

Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengolahan Limbah Sekam Menjadi Bahan Baku Pakan Ternak

Achmad Muhazir¹, Murwan Widyantoro²

¹Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, achmad.muhazir@ubharajaya.ac.id

²Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, murwanw@ymail.com

ABSTRAK - Limbah sekam adalah limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan padi menjadi beras, ada tiga proses untuk mengubah padi dari ladang menjadi beras yang siap dimasak. Pertama proses pelepasan butir padi dari gagang padi yang disebut proses perontokan, kedua pelepasan kulit padi dari biji-bijinya (proses menggunakan mesin pelepas kulit) proses ini menghasilkan limbah sekam, yang ketiga proses pembersihan biji beras dari kulit tipis dan menghasilkan beras bersih yang siap dimasak (menggunakan mesin *polisher*). Pada proses ke dua, yaitu pelepasan kulit dari bijinya, menghasilkan limbah sekam yang cukup banyak, dan biasanya ditumpuk di belakang pabrik. Limbah sekam ini biasanya dibakar agar tidak menjadi masalah dalam pembuangannya dan masalah lingkungan, atau dijual dengan harga yang murah sebagai bahan untuk pupuk tanaman. Hasil dari beberapa survey awal dan beberapa penelitian, ternyata limbah sekam ini bisa dimanfaatkan untuk bahan pencampur pakan ternak, bebek, sapi, dan lainnya, karena kandungan nutrisi cocok sebagai bahan pencampur pakan ternak. Penelitian ini menghasilkan mesin pengolah limbah sekam yang lebih ergonomis, daya yang dipakai lebih kecil dari mesin-mesin yang sudah ada yaitu 2 HP dengan kapasitas produksi yang dihasilkan mencapai sekitar 52 kg/jam, ini lebih unggul dari mesin-mesin sebelumnya dengan daya yang lebih besar. Kesetabilan mesin dalam produksi limbah sekam lebih setabil, hasil pengujian secara statistik masuk ke daerah batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB).

Kata kunci: Limbah, Perancangan, efisien, Kapasitas Produksi

ABSTARCT - *Chaff waste is the waste generated from the process of grinding into rice, there are three processes to convert rice from fields into ready-to-cook rice. Firstly the process of removing the grain from the rice handle called the threshing process, the two release of the grain from the seeds (the process of using the leather removal machine) this process produces husk waste, the third process of cleaning the rice seeds from thin skin and producing clean rice ready to be cooked (using a polisher machine). In the second process, the removal of the skin from the seeds, produces a considerable amount of chaff waste, and is usually stacked behind the plant. This chaff waste is usually burned to avoid problems in its disposal and environmental problems, or to be sold at a low price as an ingredient for plant fertilizer. The results of some initial surveys and some research, it turns out this waste husk can be used for mixing materials of livestock feed, ducks, cows, and others, because the nutrient content is suitable as a feed mixing material. This research produces a more ergonomic husk processing engine, the power used is smaller than the existing machines that is 2 HP with the production capacity produced reaches about 52 kg / hour, this is superior to the previous machines with more power big. The stability of the engine in the production of waste husk is more stable, the test results are statistically entered into the upper control limit area (UCL) and lower control limit (LCL).*

Keywords: Waste, Design, Efficient, Production Capacity

Naskah diterima : 09 Januari 2018, Naskah dipublikasikan : 15 Mei 2018

PENDAHULUAN

Sekam dipengolahan penggilingan padi biasanya ditumpuk dibelakang pabrik, jika sudah terlalu banyak biasanya dibakar, atau ada penjual tanaman yang mengangkut sekam tersebut, dan gratis, atau juga dibakar hasil pembakarannya diangkut untuk pencampur tanah di ladang sebelum musim tanam bagi para petani.

Komposisi kimia dari sekam padi adalah (Rambet 1999) :

- a) Kadar air : 9,02%
- b) Protein kasar : 3,03%
- c) Lemak : 1,18%
- d) Serat kasar : 35,68%
- e) Abu : 17,17%
- f) Karbohidrat dasar : 33,71

Dari komposisi tersebut, sekam bisa dikategorikan sebagai biomassa yang bisa digunakan untuk kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak atau bahan bakar.

