Perancangan Mesin Pengiris Tempe Otomatis dengan Kapasitas 60 Kg/Jam

Mochammad Arvin Syarifuddin, Muhammad Andre Lesmana
Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Sukabumi
JL. Babakan Sirna No. 25 Benteng, Kec. Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132, Indonesia
muhammadandrelesmana013@gmail.com

Abstrak

Tempe adalah salah satu makanan tradisional yang berasal dari negara Indonesia, tempe terbuat dari kacang kedelai yang telah mengalami fermentasi. Tempe memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi, terutama pada kandungan proteinnya. Terdapat banyak olahan tempe salah satunya keripik tempe, namun ada salah satu proses yang penting dalam pembuatan keripik tempe yaitu proses pengirisan yang dimana pelaku usaha keripik tempe ini masih menggunakan metode manual yaitu dengan menggunakan pisau dapur sehingga persediaan keripik tempe ini sangatlah terbatas. Oleh karena itu, diperlukan alat pengiris tempe untuk mempercepat waktu produksi irisan tempe dan memenuhi permintaan pasar. Perancangan Mesin Pengiris Tempe Otomatis Dengan Kapasitas 60 Kg/Jam ini dirancang untuk menghasilkan konsep Mesin Pengiris Tempe Otomatis yang lebih efisien, Menghasilkan benda kerja detail dengan drawing, Menghasilkan benda 3D sesuai visualisasi alat yang dirancang, Menghasilkan perhitungan dengan pendekatan empiris yang menentukan ukuran kapasitas 60 Kg/Jam seluruh komponen serta menghasilkan RAB. Dengan menggunakan metode VDI (Verein Deutsche Ingenieuer) 2222 agar menghasilkan perancangan mesin yang tepat. Prinsip kerja mesin pengiris keripik tempe otomatis adalah dengan bekerja ketika motor listrik dihidupkan, maka motor akan berputar kemudian putaran motor ditransmisikan kepulley, lalu merubah putaran daya mesin dengan dimmer. Setelah poros berputar maka piringan tempat pisau akan berputar dan tempe siap diiris dan hasil irisan tempe akan keluar melalui corong keluaran. Mesin Pengiris Tempe Otomatis ini menggunakan Motor Listrik 0,75 Hp 1400 Rpm, Poros menggunakan Mild Steel dengan diameter 17 mm, Pasak menggunakan Mild Steel dengan ukuran 6×6×14 mm, Bearing menggunakan Pillow Block 203, Pulley menggunakan aluminium dengan diameter 1=150 mm dan diameter 2=75 mm, Belt menggunakan type A52, Pegas menggunakan bahan baja carbon dengan panjang 400 mm, dan Rangka menggunakan besi siku 4×4×3 mm.

Kata kunci: keripik, tempe, pengiris, VDI

I. PENDAHULUAN

Tempe adalah salah satu makanan tradisional yang berasal dari negara Indonesia, tempe terbuat dari kacang kedelai yang telah mengalami fermentasi. Tempe mempunyai rasa yang sangat enak dan disukai oleh banyak golongan masyarakat di Indonesia. Selain itu, tempe juga memiliki harga yang sangat murah sehingga mudah dijangkau oleh masyarakat ekonomi rendah. Tempe merupakan olahan dari kedelai yang paling banyak digemari dan dikonsumsi oleh masyrakaat indonesia, jumlahnya kisaran di angka 6,45 kg per orang per tahun.

Tempe memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi, terutama pada kandungan proteinnya. Protein dalam tempe sama dengan protein dalam daging. Dalam 100 gram (0,1 kg) tempe memiliki protein sebesar 18,3 gram yang sebanding dengan 100 gram (0,1 kg) daging ayam yaitu sebesar 18,2 gram. Tempe juga mempunyai kandungan asam amino esensial yang hampir lengkap, antara lain isoleusin, leusin, lisin, metionin, dan fenilalanin. Asam amino esensial ialah asam amino yang tidak bisa disintesis oleh tubuh. Agar sintesis protein didalam tubuh dapat berjalan maksimal (contohnya untuk menjamin pertumbuhan pada usia anak-anak) atau mempertahankan keseimbangan nitrogen dalam tubuh pada orang dewasa, asam amino esensial harus ada di dalam makanan yang di konsumsi.

Permasalahan yang dihadapi para pelaku usaha keripik tempe yaitu pada proses pengirisan, karena pada proses pengirisan masih dilakukan dengan

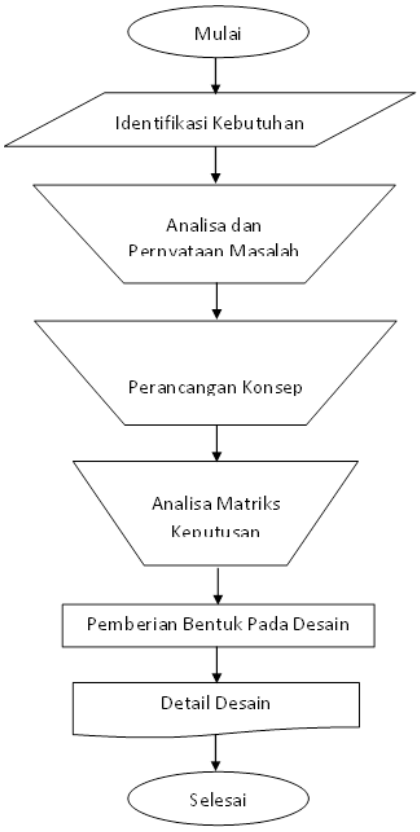
cara manual yaitu dengan menggunakan pisau dapur atau pisau khusus sebagai alat pengirisnya. Pengirisan dengan cara manual kurang efisien karena membutuhkan tenaga kerja yang banyak, membutuhkan waktu yang lama serta ukuran hasil pengirisan yang tidak sama.

