

Optimasi Kecepatan Langkah Mesin Penumbuk Jagung Terhadap Beras Jagung Berukuran 2 - 4 mm

Musyafak ^{1*}, Refrizal Amir ¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Jl. Geger Kalong Hilir, Ciwaruga, Bandung 40559

Abstrak

Mesin penumbuk yaitu mesin yang digunakan untuk menumbuk bijih jagung menjadi terpecah yang mempunyai besaran seperti beras, biasanya disebut beras jagung. Besaran ukuran beras jagung 2 mm sampai dengan 4 mm. Mesin penumbuk jagung dibuat untuk penelitian, menggunakan penggerak motor listrik, dimana putarannya direduksi 1:40. Arus listrik dari konverter digunakan untuk memvariasikan putaran motor listrik, sehingga kecepatan penumbukan dapat divariasikan. Mesin ketika dioperasikan, penumbuk akan bergerak naik-turun dan wadah berputar dengan kecepatan rendah (50 rpm), selanjutnya dimasukkan jagung seberat 1 kg ke dalam wadah penumbukan yang dilengkapi dengan ayakan berlubang diameter 4 mm dan 2x2 mm. Proses penumbukan dilakukan selama 300; 400, dan 500 kali dan kecepatan penumbukan divariasikan 20; 25; 30; 35; 40; 45. Mesin penumbuk berhasil untuk dioperasikan. Produk yang pertama berupa beras jagung berukuran 2-4 mm yaitu beras jagung yang lolos pada ayakan 4 mm dan tidak lolos pada ayakan 2mm. Beras jagung yang kedua berukuran < 2 mm yaitu beras jagung yang lolos pada ayakan 2 mm. Berat beras jagung masing-masing ditimbang. Berdasarkan variabel kecepatan penumbukan dan berat beras jagung yang bervariasi di buat kurva. Hasilnya dapat disimpulkan bahwa kecepatan penumbukan yang optimal untuk menghasilkan beras jagung adalah 20 langkah per menit dan kecepatan penumbukan semakin rendah, maka hasil beras jagung semakin banyak.

Kata kunci: mesin penumbuk, jagung, dan beras jagung

Abstract

Pounding machine is a machine used to pound corn into fragmented ore that has magnitude, such as rice, corn is usually called rice. Corn rice sizing 2 mm to 4 mm. Corn pounding machine is made to research, using the electric motor, which spins reducible 1:40. Electrical current from the converter used to vary the electric motor, so that the speed can be varied pulverization. When the machine is operated, pounder will move up and down and rotating container with low speed (50 rpm), then put a 1 kg corn into containers pulverization that comes with perforated sieve diameter of 4 mm and 2x2 mm. Comminution process is carried out for 300; 400, and 500 times and speeds varied pulverization 20, 25, 30, 35, 40, 45. Pounding machine to be operated successfully. The first product is a size of 2-4 mm corn rice is rice corn that pass the 4 mm sieve and not pass on 2mm sieve. The second corn rice measuring < 2 mm in the rice corn that pass the 2 mm sieve. Weight corn rice each weighed. The result can be concluded that the optimal speed pounding corn to produce rice is 20 steps per minute and a condition of the lower speed, the rice yield more corn.

Keywords: pounding machine, corn, and corn rice

*Corresponding author E-mail address: musyafak@polban.ac.id

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan makanan pokok bangsa Indonesia sebagai pengganti beras. Kandungan karbohidrat pada jagung relatif rendah dibanding dengan beras. Tanaman jagung banyak manfaatnya dan sangat mudah tumbuh di Indonesia. Umur tanaman jagung sampai menghasilkan jagung hanya perlu waktu 3,5 bulan. Hal yang serupa atau hampir sama dengan beras adalah jagung, namun ukuran jagung terlalu besar sehingga tidak disukai bahkan terasa canggung untuk dimakan. Peneliti menganggap perlu untuk membuat mesin penumbuk jagung dan meneliti agar pecahan jagung atau beras jagung yang dihasilkan berukuran mendekati ukuran beras. Program pemerintah dibidang pangan saat ini adalah mempersiapkan makanan pokok yang kandungan karbohidrat rendah, produksinya tinggi, dan sebagai pengganti beras. Hal ini yang paling tepat adalah memproduksi beras jagung. Mesin penumbuk jagung sangat diperlukan untuk membuat beras jagung, maka perlu diteliti. Produk yang dihasilkan kapan dapat optimal. Peneliti beranggapan bahwa variabel kecepatan langkah mesin penumbuk merupakan faktor yang sangat penting untuk menghasilkan banyaknya beras jagung.

