan kompressor, gaya tekan, dan konsumsi udara yang

diperlukan. Maka perhitungan pneumatik ini dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Stroke (1)} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Tekanan Udara} = 6 \text{ bar}$$

$$\text{Power Supply} = 24 \text{ v}$$

$$\text{Diameter Silinder batang (d)} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tabung silinder (D)} = 0,080 \text{ m}$$

$$\text{Silinder (L)} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Berat Penumbuk} = 12 \text{ Kg}$$

Penyelesaian Pengukuran

Gaya Tekan (F) Menggunakan Persamaan (6)

$$F = m \cdot g \quad (6)$$

$$F = 12 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 117,6 \text{ N}$$

Dengan melihat hasil percobaan diatas, maka yang diambil dalam perancangan alat dengan gaya menumbuk sebesar (F) = 117,6 N

Menentukan Diameter Silinder

Untuk mengetahui perencanaan diameter silinder pneumatik yang akan digunakan dengan Persamaan (7)

$$D^2 = \frac{F+R}{P \times 7,86} \quad (7)$$

$$\text{Dimana : } F = 1,98 \text{ N}$$

$$R = \text{Gesekan} \sim \pm 5\% \cdot F$$

$$= 5\% \cdot 1,98 \text{ N}$$

$$= 0,099 \text{ N}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 600000 \text{ N/m}^2$$

Maka :

$$D^2 = \frac{1,98 + 0,099 \text{ N}}{600000 \text{ N/m}^2 \times 7,86}$$

$$= 0,0004408 \text{ N/m}^2$$

$$D = \sqrt{0,0004408}$$

$$= 0,0066 \text{ m}$$

$$= 6,6 \text{ mm}$$

Sehingga diameter silinder piston yang ditentukan ialah 25 mm dengan diameter silinder 80 mm.

Gaya Piston berdasarkan luas penampang

Gaya piston berdasarkan luas penampang mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan Persamaan (8) dan Persamaan (9).

$$\text{Dimana : Diameter Silinder (D}^2\text{)} = 0,080 \text{ m}$$

$$\text{Diameter piston silinder (d}^2\text{)} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Tekanan compressor (P)} = 6 \text{ bar} = 600000 \text{ N/m}^2$$

Maka :

$$F = \frac{(\pi \cdot D^2)}{4} \times P \quad (8)$$

$$F = \frac{(3,14 \times 0,080^2 \text{ m})}{4} \times 600000 \text{ N/m}^2$$

$$F = 3014,4 \text{ N}$$

Gaya Piston saat mundur

$$F = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \times P \quad (9)$$

$$F = \frac{3,14 (0,080^2 - 0,025^2)}{4} \times 600000 \text{ N/m}^2$$

$$F = 2720,02 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui gaya piston berdasarkan luas penampang ialah 3014,4 N pada langkah maju dan 2720,02 N pada langkah mundur.

Debit Kompresor

Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus diartikan kedalam silinder pneumatik, dapat dihitung dengan Persamaan (10)

$$Q_s = \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) (ds)^2 \right] (v) \quad (10)$$

Dimana v = kecepatan piston 100mm/min 2 gerakan maju mundur = 1.6 mm/det (100/60)

Maka :

$$Q_s : \left[\frac{3,14}{4} \times 80 \text{ mm} \right]^2 \times (1,6 \text{ mm/det})$$

$$Q_s : 6310,14 \text{ mm}^3/\text{det}$$

$$Q_s : 0,378 \text{ L/min}$$

Dari perhitungan diatas dapat debit kompresor yang digunakan sebesar 0,378 L/min.

Perhitungan kapasitas waktu pergerakan

Untuk mengetahui kapasitas dari alat ini, terlebih dahulu harus tahu waktu untuk 1x pergerakan, dengan persamaan sebagai berikut.

Waktu langkah maju dapat dihitung dengan Persamaan (11)

$$t_1 = \frac{(A \times h)}{(Q_u \times 1000)} \quad (11)$$

Dimana :

$$A = \text{luas penampang silinder pneumatik} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$h = \text{Panjang langkah} = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}$$

$$Q_u = \text{Debit udara} = 0,378 \text{ L/min}$$

$$A = (\pi/4) (80)^2$$

$$A = 314 \text{ mm}^2 = 3,14 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$t_1 = \frac{(3,14 \text{ cm}^2 \times 25 \text{ cm}^2)}{(0,378 \text{ L/min} \times 1000)}$$

= 16,3 menit

= 978 detik

Waktu langkah mundur dapat dihitung dengan Persamaan (12).

$$t_2 = \frac{(A_1 - A_2) \times h}{(Q_u \times 1000)} \quad (12)$$

Dimana :

