

**OPTIMASI KAPASITAS PRODUKSI DAN ANALISIS EKONOMI PADA
MESIN PENGGILING SEKAM PADI PENGGERAK POROS
*HORIZONTAL***

(Skripsi)

Oleh:

DIDI MARSONI



JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

ABSTRAK

OPTIMASI KAPASITAS PRODUKSI DAN ANALISIS EKONOMI PADA MESIN PENGGILING SEKAM PADI PENGGERAK POROS *HORIZONTAL*

OLEH

DIDI MARSONI

Sekam padi pada umumnya hanya digunakan sebagai alas ternak, media tanam dan bahan bakar untuk pembakaran batu bata sehingga belum termanfaatkan dengan baik. Sekam padi dapat dimanfaatkan secara optimal dengan menepungkan sekam padi menggunakan mesin penggiling sekam padi yang sudah ada. Akan tetapi rendahnya kapasitas produksi yang dihasilkan mesin penggiling tidak sebanding dengan power mesin yang digunakan menjadi permasalahan. Pada penelitian ini dilakukan optimasi kapasitas produksi terhadap mesin penggiling sekam padi, dan analisis ekonomi meliputi biaya pokok, BEP, dan B/C rasio untuk mengetahui kelayakan mesin penggiling sekam padi ditinjau dari sisi ekonominya. Pengujian dilakukan menggunakan metode Taguchi yang terdiri dari 3 faktor dengan 3 level untuk jumlah *hammer* yaitu: 2, 3, dan 6, kecepatan putar yaitu: 2750, 3000 dan 3250 rpm, serta ukuran saringan yaitu: *mesh* 10, 20 dan 35. Hasil kapasitas produksi yang semula hanya 10 kg/jam naik menjadi 26,68 kg/jam didapatkan dengan menggunakan variasi level jumlah *hammer* 6, kecepatan putar 3250 rpm, dan ukuran saringan *mesh* 10. Kemudian untuk biaya pokok sebesar Rp 1.592,9/kg, BEP sebesar 14.783,65 kg/tahun dan B/C rasio sebesar 1,88 dengan demikian mesin penggiling sekam padi layak digunakan untuk usaha penggilingan.

Kata Kunci: Sekam padi, mesin penggiling, optimasi, kapasitas produksi, ekonomi

ABSTRACT

OPTIMIZE THE CAPACITY OF PRODUCTION AND ECONOMY ANALIZED OF THE HUSK RICE GRINDING MACHINE USED HORIZONTAL SHAFT

By

DIDI MARSONI

The Husk rice was generally only used for cattle, cropping media and brick fuel and haven't being optimized. The husk rise can be used optimally by grinding the husk rice with the machine but it produced the low capacities of production and wasn't propotional with the power of the machines, so it will bring a new problem. In this reseach was done the optimise capacity of production of the husk rice grinding machine and economy analized such as cost, BEP, and ratio of B/C to know the advisability of the husk rice grinding machine based on the economically purpose. The experiment was done by Tamaguchi method, there are three factors and levels for the amount of hammer; 2, 3 and 6, the rotations of velocities are 2750, 3000 and 3250 rpm, the sizes of filter are 10, 20, and 35 *mesh*. The result of the capacity production originally was only 10 kg/hour increased to 26,68 kg/hour by using the variation of hammer 6, 3250 rpm rotation velocity and 10 mesh filter. The result of economy analysis has; cost Rp 1.592,9/kg, BEP 14.783,65 kg/year and the ratio of B/C 1,88. Based on the results of the experiment we can conclude that the husk rice grinding machine was oportune for milling trade.

Key word: Husk rice, grinding machine, optimize, capacity of production, economy

**OPTIMASI KAPASITAS PRODUKSI DAN ANALISIS EKONOMI PADA
MESIN PENGGILING SEKAM PADI PENGGERAK POROS
*HORIZONTAL***

Oleh

DIDI MARSONI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2019

Judul Skripsi : **OPTIMASI KAPASITAS PRODUKSI DAN ANALISIS EKONOMI PADA MESIN PENGGILING SEKAM PADI PENGGERAK POROS HORIZONTAL**

Nama Mahasiswa : **Didi Marsoni**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315021020

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

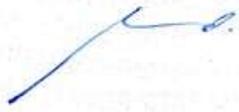
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001


Ir. Arinal Hamni, M.T.
NIP 19641228 199603 2 001

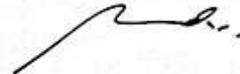
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**


.....

Anggota Penguji : **Ir. Arinal Hamni, M.T.**


.....

Penguji Utama : **Zulhendri H, S.T., M.T.**


.....

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Februari 2019**

PERNYATAAN PENULIS

DENGAN INI PENULIS MENYATAKAN BAHWA BENAR SKRIPSI INI
DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT
SEBAGAIMANA YANG DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN
AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN
REKTOR NO. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



DIDI MARSONI
NPM. 1315021020

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Karang anyar, Kecamatan Jati agung, Kabupaten Lampung selatan pada tanggal 8 April 1996 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Mugiono dan PoniyeM.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Karang anyar, Kecamatan Jati agung, Kabupaten Lampung selatan pada tahun 2007. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 20 Bandar lampung pada tahun 2010, dan menyelesaikan pendidikan di Sekolah Menengah Atas di SMA Gajah Mada Bandar lampung pada tahun 2013.

Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur penerimaan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) Universitas Lampung sebagai Anggota Divisi Penerbitan periode 2014-2015, dan sebagai Kepala Divisi Penerbitan periode 2015-2016. Penulis juga mengikuti organisasi Komunitas Kreativitas Universitas Lampung (KUKIS) di Divisi Pabrikasi.

Dibidang akademik penulis juga pernah mengikuti kegiatan lomba dan event. Pada tahun 2016 penulis mengikuti Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) dan didanai. Penulis juga mengikuti ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2016 di Universitas Gajah Mada di Yogyakarta.

Penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di PT. PLN (Persero) Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulu Belu Kabupaten Tanggamus pada tahun 2016. Pada tahun 2019 penulis melakukan penelitian dengan judul “Optimasi Kapasitas Produksi dan Analisis Ekonomi Pada Mesin Penggiling Sekam Padi Penggerak Poros *Horizontal*” dibawah bimbingan Bapak Ahmad Su’udi, S.T., M.T., dan Ibu Ir. Arinal Hamni, M.T.

MOTTO

Terus belajar, terus berusaha untuk menjadi lebih baik

dan

Jangan pernah menganggap segala sesuatu itu sulit sebelum kau
mencobanya.

(Didi Marsoni)

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya.

Kupersembahkan Karya ini
kepada kedua Orang Tuaku Tercinta

Mugiono

&

Poniyem

Kedua saudariku

Elianasari, S.Si., M.Sc. & Keysha Aurellia Junika

Serta

Rekan-rekan seperjuangan penulis

MESIN 2013

Almamater tercinta

TEKNIK MESIN UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur selalu saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik. Laporan tugas akhir ini dengan judul “Optimasi Kapasitas Produksi dan Analisis Ekonomi Pada Mesin Penggiling Sekam Padi Penggerak Poros *Horizontal*”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai gelar “Sarjana Teknik” di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung. Ucapan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan baik moral maupun materil yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak (Mugiono) dan Ibu (Poniyem) yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moral materil kepada penulis.
2. Kedua saudari penulis, Kakak Elianasari dan Adik Keysha Aurellia Junika, kejarlah mimpi kalian setinggi mungkin.
3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T., selaku pembimbing 1 tugas akhir penulis dan juga Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, terimakasih atas segala waktu yang telah diluangkan untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Arinal Hamni, M.T., selaku pembimbing 2 tugas akhir ini, terima kasih atas kesediaan dan arahannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Zulhendri H, S.T., M.T., selaku pembahas tugas akhir ini, terima kasih atas saran dan masukan yang membangun dalam penyempurnaan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Dr. Amrizal, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan banyak pengarahan dan masukan.