Masalah yang akan diteliti adalah pembuatan beras jagung. Biji jagung yang sudah dikeringkan ditumbuk menggunakan mesin penumbuk yang dibuat dalam penelitian ini. Kecepatan langkah penumbukan merupakan data variabel penelitian yang dapat divariasikan, dan bagaimana pengaruhnya terhadap variabel banyaknya beras jagung yang dihasilkan dalam satuan kg. Ukuran beras jagung 2 sampai 4 mm, yaitu beras jagung yang lolos pada ayakan lubang 4 mm dan tidak lolos pada ayakan 2x2 mm. Data-data dari kedua variabel yaitu kecepatan penumbukan dan banyaknya beras jagung yang dihasilkan dibuat kurva. Kecepatan penumbukan yang dianggap optimum yaitu beras jagung yang dihasilkan paling maksimum.

Tujuan dari penelitian adalah membuat mesin penumbuk jagung berikut spesifikasinya dan kurva hasil penumbukan jagung agar diperoleh optimasi beras jagung yang dapat dihasilkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pahl dan Beitz (2003), menjelaskan bahwa pada prinsipnya desain gerakan terdiri dari gerakan translasi pada sumbu x, y, z dan gerakan rotasi pada sumbu x, y, z. Gerakan-gerakan tersebut dapat dikombinasikan satu sama lain atau masing-masing bekerja sendiri-sendiri. Gerakan-gerakan ini dapat diaplikasikan pada putaran poros menjadi gerakan naik-turun sebagai gerakan penumbukan.

Kecepatan mesin penumbuk naik-turun digerakkan oleh motor listrik AC tiga fasa melalui perantara *geer box* reduksi putaran (1:40). Motor listrik menggerakkan *geer box* menggunakan hubungan transmisi *pully* dan *V belt* dengan rumusan Shigley dan Mitchell (1995) :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \rightarrow n_2 = \frac{d_1}{d_2} n_1 \quad (1)$$

dimana,

n_1 = putaran pully penggerak

n_2 = putaran pully yang digerakkan

d_1 = diameter pully penggerak

d_2 = diameter pully yang digerakkan

Hal ini diaplikasikan pada kecepatan putaran keluaran dari *geer box* akan sama dengan kecepatan naik turun penumbuk.

Menurut Popov (1996), rumus puntiran suatu poros pejal maupun berlubang adalah :

$$T = \frac{\tau_{mak}}{c} \int_A^0 p^2 dA \quad (2)$$

$$\int_A^0 p^2 dA = Ip \quad (3)$$

$$\text{Jadi } T = \frac{\tau_{mak}}{c} Ip \quad (4)$$

$$\text{Untuk poros pejal } I_p = \frac{\pi d^4}{32} \quad (5)$$

$$\text{Untuk poros berlubang } I_p = \frac{\pi d_o^4}{32} - \frac{\pi d_i^4}{32} \text{ atau} \quad (6)$$

$$\text{Untuk poros berlubang tipis } I_p \propto 2\pi c^3 t \quad (7)$$

dimana,

T = momen puntir

τ_{mak} = tegangan maksimum

c = radius poros pejal

I_p = momen inersia puntir

d = diameter poros

d_o = diameter luar poros

d_i = diameter dalam poros

t = tebal poros berlubang.