= didapat dari 1 kali langkah gerak maju mundur.

$$A_2 = (\pi/4 (1))^2$$

$$A_2 = 0,785 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$t_2 = \frac{(3,14 \text{ cm}^2 - 0,785 \text{ cm}^2) \times 25 \text{ cm}}{(0,378 \text{ L/min} \times 1000)}$$

$$t_2 = 0,155 \text{ menit}$$

$$t_2 = 9,3 \text{ detik}$$

Waktu untuk 1x gerakan dapat dihitung dengan Persamaan (13).

$$T = t_1 + t_2 \quad (13)$$

$$= 978 \text{ detik} + 9,3 \text{ detik}$$

$$= 987,3 \text{ detik} = 16,455 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui waktu pergerakan silinder pada langkah maju ialah 978 detik, pada langkah mundur 9,3 detik dan untuk 1x gerakan ialah 0,09 menit

Konsumsi Udara Tiap Langkah Piston

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah dan dapat dihitung sebagai berikut :

Konsumsi udara saat piston maju dapat dihitung dengan Persamaan 14.

$$V_1 = p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times d^2 \times h \quad (14)$$

Dimana :

V_1 = Volume langkah maju

d^2 = Diameter silinder (0,080 m)

h = silinder aktuator (0,080 m)

Maka :

$$V_1 = 6 \text{ bar} \times (3,14 / 4) \times 0,080^2 \text{ m} \times 0,080 \text{ m}$$

$$V_1 = 6 \text{ bar} \times (0,785) \times 0,080^2 \text{ m} \times 0,080 \text{ m}$$

$$V_1 = 0,0241 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 24,1 \text{ Liter}$$

Konsumsi udara saat piston mundur dapat dihitung dengan Persamaan (15).

$$V_2 = p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (ds^2 - dp^2) \times h \quad (15)$$

Dimana:

V_2 = Volume langkah mundur

ds^2 = diameter silindir kompresor (80 mm= 0,080 m)

h = silinder aktuator (250 mm = 0,0250)

p = tekanan bar (6 bar)

dp = diameter piston aktuator (25 mm = 0,025)

Maka :

$$V_2 = 6 \text{ bar} \times (3,14/4) \times (0,080^2 - 0,025^2 \text{ m}) \times 0,0250 \text{ m}$$

$$V_2 = 6 \text{ bar} \times (0,785) \times (0,080^2 - 0,025^2 \text{ m}) \times 0,0250 \text{ m}$$

$$V_2 = 0,0068 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 6,8 \text{ liter}$$

Konsumsi Udara total dapat dihitung dengan Persamaan (16)

$$Q = V_1 + V_2 \quad (16)$$

$$Q = 24,1 \text{ liter} + 6,8 \text{ liter}$$

$$Q = 30,9 \text{ liter}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui konsumsi udara pada silinder pada langkah maju ialah 24,1 liter, pada langkah mundur 6,8 liter dan untuk konsumsi udara total ialah 30,9 liter.

Daya Kompresor

Daya compressor dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (17).

Dimana :

N_s = Daya Kompresor (HP)

Q_s = Debit Kompresor (L/min)

η = efisiensi = 0,8

Sehingga :

$$N_s = (Q_s) (\eta_{tot}) \quad (17)$$

$$N_s = (0,378 \text{ L/min}) \times (0,8)$$

$$N_s = 0,3024 \text{ kw}$$

$$N_s = 0,4055 \text{ Hp}$$

Disini dapat disimpulkan compressor yang dapat disimpulkan Kompresor yang digunakan adalah ¾ Kw (3 HP)

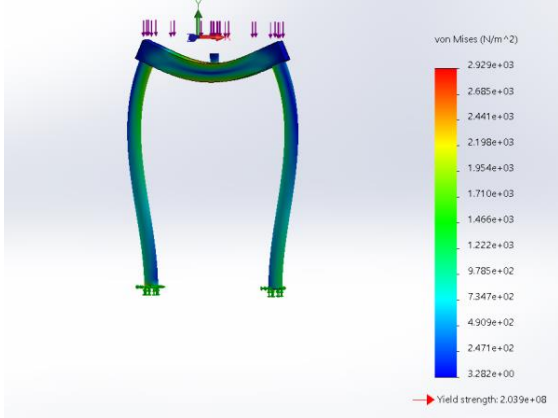
Analisa Kekuatan Menggunakan Software SolidWork

Analisa kekuatan ini adalah salah satu cara untuk mengetahui kekuatan kerangka pada alat agar kelak alat tersebut aman untuk digunakan agar proses kerja alat tersebut tidak mengalami kendala yang mengakibatkan alat tersebut tidak bisa dioperasikan pad pengujian analisa ini langkah awal adalah

menganalisa frame base yang kelak menjadi titik tumpu dari alat tersebut.