7. Bapak serta Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
8. Terimakasih kepada Prasetyo Budiyo yang telah menjadi partner selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Terimakasih kepada Kadek Sukanadi, I Putu Dharma Adi Wijaya, Tata Kurniawan dan Doni (WISTIM) yang selalu menemani selama penulis melaksanakan studi di jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
10. Terimakasih kepada seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Lampung angkatan 2013 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. Terimakasih kepada seluruh rekan-rekan KUKIS UNILA yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Harapan terbesar penulis agar laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan serta masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat diperlukan untuk perbaikan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 22 Februari 2019

Penulis

Didi Marsoni
NPM. 1315021020

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SURAT PERYATAAN PENULIS	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan Laporan	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Optimasi	5
2.1.1. Metode Taguchi.....	5

2.2. <i>Size Reduction</i>	13
2.2.1. Jenis-Jenis Penggilingan	13
2.2.2. Kapasitas Produksi Mesin Penggiling	22
2.3. Analisis Ekonomi	23
2.3.1. Biaya Pokok	23
2.3.2. Analisis <i>Break-Even Point</i>	24
2.3.3. Analisis <i>Benefit Cost Ratio</i>	26
2.4. Sekam Padi	26
2.4.1. Produk Olahan Sekam Padi	27

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.1.1. Waktu	33
3.1.2. Tempat Penelitian	33
3.2. Alat dan Bahan	33
3.2.1. Alat	33
3.2.1. Bahan	38
3.3. Alur Penelitian	40
3.4. Prosedur Penelitian	41
3.4.1. Persiapan Bahan	41
3.4.2. Persiapan Mesin Penggiling Sekam Padi	41
3.4.3. Proses Penggilingan	41
3.4.4. Pengambilan Data	44
3.4.5. Analisis Ekonomi Mesin Penggiling Sekam Padi	45
3.4.6. Rencana Analisis Yang Akan Dilakukan	45

BAB IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil	46
4.1.1. Hasil <i>Analysis Of Variance</i>	48
4.1.2. Hasil Analisis Taguchi	50
4.1.3. Melakukan Proses Penggilingan dengan Variasi Terbaik	53
4.2. Analisis Ekonomi	54

4.2.1. Perhitungan Biaya Pokok	55
4.2.2. Perhitungan <i>Break-Even Point</i>	59
4.2.3. Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i>	59

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 2.1. Mekanisme penggilingan <i>disc mill</i>	14
Gambar 2.2. Mekanisme penggilingan <i>hammer mill</i>	15
Gambar 2.3. <i>Impact plate</i>	16
Gambar 2.4. <i>Revolving disc</i>	16
Gambar 2.5. <i>Hammer</i>	17
Gambar 2.6. Saringan.....	18
Gambar 2.7. Sekam padi	27
Gambar 2.8. Briket.....	28
Gambar 2.9. Contoh asap cair sekam padi dalam botol.....	31
Gambar 2.10. Contoh papan partikel sekam padi	32
Gambar 3.1. Mesin penggiling sekam padi penggerak poros <i>horizontal</i>	34
Gambar 3.2. Saringan yang digunakan untuk pengujian	35
Gambar 3.3. <i>Hammer</i> yang digunakan untuk pengujian.....	36
Gambar 3.4. Timbangan digital	37
Gambar 3.5. Tachometer.....	37
Gambar 3.6. Gelas ukur	38
Gambar 3.7. Sekam padi yang digunakan untuk pengujian.....	39
Gambar 3.8. Diagram alur penelitian.....	40
Gambar 4.1. Grafik <i>main effects plot for SN ratios</i> kapasitas penggilingan....	51
Gambar 4.2. Produk sekam padi hasil gilingan dengan variasi terbaik	54
Gambar 4.3. Grafik analisis <i>break-even point</i>	60

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 2.1. <i>USA standard mesh chart</i>	18
Tabel 2.2. Komposisi kimia sekam padi berdasarkan bahan kering.....	29
Tabel 2.3. Komposisi dari berbagai jenis dedak	29
Tabel 3.1. Parameter proses penggilingan	42
Tabel 3.2. Derajat kebebasan	42
Tabel 3.3. Desain metode taguchi dengan <i>software</i> Minitab 14.....	44
Tabel 3.4. Data pengujian menggunakan metode taguchi	44
Tabel 4.1. Data hasil survei lapangan	46
Tabel 4.2. Data hasil pengujian kapasitas	47
Tabel 4.3. <i>Analysis of variance</i> (ANOVA) untuk kapasitas penggilingan	48
Tabel 4.4. <i>Respons table for SN ratio</i> untuk kapasitas penggilingan.....	50
Tabel 4.5. Level terbaik dari setiap faktor yang memberikan kapasitas penggilingan optimum	53
Tabel 4.6. Data hasil pengujian dengan variasi terbaik	53
Tabel 4.7. Hasil perhitungan biaya pokok, BEP, dan <i>B/C ratio</i>	60

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
SS_A	Jumlah kuadrat faktor A	
SS_T	Jumlah kuadrat total	
SS_m	Jumlah kuadrat karena rata-rata	
SS_e	Jumlah kuadrat error	
MS_e	Rata-rata kuadrat error	
P	Probabilitas	
K_{pt}	Kapasitas produksi mesin penggiling	Kg/jam
W_{pk}	Berat bahan sebelum digiling	Kg
T	Waktu penggilingan	detik
BP	Biaya pokok	Rp/kg
BT	Biaya tetap	Rp/kg
BTT	Biaya tidak tetap	Rp/kg
x	Jumlah jam kerja	Jam
BEP	<i>Break-even point</i>	Kg/thn
HJ	Harga jual	Rp/kg
HB	Harga bahan untuk menghasilkan 1 kg output	Rp/kg
P	Harga awal alat	Rp
N	Umur alat	Rp
i	Suku bungan	%

S	Harga akhir alat	Rp
D	Biaya penyusutan	Rp/thn
I	Bunga modal	Rp/thn

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beras merupakan salah satu makanan pokok kebanyakan masyarakat Indonesia, beras sendiri didapatkan dari serangkaian proses penggilingan untuk mengubah gabah menjadi beras akan tetapi, tidak hanya menghasilkan produk utama berupa beras, juga menghasilkan produk sampingan atau limbah sekam padi. Sekam padi merupakan salah satu produk sampingan dari proses penggilingan padi dengan presentase tertinggi sekitar 20% - 25% dari bobot awal padi (Coniwanti dkk, 2008). Menurut Badan Litbang Pertanian (2017) pada tahun 2016 sekam padi yang dihasilkan dari proses penggilingan padi mencapai 15,8 juta ton sekam padi.

Pada umumnya, sekam padi hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran batu bata, alas ternak, dan sebagai media tanam sehingga belum dimanfaatkan secara optimal. Sekam padi sebenarnya dapat diolah sebagai campuran pakan ternak sehingga memiliki nilai jual yang lebih, apalagi sektor peternakan nasional sedang berkembang dan kebutuhan akan pakan ternak terus meningkat, di tahun 2016 saja konsumsi pakan ternak nasional mencapai 17,2 juta ton (GPMT, 2017). Sebelum dapat dijadikan campuran pakan ternak, terlebih dahulu sekam padi ditepungkan dengan menggunakan mesin penggiling mekanis sampai menjadi halus.

Rohanda (2017), membuat mesin penggiling untuk mengolah sekam padi menjadi serbuk sekam yang akan digunakan untuk pakan ternak, dan kemudian mengujinya untuk mengetahui kapasitas alat. Mesin penggiling dengan prinsip gabungan *hammer mill* dan *roll crush*, dalam pengujiannya

menggunakan saringan *mesh* 60-80 dapat menggiling sekam padi sebanyak 2,5 kg/jam, yaitu $\frac{1}{4}$ dari kapasitas awal yang direncanakan sebesar 10 kg/jam. Ketidaksesuaian antara kapasitas alat awal yang direncanakan dengan kapasitas alat hasil pengujian disebabkan oleh berbagai faktor antara lain: jarak ruangan yang terlalu besar, permasalahan saluran masuk dan saluran keluar, serta putaran yang terlalu kecil.

Kemudian, penelitian serupa dilakukan oleh Budiyanto (2018), yang merancang, membuat, dan menguji mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* untuk menepungkan sekam padi. Mesin penggiling sekam padi ini, memiliki prinsip kerja gabungan antara *hammer mill* dan *disc mill*. Pada pengujiannya, mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* menggunakan saringan *mesh* 20 dengan kecepatan putaran mesin 3000 rpm didapatkan kapasitas alat sebesar 10 kg/jam, dimana kapasitas yang dihasilkan masih tergolong rendah tidak sebanding dengan *power* pada mesin yang digunakan. Oleh karena itu, akan dilakukan optimasi kapasitas produksi pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* untuk mendapatkan kapasitas produksi paling optimum dengan menggunakan metode Taguchi, sehingga dapat mengetahui parameter-parameter yang memberikan kapasitas produksi paling optimum pada mesin penggiling. Selanjutnya juga, akan dilakukan analisis ekonomi untuk mengetahui kelayakan mesin penggiling jika digunakan untuk usaha penggilingan sekam padi.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengoptimasi kapasitas produksi pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*
2. Melakukan analisis biaya pokok, *break-even point* (BEP), serta *benefit-cost ratio* (B/C) terhadap mesin penggiling sekam padi.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variasi *hammer* yang digunakan adalah 2, 3 dan 6
2. Panjang palu penghancur (*hammer*) yang digunakan pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* adalah 127 mm
3. Variasi ukuran saringan yang digunakan adalah *mesh* 10, *mesh* 20, dan *mesh* 35
4. Variasi kecepatan putar yang digunakan adalah 2750 rpm, 3000 rpm, dan 3250 rpm
5. Analisis ekonomi hanya diperuntukan untuk skala rumah tangga
6. Bukaannya pada saluran masuk mesin penggiling diatur sesuai kecepatan putar yang ditetapkan dalam pengujian
7. Sekam padi yang digunakan dalam pengujian merupakan sekam padi limbah penggilingan langsung tanpa proses perlakuan.