Penelitian ini mendesign dan membuat mesin penghancur sekam menjadi dedek halus, sekam akan diolah menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis, diperkirakan bisa dijual dengan harga sekitar Rp. 1.000 – Rp. 1.500 per kg nya. Sekam yang diolah menjadi dedek juga bisa dimanfaatkan bagi para petani sebagai bahan campuran pakan ternaknya, sehingga para petani/peternak mendapat bahan pakan ternak yang murah.

Mesin sekam yang ada dari penelitian lapangan awal (pada mesin A dan mesin B pada tabel 1), mempunyai suara kebisingan di atas rata-rata sekitar 100-200 dB, dan debu yang dihasilkan tersebar kemana-mana sehingga dari segi ke ergonomisan sangat jauh dari harapan, dengan kapasitas produksi yang kurang optimal. Inti dari penelitian ini akan memperbaiki kekurangan-kekurangan mesin yang ada, pada tahap awal akan menggunakan daya penggerak motor listrik, sehingga bisa menurunkan kualitas kebisingan mesin (penelitian selanjutnya

daya akan diusahakan dengan penggerak tenaga angin, turbin angin yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga bisa menggunakan energi alam yang ramah lingkungan, *renewable energy*). Untuk meningkatkan produksi akan di-*improve* pisau penghancur sekam yang dipakai sekarang dan menaikkan putaran mesin, dengan *improve* pisau tersebut selain bisa meningkatkan produktivitas juga menurunkan torsi untuk menggerakkan mesin, sehingga daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan menjadi lebih kecil.

Tujuan dari penelitian ini menghasilkan mesin pengolah limbah yang lebih murah, ergonomis dengan kapasitas produksi yang lebih besar, sehingga masyarakat mendapatkan mesin yang murah dan mempunyai kapasitas produksi yang tinggi.

LANDASAN TEORI

Posisi Penelitian

Penelitian mengenai pengembangan mesin pengolah limbah sekam, sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, dari hasil studi pustaka tim pada penelitian ini akan memperbaiki beberapa desain dari mesin, dengan tujuan untuk mendapatkan produktivitas produksi lebih tinggi, lebih ergonomis, tingkat kebisingan rendah dan daya yang dipakai bisa diturunkan. Perbandingan perbaikan dari penelitian terdahulu, seperti pada tabel 1.

Mesin Pengolah Limbah Sekam

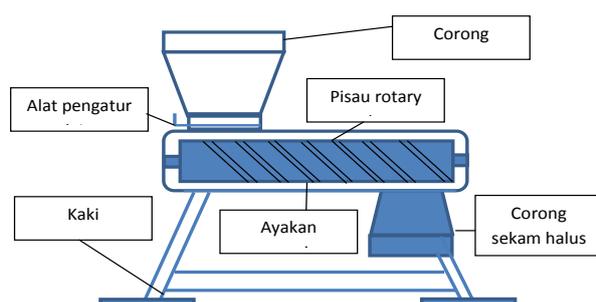
Mesin pengolah sekam yang akan dirancang menggunakan prinsip *rotary cutting*, di mana pemotong menggunakan pisau-pisau yang terpasang di silinder yang berputar, untuk bantalan potong bersatu pada alat pengayak yang diatur besar lubang ayakannya sesuai dengan kekasaran produk yang ingin dihasilkan.

Tabel 1. Rencana Mesin Yang Dibuat
Dibandingkan Dengan Yang Sudah Ada

| No | Kriteria | Mesin-A | Mesin-B | Mesin dibuat |
|----|----------------------|--------------|-----------|---------------|
| 1 | Daya yang dipakai | 8 HP | 5,5 HP | 2 HP |
| 2 | Tingkat kebisingan | 120-150 dB | 120 dB | 50-80 dB |
| 3 | Tingkat sebaran debu | berdebu | berdebu | minimal |
| 4 | Harga | 15.000.000 | 8.500.000 | 4.000.000 |
| 5 | Kapasitas produksi | 30-40 kg/jam | 30 kg/jam | 50 kg/jam |
| 6 | Mesin penghasil daya | Diesel | Bensin | Motor listrik |