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh para pelaku usaha keripik tempe, maka dirancang mesin pengiris tempe otomatis yang menggunakan metode pengirisan yang tepat. Prinsip kerja mesin pengiris keripik tempe otomatis adalah dengan bekerja ketika motor listrik dihidupkan, maka motor akan berputar kemudian putaran motor ditransmisikan ke pulley, lalu merubah putaran mesin dengan reducer/gearbox. Setelah poros berputar maka piringan tempat pisau akan berputar dan tempe siap diiris dan hasil irisan tempe akan keluar melalui corong keluaran.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif pendekatan deskriptif. Pengertian dari kualitatif ialah suatu metode pendekatan yang biasanya peneliti mengumpulkan data dengan cara bertatap muka langsung dan berinteraksi dengan pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Interview atau Wawancara
   Teknik pengumpulan data dengan melakukan wawancara secara langsung dengan pihak yang berkompeten, untuk meminta penjelasan mengenai masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini.
2. Studi Perpustakaan
   Teknik pengumpulan data melalui buku-buku atau makalah dan literature relevan dengan masalah yang dibahas.
3. Observasi atau Pengamatan
   Penelitian secara langsung terhadap benda kerja yang akan dibuat yaitu: gambar benda kerja, bahan yang akan dipakai, jenis mesin, bahan tambah yang akan digunakan.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan

A. Identifikasi Kebutuhan

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh para pelaku usaha keripik tempe, maka dirancang mesin pengiris tempe otomatis yang menggunakan metode pengirisan yang tepat. Kriteria yang harus dipenuhi, anatara lain:

1. Hasil pengirisan tempe memiliki pengirisan yang sama dan rata 1-2 mm.
2. Mesin bisa dibawa kemana-mana (bersifat *portable*) dan higienis.
3. Mesin yang dibuat dapat mengiris tempe yang banyak dalam waktu yang singkat.
4. Mudah dalam perakitan mesin.
5. Biaya terjangkau.

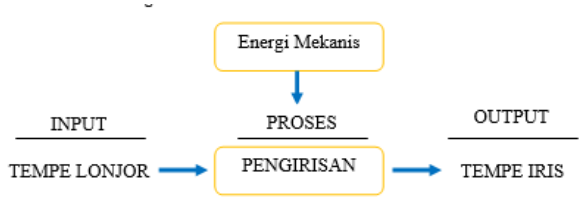
Tabel1. Analisa dan pernyataan masalah

Proses Manual	Proses Menggunakan Mesin
Persiapkan bahan adonan tempe lonjor	Persiapkan bahan adonan tempe lonjor
Simpan pada alat pemotong manual	Simpan ke meja dudukan lalu proses pengirisan dengan mesin otomatis
Pengirisan tempe lonjor dengan menggunakan pisau sambil didorong secara manual	Tempe iris
Tempe iris	

B. Perencanaan Konsep

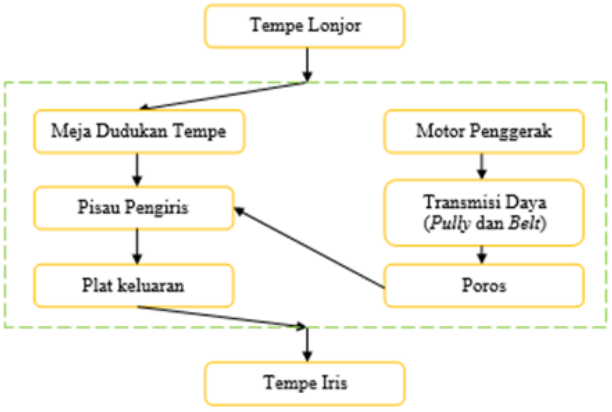
1) Blok Fungsi

Mesin pengiris tempe ini dirancang untuk rangkaian proses pengirisan tempe. Dimana proses pengirisan yang sebelumnya masih manual dan diganti dengan proses pengirisan yang otomatis. Mesin ini dirancang hemat energi dan biaya, selain itu material yang bersentuhan langsung dengan bahan baku terbuat dari bahan *stainless steel* yang akan menjaga higienitas bahan baku tempe.



Gambar 2. Blok Fungsi

2) Sub Blok Fungsi



Gambar 3. Sub blok fungsi

Mesin ini terdiri dari motor penggerak, transmisi daya (*Pully* dan *Belt*), poros dan pisau pengiris. Cara kerja mesin pengiris tempe ini adalan mesin dihidupkan maka motor penggerak akan meneruskan daya ke poros melalui transmisi daya (*Pully* dan *Belt*). Setelah poros bergerak maka akan memutarkan pisau pengiris. Setelah itu masukan tempe ke meja dudukan tempe lalu tempe diiris oleh pisau pengiris dan tempe akan keluar melalui plat keluaran dengan ukuran 1-2mm.

