

MEMPELAJARI KINERJA MESIN SORTASI BIJI KAKAO
BERDASARKAN SUDUT KEMIRINGAN BAK AYAKAN
DAN FREKUENSI GETARAN

ANDI BASO KRESNA
G 621 01 046



No. Pengantar	14 - 8 - 08
No. Matrikulasi	Pulau
No. Pendaftaran	1413
No. Absensi	1413
No. Kehadiran	171

JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

**MEMPELAJARI KINERJA MESIN SORTASI BIJI KAKAO
BERDASARKAN SUDUT KEMIRINGAN BAK AYAKAN
DAN FREKUENSI GETARAN**

OLEH

**ANDI BASO KRESNA
G 621 01 046**

**SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada Jurusan Teknologi Pertanian**

**JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

Judul : Mempelajari Kinerja Mesin Sortasi Biji Kakao Berdasarkan Sudut Kemiringan Bak Ayakan dan Frekuensi Getaran

Nama : ANDI BASO KRESNA

Stambuk : G 621 01 046

Program Studi : TEKNIK PERTANIAN

Disetujui :

1. Tim Pembimbing

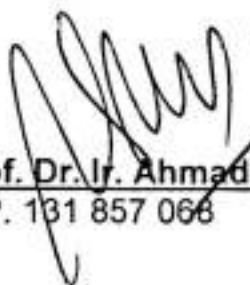


Ir. Abdul Waris, MT
Pembimbing I



Dr. Ir. Daniel, M.Eng. SC
Pembimbing II

2. Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M-Eng
NIP. 131 857 066



3. Ketua Panitia Ujian Sarjana
Jurusan teknologi Pertanian



Dr. Ir. Supratomo, DEA
NIP. 131 726 378

Tanggal Lulus : Agustus 2008

Andi Baso Kresna, G 621 01 046. Mempelajari Kinerja Mesin Sortasi Biji Kakao Berdasarkan Sudut Kemiringan Bak Ayakan dan Frekuensi Getaran. Dibawah Bimbingan Ir. Abdul Waris, MT dan Dr. Ir. Daniel, M Eng.Sc

ABSTRAK

Mesin *Sortasi* Kakao merupakan salah satu alat penanganan pasca panen biji kakao di mana biji kakao dikelompokkan berdasarkan kriteria ukuran yang telah ditetapkan. Kriteria tersebut menjadi penting agar pembeli dan produsen mempunyai persepsi yang sama terhadap produk terutama mengenai keseragaman ukuran. Mesin *sortasi* biji kakao merupakan mesin yang dibuat oleh bengkel pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia, Jember. Mesin ini dapat membagi biji kakao ke dalam beberapa kelompok berdasarkan diameternya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerja dari mesin *sortasi* kakao dan mengetahui biaya pengoperasian mesin tersebut. Sampel yang diambil adalah biji kakao berasal dari daerah Polman. Parameter pengamatan mesin *sortasi* biji kakao dilakukan dengan dua perlakuan yaitu perlakuan frekuensi getar dan sudut kemiringan rak sortir dengan tiga tahap, menghitung Kebutuhan Daya Listrik Mesin, kapasitas sortasi, ketelitian sortasi, tingkat kebersihan, serta menghitung biaya kelayakan ekonomi alat. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 2 kali.

Hasil penelitian menunjukkan Kapasitas *Sortasi* (KGs) yang dihasilkan meningkat dengan perubahan frekuensi getar dan sudut kemiringan. Kapasitas *sortasi* (KGs) terendah yang dihasilkan pada frekuensi 2,01 Hz dan sudut kemiringan 35° sebesar 4,59 kg/menit dan tertinggi pada frekuensi 8,84 Hz dan sudut kemiringan 55° sebesar 16,68 kg/menit. Efektifitas *Sortasi* (EFs) rata-rata menunjukkan penurunan dengan bertambahnya frekuensi dan sudut kemiringan bak.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini walau dengan segala keterbatasan, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jurusan teknologi Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

Penulis sadar dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis tidak lepas dari hambatan dan rintangan. Namun semua ini dapat teratasi berkat ketekunan, bimbingan, arahan, dorongan dan pengertian dari berbagai pihak, hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan baik materi maupun moril, seperti :

1. Kedua Orang Tua tercinta, Saudara dan keluarga yang telah banyak memberikan pengorbanan baik materil maupun moril sehingga penulis dapat sampai pada tahap sekarang ini.
2. Ir. Abdul Waris, MT dan Dr. Ir. Daniel, M Eng, Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan arahan baik itu dalam pelaksanaan penelitian sampai pada penyusunan laporan akhir ini.
3. Staf dosen Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
4. Staf Pegawai Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Batangkaluku, Gowa

5. Saudaraku di Teknologi Pertanian yang telah sama berjuang khususnya angkatan 2001. Kebersamaan kita selama ini adalah pengalaman yang sangat berharga, semoga menjadi kenangan yang tak sirna sampai kapanpun. Dan tak lupa pula kepada adinda Upiek yang telah setia mendampingi dalam suka dan duka.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, amin.