Sumber: data penelitian 2016

Limbah sekam yang akan diolah dimasukkan ke corong penampung sekam, panel pengatur dibuka agar sekam masuk ke mesin untuk dihancurkan, besar umpan masukan sekam diatur secara manual, agar sekam tidak membuat mesin macet, sekam yang masuk ke dalam mesin akan ikut berputar dengan pisau rotari, pada ayakan ada bantalan-bantalan sebagai pasangan pisau yang berputar, dengan kecepatan putar tertentu dan berulang-ulang sehingga sekam menjadi terpotong dan hancur menjadi dedak. Design mesin yang dirancang seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Prakiraan design awal rancangan mesin pengolah sekam

Dedak hasil potongan-potongan akan tersaring melewati saringan yang dipasang, besar butiran dedak sesuai dengan ayakan yang terpasang. Jika butiran sekam masih kasar maka sekam tersebut akan

mengalami pemotongan berulang-ulang hingga hancur dan bisa melewati saringan dan keluar sebagai produk yang sesuai keinginan. Kecepatan produksi sekam bisa diatur kecepatannya dengan menaikkan putaran tabung rotari. Kecepatan tabung rotari bisa ditingkatkan kecepatannya dengan membuat perbandingan puli pada poros penggerak dan puli pada tabung rotari. Sehingga dengan mesin yang sama sebetulnya bisa ditingkatkan 2-3 kali kecepatan putarannya, asal torsi mesin penggerak masih memungkinkan.

Usaha Perbaikan Performance Mesin

Target penelitian ini ialah usaha perbaikan mesin yang dibuat, dari segi *performance* yaitu:

- Peningkatan kapasitas produksi
- Hemat konsumsi listrik/bahan bakar, menganalisis kebutuhan daya agar tidak *over*.
- Harga terjangkau oleh masyarakat pengguna.
- Segi perawatan mudah
- Tidak mudah rusak dan penggantian komponen mudah
- Desain menarik dan kompak.
- Lebih ergonomis

Komponen mesin

Poros

Pada poros terjadi tegangan puntir dan tegangan lentur. Tegangan puntir akibat penerusan daya dari motor listrik untuk menghancurkan sekam lewat pisau yang terpasang. Tegangan puntir terjadi:

$$\tau = \frac{T.C}{I_p} \quad (1)$$

Di mana:

τ = Tegangan puntir poros (kg/cm^2)

T = Momen puntir terjadi (kg.cm)

C = Jari-jari poros (cm)

I_p = momen inersia polar (cm^4)

Sedangkan tegangan lentur pada poros akibat tarikan dari *belt*, dirumuskan dengan persamaan berikut ini:

$$\sigma = \frac{M.C}{I_{zz}} \quad (2)$$

Di mana:

- σ = Tegangan lentur poros (kg/cm²)
- M = Momen lentur terjadi (kg.cm)
- C = Jari-jari poros (cm)
- I_{zz} = momen inersia bidang (cm⁴)

Bantalan

Bantalan yang dipakai dalam proses pengolahan sekam padi, yang mana untuk mendapatkan putaran poros yang halus diperlukan bantalan yang baik pula. Bantalan (*bearing*) adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menahan (mensupport) beban pada saat dua elemen mesin saling bergerak relatif. (Sonawan, 2010).

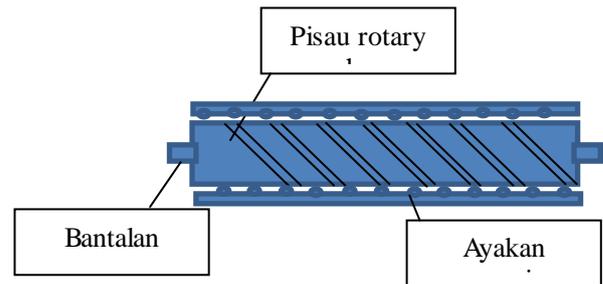
Adapun tipe bantalan yang lainnya, menurut fungsi bantalan sama tetapi penggunaan dan bentuknya sangat berbeda. Pada gambar 2. bantalan yang sering digunakan dalam kendaraan ringan seperti sepeda motor dan mobil, tetapi bantalan tersebut juga kami gunakan dalam memperhalus putaran poros yang masuk dari motor ke mekanik mesin pengolah sekam padi menjadi pakan ternak.