3) Pencarian Alternatif Desain

Berdasarkan masalah yang ada, sehingga diperlukan beberapa alternatif desain mesin pengiris tempe otomatis yang nantinya akan dijadikan pertimbangan untuk menentukan mesin yang dibuat. Pemilihan desain berdasarkan nilai atau kriteria desain yang telah ada. Kriteria yang harus dipenuhi, anatara lain:

1. Hasil pengirisan tempe memiliki pengirisan yang sama dan rata 1-2 mm
2. Mesin bisa dibawa kemana – mana (bersifat *portable*) dan higienis
3. Kapasitas kg/jam
4. Mudah dalam perakitan mesin
5. Biaya terjangkau

4) Matriks Morfologi

Tabel 2. Matriks Morfologi

No	Spesifikasi	A	B	C
1	Sistem Rangka	Hollow	Siku	Pipa
2	Sistem Penggerak	Motor listrik 1 phase	Motor bensin	Motor Diesel
3	Sistem Transmisi Daya	Timing dan Belt	Pully dan Belt	Sprocket dan Rantai
4	Poros	Baja Carbon	-	-
5	Sistem Pengiris	4 Mata Pisau	2 Mata Pisau	1 Mata Pisau
6	Sistem Penggerak Tempat Tempe	Tangan	Pegas	Tangan
7	Pengatur Daya	Dimmer	-	-

5) Alternatif Konsep

Tabel 3. Alternatif Konsep

Variasi 1	1B + 2A + 3A + 4A + 5B + 6B + 7A
Variasi 2	1A + 2B + 3C + 4A + 5A + 6A + 7A
Variasi 3	1C + 2C + 3A + 4A + 5C + 6C + 7A

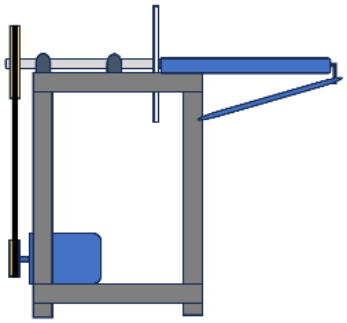
6) Konsep Mesin Pengiris Tempe Otomatis

Konsep – konsep alat uji yang telah didapatkan dari matrik morfologi selanjutnya dikembangkan kedalam bentuk sketsa. Sketsa dibuat untuk

mewakili dan mendekati bentuk kombinasi konsep alat uji yang telah dipilih. Diharapkan sketsa tersebut dapat menjadi bahan referensi dan pertimbangan untuk pemilihan konsep alat uji yang akan dirancang ke tahap selanjutnya.

Pengembangan Konsep Varian 1

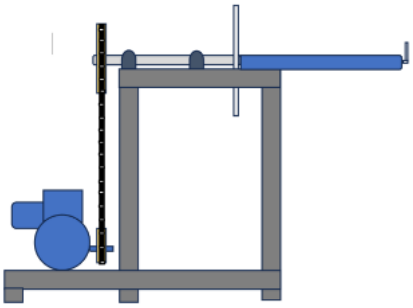
Konsep Mesin Pengiris Tempe Otomatis akan menggunakan daya putaran yang berasal dari motor listrik 1 *phase*. Daya dari motor kemudian diatur daya nya menggunakan Dimmer. Setelah mendapat daya yang sesuai diingikan, maka diteruskan dengan transmisi daya *Pulley* dan *Belt* untuk meneruskan daya ke poros. Setelah poros bergerak maka akan memutarkan pisau pengiris. Dudukan tempe otomatis bergerak karena adanya gaya pegas dan tempe siap diiris. Konsep ini menggunakan rangka dari besi siku.



Gambar 4. Konsep Varian 1

Pengembangan Konsep Varian 2

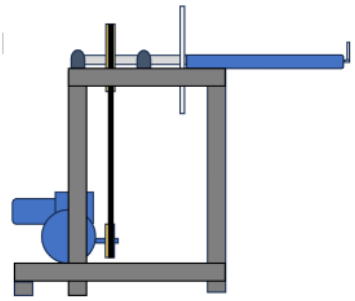
Konsep Mesin Pengiris Tempe Otomatis akan menggunakan daya putaran yang berasal dari motor bensin. Daya dari motor kemudian diatur daya nya menggunakan Dimmer. Setelah mendapat daya yang sesuai diingikan, maka diteruskan dengan transmisi daya *Sprocket* dan Rantai untuk meneruskan daya ke poros. Setelah poros bergerak maka akan memutarkan pisau pengiris. Dudukan tempe otomatis bergerak karena adanya dorongan tangan dan tempe siap diiris. Konsep ini menggunakan rangka dari besi hollow.



Gambar 5. Konsep Varian 2

Pengembangan Konsep Varian 3

Konsep Mesin Pengiris Tempe Otomatis akan menggunakan daya putaran yang berasal dari motor diesel. Daya dari motor kemudian diatur daya nya menggunakan Dimmer. Setelah mendapat daya yang sesuai diingikan, maka diteruskan dengan transmisi daya *Timing* dan *Belt* untuk meneruskan daya ke poros. Setelah poros bergerak maka akan memutarkan pisau pengiris. Dudukan tempe otomatis bergerak karena adanya dorongan tangan dan tempe siap diiris. Konsep ini menggunakan rangka dari besi pipa.