Penumbuk jagung ini digerakkan oleh motor listrik AC, 1 hp, 3 fasa. Motor listrik tersebut terdiri dari antara lain: Stator yaitu merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya, Rotor yaitu merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor. Sumber tegangan 3 fasa di suplai ke kumparan stator, timbul medan putar stator dan gaya gerak listrik induksi, akan terjadi arus rotor, timbul torsi elektromagnetik (T_e) dan akhirnya rotor berputar. Kecepatan putaran dan torsi motor adalah:

$$T = \frac{HP \times 5250}{RPM} (LbFt) \quad (8)$$

$$n = \frac{120 \times f}{P} (RPM) \quad (9)$$

dimana,

n = putaran per menit (RPM)

f = frekuensi

P = jumlah kutub

$$T = \frac{5250 \times Hp}{n} (LbFt) \quad (10)$$

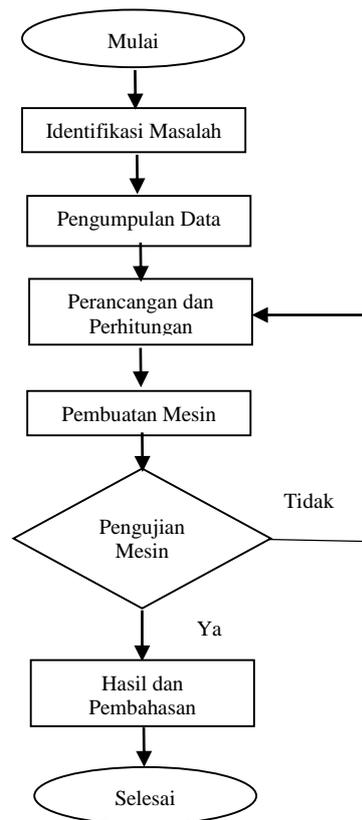
dimana,

T = torsi

Hp = daya motor

n = putaran per menit (RPM)

3. METODE



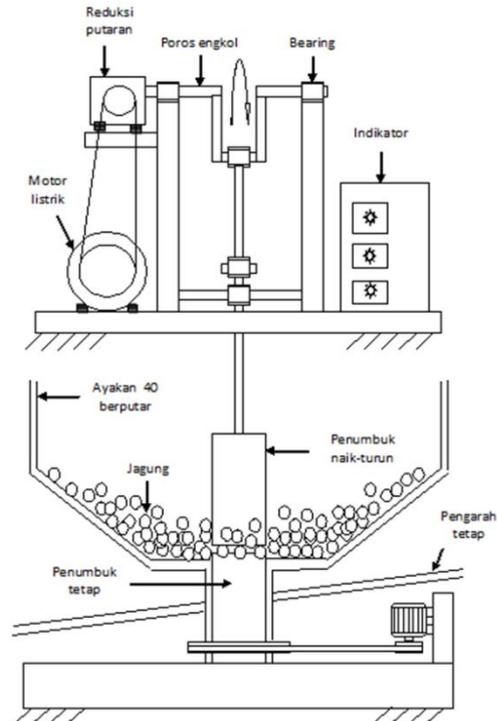
Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen proses penumbukan bijih jagung menjadi beras jagung berukuran 2 sampai 4 mm. Mesin penumbuk dioperasikan untuk menggerakkan penumbuk dari *stainless steel* anti karat seberat 8 kg ke atas dan ke bawah dengan kecepatan penumbukan yang dapat divariasikan, dengan mengatur kecepatan penumbukan sesuai yang dikehendaki misalnya 20 rpm. Bijih jagung yang sudah kering seberat 1 kg dimasukkan dalam wadah penumbuk sekaligus sebagai ayakan dengan diameter lubang 4 mm, dan wadah berputar dengan kecepatan rendah 50 rpm. Jumlah penumbukan yakni 300; 400; dan 500 kali proses penumbukan. Hasilnya berupa beras jagung produk utama yang diharapkan berukuran 2 sampai 4 mm, yaitu yang lolos melewati ayakan berlubang diameter 4 mm dan tidak lolos pada ayakan berlubang 2x2 mm. Sedangkan produk keduanya beras jagung berukuran lebih kecil dari 2 mm, yaitu beras jagung yang lolos melewati ayakan berlubang 2x2 mm. Produk beras jagung yang utama dan yang kedua masing-masing ditimbang. Proses penumbukan berikutnya dilakukan penambahan beras jagung seberat produk yang sudah ditimbang.