Gambar 2. Bantalan dan rumah bantalan

Pisau penghancur sekam

Peningkatan kapasitas produksi yaitu dengan memodifikasi pisau pemotong, pisau pemotong dibuat lebih tajam, dengan treatment baja dengan proses pengerasan celup cepat, dan menambah bantalan-bantalan pada ayakan sebagai penahan pada proses pemotongan dan penghancuran sekam. Sekam yang terbawa berputar akan lebih cepat tergerus menjadi hancur. Pisau rotari yg dirancang seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Tampak muka pisau rotari dan bantalan pemotong sekam

- 1) Tegangan geser pemotongan untuk menghancurkan sekam:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Di mana:

- τ = tegangan geser terjadi (Kg/cm²)
- F = gaya yang dibutuhkan untuk memotong sekam (Kgf)
- A = luas bidang (cm²)

- 2) Kecepatan keliling pisau :

$$V = \frac{\pi d n}{60} \quad (4)$$

Di mana:

- V = Kec. keliling pisau (m/s)
- d = Diameter putar pisau (m)
- n = Putaran poros (rpm)

- 3) Energi pengirisan tiap pisau

$$E = F \times g \times l \quad (5)$$

Di mana:

- E = Energi Pengirisan (Nm)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- l = Panjang pisau (m)

- 4) Daya potong yang dibutuhkan (P)

$$P = \frac{E}{t} \quad (6)$$

Di mana:

- P = Daya potong (HP)

$E = \text{Energi Pengirisan (Nm)}$
 $t = \text{waktu (s)}$

Dari persamaan (3) di atas bisa ditarik asumsi, dengan semakin tajam pisau maka tegangan geser terjadi semakin besar karena luas penampang mata pisau A semakin kecil (semakin tajam maka luas penampang A akan semakin kecil), sekam akan mudah hancur, semakin banyak bantalan diam (pisau diam) pada permukaan ayakan maka kapasitas sekam terpotong akan semakin banyak pada waktu bersamaan.

Sistem transmisi

Peningkatan kapasitas produksi bisa juga dengan menaikkan putaran pisau rotari, semakin tinggi putaran, pemotongan akan berjalan lebih cepat, sehingga proses penghancuran sekam menjadi lebih banyak dengan waktu yang sama. Peningkatan putaran tidak harus dengan meningkatkan daya motor listrik atau mesin, tetapi dengan membuat perbandingan transmisi sabuk/puli pada puli mesin sekam dan puli poros penggerak (motor listrik/mesin diesel).

Perbandingan putaran:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1} \quad (7)$$

Di mana:

$n1 = \text{putaran poros input (rpm)}$
 $n2 = \text{putaran poros output (rpm)}$
 $D1 = \text{diameter puli input (cm)}$
 $D2 = \text{diameter puli output (cm)}$

Dari persamaan (7) dengan memodifikasi puli output/input dengan perbandingan 3 kali lebih besar pada puli motor, maka putaran akan meningkat tiga kali lipat pada poros pisau rotari. Batasan untuk meningkatkan putaran adalah asal torsi pada poros *rotary* masih mencukupi, karena dengan menaiknya putaran, torsi akan menurun, mengikuti persamaan berikut:

$$T = C \frac{N}{n} \quad (8)$$

Di mana:

$T = \text{torsi terjadi pada poros (kg.cm)}$
 $C = \text{konstanta}$
 $N = \text{daya dari motor listrik (Hp)}$
 $n = \text{putaran pada poros rotary (rpm)}$

Selain torsi yang membatasi untuk meningkatkan kecepatan, juga kemungkinan adanya massa tak balans pada poros yang berputar.

$$F = m \cdot e \cdot \omega^2 \quad (9)$$

Di mana:

$F = \text{gaya yang timbul akibat masa tak balans (N)}$
 $m = \text{masa tak balans (kg)}$
 $e = \text{jarak masa tak balans ke sumbu center (m)}$
 $\omega = \text{putaran poros (rad/s)}$

Semakin besar e , m dan ω , maka gaya yang timbul akibat masa tak balans semakin besar, ini akan menimbulkan getaran hebat pada mesin (amplitudo getaran yang besar).