Gambar 6. Konsep Varian 3

C. Desain Terpilih

Kriteria yang diinginkan telah ditentukan, berikuti ini adalah tabel kriteria masing – masing desain:

Tabel 4. Matrik Keputusan

No	Kriteria	Wt (a)	Konsep		
			Var. 1	Var. 2	Var. 3
1	Hasil pengirisan tempe memiliki pengirisan yang sam a dan rata	25%	25%	25%	25%
2	Kapasitas kg/jam	25%	25%	28%	22%
3	Higienis	20%	17%	12%	12%
4	Mudah dalam perakitan mesin	15%	13%	11%	10%
5	Biaya terjangkau	15%	14%	10%	10%
Total		100%	94%	86%	79%

Dari Tabel 4, didapatkan nilai total penilaian tiap kriteria pada masing-masing desain variasi dengan total nilai tiap desain variasi sebagai berikut:

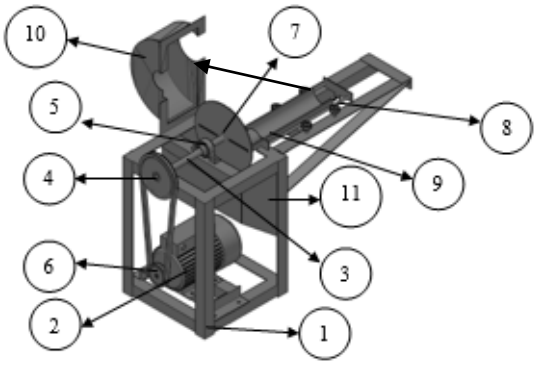
1. Desain varian 1: 94%.
2. Desain varian 2: 86%.

3. Desain varian 3: 79%.

Dari ketiga nilai total desain vasian yang ada, maka dapat disimpulkan desain variasi kesatu adalah yang terbaik dan memberikan solusi dengan nilai 94%. Oleh karena itu, desain yang dipilih sebagai acuan untuk merancang alat ini adalah desain variasi kesatu atau alternatif desain kesatu.

D. Perancangan Bentuk (Embodimen Design)

Perancangan wujud pada *design* merupakan wujud dengan sebagaimana bentuk atau komponen yang akan diterapkan pada pada hasil *design.* Mesin pengiris tempe otomatis dipilih dari beberapa referensi dari perancangan yang sudah ada. Maka perancangan memilih dengan wujud design dari pemilihan mesin pengiris tempe otomatis dengan gambar dibawah ini.



Gambar 7. Mesin pengiris tempe otomatis dengan kapasitas 60 Kg/Jam

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gaya Potong Tempe

Tabel 5. Hasil Pembebanan

Percobaan	Gaya Pemotongan (Kg)
Ke-1	5kg
Ke-2	5Kg
Ke-3	5kg
Rata - rata	5kg

Dari hasil beberapa percobaan pembebanan diketahui jika diameter tempe adalah Ø50 (mm) maka beban pengirisan maksimal yang dapat digunakan untuk mengiris tempe adalah 5kg.

B. Perencanaan Putaran Mesin

Dari hasil percobaan pengirisan tempe, diketahui 1 iris tempe adalah 2 (mm) dengan berat 1,78 gr.

1) Berat Tempe yang dihasilkan setiap putaran :
   Berat = 2 × 1,78 gr = 3,56 gr.
2) Besarnya putaran yang diperlukan per kilogram:
   $N = \frac{1000\ gr}{Berat}$
   $N = \frac{1000\ gr}{3{,}56\ gr}$
   $N = 280\ putaran$
3) Kapasitas yang direncanakan adalah 60 kg/jam, sehingga putaran yang diperlukan adalah:
   $n = \frac{(kapasitas) \times (putaran)}{Berat}$
   $n = \frac{(60kg/jam) \times (280\ putaran)}{0{,}5\ kg}$
   $n = \frac{(1kg/menit) \times (280\ putaran)}{0{,}5\ kg}$
   $n = 140\ rpm$

Putaran yang dibutuhkan mesin berdasarkan hasil perhitungan tersebut adalah 140 rpm.

C. Perancangan Motor Listrik

1) Perhitungan Torsi

Berdasarkan data awal yang diperoleh beban pengirisan tempe sebesar 5kg + berat pisau dan piringan 1,5 kg dengan jari-jari pisau dari pusat piringan sebesar 6,6 cm.

N = 6,5 kg
r = 6,6 cm
$T = F \times r$
$T = 6{,}5\ kg \times 6{,}6\ cm$
$T = 42{,}9\ kg.cm$

2) Perhitungan Daya Motor

Nilai n didapat pada jurnal yang sudah diakui perhitungannya. Nilai n = 1000 rpm.

N = 1000 RPM
T = 42,9 (kg.cm) = 3,10 (lb.ft)
$p = \frac{N\ (rpm) \text{x}\ T(lb.ft)}{5252}$
$p = \frac{1000\ (rpm) \text{x}\ 3{,}10\ (lb.ft)}{5252}$
$p = 0{,}59\ hp$
$p = 0{,}59\ hp \times 745{,}7\ (watt\ \ hp) = 440\ watt$

Setelah efisiensi sudah diketahui, selanjutnya menhitung patokan daya mesin.