Data-data variabel kecepatan langkah penumbukan yang divariasikan maka akan menghasilkan variabel berat beras jagung yang bervariasi. Kedua variabel dibuat kurva sehingga dapat ditemukan kecepatan langkah penumbukan yang optimal untuk menghasilkan beras jagung. Eksperimen dilakukan pada jagung kering tumbuk dengan jenis jagung putih.

Mesin penumbuk berfungsi untuk menumbuk bijih jagung menjadi beras jagung. Proses penumbukan sebagai pilihan dengan alasan bahwa penumbukan jagung dapat menghasilkan ukuran yang diinginkan mulai dari butiran halus sampai sangat kasar.

Desain sistem gerakan mesin penumbuk dimulai dari putaran motor arah sumbu Y diteruskan menuju *gearbox* menggunakan transmisi *pully-V belt* ke putaran arah sumbu X, dihubungkan ke engkol menjadi gerak translasi naik-turun arah sumbu Z. Putaran motor arah sumbu Z digunakan untuk memutar ayakan menggunakan transmisi *pully-Vbelt*. Desain prinsip kerja mesin penumbuk jagung ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Prinsip Kerja Mesin Penumbuk Jagung

Proses tahapan gerakan mesin penumbuk ini dimulai dari gerakan motor listrik berputar 1400 rpm direduksi menggunakan reduksi putaran 1:40, diteruskan menggunakan transmisi *pully* 1:1 putaran menjadi 35 rpm, transmisi *pully* 2:1 putaran menjadi 70 rpm. Hal ini digunakan untuk menggerakkan poros engkol naik-turun dengan beban penumbuk 8 kg. Putaran tersebut dihubungkan dengan konverter yang bertujuan untuk memvariasikan putaran yang diinginkan. Penumbuk bergerak naik-turun, landasan penumbuk tidak bergerak, wadah penumbuk berupa ayakan berputar, dan semua yang berhubungan bersinggungan dengan jagung dibuat dengan bahan *stainless steel* anti karat supaya higienis.

Proses kegiatan penumbukan selama berlangsung, beras jagung yang berukuran kurang dari 4 mm akan jatuh ke pengarah tetap sebagai ayakan berlubang 2x2 mm atau disebut ayakan 2 mm. Beras jagung yang tidak masuk dalam lubang ayakan 2 mm merupakan hasil beras jagung produk utama yang diinginkan berukuran 2 sampai 4 mm, sedangkan produk keduanya berukuran lebih kecil dari 2 mm.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin penumbuk dapat dioperasikan. Indikator kecepatan langkah penumbukan, penghitung langkah penumbukan, dan pengatur kecepatan langkah penumbukan dapat dioperasikan dengan lancar. Mesin penumbuk terdiri dari kerangka mesin, motor listrik, engkol, transmisi *pully*, reduksi putaran, penumbuk, wadah, ayakan, dan kotak indikator. Mesin penumbuk ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Mesin Penumbuk

Prosedur pengoperasian mesin penumbuk jagung adalah :

1. Masukkan sumber listrik 1 phase
2. Putar kunci kontak mesin searah jarum jam untuk menghidupkan mesin
3. Tekan tombol ON untuk RPM
4. Tekan tombol ON untuk counter, setting counter sesuai jumlah langkah yang diinginkan 300 kali
5. Tekan tombol ON pada konverter, tekan tombol star untuk mengoperasikan langkah penumbukan
6. Setting konverter sesuai rpm atau kecepatan langkah penumbuk yang diinginkan 20 rpm
7. Tekan tombol OFF pada konverter
8. Masukkan bijih jagung ke dalam wadah penumbuk 1 kg
9. Tekan tombol ON untuk memutar wadah
10. Tekan tombol ON pada konverter, tekan star
11. Tekan tombol OFF pada konverter untuk memberhentikan mesin sesuai jumlah langkah yang sudah ditentukan 300 kali
12. Tekan tombol off semua indikator, untuk menghentikan mesin keseluruhan putar kunci kontak berlawanan arah jarum jam.