Analisa pada Penumbuk

Langkah utama analisa pada penumbuk ini untuk mengetahui kekuatan pada penumbuk terhadap beban, agar aman dan kuat saat digunakan. Pembebanan pada kerangka ditunjukkan pada anak panah yang berwarna merah muda pada Gambar 5.



Gambar 5. Analisa pada penumbuk.

Pengujian pada penumbuk dengan menggunakan besi *Hollow* dan pipa ini disimulasikan dengan menggunakan *Solidwork* seperti gambar diatas. Berdasarkan analisa tegangan maksimum pada software 171 N/mm² dan tegangan luluh pada material Galvanized Steel sebesar 203 N/mm². Dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan tentang factor kemanan atau *safety factor* dari alat tersebut yaitu dengan Persamaan (18)

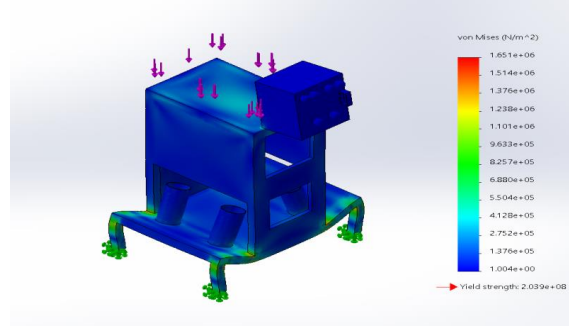
$$\eta = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{Von\ mises}} \quad (18)$$

$$\eta = \frac{203 \frac{N}{mm^2}}{171 \frac{N}{mm^2}} = 1,18$$

Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa penumbuk tersebut dalam kategori aman dikarenakan hasil tersebut lebih dari 1, dalam perhitungan safety of factor jika angka menunjukan 1 atau kurang dari 1 maka material sudah mengalami deformasi atau patah.

Analisa Pada Kerangka

Analisa pada kerangka ini adalah bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan keamanan dari kerangka alat. Dimulai dengan pemberian beban yaitu memberikan beban force sebesar 862,94 N seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Analisa pada Kerangka.

Berdasarkan analisa tegangan maksimum pada software 165 N/mm² dan tegangan luluh pada material Galvanized Steel sebesar 203 N/mm². Dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan tentang factor kemanan atau *safety factor* dari alat tersebut yaitu dengan (18)

$$\eta = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{Von\ mises}}$$

$$\eta = \frac{203 \frac{N}{mm^2}}{165 \frac{N}{mm^2}} = 1,23$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai factor of safety lebih besar daro 1 maka dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan kuat untuk menahan beban saat digunakan.

Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pada mesin penumbuk ketan dengan pengujian dan dimana wadah yang digunakan berdiameter 50 cm (500 mm). pada pengujian ini hanya memakai 1 pneumatik atau 2 penumbuk saja, dimana mesin penumbuk ini memiliki 2 pneumatik dan 4 penumbuk dibagian kanan dan kiri. Seperti pada Gambar 7 bagian sisi dari mesin penumbuk.



Gambar 7. Bagian sisi dari pneumatik atau penumbuk.

Didalam penumbukan diberi daya tumbuk sebanyak 25 kali tumbukan dalam satu menit. Dapat dilihat pada Tabel 4. hasil uji coba dengan kapasitas 10Kg.

Tabel 4. Hasil uji coba dengan kapasitas 10 Kg.

No		Sebelum	Sesudah	Keterangan
1	Uji coba dengan ketan yang sudah direbus sebanyak 10Kg			Pada Percobaan ini dibutuhkan waktu 15 menit dengan kapasitas 10 Kg untuk menghasilkan tumbukan ketan menjadi halus.

Pada hasil percobaan diatas proses penumbukan ketan mendapatkan hasil dengan kapasitas 10 Kg membutuhkan waktu 15 menit. Jika dikalkulasikan perjam, maka penumbukan yang dihasilkan dalam waktu perjam adalah 40Kg/jam.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian pada alat penumbuk ketan, maka dapat kesimpulan bahwa:

1. Didapatkan desain yang simple dan mudah dipindahkan untuk saat pengerjaannya dan kegunaannya dan alat ini juga tepat untuk fungsi sebagai penumbuk ketan.
2. Spesifikasi mesin penumbuk ketan sebagai berikut:
 - a. Kompresor menggunakan tekanan 1Hp.
 - b. Tombol penggerakan menggunakan push button.
 - c. Kabel yang digunakan dengan tembaga 3 NYM.
 - d. Frame menggunakan besi hollow ukuran 4 cm x 4 cm.
 - e. Wadah menggunakan baskom.
3. Hasil perhitungan pneumatic pada alat penumbuk ketan ini ialah compressor pneumatik berkekuatan 1Hp dan ukuran diameter pada silinder 80 mm dan batang piston 20mm, dengan kecepatan total gerak piston detik, serta tekanan yang diperlukan ialah 6 bar.
4. Didapatkan hasil perhitungan rangka, sistem pneumatic dan Analisa pada rangka (safety of factor).