Fc = 1,2
P = 440 watt = 0,440 Kw
$Pd = Fc \times P$
$Pd = 1{,}2 \times 0{,}440\ Kw$
$Pd = 0{,}528\ Kw = 0{,}70\ hp$

3) Pemilihan Motor Listrik

Maka dipilih spesifikasi motor 1 phase dengan daya 0,75 Hp 220 Volt dengan kecepatan 1400 rpm.



Gambar 8. Motor Listrik

D. Perancangan Poros

Direncanakan poros yang ditumpu oleh 2 bantalan. Jarak antara kedua bantalan 80 mm dari sisi luar poros. Poros dibuat dari mild steel untuk meneruskan daya 0,5593 Kw pada putaran 140 rpm, panjang poros 320 mm dengan beban 10 Kg / 98 N. Jika tegangan geser bahan poros 60 Mpa. Hitung diameter poros berdasarkan Te dan Me

P = 0,5593 Kw = 559,3 watt
n = 140 rpm
F = 98 N atau W1=W2 = 98N
L = 320 mm

1) Menghitung Torsi

$$T = \frac{P.60}{2\,.\,\pi\,.\,n} = \cdots (Nm)$$

$$T = \frac{559{,}3\,.60}{2\,.\,\pi\,.\,140} = 38{,}15\ Nm$$

2) Menghitung Momen Lentur

$$M = F \times L$$

$$M = 98 \times 320 = 31360\ Nmm$$

3) Menghitung Momen Puntir Ekuivalen

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{38150^2 + 31360^2}$$

$$Te = 49384\ Nmm$$

$$\mathrm{d} = \sqrt[3]{\frac{16\,.Te}{\pi\,.\tau}} = \sqrt[3]{\frac{16\,.49384}{\pi\,.60}}$$

d = 16,2 mm

Diameter poros 17 mm

4) Menghitung Momen Lentur Ekuivalen

$$M_e = \frac{1}{2}\left(M + \sqrt{T^2 + M^2}\right)$$

$$M_e = \frac{1}{2}\left(31360 + \sqrt{38150^2 + 31360^2}\right)$$

$$M_e = 40372\ Nmm$$

$$\tau = \frac{\sigma}{3}$$

$$\sigma = \sqrt{3} \times 60 = 104\ Mpa$$

$$\mathrm{d} = \sqrt[3]{\frac{16\,.Me}{\pi\,.\sigma}} = \sqrt[3]{\frac{32\,.40372}{\pi\,.104}}$$

d = 15,8 mm

Dipilih diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen, d = 17 mm.



Gambar 9. Poros

E. Perancangan Pasak

Pasak persegi panjang dipasang pada poros dengan diameter 17 mm tegangan geser yang diijinkan tidak melebihi 4200 N/cm^2 dan *crushing stress* tidak melebihi 7000 N/cm^2, carilah panjang pasak yang aman.

d = 17 mm = 1,7 cm
τ_s = 4200 N/cm^2
σ_c = 7000 N/cm^2

Untuk d = 17 mm berdasarkan tabel pasak diperoleh b = 6 mm dan t = 6 mm.

Jika diasumsikan bahan pasak sama dengan bahan poros maka panjang pasak akibat *Crusing stress* sebagai berikut:

$$\mathrm{T} = \mathrm{L\ x\ b\ x\ \tau_k\ x\ \frac{d}{2}} = \frac{\pi}{16}\ \mathrm{x\ \tau_s\ x\ d^3}$$

$$\mathrm{L} = \frac{\pi\ x\ \tau_s\ x\ d^2}{4\ x\ \tau\ \ x\ \sigma_c} = \frac{\pi\ x\ 4200\ x\ 1{,}7^2}{4\ x\ 1\ x\ 7000}$$

L = 1,4 cm

Maka dimensi pasak diperoleh:

b = 6 mm
t = 6 mm
L = 1,4 cm = 14 mm



Gambar 10. Pasak

F. Perancangan Bearing

Bantalan yang akan digunakan direncanakan menggunkan bantalan jenis *single row deep groove ball* dengan beban radial 10 kg atau 98 N dan beban aksial 1kg atau 9,8 N. Jika diasumsikan beban *Light Shock Load.*

Fr = 98 N
Fa = 9,8 N
N = 1400 rpm

Dari tabel nomor bantalan diperoleh bantalan yang diperlukan untuk diameter poros 17 mm.