1.4. Sistematika Penulisan Laporan

Penulisan laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi landasan teori mengenai penelitian meliputi : teori tentang sekam padi, mesin penggilingan, macam-macam mesin penggilingan, metode taguchi, analisis ekonomi dan pendukung lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi waktu dan tempat penelitian, alur penelitian dan metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang data-data dan informasi yang didapat saat penelitian dan digunakan untuk melakukan analisa, perhitungan, pembahasan, dan evaluasi terhadap hasil yang didapat.

V. PENUTUP

Pada bab ini berisi poin kesimpulan dan saran yang didapatkan setelah melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Optimasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia optimasi berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik atau tertinggi. Jadi, dapat disimpulkan optimasi merupakan suatu cara atau upaya untuk memperoleh hasil yang terbaik atau tertinggi. Dalam suatu perusahaan, optimasi sangat diperlukan agar perusahaan dapat memperoleh keuntungan dengan menggunakan prinsip optimasi. Pada dasarnya prinsip optimasi terbagi menjadi dua, yaitu maksimalisasi dan minimalisasi. Maksimalisasi maksudnya, memaksimalkan input atau sumber daya untuk mendapatkan hasil terbaik. Sedangkan minimalisasi yaitu meminimalkan input atau sumber daya dalam hal ini biaya untuk menghasilkan output tertentu. Optimasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya metode Taguchi. Metode Taguchi merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengoptimasi suatu proses, sehingga didapatkan suatu proses yang optimum dengan menggunakan desain parameter.

2.1.1. Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses secara bersamaan dengan meminimalkan biaya dan sumber daya sekecil mungkin. Prinsip utama dari metode Taguchi adalah difokuskan pada pencapaian produk tertentu dengan mengurangi variasi suatu produk atau proses dengan menggunakan desain parameter (Soejanto, 2009).

Untuk mendapatkan pencapaian tersebut digunakan ilmu statika, jika ada sejumlah parameter yang berpengaruh dalam suatu proses, maka dengan menggunakan ilmu statika pada metode Taguchi dapat dihitung seberapa berpengaruh masing-masing parameter terhadap suatu produk atau proses tersebut. Dengan menggunakan metode Taguchi dapat diketahui apa saja parameter yang paling dominan (*control factor*) dan mana parameter yang hanya menjadi parameter gangguan (*noise*). Oleh karena itu, setelah didapatkan parameter mana yang dominan dapat dilakukan optimasi pada parameter yang dominan saja, sehingga diperoleh proses yang optimum maka dari itu disebut desain parameter (Putra, 2010). Metode Taguchi memiliki kelebihan antara lain:

1. Desain eksperimen lebih efisien karena dapat melaksanakan penelitian dengan menggunakan banyak faktor dan jumlah,
2. Memungkinkan mendapatkan suatu proses yang menghasilkan produk yang konsisten dan kokoh terhadap faktor gangguan,
3. Menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor dan level dari faktor-faktor yang menghasilkan respon optimum.

Sedangkan pada metode Taguchi juga memiliki kekurangan dibandingkan dengan metode lain diantaranya: rancangan dengan metode Taguchi memiliki struktur yang sangat kompleks, sehingga didapatkan rancangan yang mengorbankan pengaruh interaksi dan adapula rancangan yang mengorbankan pengaruh utama dan pengaruh interaksi yang cukup signifikan. Untuk mengatasinya dengan pemilihan rancangan percobaan secara hati-hati dan sesuai dengan tujuan penelitian (Soejanto, 2009).

Pada metode Taguchi menggunakan tiga tahapan utama yang mencakup keseluruhan metode ini antara lain: tahap perancangan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisa.

2.1.1.1. Tahap perancangan

Tahap perancangan merupakan tahapan terpenting dalam metode Taguchi yang didalamnya meliputi antara lain: perumusan masalah, tujuan eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi faktor-faktor (variabel bebas), pemisahan faktor-faktor dan faktor gangguan, penentuan jumlah level dan nilai level faktor, perhitungan derajat kebebasan, pemilihan matriks ortogonal, serta penetapan kolom untuk faktor dan interaksi ke dalam matriks orthogonal (Soejanto, 2009).

a. Matriks ortogonal

Matriks ortogonal merupakan suatu matriks yang elemen-elemennya tersusun atas baris dan kolom, dan digunakan untuk menentukan berapa banyak percobaan serta kombinasi yang dilakukan dalam suatu penelitian (Soejanto, 2009). Agar dapat menentukan matriks ortogonal yang sesuai dengan penelitian atau eksperimen yang akan dilakukan, ada beberapa prosedur yang dilakukan antara lain:

1. Definisikan jumlah faktor dan level

Pada tahap ini, dilakukan pengamatan terhadap parameter-parameter yang terdapat dalam suatu proses produksi atau mesin proses produksi, dimana dari parameter tersebut dilakukan penentuan level dari tiap faktor, dengan demikian dapat mempermudah pengamatan. Untuk jumlah level sendiri sangat berpengaruh kepada tingkat ketelitian data hasil dalam eksperimen dan biaya, semakin banyak level tentu semakin teliti data yang diperoleh. Akan tetapi,

semakin banyak level dalam eksperimen maka akan semakin besar biayanya dan sebaliknya (Soejanto, 2009).

2. Tentukan derajat kebebasan

Derajat kebebasan merupakan konsep untuk menjelaskan seberapa besar eksperimen dilakukan dan seberapa banyak informasi yang didapatkan dari eksperimen itu sendiri. Perhitungan derajat kebebasan untuk mengetahui jumlah minimum eksperimen yang dilakukan untuk menyelidiki faktor yang akan diamati (Soejanto, 2009). Derajat kebebasan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$V_{fl} = (\text{banyak level} - 1) \dots \dots \dots (2.1)$$

3. Memilih matriks ortogonal

Bentuk umum dari matriks ortogonal adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{L} \mathbf{a} (\mathbf{b}^c)$$

Keterangan:

L = rancangan bujursangkar latin

a = banyak baris/eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom/faktor.

Untuk memilih matriks ortogonal yang sesuai dengan eksperimen adalah derajat kebebasan dalam **matriks ortogonal standar harus lebih besar atau sama** dengan perhitungan derajat kebebasan pada eksperimen (Soejanto, 2009).

2.1.1.2. Tahapan pelaksanaan eksperimen

Dalam tahapan pelaksanaan eksperimen meliputi penentuan jumlah replikasi dan randomisasi. Replikasi adalah pengulangan dalam suatu percobaan dengan kondisi dan perlakuan yang sama agar didapatkan data dengan ketelitian yang tinggi. Sedangkan randomisasi bertujuan untuk menjadikan uji menjadi valid dengan menghilangkan sifat bias.

2.1.1.3. Tahap analisa

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam layout tertentu sesuai desain penelitian yang dipilih (Soejanto, 2009). Untuk perhitungan digunakan *analysis of varians* (ANOVA) dan analisis Taguchi

a. Analysis Of Varians (ANOVA)

Analysis of Variance (ANOVA) dalam metode Taguchi digunakan sebagai suatu metode statistik untuk menginterpretasikan data-data hasil eksperimen. Terdapat beberapa macam analisis varians antara lain: analisis varians satu arah yaitu hanya menentukan varian karena rata-rata dan *error*, analisis varians satu arah tanpa rata-rata, analisis varians dua arah pada metode Taguchi adalah data eksperimen yang terdiri dari dua faktor atau lebih serta dua level atau lebih (Soejanto, 2009). Berikut merupakan persamaan untuk menghitung jumlah kuadrat, rata-rata kuadrat, derajat kebebasan, nilai F dan nilai Probabilitas (P):

1. Jumlah Kuadrat (*Sum of Square*)

Jumlah kuadrat setiap faktor untuk Faktor A, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \dots + \frac{A_n^2}{n_{An}} - \frac{T^2}{N} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

A_1 = Jumlah nilai data pada faktor A level 1

A_2 = Jumlah nilai data pada faktor A level 2

n_{A1} = Banyak data pada faktor A level 1

n_{A2} = Banyak data pada faktor A level 2

T = Jumlah seluruh nilai data

N = Banyak data keseluruhan

2. Rata-rata Kuadrat (*Mean Square*)

Rata-rata kuadrat setiap faktor untuk faktor A dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \dots \dots \dots (2.3)$$

3. Jumlah Kuadrat Total

Jumlah kuadrat total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$SS_T = \sum y^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

y = Nilai data

4. Jumlah Kuadrat Karena Rata-rata

Jumlah kuadrat karena rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

$$SS_m = n \cdot \bar{y}^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

n = Banyak data

5. Jumlah Kuadrat Error

Jumlah kuadrat error karena rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 2.6 dan 2.7.

$$SS_e = SS_T - SS_m - SS_{faktor} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + \dots SS_n \dots\dots\dots(2.7)$$

6. Rata-rata Kuadrat Error

Rata-rata kuadrat karena rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 2.8.

$$MS_e = \frac{SS_e}{V_e} \dots\dots\dots(2.8)$$

7. Nilai F

Nilai F dalam *Analysis of Variance* (ANOVA) digunakan untuk pengujian hipotesa, dimana pengujiannya dilakukan dengan membandingkan hasil nilai F (ANOVA) dengan F tabel. Adapun ketentuannya yaitu, jika $F (ANOVA) > F$ tabel maka faktor memberikan pengaruh yang signifikan dan

sebaliknya, jika F (ANOVA) $<$ F tabel maka faktor tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Nilai F untuk faktor A dapat dihitung dengan persamaan 2.9.