Tingkat Kepentingan Pada Perancangan Produk

Pada perancangan mesin yang akan dibuat, mempertimbangkan beberapa aspek tingkat kepentingan kebutuhan pemakai. Skala *Likert* dapat digunakan untuk mengukur tingkat kepentingan dari kebutuhan tersebut, dari yang sangat tidak penting (skala 1), sampai dengan sangat penting (skala 5). Skala *likert* untuk perancangan seperti pada tabel 2.

Untuk perancangan, mempertimbangkan kebutuhan dari pemakai, mesin yang dirancang terutama harus, hemat energi, pengaturan kehalusan dedak keluar bisa diatur sesuai kebutuhan pemanfaatan dedak, dan harga mesin murah.

Tabel 2. Skala likert untuk kebutuhan pemakai

| No | Atribut kebutuhan | Skala Likert |
|----|------------------------------|--------------|
| 1 | Hemat Energi | 5 |
| 2 | Besar kehalusan bisa di atur | 5 |
| 3 | Perawatan dan perbaikan | 4 |
| 4 | Tidak mudah rusak | 4 |
| 5 | Penggunaan Mudah | 4 |
| 6 | Desain menarik | 4 |
| 7 | Harga murah | 5 |
| 8 | Kapasitas produksi mesin | 4 |
| 9 | Komponen pengganti mudah | 4 |
| 10 | Pengoperasian mudah | 4 |

Sumber: pengolahan data 2016

METODE PENELITIAN

Identifikasi Permasalahan dan Persiapan

Identifikasi kondisi kondisi mesin yang ada, studi pustaka mengenai pengolahan limbah sekam, pembuatan mesin dan ide-ide rancangan.

Perancangan dan Pembuatan Mesin *Feature* dan ide rancangan

Berdasarkan kebutuhan dari permasalahan pokok maka akan muncul *feature* perancangan alat yang merupakan gambaran awal perancangan, kemudian dicari ide-ide yang mungkin dapat dilakukan untuk menginterpretasikan *feature* awal perancangan sebagai upaya menemukan penyelesaian tentang kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan saat dilapangan. Penggalan ide dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi-informasi yang telah didapat mengenai tujuan penggunaan dan batasan yang ada. Informasi tersebut nantinya akan dikembangkan menjadi suatu batasan dalam perancangan, untuk diperlukan tukar pikiran antara pengguna alat dan perancang alat disamping adanya kemungkinan tambahan ide dari para ahli.

Penentuan spesifikasi detail perancangan

Tahap spesifikasi detail perancangan merupakan inti dari proses perancangan alat pengolah limbah sekam. Tahap ini mendetailkan ide-ide yang telah dikembangkan dan melalui proses analisis yang cermat ide-ide didetailkan sehingga dapat mendekati dari tujuan perancangan.

Pada tahap inilah ide-ide yang ada akan diaplikasikan pada pembuatan perancangan alat pengolah limbah sekam. Tahap spesifikasi detail mencakup tiga hal, yaitu :

a) Detail Desain

Tahap ini memberikan spesifikasi tentang detail desain perancangan dari ide-ide yang dikembangkan serta bagaimana mekanisme kerja dan penggunaan mesin pengolah limbah sekam, dengan mempertimbangkan kelayakan pengoperasian. Selain itu juga memperhatikan segala kelebihan maupun keterbatasan manusia yang merupakan pengguna dari alat yang dirancang.

b) Penentuan Spesifikasi Geometri Rancangan

Penentuan spesifikasi geometri rancangan meliputi penentuan dimensi rancangan mesin, gambaran desain mesin dalam bentuk 2D dan 3D. Dimensi perancangan disesuaikan dengan penggunaan alat dan kesesuaian dengan operator penggunaannya.

c) Penentuan Material Perancangan

Penentuan material perancangan mesin dipergunakan untuk mengetahui material apa saja yang cocok dengan alat hasil perancangan. Penentuan material hasil perancangan dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka terkait elemen mesin serta dari pihak teknisi.

d) Rancangan Akhir

Rancangan akhir merupakan desain perancangan yang telah memenuhi

tujuan perancangan yaitu design yang benar-benar eligible untuk dilanjutkan ke proses produksi pembuatan mesin.

e) Estimasi Biaya

Setelah didapatkan hasil perancangan alat pembuatan dawet yang ergonomis, dapat diketahui bahan yang digunakan. Dari bahan yang dipakai, dapat dihitung estimasi biaya yang akan dikeluarkan. Biaya dibagi menjadi 2, yaitu biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja.