No. bantalan = 203
Co = 4,4 = 4,400 N
C = 7,5 = 7,500 N
Diameter luar = 40 mm
Tebal = 12 mm

$\frac{Fa}{Fr} = \frac{9.8}{98} = 0{,}1 < e$

Dari tabel Harga beban dinamis ekuivalen diperoleh $X_r = 1$ dan $Y_a = 0$

$X_r = 1$
$Y_a = 0$
$Ks = 1{,}5$
$V = 1$

1) Menghitung beban dinamis ekuivalen
$F_e = (X_r \,.\, V \,.\, F_r + Y_a \,.\, F_a)Ks$
$F_e = (1 \,.\, 1 \,.\, 98 + 0 \,.\, 9{,}8)1{,}5$
$F_e = 147$ N

2) Untuk menghitung umur bantalan
$L = \left(\frac{C}{F_e}\right)^k x\ 10^6$
$L = \left(\frac{1602}{147}\right)^3 x\ 10^6$
$L = 133842\ x\ 10^6\ \ putaran$

3) Untuk menghitung umur pakai bantalan berdasarkan jam operasional
$L_h = \frac{10^6}{60\ x\ n} x\ L$
$L_h = \frac{10^6}{60\ x\ 1400} x\ 133842$
$L_h = 1.593.357\ jam\ operasional$
Maka dihitung berdasarkan jam operasional, 8 jam per hari $\frac{1593357\ \text{jam}}{8\ \text{jam}} = 19.919{,}63$

4) Untuk menghitung dinamis bantalan
$C = Fe\ \left(\frac{L}{10^6}\right)^{\frac{1}{k}}$
$C = 147\ \left(\frac{133842}{10^6}\right)^{\frac{1}{3}}$
$C = 75\ N$
Maka dari hasil perhitungan bantalan diperoleh umur pakai bantalan adalah: 133842 × 10^6 putaran atau 1.593.357 jam operasional.



Gambar 11. *Pillow Block Bearing* 203

G. Perancangan Pulley dan Belt

1) Perhitungan daya rencana *Pulley*
P = 0,75 Hp = 0,5593 Kw
i pulley = 1 : 2
i dimmer = 1 : 5
n1 = 1400
$n2 = \frac{n1}{\text{i dimmer}} = \frac{1400}{5}$
$n2 = 280$ rpm
$n3 = \frac{280}{\text{i}\ pulley} = \frac{280}{2}$
$n3 = 140$ rpm
Diamter pulley 1 yang diizinkan = 75 mm
Diameter pulley 2 $= D1$ x i $pulley$
$= 75$ x 2
$= 150$ mm

2) Perhitungan panjang *Belt*
$L = 2 \text{ x } C \text{ x } \frac{\pi}{d}(Dp + dp) + \frac{(Dp + dp)^2}{4 \text{ x } C}$
$L = 2 \text{ x } 490 \text{ x } \frac{\pi}{2}(150 + 75) + \frac{(150 + 75)^2}{4 \text{ x } 490}$
$L = 1336{,}29$ mm
Pada standar yang mendekati adalah 1320 mm (A52 “)

3) Perhitungan jarak poros antar *pulley* (C)
$b = 2L - 3{,}14\ (Dp + dp)$
$b = 2\ .\ 1320 - 3{,}14\ (150 + 75)$
$b = 1933$ mm
$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8\ (Dp - dp)}}{8}$
$C = \frac{1933 + \sqrt{1933^2 - 8\ (150 - 75)}}{8}$
$C = 483{,}22 = 483$ mm



Gambar 12. *Pulley* dan V-*Belt*

H. Perancangan Pegas

Untuk menghitung panjang pegas, kita harus mengetahui terlebih dahulu kontansta yang dimiliki pegas menggunakan persamaan

$k = \frac{(m \times g)}{(L - L_o)}$
$k = \frac{(1\ kg \times 9{,}81)}{(0{,}7\ m - 0{,}4\ m)}$
$k = \frac{9{,}81\ kg}{0{,}3\ m}$
$k = 32{,}7\ kg$
$k = 321\ N$

Setelah mengetahui konstanta dan diketahui gaya yang diberikan pada pegas 96,3 N maka selanjutnya kita hitung

$x = \frac{96{,}3\ N}{321\ N}$

$x = 0{,}3\ m\ = 30\ Cm$

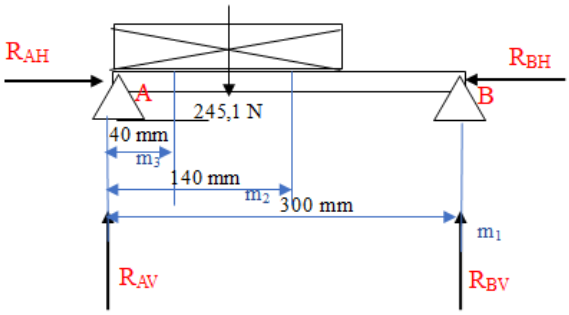
I. Analisa Struktur

Untuk tumpuan yang digunakan adalah tumpuan sendi seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 13. Rangka

1) Analisa reaksi gaya akibat beban



Gambar 14. Tumpuan Sendi

Untuk analisa reaksi gaya akibat beban, maka menggunakan persamaan 2.65 dan 2.66 untuk menentukan reaksi tumpuan terhadap titik A dan titik B.