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_e} \dots \dots \dots (2.9)$$

8. Nilai Probabilitas (P)

Nilai probabilitas (P) dalam ilmu statistika dapat diartikan sebagai peluang kesalahan yang dapat terjadi, probabilitas sendiri diukur dengan taraf signifikansi (α). Dimana penentuan nilai (P) biasanya berkisar antara 0 sampai dengan 1. Jika nilai P mendekati 0 maka semakin kecil peluang kesalahan dapat terjadi, dan sebaliknya jika nilai P mendekati 1 maka semakin besar peluang kesalahan dapat terjadi (Meilia, 2014). Umumnya dalam suatu penelitian menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,05. Jadi, jika nilai $P < 0,05$ maka faktor tersebut memberikan pengaruh yang signifikan. Sebaliknya, jika nilai $P > 0,05$ maka faktor tersebut tidak memberikan pengaruh secara signifikan.

b. Analisis Taguchi

Dalam metode Taguchi telah dikembangkan rasio S/N yang digunakan untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan.

1. Rasio S/N: Semakin besar, semakin baik

Pada rasio S/N: semakin besar, semakin baik karakteristik kualitas kontinyu yaitu dari 0 sampai ∞ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.10.

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \dots\dots\dots(2.10)$$

2.2. Size Reduction

Size reduction adalah suatu proses pengecilan ukuran suatu bahan (material) tanpa mengubah sifat kimia pada bahan (material) tersebut dengan menggunakan gaya mekanis (Handerson dan Perry, 1978). Dalam pengecilan ukuran terdapat beberapa gaya yang diterapkan yaitu gaya tekan, gaya benturan dan gaya geser. Gaya tekan biasanya digunakan untuk menghancurkan bahan yang keras dan kasar. Contoh penerapan gaya tekan pada proses penggilingan gandum, untuk memecahkan antara butir gandum dengan kulitnya. Kemudian, gaya benturan (*impact*) dapat digunakan untuk berbagai macam bahan khususnya yang berserat. Gaya geser sangat cocok digunakan untuk bahan yang relatif lembut dan juga dapat diterapkan pada bahan yang berserat (Brennan, 2006).

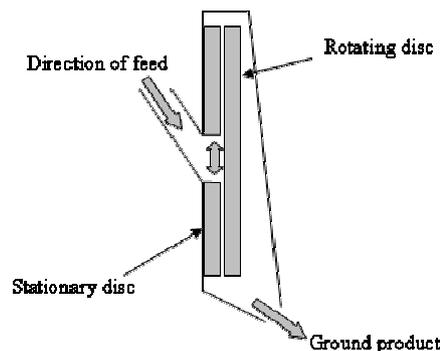
2.2.1. Jenis-jenis penggiling

Terdapat beberapa jenis penggiling antara lain : penggiling palu (*hammer mill*) dan penggiling cakram (*disc mill*).

2.2.1.1. Penggiling cakram (*disc mill*)

Penggiling cakram (*disc mill*) adalah mesin pengecil ukuran bahan yang termasuk kedalam jenis penggilingan *attrition mills*, karena menggunakan kombinasi antara gaya tekan dan gaya geser secara bersamaan untuk proses penggilingannya. Penggiling cakram ini terdiri atas satu cakram yang berputar dan bagian dari penampang kerja yang tetap, selain itu bagian dari penampang cakram memiliki permukaan yang kasar sehingga akan memberikan gesekan yang tinggi ketika cakram berputar. Cara kerjanya adalah bahan (material) diumpankan melalui saluran masuk, kemudian bahan

(material) akan masuk diantara cakram yang berputar dengan bagian penampang *casing* yang tetap, dan akibatnya bahan tersebut akan hancur karena saling bergesekan satu sama lain (Brennan, 2006). Contoh mekanisme penggilingan *disc mill* dapat dilihat pada gambar 2.1.

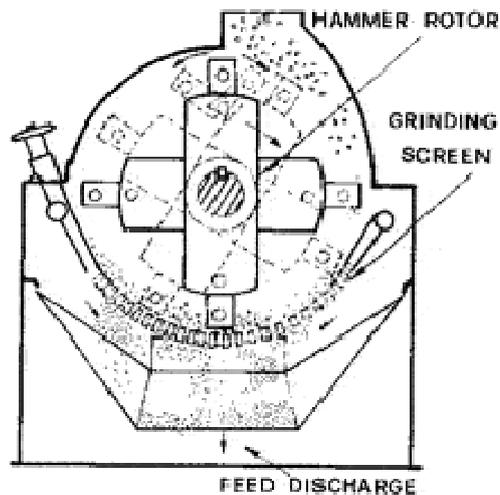


Gambar 2.1. Mekanisme penggilingan *disc mill*
(<http://www.biomassprocessing.org>, 2006)

2.2.1.2. Penggiling palu (*hammer mill*)

Penggiling palu (*hammer mill*) termasuk jenis penggilingan *impact mills*, karena berkerja dengan menggunakan gaya benturan (*impact*) untuk proses pengecilan ukuran bahan. Gaya benturan (*impact*) disebabkan oleh serangkaian palu yang terpasang pada poros penggerak yang berputar dengan kecepatan tinggi. Material akan diumpan masuk melalui corong, kemudian serangkaian palu yang berputar secara bolak-balik akan menyebabkan material saling bertumbukan antara material satu dengan yang lain, secara berulang-ulang sampai menjadi halus dan keluar melewati saringan. Selain itu juga, material akan bertumbukan dengan dinding penggiling secara terus menerus. Penggiling palu sangat cocok digunakan untuk material berserat.

Penggiling palu umumnya, beroperasi pada kecepatan antara 2000 rpm – 6000 rpm (Satyendra, 2015). Berikut ini adalah kelebihan penggiling palu (*hammer mills*) antara lain: konstruksinya sederhana, biaya perawatan murah, tidak mudah rusak akibat benda asing yang ada didalam casing penggiling, dan dapat menghasilkan gilingan berbagai macam ukuran. Mekanisme penggilingan *hammer mill* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Mekanisme penggilingan *hammer mill*
(<http://www.feedmachinery.com>, 2014)

a. Komponen-komponen mesin penggiling *hammer mill*

Berikut ini adalah komponen mesin penggiling *hammer mill* terdiri dari *impact plate*, *revolving disc*, palu (*hammer*), dan saringan.

1. *Impact plate*

Impact plate merupakan komponen yang mengelilingi dan terletak di sisi dalam *casing* dari ruang penggiling *hammer mill*, berfungsi sebagai landasan antara palu (*hammer*) dengan material yang diumpungkan sehingga

proses pengecilan ukuran dapat terjadi. Contoh *impact plate* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. *Impact plate*
([http:// www.alibaba.com](http://www.alibaba.com), 2015)

2. *Revolving disc*

Revolving disc adalah komponen yang berfungsi sebagaiudukan palu (*hammer*) yang terhubung langsung dengan rotor. Contoh *revolving disc* pada mesin penggiling *hammer mill* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Revolving disc*
(<http://rdlinings.com>, 2012)

3. *Hammer*

Hammer adalah komponen utama pada penggilingan tipe *hammer mill*, berfungsi sebagai penghancur bahan yang diumpankan dengan memanfaatkan gaya impak (tumbukan). Contoh *hammer* dari mesin penggiling *hammer mill* dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Hammer*
(<http://rdlinings.com>, 2012)

4. Saringan

Saringan merupakan komponen statis yang ada pada mesin penggiling *hammer mill* yang berfungsi sebagai penentu ukuran partikel-partikel bahan yang dihasilkan dari proses penggilingan. Contoh saringan berbagai ukuran untuk mesin penggiling *hammer mill* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Saringan

(<https://www.911metallurgist.com>, 2016)

Pada umumnya, saringan memiliki ukuran sesuai kebutuhan. Oleh karena itu saringan memiliki standar ukuran berdasarkan *USA standard mesh chart* dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *USA standard mesh chart*

NO	<i>Mesh number</i>	<i>Mesh opening (mm)</i>	<i>Wire diameter (mm)</i>
1	#7	2,80	1,12
2	#8	2,36	1,00
3	#10	2,00	0,900
4	#12	1,70	0,800
5	#14	1,40	0,710
6	#16	1,18	0,630
7	#18	1	0,560
8	#20	0,850	0,500
9	#25	0,710	0,450
10	#35	0,500	0,315
11	#40	0,425	0,280

(Sumber: <http://www.dualmfg.com>, 2002)

b. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari mesin penggiling *hammer mill*

1. Kekerasan

Kekerasan suatu material yang akan digiling merupakan salah satu faktor terpenting yang dipertimbangkan dalam penggiling. Umumnya semakin keras bahan yang akan digiling tentu semakin besar energi yang digunakan (Brennan, 2006). Pada penggilingan *hammer mill* pemilihan material yang akan digiling merupakan salah satu faktor penting, jika material terlalu keras maka akan menghambat kinerja dari *hammer mill* itu sendiri.