Makassar, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Lampiran.....	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Mamfaat Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kakao (<i>Theobroma cacao</i>)	3
2.2 Sortasi Biji Kakao	5
2.3 Mesin Sortasi Biji Kakao	7
1. Bagian-Bagian Mesin Sortasi Kakao	8
2. Tenaga Penggerak Mesin	9
3. Sistem Transmisi Tenaga	11
2.4 Frekuensi dan Amplitudo Getaran.....	12
2.5. Analisa Biaya Alat	14
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19

3.3 Deskripsi Mesin Sortasi Kakao.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Penelitian	22
1. Prosedur Menghitung Kapasitas Sortasi.....	22
2. Prosedur Menghitung Frekuensi sortasi kakao	22
3. Prosedur Menghitung Kebutuhan Daya Listrik Mesin	22
4. Prosedur Menghitung Efektifitas Sortasi.....	23
5. Prosedur Menghitung Biaya Listrik Alat.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Kapasitas Sortasi (KSI)	25
5.2. Efektifitas Sortasi (EFs).....	27
5.3. Kebutuhan Daya Listrik Mesin.....	29
5.4. Tingkat Kebersihan	29
5.5. Biaya Listrik Alat.....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	32
6.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Standar Biji Kakao Menurut SNI (SNI 01 – 2323 – 2000).....	6

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.	Mesin Sortasi Kakao.....	8
2.	Hubungan Antara Kecepatan Dengan Gerak Harmonis Sederhana	13
3.	Mesin Sortasi Kakao.....	20
4.	Sketsa Mesin Sortir Biji Kakao.....	21
5.	Hubungan Antara Frekuensi dan Derajat Kemiringan Dengan Kapasitas Sorasi Rata-Rata	25
6.	Hubungan Antara Frekuensi dan Derajat Kemiringan Dengan Efektifitas Sortasi Rata-Rata	27

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Tabel Data Hasil Pengukuran Uji Kinerja Mesin Sortasi Kakao	35
2.	Tabel Ukuran Biji Rata-Rata yang Masuk Dalam Kelas	36
3.	Tabel Total Biji Kakao yang Masuk Dalam Kelas.....	37
4.	Analisis Data Rancangan Acak Lengkap.....	38
5.	Perhitungan daya Listrik Mesin Sortasi Kakao	42
6.	Perhitungan Biaya Listrik Alat	43
7.	Pengolahan Data Perhitungan Biaya Listrik Untuk 1 Kali Operasi per Hari	44
8.	Gambar dokumentasi dan Alat.....	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas utama Sulawesi Selatan yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi dan merupakan komoditas ekspor utama daerah ini sehingga mempunyai peluang untuk dikembangkan dalam rangka usaha untuk menambah pendapatan Negara dalam meningkatkan penghasilan petani (Anonim, 1998).

Produksi biji kakao Indonesia secara terus menerus meningkat, namun mutu yang dihasilkan sangat rendah dan beragam, antara lain kurang terfermentasi, tidak cukup kering, ukuran biji yang tidak seragam, kadar kulit tinggi, keasaman tinggi, cita rasa sangat beragam dan tidak konsisten

Salah satu aspek mutu biji kakao yang sangat penting bagi konsumen adalah keseragaman ukuran biji. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, biji kakao hasil produksi perkebunan rakyat maupun perkebunan besar harus melewati proses sortasi sebelum siap di ekspor. Sebagian besar proses sortasi saat ini masih dilakukan secara manual penuh. Biaya sortasi dengan cara ini relatif mahal kurang lebih 40 persen dari total biaya pengolahan. Selain itu, kelangkaan tenaga kerja terampil dan tenaga kerja di sektor perkebunan karena adanya pergeseran angkatan kerja pedesaan ke arah industri dan jasa, menyebabkan proses sortasi menjadi kurang optimal. Ini terlihat dari keragaman mutu hasil sortasi yang masih menonjol. Sortasi secara mekanis tampaknya merupakan salah satu

alternatif yang cocok untuk sortasi biji kakao yang lebih efisien di masa datang.