Reaksi tumpuan terhadap titik A

$\sum M_A = 0$

$(N.m_2) - (R_{BV}.m_1) = 0$

$(245{,}1\ N \times 0{,}14m) - (R_{BV} \times 0{,}3m) = 0$

$34{,}314N.m - (R_{BV} \times 0{,}4m) = 0$

$R_{BV}.m_1 = N.m$

$R_{BV} \times 0{,}4m = 34{,}314N.m$

$R_{BV} = \frac{N.m}{m_1}$

$R_{BV} = \frac{34{,}314N.m}{0.4m}$

$R_{BV} = 85{,}785\ N$

Reaksi tumpuan terhadap titik B

$\sum M_B = 0$

$(R_{AV}.m_1) - [N.(m_1 - m_2)] = 0$

$(R_{AV}.0.4m) - [245{,}1N.(0{,}4m - 0{,}14m)] = 0$

$(R_{AV}.0.4m) - (245{,}1N.0{,}26m) = 0$

$(R_{AV}.0{,}4m) = 63{,}726N.m = 0$

$R_{AV} = \frac{63{,}726N.m}{0{,}4m}$

$R_{AV} = 159{,}315\ N$

Kontrol $\sum V = 0$

$\sum gaya\ aksi = \sum gaya\ reaksi$

$245{,}1N = R_{AV+}R_{BV}$

$245{,}1N = 112{,}185N + 137{,}115N$

$245{,}1N = 245{,}1N$

Untuk mencari momen terhadap titik C maka dapat diamalisis dengan salah satu titik, titik A atau titik B. kami mengambil dari titik B untuk mencari momen terhadap titik C.

$M'c = (R_{BV}.(m_1 - m_3)) - (N.(m_1 - m_2))$

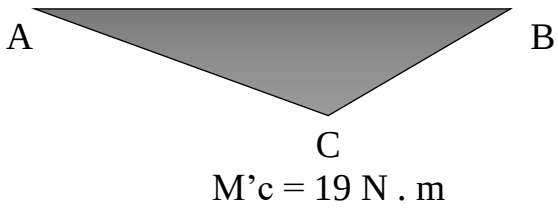
$M'c = (85{,}785N \times (0.3m - 0{,}04m)) - (245{,}1N \times (0.3m - 0.14m))$

$M'c = (85{,}785N \times 0{,}24m) - (245{,}1N \times 0{,}16m)$

$M'c = 20.589N.m - 39{,}216N.m$

$M'c = -18{,}627N.m = -19N.m$

Sehingga gambar analisis momen terhadap beban adalah sebagai berikut:

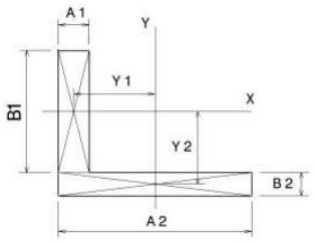


M'c = 19 N . m

Gambar 14. Momen dengan Beban Titik

2) Analisis pada profil bahan

Profil rangka yang akan digunakan adalah baja profil Siku atau elbow dengan material ST37 dengan dimensi 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm. Untuk menghitung momen inersia dari besi siku ini menggunakan persamaan 2,67 dan 2.68 sebagai berikut:



Gambar 4.10 Besi Siku

$$I = \left[\frac{1}{12}.B1.(A1)^3 + A1.B1.(Y1)^2\right] + \left[\frac{1}{12}.B2.(A2)^3 + A2.B2.(Y2)^2\right]$$

$$I = \left[\frac{1}{12}.40.(3)^3 + 3.37.(20)^2\right] + \left[\frac{1}{12}.3.(40)^3 + 40.3.(20)^2\right]$$

$$I = 44.490 + 64.000$$

$$I = 108490mm^4$$

$$y = \frac{b}{2} = \frac{40}{2} = 20\ mm$$

1. Momen maksimum (M_{max}) = 9 N.m = 9000 N.m
2. Tegangan Yield bahan $(\sigma_y) = 620{,}442\ N/mm^2$
3. Tegangan Ultimate bahan $(\sigma_u) = \frac{723{,}825N}{mm^2}$
4. Tegangan tarik pada rangka adalah
$$(\sigma_{tarik\ rangka}) = \frac{M_{max}\ .\ Y}{I} = \frac{9000 \times\ 20}{108490} = 1{,}7N/mm^2$$
5. Faktor keamanan (s_f) = 2, karena ada getaran putaran mesin
6. Tegangan izin $(\sigma_{izin\ bahan})$ adalah
$$(\sigma_{izin\ bahan}) = \frac{\sigma_y}{s_f} = \frac{620{,}442}{2} = 310{,}221\ N/mm^2$$
7. Tegangan Tarik rangka harus lebih kecil (<) dari tegangan bahan, $1{,}7N/mm^2 < 310{,}221\ N/mm^2$. Maka pengunaan bahan rangka besi siku atau *embow* ukuran 40mm x 40mm dengan ketebalan 3mm aman untuk menahan beban.

J. Perhitungan Kekuatan Rangka

Menghitung besar tegangan geser langsung pada kekuatan rangka dapat dihitung dengan persamaan:

F = 25 Kg
t = 3 mm = 0,03 m
w = 40 mm = 0,4 cm

$$\tau s = \frac{F}{2.t.w}$$

$$\tau s = \frac{25}{2.0{,}03.0{,}4}$$

$$\tau s = 1041\ kg/m \approx 102Mpa$$

K. Kekuatan Sambungan Las

Untuk menghitung kekuatan sambungan las, kita harus menentukan dulu jenis sambungan las yang akan digunakan, disini kami menggunakan jenis sambungan *but joint* dan *lap joint*, lalu hasil pengelasan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1) Untuk *Butt joint*

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{l \times t} = \frac{F}{l \times S}$$

F = 25 kg
L = 4 cm
S = 0,3 cm

$$\sigma_t = \frac{F}{l \times S} = \frac{25kg}{4 \times 0{,}3} = 20{,}8kg/cm^2$$