2. Kerapuhan

Kerapuhan material yang digiling adalah tingkat dimana material mudah pecah, sebagian mineral bersifat rapuh, berlawanan dengan sifat logam yang cenderung ulet. Jika material memiliki sifat rapuh yang tinggi, maka akan semakin mudah material tersebut untuk pecah dan hancur, dimana energi yang digunakan akan semakin kecil pula.

3. Kadar air

Dalam proses penggilingan, kadar air pada material yang digiling harus serendah mungkin karena dalam prakteknya jika material (bahan) memiliki kelembapan yang tinggi, akan menyebabkan material yang akan digiling tersebut menempel pada komponen penggiling dan menyebabkan proses penggilingan tidak dapat beroperasi dengan baik (Satyendra, 2015).

4. Laju pemasukan bahan

Pada umumnya, bahan (material) yang masuk pada saat proses harus sedikit demi sedikit dan konstan. Apabila bahan yang masuk terlalu banyak, maka akan menyebabkan bahan menyumbat pada bagian saluran masuk atau penampung. Hal ini sangat berpengaruh dengan kapasitas produksi, apabila bahan tersumbat disaluran masuk mesin penggiling maka, proses penggilingan akan terhambat sehingga kapasitas produksi menjadi rendah (Rahmadian, 2012).

5. Dimensi dan jumlah palu penghancur (*hammer*)

Palu penghancur (*hammer*) adalah komponen utama pada penggilingan tipe *hammer mill*, dimana memiliki fungsi sebagai penghancur bahan dengan memanfaatkan gaya impak (tumbukan), yang ditimbulkan oleh serangkaian pemukul yang berputar. Pada penelitian Zulkarnain (2014), menyebutkan bahwa untuk menambah kapasitas produksi mesin penggiling dapat dilakukan dengan mengubah panjang pemukul (*hammer*), jumlah pemukul (*hammer*), serta kecepatan pemukulnya.

6. Kecepatan putar

Kecepatan putar merupakan faktor utama dalam beberapa jenis penggilingan mekanik, kecepatan putar berperan penting dalam cepat atau lambatnya proses pengecilan ukuran (*size reduction*) dalam ruang penggiling terjadi. Pada penelitian Supriadi (1997), mesin penggiling tipe *hammer mill* kecepatan putar memiliki pengaruh terhadap kapasitas produksi, dimana

semakin cepat putaran mesin akan menyebabkan semakin cepat pula serangkaian palu menumbuk atau menghantam bahan (material yang digiling) sehingga proses pengecilan ukuran dapat berlangsung dengan cepat. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Rahmandian (2012), mesin penggiling *hammer mill* jika beroperasi dengan kecepatan putar yang lebih tinggi cenderung dapat menurunkan kapasitas produksi, dimana bahan yang diumpangkan sulit masuk keruang penggiling karena putaran mesin terlalu kencang sehingga bahan sering terpentak, dan proses penggilingan membutuhkan waktu yang lebih lama.

7. Ukuran saringan

Saringan pada mesin penggiling yang berfungsi sebagai penentu ukuran partikel-partikel hasil penggilingan. Secara teori, jika sebuah saringan memiliki diameter yang besar, maka bahan yang dapat lolos lebih mudah daripada saringan yang memiliki diameter yang kecil. Seperti halnya penelitian yang dilakukan Supriadi (1997), pada saringan yang memiliki ukuran diameter yang besar maka, bahan akan lebih mudah lolos sehingga waktu penggilingan yang diperlukan lebih cepat, dibandingkan dengan saringan dengan diameter kecil. Jadi, kapasitas produksi menjadi lebih tinggi karena proses penggilingan menjadi lebih cepat.

8. Ukuran material yang digiling

Ukuran material yang digiling adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja dari mesin penggiling *hammer mill*, jika material yang diumpangkan terlalu besar maka akan menyebabkan palu (*hammer*) sulit

memecahkan material yang diumpankan, serta dapat menyebabkan palu tersangkut dan rusak sehingga kinerja mesin penggiling terganggu (Anonim, 2013).

2.2.2. Kapasitas Produksi Mesin Penggilingan

“Kapasitas” menurut Hilton, Maher dan Salto (2003), kapasitas adalah tolak ukur kemampuan proses produksi untuk mengubah sumber daya menjadi suatu produk atau jasa yang dapat digunakan. Jadi, dapat disimpulkan kapasitas produksi mesin penggilingan adalah nilai kapasitas produksi yang diperoleh dari material (bahan) awal yang belum diproses sampai menjadi hasil dari penggilingan. Kapasitas produksi mesin penggilingan dihitung untuk mengetahui kemampuan mesin penggiling untuk memproses bahan sampai menjadi hasil penggilingan dengan putaran mesin yang berbeda- beda (Kaltika, 2008). Kapasitas produksi mesin penggilingan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11.

$$K_{pt} = \frac{W_{pk}}{t} \times 3600 \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

- K_{pt} = Kapasitas produksi mesin penggiling (kg/jam)
- W_{pk} = Berat bahan sebelum digiling (kg)
- t = Waktu penggilingan (detik).

2.3. Analisis Ekonomi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan mesin penggiling ditinjau dari segi ekonominya. Beberapa analisis yang akan dilakukan antara lain: yaitu analisis biaya pokok, analisis *Break Even Point* (BEP) dan analisis *Benefit-Cost Ratio* (B/C ratio).

2.3.1. Biaya pokok

“Biaya” menurut Mulyadi (2012), merupakan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang, yang sudah terjadi atau mungkin terjadi untuk mencapai tujuan tertentu. Maka dapat disimpulkan, biaya adalah sumber ekonomi yang dikorbankan untuk usaha demi memperoleh keuntungan. Biaya digolongkan menjadi 2 yaitu: biaya tetap dan biaya tidak tetap.

2.3.1.1. Biaya tetap

Biaya tetap adalah biaya yang secara totalitas tidak akan mengalami perubahan meskipun terdapat perubahan volume produksi (Riyanto, 1995). Biaya yang termasuk golongan biaya tetap adalah sebagai berikut:

- a. Sewa bangunan
- b. Bunga modal
- c. Pajak
- d. Asuransi
- e. Biaya penyusutan.

2.3.1.2. Biaya tidak tetap (variabel)

Biaya tidak tetap (variabel) adalah biaya yang secara totalitas berubah-ubah berdasarkan volume produksinya (Riyanto, 1995). Biaya yang termasuk golongan biaya tidak tetap adalah sebagai berikut:

- a. Gaji

- b. Biaya perawatan dan Perbaikan
- c. Pelumas
- d. Bahan bakar atau listrik.

Sedangkan biaya pokok adalah biaya yang dibutuhkan oleh setiap mesin untuk memproduksi per setiap unitnya, meliputi biaya tetap dan biaya tidak tetap (Santosa, 2005). Jadi, biaya pokok dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12.

$$BP = \frac{\left(\frac{BT}{x}\right) + BTT}{K} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

- BP = Biaya pokok (Rp/kg)
- BT = Biaya tetap (Rp/tahun)
- x = Jumlah jam kerja (Jam/tahun)
- BTT = Biaya tidak tetap (Rp/jam)
- K = Kapasitas produksi mesin (Kg/jam).

2.3.2. Analisis *Break Even Point* (BEP)

Analisis *break even point* merupakan suatu kajian ilmu yang mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya tidak tetap (variabel), keuntungan dan volume kegiatan (Riyanto, 1995). “Analisis *break even point* (analisis titik impas) juga merupakan sebuah metode yang digunakan oleh manajer untuk merencanakan berapakah volume produksi dan volume penjualan, agar perusahaan tersebut tidak mengalami kerugian dan belum memperoleh keuntungan” (Sigit, 2002). Jadi, dapat diartikan *break even point* (BEP) adalah titik dimana perusahaan tidak mengalami kerugian ataupun memperoleh keuntungan.

2.3.2.1. Kegunaan analisis *break even point* (BEP)

Menurut kasmir (2010) ada beberapa manfaat analisis *break even point* terhadap perusahaan antara lain:

- a. Menentukan harga jual persatuan produk
- b. Menentukan target produksi serta target penjualan
- c. Merencanakan keuntungan dan tujuan lain.

2.3.2.2. Asumsi dasar analisis *break even point* (BEP)

Dalam melakukan analisis *break even point* ada beberapa asumsi-asumsi dasar yang digunakan antara lain:

- a. Biaya yang digunakan digolongkan menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap (variabel).
- b. Besar biaya tidak tetap (variabel) dapat berubah-ubah tergantung volume produksi atau penjualan.
- c. Besar biaya tetap tidak dapat berubah-ubah meskipun volume produksi atau penjualan berubah.
- d. Harga jual per unit tidak boleh berubah selama priode yang dianalisa.
- e. Perusahaan hanya memproduksi satu macam produk (Riyanto, 1995).