Mesin ini dapat mensortasi biji kakao ke dalam beberapa kelompok berdasarkan diameternya dan memisahkannya dengan kotoran. Mesin ini berjenis datar dengan getaran dan masing-masing tingkat dipasang secara urutan yang dilengkapi dengan kanal untuk mengeluarkan (outlet) biji dengan ukuran yang sesuai dengan lubang ayakannya. Tetapi mesin ini belum diketahui kapasitas dan kualitas kerja sesungguhnya sehingga untuk mengetahui lebih jauh tentang mesin ini maka penulis mengadakan penelitian tentang analisis kerja dan biaya mesin tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin sortasi biji kakao tipe getar pada berbagai frekuensi getaran dan sudut kemiringan ayakan serta mengetahui biaya listrik mesin tersebut.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ilmiah tentang penggunaan mesin sortasi biji kakao, serta sumbangsih pemikiran bagi pengembangan proses produksi mesin sortasi kakao dan penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kakao (*Theobroma cacao*)

Buah cokelat berupa buah buni yang daging bijinya sangat lunak. Kulit buah mempunyai 10 alur dan tebalnya antar 1 – 2 sentimeter. Buah cokelat telah matang setelah 5 – 6 bulan dari proses penyerbukan. Ukuran setiap tongkol antara 10 – 30 sentimeter dan berisi antara 30 – 50 biji cokelat. Berat biji kering sekitar 0,8 – 1,3 gram per hari (Siregar, dkk., 2000).

Buah kakao terdiri atas 73,73 % kulit buah, 2 % plasenta dan 24,2 % keping biji. Biji kakao terutama terdiri dari kulit biji (testa) dan keping biji (cotyledone). Kulit biji merupakan 14 % dari berat kering, seangkan keping biji mencapai 86 % (Nasution, dkk., 1980).

Menurut Effendi (1992), kakao dibedakan atas tiga macam, yaitu :

- a. Cokelat jenis Criollo adalah kakao bermutu tinggi atau kakao mulai (fine of flavour cocoa). Buahnya berwarna merah atau kuning dengan dinding buah yang tipis dan biji yang bulat.
- b. Cokelat jenis Forastero merupakan kakao berkualitas sedang (bulk cocoa) atau disebut kakao curah/kakao curai. Jenis ini memiliki buah yang berwarna hijau, kulit buah tebal dan bijinya gepeng proses fermentasinya lebih lama; rasa biji lebih pahit.
- c. Jenis Trinitario merupakan hasil persilangan antara jenis criollo dan forastero. Dari hasil persilangan ini terdapat jenis-jenis baru yang mutunya baik, buah dan bijinya besar.

Buah kakao yang masih muda disebut cherelle dan sampai tiga bulan pertama sejak perkembangannya akan terjadi cherelle wilt, yaitu buah muda menjadi kering dan mengeras. Kehilangan buah dapat mencapai 80 % dari seluruh buah yang berkembang. Buah yang telah berumur tiga bulan (panjang buah 5 – 10 cm), pada umumnya sudah tidak mengalami cherele wilt, namun dapat berkembang menjadi buah yang masak jika tidak terserang oleh hama atau penyakit (Sunanto, 1994).

Warna buah kakao beraneka ragam, namun pada dasarnya hanya dua macam yaitu buah muda berwarna hijau putih dan bila masak menjadi berwarna kuning, dan buah muda yang berwarna merah setelah masak menjadi orange. Kulit buah heralur 10, alur dalam dan dangkal silih berganti. Untuk jenis criollo dan trinitario alur buah nampak jelas, kulit tebal tetapi lunak dan permukaan buah kasar. Sedangkan forastero umumnya permukaan buah halus atau rata dan kulitnya tipis tetapi keras dan liat (susanto, 1995).

Biji kakao dibungkus oleh daging buah atau pulp yang berwarna putih dan rasanya manis. Pulp tersebut penghambat perkecambahan, namun karena kakao tidak memiliki masa dormansi maka sering kali bila dalam buah pun dapat tumbuh bila terlambat dipanen. Biji kakao terdiri dari kulit biji atau testa, dua kotiledon yang saling melipat dan embrio yang terdiri dari epikotel,hipokotil dan radikula (Sunanto, 1994).

2.2 Sortasi biji kakao

Sortasi Biji Kakao Kering dimaksudkan untuk memisahkan antara biji baik dan cacat berupa biji pecah, kotoran atau benda asing lainnya seperti batu,

kulit dan daun-daunan. Sortasi dilakukan setelah 1-2 hari dikeringkan agar kadar air seimbang, sehingga biji tidak terlalu rapuh dan tidak mudah rusak, sortasi dilakukan dengan menggunakan ayakan yang dapat memisahkan biji kakao dengan kotoran-kotoran (Anonim C,1992),

Sortasi sederhana yang sekarang biasa dipakai untuk membagi mutu telah dibagi menjadi 5 golongan yaitu : (1) mutu A yaitu warna merah atau coklat merata dan biji bulat penuh; (2) mutu B yaitu warna merah atau coklat kurang merata, bercak – bercak dan biji kurang bulat agak rusak sedikit; (3) mutu C yaitu warna merah atau coklat tidak merata, biji gepeng dan keriput; (4) mutu D yaitu campuran biji yang tidak berkulit dengan biji tidak pecah – pecah; dan (5) mutu Z yaitu biji yang berwarna hitam yang meliputi biji – biji yang kotor kena tanah, biji – biji bekas serangan penyakit atau hama (Soerotani, 2001).