Jadi untuk kekuatan sambungan *butt joint* adalah 20,8kg/cm^2

2) Untuk *Lap Joint* tipe *Double Transverse*

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{2(l \times t)} = \frac{F}{l \times 1{,}414.S}$$

F = 25 kg
L = 4 cm
S = 0,3 cm

$$\sigma_t = \frac{F}{l \times 1{,}414.S} = \frac{25kg}{4 \times 1{,}414 \times 0{,}3} = 14{,}7kg/cm^2$$

Dan untuk kekuatan sambungan *lap joint* adalah 14,7kg/cm^2

L. Kekuatan Sambungan Mur dan Baut

Untuk sambungan mur dan baut digunakan untuk menyambung antara *bearing* dan dudukan *bearing* dengan ukuran baut 14 mm. Maka dipilihlah bahan baut dengan lambang S35C.

= 490,33 N/mm^2 = 50 kg/mm^2
d_o = 14 mm
d_i = 11,546 mm

1) Menghitung gaya awal pada baut

F = 284 x d = 284 x 14.
F = 3976 kg = 38991,24 N

2) Tegangan tarik

$$\sigma_t = \frac{\sigma}{sf} = \frac{490{,}33}{8}$$

$$\sigma_t = 61{,}291\ N/m^2$$

$$F = \frac{\pi}{4}\mathrm{d}_i{}^2\ .\sigma_t\ .\mathrm{n}\ ,\text{dengan n : jumlah baut}$$

$$F = \frac{\pi}{4}11{,}546^2\ .61{,}291\ .4$$

$$F = 25669\ N/mm^2 = 25{,}669\ N/m^2 \leq\ 61{,}291\ \mathrm{N}/m^2$$

3) Tegangan geser

$$Fs = \frac{\pi}{4} \mathrm{d_o}^2 . \tau . \mathrm{n}$$

$$Fs = \frac{\pi}{4} 14^2 . 490{,}33 . 4$$

$$Fs = 301921{,}7\ N/mm^2$$

$$= 301{,}92\ N/m^2 \leq\ 490{,}33\ \mathrm{N}/m^2$$

M. Kapasitas Mesin

Mesin mampu menghasilkan proses pengirisan 1 kg dalam waktu 1 menit. 1 kali putaran pisau = 2 kali pemotongan, untuk hasil pemotongan panjang pengirisan tempe 2 mm.

1 menit = 1 kg
1 jam = 1 kg × 60 menit
= 60 kg/jam.

IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan Mesin Pengiris Tempe Otomatis Dengan Kapasitas 60Kg/Jam menggunakan motor listrik dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin Pengiris Tempe Otomatis ini dirancang untuk mempermudah pelaku usaha keripik tempe pada proses pengirisan bahan baku.
2. Mesin Pengiris Tempe Otomatis ini menggunakan Motor Listrik 0,75 Hp 1400 Rpm, Poros menggunakan Mild Steel dengan diameter 17 mm, Pasak menggunakan Mild Steel dengan ukuran 6×6×14 mm, *Bearing* menggunakan *Pillow Block* 203, Pulley menggunakan aluminium dengan diameter 1=150 mm dan diameter 2=75 mm, *Belt* menggunakan type A52, Pegas menggunakan bahan baja carbon dengan panjang 400 mm, dan Rangka menggunakan besi siku 4×4×3 mm.
3. Dari hasil perhitungan pengirisan 1 Lonjor bahan baku tempe menggunakan mesin yaitu membuntuhkan 30 detik, sedangkan menggunakan manual yaitu 1 Lonjor 5 Menit.

REFERENSI

[1] Sularso, K. Suga, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin," Jakarta: Pradnya Paramita, 2002.
[2] Nafisah Syifaun, Grafika Komputer, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003
[3] Sujatmiko, Annisa K, G, 1, Rancang Bangun Mesin Pengiris Tempe Multifungsi pada UKM Sanan-Malang. Prosiding Seminar Nasional Dan Gelar Produk 17-18 Oktober 2016, 513-552.
[4] A. J. Ahmad, A, S. Anas, M. Mudakkir, "Rancangan Mesin pemotong keripik Tempe," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2020.
[5] K. Apriansyah, A. Prasetyo, S. Syaifullah, " Rancang Bangun Mesin Pengiris Keripik Tempe Otomatis," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.
[6] R. Rivaldo, A. Figo, C. Celly, "Rancang Bangun Mesin pengiris keripik tempe," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.
[7] A. Mappatunru, "Rancang Bangun Alat Pemotong Keripik Tempe Otomatis," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik ATI Makassar, 2021.
[8] M. I. Iskandar. "Perancangan Mesin Pencetak Adonan Mie Kapasitas 5Kg/Menit Menggunakan Metode VDI2222," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Sukabumi. 2021.
[9] R. Somantri, "Mesin Perontok Padi Kapasitas 175-500 Kg/Jam," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Sukabumi, 2022.
[10] V. Ferdiana, "Perancangan Alat Pencacah Limbah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 85 Kg/Jam Menggunakan Metode VDI 2221," *Tugas Akhir Diploma*, Politeknik Sukabumi, 2022.
[11] Politeknik Sukabumi. 2011. Pedoman Penulisan Tugas Akhir