Pengujian Mesin yang Dibuat

Mesin yang sudah dibuat dan dirakit, perlu diuji kehandalan dan fungsinya, apakah sesuai dengan hasil yang direncanakan. Jika belum sesuai harus balik lagi ke perancangan dan *design* lagi, sampai ditemukan mesin yang berfungsi sesuai yang direncanakan. Jika hasil pengujian sesuai dengan yang diharapkan, terus dilakukan pengujian sampai benar-benar yakin, mesin ini bisa berfungsi dan menghasilkan produk yang direncanakan.

PEMBAHASAN

Perhitungan Konstruksi Mesin

Torsi mesin

Daya yang dipakai motor listrik 2 HP, dengan putaran 3000 rpm, sehingga torsi yang dihasilkan motor listrik sebesar:

$$T = C \frac{N}{n} = 71620 \frac{2}{3000} = 47.7 \text{ kg.cm}$$

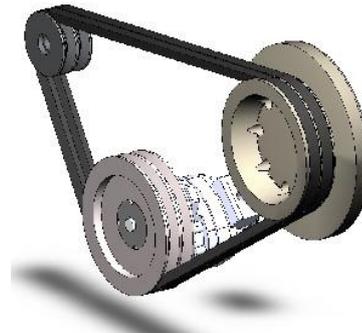
Torsi ini bisa dinaikkan dengan membuat perbandingan pada diameter puli di motor listrik dan diameter puli pada poros sekam pada mesin.

Puli

Puli yang digunakan dalam perancangan ini adalah puli dengan bahan besi. Data yang diketahui sebagai berikut:

D1= diameter puli motor = 150mm,
putaran = 15cm

akan diturunkan dari 3000 rpm ke 1500 rpm, sehingga puli pada poros mesin dibuat lebih besar 2 kali atau $D2 = \text{diameter puli poros mesin} = 300\text{mm} = 30\text{cm}$. Puli pada poros pemberat dibuat sekitar 1000 rpm, sehingga diameter puli pada poros pemberat $D3 = \text{diameter puli sabuk II} = 450\text{mm} = 45\text{cm}$. Puli hasil design seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Gambar puli motor, puli poros mesin dan puli pemberat

Poros mesin

Torsi yang terjadi pada poros mesin, yaitu:

$$T = C \frac{N}{n} = 71620 \frac{2}{1500} = 95.5 \text{ kg.cm}$$

Tegangan yang terjadi pada poros mesin, dengan poros yang dipakai diameter rata-rata 3 cm, ialah:

$$\tau = \frac{T.C}{I_p} = \frac{95.5 \times \left(\frac{3}{2}\right)^3}{7.94} = 18 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan memakai faktor keamanan 1.2 akibat pembebanan dinamik dan akibat poros bertingkat, maka tegangan geser yang terjadi pada poros mesin sekitar :

$$\tau = 18 \times 1.2 = 21.6 \text{ kg/cm}^2$$

Poros mesin menggunakan bahan St 37 dengan kekuatan sekitar = 37 kg/cm², sehingga poros aman dalam beroperasi.

Pisau penghancur sekam

- 1) Tegangan geser pemotongan untuk menghancurkan sekam dari persamaan (3):

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{100}{4 \times (0.8 \times 20)} = 1.5 \text{ kg/cm}^2$$

Poros aman menahan tegangan geser akibat pemotongan, jauh lebih kecil dibandingkan kekuatan izin dari bahan poros, yaitu 37 kg/cm²

- 2) Kecepatan keliling pisau, dengan memakai persamaan (4), sebagai berikut:

$$V = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3.14 \times 0.03 \times 1500}{60} = 2.4 \text{ m/s}$$

- 3) Energi pengirisan tiap pisau, dengan memakai persamaan (5), sebagai berikut:

$$E = F \times g \times l = 100 \times 9.81 \times 0.2 = 196.2 \text{ N.m}$$

- 4) Daya potong yang dibutuhkan, dengan persamaan (6), yaitu:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{196,2 \times 4}{3600} = 0.21 \text{ HP}$$

Daya potong yang dibutuhkan untuk 4 pisau penghancur sekam sekitar 0.21 HP, sehingga motor 2 HP yang digunakan aman saat beroperasi.