5. Dalam uji percobaan mesin penumbuk ketan menghasil 10 Kg dalam waktu 15 menit. Jika dikalkulasikan, maka satu jam menghasilkan 40Kg/jam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari bahwa kajian ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata penulis mengucapkan selamat membaca dan semoga kajian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan menjadi suatu hal yang bernilai ibadah diisi Allah SWT, Aamiin. Billahi fii Sabilillah, Fastabiqul Khairat. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Daftar Pustaka

- [1] Sularso. Pompa Dan Kompresor . 2000. Jakarta : Pradnya Paramita. 2000.
- [2] Akhmad, A. A. Jurnal rekayasa sriwijaya.Perancangan Simulasi Sistem Penggerak Dengan Pengontrol Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis. 2009 ; 10 :22-30.
- [3] Anwar et.al, Jurnal MENARA Ilmu. Analisa Pengaruh Diameter Puli Terhadap Kapasitas Produksi Pada Mesin Penumbuk Emping Jengkol. 2016, Vol. XII Jilid I No. 79 Januari 2018.
- [4] Amirudin et.al. Jurnal CRANKSHAFT. Perancangan Dan Simulasi Rangka Welding Holder Untuk Pengelasan Pipa Pada Las GMAW. 2019; ISSN : 2623-0755.
- [5] Ariwibowo,. Mesin Penumbuk Kopi Dengan Kapasitas 30Kg/jam. 2013
- [6] Irwanto, Jurnal PASTI. Rancang Bangun Mesin Penumbuk Sagu Ubi Kapasitas 2Kg/15 Menit Pada Proses Pembuatan Adonan Beras Aruk Menggunakan Metode Verien Deutche Ingenieur 2222. 2013; 276-286.
- [7] Ihsan et.al, Jurnal Teknik Mesin UNISKA. Analisa gaya Torsi dan Hasil Tumbukan Pada Rancang Bangun Mesin Penumbuk Cangkang Kalambuai. 2016; ISSN 2502-4922.
- [8] Kurniawan et.al, Jurnal Teknik Mesin. Pembuatan dan pengujian Mesin Penumbuk Daging Suir Kapasitas 1Kg/jam. 2018;ISSN Media Elektronik:2665-5670.
- [9] Rachman, M. A. A . Jurnal rekayasa mesin. Rancang Bangun Mesin Cup Sealer Semi Otomatis. 2014; 01: 29-33.
- [10] Tatibuka, S.M. Hatuwe, A.N. Jurnal Teknologi. Perencanaan Instalasi Kontrol Pneumatik Menggunakan Metode Cascade Pada Alat Pelumatan Tanah Liat Sebagai Bahan Dasar Batu Bata Merah.2012 ; 09: 969-977.
- [11] Martino., 2014, Analisa Dan Perhitungan Pneumatik Sistem Pada Penggunaan Miniatur Furniture Multifungsi , [online],

- (<https://adoc.tips/analisa-dan-perhitungan-pneumatik-sistem-pada-penggunaan-min.html>, diakses pada tanggal 23 juni 2019).
- [12] Suriani, Jurnal Uin-Alauddin . Analisis Proksimat Pada Beras Ketan Varietas Putih (*Oryza sativa glunosa*). <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/al-kimia/article/view/1663>
- [13] Subhan, M. Atmoko, A., 2016, Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Pergerakan Tote Iraditator Gamma Multiguna Batan, [pdf],(<http://jurnal.batan.go.id/index.php/jpn/article/download/3383/2992>, diakses pada tanggal 21 juni 2019).
- [14] Sudaryono., 2013, Pneumatik Dan Hidrolik Untuk SMK/MAK Kelas XI Semester 1 .[e-book], (<http://repositori.kemdikbud.go.id/10546/> ,diakses pada tanggal 22 juni 2019).
- [15] Nasution., 2018, Perancangan dan pembuatan alat pengupas kulit kopi basah dengan kapasitas 120KG/Jam