2.3.2.3. Perhitungan *break even point* (BEP)

Break even point (BEP) atau titik impas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.13.

$$BEP = \frac{BT}{HJ - \left(\frac{BTT}{K}\right) - BK} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

- BEP = Titik impas *output* produksi (Kg/tahun)
BT = Biaya tetap (Rp/tahun)
BTT = Biaya tidak tetap (Rp/jam)

- K = Kapasitas produksi mesin (Kg/jam)
- HJ = Harga jual bahan (Rp/kg)
- HB = Harga bahan baku untuk menghasilkan 1 kg output (Rp/kg).

2.3.3. Analisis *Benefit-Cost Ratio* (B/C ratio)

Benefit-Cost Ratio (B/C ratio) adalah salah satu metode awal untuk mengevaluasi perencanaan suatu investasi apakah layak atau tidak layak suatu investasi dijalankan. Biasanya sering digunakan untuk mengevaluasi proyek-proyek pemerintahan, yang dimana memiliki dampak langsung kemasayarakat banyak, dampak yang ditimbulkan bisa bersifat positif maupun negatif. Metode ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan aspek manfaat (*benefit*) dengan biaya (*cost*) yang dikeluarkan untuk investasi (Giatman, 2006).

Didalam prakteknya (B/C ratio) suatu kegiatan investasi bisa dikatakan **layak** jika (B/C ratio) ≥ 1 , dan sebaliknya suatu kegiatan investasi dikatakan **tidak layak** jika (B/C ratio) < 1 karena bila investasi diteruskan akan mendapatkan kerugian. (B/C ratio) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.14.

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}} \dots\dots\dots(2.14)$$

- Keterangan:
- Bt = Aliran kas masuk pada tahun ke-t (Rp)
 - Ct = Aliran kas keluar pada tahun ke-t (Rp)
 - i = Tingkat suku bunga (%/tahun)
 - t = Tahun ke-t.

2.4. Sekam Padi

Sekam padi adalah lapisan terluar dari gabah yang melindungi biji beras dari proses awal pertumbuhan sampai proses penggilingan terdiri dari lapisan *palea*, *lemma* dan *glume* yang saling berkaitan. Sekam padi juga merupakan

limbah yang paling banyak dihasilkan, dengan presentase sekitar 20 % - 25% dari bobot awal padi (Coniwanti dkk, 2008). Akan tetapi pemanfaatannya belum optimal hanya digunakan sebagai alas ternak, campuran dalam pembuatan kompos dan sebagai bahan bakar untuk pembakaran batu bata. Berikut ini beberapa karakteristik sekam padi yaitu memiliki *bulk density* 0,100 g/ml, massa jenis 1125 kg/m³, dan nilai kalor berkisar 3300-3600 kkalor/kg dengan konduktivitas panas sebesar 0,271 BTU (Houston, 1972). Contoh sekam padi dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Sekam padi

Secara umum sekam padi dapat diinovasikan menjadi produk yang lebih bermanfaat untuk memenuhi berbagai kebutuhan antara lain: bahan bakar briket sekam padi, pakan ternak, bahan pembuatan silika, pembuatan asap cair serta bahan untuk membuat komposit.

2.4.1. Produk olahan sekam padi

Terdapat beberapa produk olahan sekam padi antara lain:

2.4.1.1. Briket

Sekam padi dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar sebagai sumber energi alternatif karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi berkisar 3300 – 3600 kkalori/kg. Sekam padi

banyak digunakan untuk bahan bakar salah satunya diolah menjadi briket dengan menggunakan tahapan lanjutan antara lain: menyangrai sekam padi sampai menjadi arang, setelah itu campur arang sekam padi dengan perekat campuran tepung kanji dan air, setelah itu dicetak dan dikeringkan (Soelaiman, 2013). Briket sekam padi dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8. Contoh briket yang terbuat dari sekam padi
(Soelaiman, 2013)

2.4.1.2. Pakan ternak

Sekam padi mempunyai potensi untuk digunakan sebagai pakan ternak. Akan tetapi, tingginya serat kasar dan rendahnya protein serta energi yang rendah, menjadikan kendala jika sekam padi diberikan secara langsung karena rendahnya nilai nutrisi (Close dan Menke, 1986). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan dengan memfermentasikan sekam padi sehingga dapat meningkatkan kadar protein dan energi, serta menurunkan kandungan serat kasar (Chandra dkk, 2013). Dengan demikian sekam padi dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak. Selain itu, dapat dilakukan pencampuran antara sekam padi dengan dedak untuk meningkatkan nilai nutrisi dari sekam tersebut. Sebelum dijadikan campuran pakan ternak, sebelumnya sekam padi digiling hingga menjadi serbuk halus. Pada umumnya,

digunakan saringan untuk mengelompokan dedak, untuk saringan dengan ukuran #10, #20, dan #40 digunakan untuk pakan sapi. Sedangkan, dengan ukuran #20, #40 serta #60 digunakan untuk pakan unggas (AOAC, 1995). Berikut ini adalah komposisi kimia sekam padi serta komposisi kimia dari beberapa jenis dedak dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3.

Tabel 2.2 Komposisi kimia sekam padi berdasarkan bahan kering

Komposisi kimia	%
Air	2,40-11,35
Protein kasar	1,70-7,26
Lemak kasar	0,38-2,98
BETN	24,70-38,79
Serat kasar	31,71-49,92
Abu	13,16-29,04

(Sumber : Houston, 1972)

Tabel 2.3 Komposisi dari berbagai jenis dedak

Jenis dedak padi	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	BETN (%)	Serat kasar (%)
Dedak halus	12,94	13,81	11,83	51,75	9,28
Dedak kasar	10,03	8,61	15,90	49,17	16,35
Campuran sekam dan dedak	9,77	6,46	18,02	45,67	20,09
Bekatul	12,04	16,56	7,97	56,24	7,33

Dedak halus- sekam	6,74	4,77	17,38	44,35	26,90
Dedak kasar- sekam	4,05	8,32	17,46	39,68	35,03

(Sumber : Houston, 1972)

2.4.1.3. Penjernih air

Sekam padi memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi jika diolah menjadi arang sekam dan dapat dimanfaatkan sebagai media filtrasi dalam menjernihkan air. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 % - 95% karbon (Margono, 2010). Oleh karena itu, tingginya kandungan sifat karbon dapat mengikat bakteri-bakteri yang menimbulkan bau pada air dan dapat menyerap bahan kimia pencemar air (Almansyah, 2006).

2.4.1.4. Bahan pembuatan silika

Silika merupakan bahan kimia yang sangat luas pengaplikasian dan pemanfaatnya secara luas untuk berbagai keperluan industri seperti bahan IC, fiber optik, bahan cat, kosmetik, serta bahan aditif (pozzolan) pada pembuatan semen Portland dan lain sebagainya. Untuk mendapatkan silika pada sekam padi dilakukan dengan beberapa tahap antara lain : dimulai pengasaman diikuti dengan pembakaran dan penggiingan. Dalam pembakaran sekam padi biasanya menghasilkan abu 20 % dengan kandungan silika, sedikit karbon dan oksida-oksida lain (Coniwanti dkk, 2008).

2.4.1.5. Asap cair

Sekam padi dapat diolah menjadi asap cair dengan menggunakan reaktor pirolisis. Asap cair didapatkan dengan mengkondensasi asap yang dihasilkan oleh cerobong pirolisis sehingga sangat bermanfaat untuk mencegah pencemaran udara akibat dari proses pirolisis. Selain itu asap cair hasil dari sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pengawet, antioksidan, desinfektan, dan biopeptisida (Dahlana dkk, 2015). Contoh asap cair sekam padi dalam botol dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Contoh asap cair sekam padi dalam botol
(<http://www.unsurtani.com>, 2017)

2.4.1.5. Komposit sekam padi

Sekam padi memang masih jarang digunakan untuk bahan komposit pada papan, umumnya serbuk gergaji atau limbah kayu yang banyak digunakan untuk pembuatan papan komposit. Akan tetapi, pada penelitian Hasni (2008) sekam dapat digunakan sebagai campuran untuk pembuatan papan partikel dengan cara membuat serbuk sekam sekam padi dengan digiling dengan ukuran 10 dan 40 *mesh* dan plastik *polypropylene*. Kemudian, 70 % berat plastik *polypropylene* dicampur dengan partikel sekam, selanjutnya ditempa dengan

tekanan 25 kg/cm^3 pada suhu $180 \text{ }^\circ\text{C}$ dalam waktu 20 menit. Contoh papan partikel dari sekam padi dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Contoh papan partikel dari sekam padi
(<https://rumahmesinblog.wordpress.com>, 2015)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat penelitian adalah sebagai berikut:

3.1.1. Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan yaitu dari bulan Agustus 2018 sampai bulan Januari 2019. Kegiatan penelitian meliputi: studi literature, persiapan alat dan bahan pengujian, pengujian, pengolahan data, dan pembuatan laporan akhir.