Kapasitas Produksi Mesin

Untuk menghitung kapasitas produksi dari mesin yang dirancang, dihitung secara pengukuran langsung setiap satu jam mendapatkan produksi berapa kg. pengukuran langsung kapasitas produksi sebagai berikut untuk tiap jam nya:

Pengukuran elemen kerja dilakukan sebanyak 12 kali dengan menggunakan *stop watch* dan timbangan manual. Tingkat keyakinan 95% (k=2) dan derajat ketelitian 10%.

Tabel 3 menunjukkan Data pengukuran langsung kapasitas produksi mesin.

Tabel 3. Data pengukuran langsung kapasitas produksi mesin

| Data Pengamatan dalam(Kg/jam) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Pengamatan ke | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Data pengamatan | 48 | 56 | 49 | 55 | 58 | 52 | 47 | 45 | 58 | 54 | 57 | 45 |

Untuk validasi data dilakukan pengujian kecukupan data dan keseragaman data, apa benar produktivitas mesin yang dibuat valid secara statistic.

Uji kecukupan data menggunakan persamaan:

$$N^1 = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Karena harga N¹ < N maka data yang diambil

sudah cukup untuk merata-rata kan kapasitas produksi mesin, kapasitas produksi mesin yang dibuat rata-rata data yang diambil yaitu = 52 kg/jam.

Untuk mengecek data yang diambil seragam atau tidak dicek menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{274}{11}} = 4.9 = 5$$

BKA = X + kσ dimana X= rata2
BKB = X - kσ

Nilai batas kontrol atas:

$$\text{BKA} = 52 + (2 \cdot 5) = 62 \text{ kg}$$

dan batas kontrol bawah:

$$\text{BKB} = 52 - (2 \cdot 5) = 42 \text{ kg}$$

Dari 12 sampel data yang di ambil terbesar yaitu = 58 kg dan terkecil 45 kg, sehingga mesin relatif stabil untuk menghasilkan 52 kg/jam, karena dari data pengukuran langsung masuk di daerah BKA dan BKB. Gambar mesin hasil rancangan seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Gambar mesin pengolah limbah sekam yang dibuat

PENUTUP

Penelitian ini telah menghasilkan mesin pengolah limbah sekam yang lebih produktif dan ergonomis dari yang sudah ada. Daya yang dipakai rendah, menggunakan penggerak motor listrik 2HP, sehingga kebisingan dapat diturunkan dengan signifikan.

Kapasitas produksi yang dihasilkan oleh mesin yang dibuat mencapai sekitar 52 kg/jam, lebih unggul dari mesin-mesin sebelumnya dengan daya yang lebih besar.

Kesetabilan mesin dalam produksi limbah sekam lebih stabil, hasil pengujian secara statistik masuk ke daerah batas control atas (BKA) dan batas control bawah (BKB).

DAFTAR PUSTAKA

Badan Litbang Pertanian. *Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif dalam Rumah Tangga Petani*. <http://www.litbang.dept>

an.go.id/artikel/one/210/, 2008.

Hardjo, S., S. Indrasti dan T. Bantacut. *Biokonversi Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. PAU. Pangan dan Gizi IPB. Bogor, 1989.

Kasmir. *Kewirausahaan*. Jakarta : PT RajaGrafindo Persada, 2006

L Mot, Robert., *Machine Element in Mechanical Design*, Prentice Hall, fourth Edition, New Jersey, Columbus, Ohio, 2004

Rembet, B.W., *Rekayasa Nilai Nutritif Pakan Melalui Bioteknologi "Solid State Fermentation" dan "Effective Microorganisms" (Bokashi)*. Makalah Aplikasi paket Teknologi Pertanian. Fakultas Peternakan Unsrat. Manado, 1999

Sonawan, Hery. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung : Penerbit Alfabeta, 2010.

Sumiyarso, Bambang, *Mesin Penggiling Gabah*, Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, 2007.

Sutalaksana, Iftikar Z, dkk. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung : Penerbit ITB, 2006.