Engkol dalam penelitian ini berfungsi untuk mengubah gerak berputar menjadi gerak translasi naik-turun. Gerakan naik-turun digunakan untuk proses penumbukan. Engkol mesin menumbuk ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Engkol Mesin Penumbuk

Bijih jagung yang ditumbuk adalah bijih jagung kering tumbuk. Bijih jagung tersebut ditumbuk sampai pecah, ukuran pecahannya 2 mm sampai dengan 4 mm. Bijih jagung yang belum ditumbuk ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Bijih Jagung Kering

Beras jagung hasil percobaan penumbukan ada dua yaitu hasil beras jagung yang pertama berukuran 2-4 mm ditunjukkan pada gambar 6. Sedangkan hasil beras jagung yang kedua berukuran < 2 mm dapat dilihat pada gambar 7.

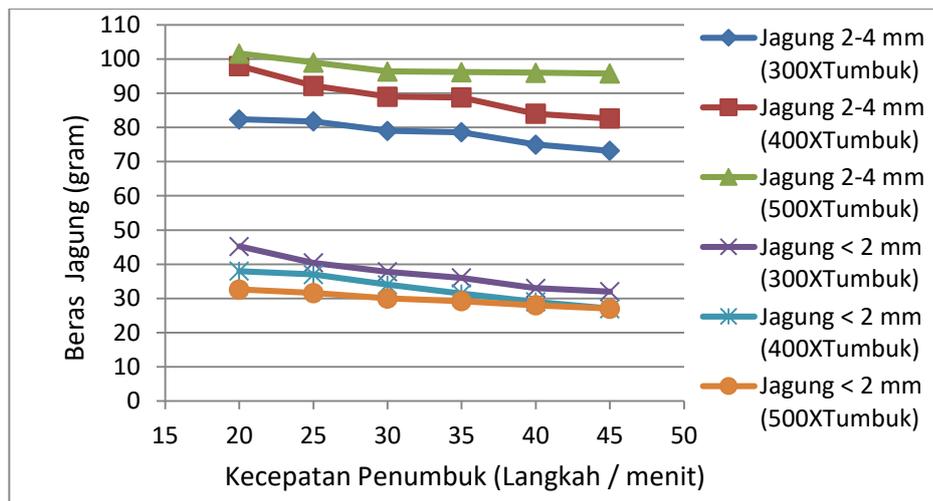


Gambar 6. Beras Jagung Pertama Berukuran 2-4 mm



Gambar 7. Beras Jagung Kedua Berukuran < 2 mm

Hasil percobaan penumbukan jagung untuk 300; 400; dan 500 kali tumbuk dapat dilihat pada kurva seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Kurva Hasil Penumbukan Jagung

Berdasarkan kurva pada gambar 8. dapat dijelaskan bahwa titik maksimum kecepatan penumbukan berada pada kecepatan penumbuk 20 langkah per menit. Kecepatan penumbukan semakin rendah, maka hasil beras jagung yang berukuran 2-4 mm semakin banyak, demikian pula dengan hasil penumbukan beras jagung berukuran < 2 mm. Hal tersebut diduga terjadi karena semakin tinggi kecepatan penumbukan, maka semakin

rendah sikulasi pergeseran jagung yang akan ditumbuk per frekuensi penumbukan, atau dengan kata lain waktu penumbukan singkat sedangkan putaran wadah untuk sirkulasi jagung tetap.