3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1.1. Alat utama dalam pengujian

Adapun alat utama yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

a. Mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*

Mesin penggiling sekam padi digunakan untuk menggiling sekam padi menjadi ukuran yang halus. Mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* yang dirancang dan dibuat oleh Budiyanto (2018), menggunakan jenis penggiling gabungan antara *single disc mill* dan *hammer mill*. Adapun prinsip kerjanya adalah sekam padi diumpankan melalui saluran masuk mesin penggiling, kemudian masuk diantara cakram (*disc*) yang berputar dengan bagian penampang *casing* yang tetap, akibatnya sekam padi akan hancur karena sekam padi bergesekan satu dengan lainnya dan akan terlempar dan jatuh disisi bawah *casing* setelah itu, serangkaian palu yang berputar akan menghantam kembali sekam padi secara berulang-ulang sampai menjadi halus dan keluar melewati saringan. Berikut ini adalah mesin penggiling sekam padi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*

Adapun spesifikasi dari mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* adalah sebagai berikut :

1. Dimensi (p x l x t) : 500 x 500 x 1100 mm
2. Bobot : ± 50 kg
3. Daya Penggerak : 7,6 kW
4. Putaran Maksimum : 3600 RPM
5. Tipe Penggiling : Kombinasi *hammer mill* dan *single disc mill*
6. Kapasitas : 10 Kg/jam
7. Ukuran saringan : *Mesh 20*.

3.2.1.2. Alat yang akan dioptimasi dalam pengujian

Adapun alat yang akan dioptimasi dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

a. Saringan

Saringan yaitu komponen yang berfungsi sebagai penentu ukuran partikel sekam padi yang dihasilkan. Pada pengujian ini, menggunakan saringan masing-masing memiliki ukuran *mesh 10*, *mesh 20*, *mesh 35*. Contoh saringan yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Saringan yang digunakan untuk pengujian

b. *Hammer*

Hammer yaitu komponen yang berfungsi untuk menghancurkan sekam padi menjadi serbuk halus dengan memanfaatkan gaya impak. Pada pengujian ini, menggunakan *hammer* masing-masing sebanyak 2, 3 dan 6. Contoh *hammer* yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Hammer* yang digunakan untuk pengujian

3.2.1.3. Alat bantu dalam pengujian

Adapun alat bantu yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

a. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang sekam padi sebelum digiling dan juga produk hasil penggilingan. Pada pengujian ini menggunakan timbang digital tipe WH-B05 dengan ketelitian 1 gram dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Timbangan digital

b. Tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran mesin saat mesin berkerja dengan menggunakan beban ataupun tanpa beban. Pada pengujian ini, menggunakan tachometer laser dengan tipe DT-2234C⁺ dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tachometer

c. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur bahan bakar pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*. Pada pengujian ini menggunakan gelas ukur dengan ketelitian 1 ml dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Gelas ukur

d. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur lamanya waktu penggilingan.

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.2.1. Sekam padi

Sekam padi merupakan bahan yang digunakan untuk menguji kapasitas produksi pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*, yang didapat dari sisa

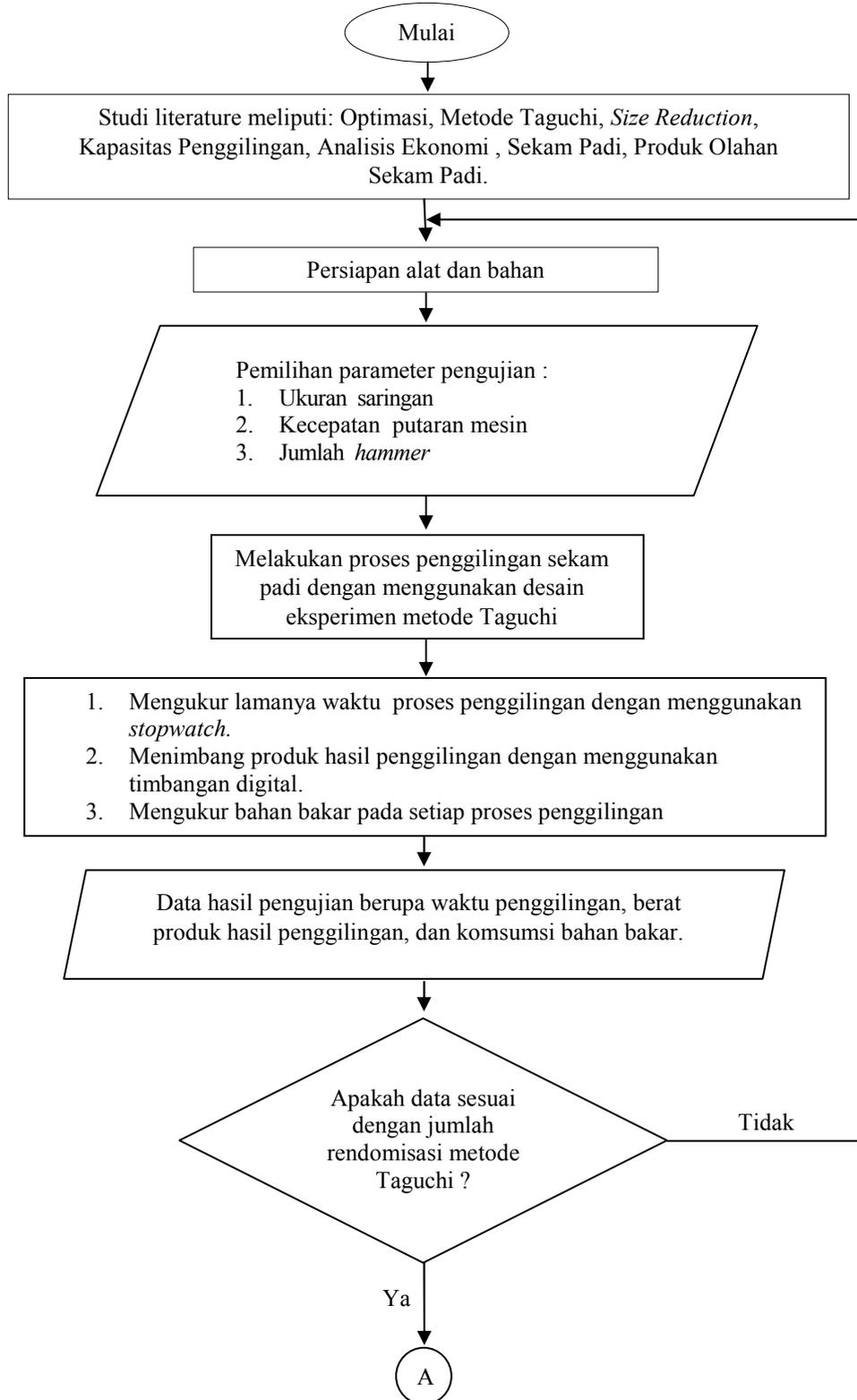
penggilingan padi tanpa proses pengeringan. Contoh sekam padi yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.7.

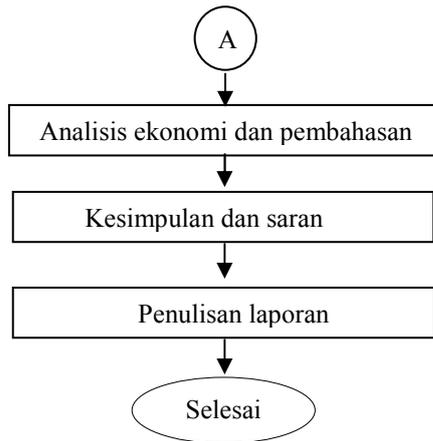


Gambar 3.7. Sekam padi yang digunakan untuk pengujian

3.3. Alur Penelitian

Adapun alur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :





Gambar 3.8. Diagram alur penelitian

3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.2. Persiapan bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah sekam padi kering limbah penggilingan padi. Adapun untuk setiap pengujiannya menggunakan 1 kg sekam padi.

3.4.3. Persiapan mesin penggiling sekam padi

Persiapan dilakukan dengan memastikan seluruh komponen mesin penggiling sekam padi berjalan dengan baik. Selanjutnya menyetel kekencangan sabuk transmisi dan memeriksa bahan bakar pada tangki bahan bakar.

3.4.4. Proses penggilingan

Setelah persiapan bahan dan mesin penggiling sekam padi, maka proses penggilingan dapat dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh beberapa parameter terhadap kapasitas penggilingan dari mesin penggiling sekam padi. Adapun parameter yang digunakan pada proses penggilingan sekam padi ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1. Parameter proses penggilingan.

Parameter	Satuan	Level		
		1	2	3
Penggilingan				
Jumlah <i>hammer</i>	-	2	3	6
Kecepatan putar	Rpm	2750	3000	3250
Ukuran saringan	-	10	20	35

3.4.4.1. Menentukan matrik ortogonal

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan menggunakan metode Taguchi, dengan menggunakan 3 faktor dan setiap faktor terdiri dari 3 level dapat dilihat pada tabel 3.2 di atas. Selanjutnya dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk menentukan matriks ortogonal yang digunakan. Matriks ortogonal ini digunakan sebagai acuan dalam penelitian untuk menentukan berapa banyak percobaan dan kombinasi yang akan dilakukan. Untuk matrik ortogonal yang akan digunakan harus memiliki derajat kebebasan yang sama atau lebih besar dari pada total derajat kebebasan faktor dan level yang telah ditentukan. Tabel 3.2 merupakan tabel derajat kebebasan.