Pengaruh frekwensi penumbukan pada berat beras jagung adalah positif artinya bahwa semakin banyak frekwensi penumbukan, maka hasil beras jagung semakin banyak untuk beras jagung berukuran 2-4 mm dan semakin sedikit untuk beras jagung berukuran < 2 mm. Spesifikasi dari alat lebih lengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin penumbuk

Nama Bagian Alat	Fungsi	Spesifikasi
Penumbuk : 1. Motor listrik 1 2. <i>Pully</i> dan <i>belt</i> 3. Reduksi <i>gear</i> horizontal 4. <i>Pully</i> dan <i>belt</i> 5. <i>Bearing</i> 6. Poros 7. Panjang engkol 8. Lubang pengarah 9. Penumbuk 10. Pegas kawat baja 11. Konverter 12. <i>Counter</i> 13. Pulsa Motor	Penggerak Transmisi 1:1 Reduksi putaran Transmisi 2:1 Bantalan poros Penerus putaran Putaran jadi translasi Pengarah penumbuk Menumbuk Peredam tumbukan Pengatur RPM Penghitung tumbukan Membaca RPM	AC; 1 Hp; 3 Fasa <i>Pully</i> 4 inch; 2 buah Tipe 60; 1:40 <i>Pully</i> 8 dan 4 inch 4 icnh; 2 buah Φ 2,54 x 500 mm 320 mm Φ 50 x 160 mm Φ 49 x 500 mm Φ 5 x 38 x 62 mm ABB; 1 Hp Autonic; CT 6 S – 1P Autonic: MP5W
Landasan : 1. Motor listrik 2 2. <i>Pully</i> dan <i>belt</i> 3. Reduksi <i>gear</i> vertikal 4. <i>Pully</i> dan <i>belt</i> 5. Wadah 6. Ayakan 7. Plat landasan	Penggerak Transmisi 1:1 Reduksi putaran Transmisi putaran Wadah; ayakan 4 mm Ayakan lubang 2 mm Landasan	AC; ¼ Hp; 1 Fasa <i>Pully</i> 4 inch; 2 buah Tipe 60; 1:20 50 rpm Φ 400 x 160 mm 250 x 700 mm 16 x 450 x 650 mm
Dimensi Mesin : 1. Mesin 2. Kotak indikator	Dimensi mesin total Tombol operasi	P900;L600;T1720mm P600;L300;T250 mm

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembuatan mesin penumbuk jagung, kurva hasil penumbukan, dan analisis dapat disimpulkan bahwa: titik maksimum kecepatan penumbukan berada pada kecepatan penumbuk 20 langkah per menit. Kecepatan penumbukan semakin rendah, maka hasil beras jagung yang berukuran 2-4 mm semakin banyak, demikian pula dengan hasil penumbukan beras jagung berukuran < 2 mm. Hal tersebut diduga terjadi karena semakin tinggi kecepatan penumbukan, maka semakin rendah sikulasi pergeseran jagung yang akan ditumbuk per frekwensi penumbukan, atau dengan kata lain waktu penumbukan singkat sedangkan putaran wadah untuk sirkulasi jagung tetap.

Pengaruh frekwensi penumbukan pada berat beras jagung adalah positif artinya bahwa semakin banyak frekwensi penumbukan, maka hasil beras jagung semakin banyak untuk beras jagung berukuran 2-4 mm dan semakin sedikit untuk beras jagung berukuran < 2 mm.

REFERENSI

1. Istanto W. Djatmiko dan Kustono, *Performansi Parameter Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Sumber Tegangan dan Frekuensi Variabel*, Jurnal Edukasi, Vol 5, No 1, Maret, 2009
2. Joseph Shigley. E and Larry Mitchell. D (Gandhi Harahap), *Mechanical Design (Perancangan Teknik Mesin)*, Edisi empat, Erlangga, Jakarta 1995
3. Pahl. G and Beitz W, *Engineering Design*, Second Edition, Springer, London, 2003
4. Popov. EP (Zainul Astamar), *Mechanics of Material (Mekanika Teknik)*, Edisi ke dua, Erlangga, Jakarta, 1996