Tabel 3.2. Derajat kebebasan.

Variabel Bebas	Jumlah Level (k)	Derajat Kebebasan (dof) (k - 1)
Faktor A	3	2
Faktor B	3	2
Faktor C	3	2
Total Derajat Kebebasan (dof)		6

Setelah dilakukan perhitungan derajat kebebasan seperti pada tabel 3.2 di atas didapatkan total derajat kebebasan yaitu 6 derajat kebebasan untuk percobaan ini. Kemudian dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk matriks ortogonal standar yaitu:

Perhitungan dari: $L_9(3^3)$

Dimana:

L = rancangan bujursangkar latin

9 = banyaknya baris atau eksperimen

3 = banyaknya level

3 = banyaknya kolom/faktor

Perhitungan derajat kebebasan $L_9(3^3)$ adalah:

$$\begin{aligned}V_{fl} &= (\text{banyaknya level} - 1) \\ &= (3 - 1) \\ &= 2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total } V_{fl} &= (\text{banyaknya faktor}) \cdot (V_{fl}) \\ &= (3) \cdot (2) \\ &= 6 \text{ derajat kebebasan}\end{aligned}$$

Sehingga matrik ortogonal yang digunakan dalam percobaan ini adalah $L_9(3^3)$. Karena, perhitungan derajat kebebasan pada percobaan ini **sama besar** dengan perhitungan derajat kebebasan standar $L_9(3^3)$. Dibawah ini adalah desain metode Taguchi untuk $L_9(3^3)$ dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Desain metode Taguchi dengan *software* minitab

14

RunOrder	Jumlah <i>hammer</i>	Kecepatan putar (rpm)	Ukuran saringan
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

3.4.5. Pengambilan data

Setelah kapasitas penggilingan tiap percobaan diketahui, selanjutnya data dimasukkan kedalam tabel kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing parameter terhadap kapasitas penggilingan. Tabel pengambilan data dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Data pengujian dengan menggunakan metode Taguchi.

RunOrde r	Jumlah <i>hammer</i>	Kecepatan putar (rpm)	Ukuran saringan	Kapasitas penggilingan (kg/jam)
1	2	2750	10	
2	2	3000	20	
3	2	3250	35	
4	3	2750	20	

5	3	3000	35	
6	3	3250	10	
7	6	2750	35	
8	6	3000	10	
9	6	3250	20	

3.4.6. Analisis ekonomi mesin penggiling sekam padi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* ditinjau dari segi ekonominya. Dalam penelitian ini analisis ekonomi yang akan dilakukan antara lain: analisis biaya pokok, analisis *break-even point* (BEP) dan analisis *B/C ratio*.

3.4.7. Rencana analisis yang akan dilakukan

Setelah didapatkan data hasil penelitian, selanjutnya akan dilakukan analisis. Berikut ini rencana analisis yang akan dilakukan antara lain:

- a. Grafik pengaruh masing-masing parameter terhadap kapasitas produksi mesin penggiling sekam padi
- b. Analisis biaya pokok, *B/C ratio*, serta *break-even point* (BEP) terhadap kapasitas produksi yang dihasilkan mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan optimasi terhadap kapasitas produksi pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*, kapasitas produksi yang semula hanya 10 kg/jam naik menjadi 26,86 kg/jam didapatkan dengan menggunakan variasi level jumlah *hammer* 6, kecepatan putar 3250 rpm, dan ukuran saringan *mesh* 10
2. Biaya pokok untuk menghasilkan 1 kg *output* sekam padi giling sebesar Rp 1.592,9.00, BEP sebesar 14.783,65 kg/tahun, dan dari analisis ekonomi yang dilakukan bahwa mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal* didapatkan B/C *ratio* sebesar 1,88 karena hasil B/C *ratio* lebih dari 1 dengan demikian mesin penggiling sekam padi layak digunakan untuk usaha penggilingan sekam padi.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan setelah dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan tentang bukaan pada saluran masuk pada mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*, agar laju bahan yang masuk ke ruang penggiling konstan sehingga proses penggilingan menjadi lebih maksimal dan kapasitas yang didapatkan lebih baik.

2. Perlunya penelitian lanjutan untuk menguji ketahanan aus pada komponen *hammer* mesin penggiling sekam padi penggerak poros *horizontal*.

DAFTAR PUSTAKA

- Almansyah, S. 2006. *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Anonim. 2013. *Penuntun Praktikum Pengolahan Bahan Galian*. Medan: Teknik Pertambangan ITM.
- AOAC. 1995. *Official Method of analysis of The Association of Official Analytical Chemist, 16th edition. Volume IA*. Arlington: Association of Official Analytical Chemist.
- Brennan, J, G, et all. 1990. *Food Engineering Operations 3th*. New York: Ed. Elsevier publishing.
- Brennan, J, G. 2006. *Food Processing Handbook*. Weiheim: WILEY VCH, Verlag GmbH & Co. KGaAA.
- Budyanto, Prasetyo. 2018. *Rancang Bangun Mesin Penggiling Sekam Padi Jenis Penggiling Kombinasi Hammer Mills dan Disc Mill*. Lampung: Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
- Candra, dkk. 2013. *Pengayaan Nilai Nutritif Sekam Padi Berbasis Bioteknologi "EFFECTIVE MICROORGANISM (EM4) Sebagai Bahan Pakan Organik*. Manado: Jurnal Zootek.
- Close, W and K.H Menke. 1986. *Selected Tropics In Animal Nutrition. A Manual Prepared For The Thrid Hohenheim Course On Animal Nutrition In The Tropics and Semi Tropics 2nd Ed*. Stuttgart: The Institute Of Animal Nutrition, Hohenheim University.

- Coniwanti dkk. 2008. *Pengaruh Proses Pengeringan Normalitas HCI dan Temperatur Pembakaran Pada Pembuatan Silika dari Sekam Padi*. Sumatra Selatan: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Dahlana, dkk. 2015. *Studi Kajian Kandungan Sinyawa Pada Asap Cair dari Sekam Padi*. Surabaya: Jurnal FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Giatman. 2006. *Ekonomi Teknik*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hasni, Rizka. 2008. *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik dan Sekam*. Bogor: Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB.
- Henderson, S. M and R, L. Perry. 1978. *Agricultural Process Engineering*. New York: John Willey and Sons. Inc.,.
- Houston. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. Minnecosta: American Association Of Cereal Ceramic. Inc.,.
- Kaltika, Setyautami Sumarina. 2008. *Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Disk (Disc Mill) Untuk Penepung Juwawut (Setaria Italica (L) P. Beauvois*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Kasmir. 2010. *Analisis Laporan Keuangan*. Depok: Rajawali pers.
- Kiswoyo, Gunawan. 2008. *Optimasi Jarak dan Kecepatan Rol Pada Penggiling Padi (Rice Milling Unit) Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dan Algoritma Genetika*. Bogor: Departemen Teknik Pertanian IPB.
- Koswara, Sutrisno. 2009. *Teknologi Pengolahan Beras (Teori dan Praktek)*. www.ebookPangan.com
- Meilia, Nur Indah S. *Statistika Deskriptif dan Induktif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mulyadi. 2012. *Akutansi Biaya Edisi 5*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.

- Putra, Mirza Perdana. 2010. *Identifikasi Solusi Alternatif Terhadap Keputusan Investasi Mesin Produksi Menggunakan Metode Design of Experiment*. Depok: Fakultas Teknik UI.
- Rahmadian, Octa. 2012. *Uji Kinerja Hammer Mill dengan Umpan Jenggel Jagung*. Bandar Lampung: Fakultas pertanian UNILA.
- Riyanto, Bambang. 1995. *Dasar-dasar Pembelajaran Perusahaan Edisi 4*. Yogyakarta: BPFE.
- Rohanda, Hanhan. 2017. *Pembuatan Alat Penggiling Sekam Padi Kapasitas 10 Kg/jam*. Bandung: POLBAN.
- Santosa dan Rinal Yonanda. 2005. *Evaluasi Teknis Mesin Pemeras Santan Kelapa*. Padang: Jurnal Teknologi Pertanian Andalas UNAND.
- Satyendra. 2015. *Grinding Mills and Their Types*. www.ispatguru.com
- Sigit, Soehardi. 2002. *Analisa Break Even Ancaman Linier Secara Ringkas dan Pasti Edisi 3*. Yogyakarta: BPFE.
- Soejanto, Irwan. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soelaiman, Jalal Rosyidi. 2013. *Perbandingan Karakteristik antara Briket-briket Berbahan Dasar Sekam Padi sebagai Energi Terbarukan*. Jember: Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam UNJEM.
- Supriadi, Tjatur. 1997. *Perancangan dan Uji Kinerja Alat Penepung Coklat Hammer Mill Vertikal*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Zulkarnain dkk. 2014. *Perancangan Mesin Hammer Mill Penghancur Bongkol Jagung dengan Kapasitas 100 Kg/Jam sebagai Pakan Ternak*. Kudus: Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.