Sortasi biji yang telah dikeringkan dilaksanakan atas dasar berat biji, kemurnian, warna, dan bahan ikutan, serta jamur. Didalam menetapkan kualitas biji faktor-faktor seperti kulit ari, kadar lemak, dan kadar air turut diperhatikan. Di Indonesia, penetapan mutu biji dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gram contoh. Golongan biji dibagi atas tiga kelompok yaitu A, B, dan C. Biji bermutu beratnya tidak kurang 1 gram. Biji kelas A jumlahnya 90-100 butir setiap 100 gram contoh. Biji kelas B jumlahnya 100-110 butir setiap 100 gram contoh dan biji kelas C jumlahnya 110-120 butir setiap 100 gram contoh (Tumpal *dkk.* 2002).

Standar mutu biji kakao, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. Standar Biji Kakao Menurut SNI (SNI 01 – 2323 – 2000)

No.	Karakteristik	Mutu I	Mutu II	Sub Standar
1.	Jumlah biji/100 gr	**	**	**
2.	Kadar air, %(b/b) maks	7,5	7,5	>7,5
3.	Berjamur, %(b/b) maks	3	4	> 4
4.	Tak Terfermentasi %(b/b) maks	3	8	> 8
5.	Berserangga, hampa, berkecambah, %(b/b) maks	3	6	> 6
6.	Biji pecah, % (b/b) maks	3	3	3
7.	Benda asing % (b/b) maks	0	0	0
8.	Kemasan kg, netto/karung	62,5	62,5	62,

Sumber :. Anonim,1992

Ukuran biji ditentukan oleh jumlah biji per 100 gr yaitu sebagai berikut : (anonim, 1992)

- a. AA Jumlah biji per 100 gram maksimum 85
- b. A Jumlah biji per 100 gram maksimum 100
- c. B Jumlah biji per 100 gram maksimum 110
- d. C Jumlah biji per 100 gram maksimum 120
- e. Substandar jumlah biji per 100 gram maksimum > 120.

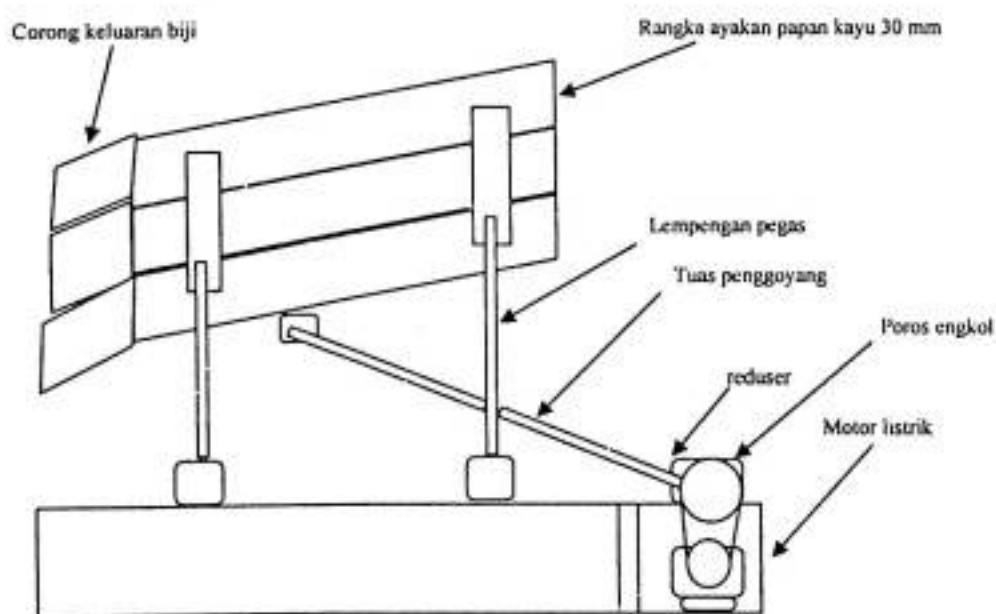
Untuk jenis kakao mulia notasinya dengan F (Fine Cocoa)

2.3 Mesin sortasi biji kakao

Mesin sortasi pada umumnya digunakan adalah jenis selinder berputar dan jenis datar dengan getaran. Mesin sortasi mempunyai tiga saringan dengan memisahkan biji dengan golongan mutu A, B dan C. Untuk mesin sortasi tipe getar, ayakan disusun bertingkat sedang tipe selinder berputar

ketiga ayakannya dipasang secara berurutan (seri). Masing-masing tingkat atau seri ayakan dilengkapi kanal untuk pengeluaran atau outlet (Sri Mulato, dkk.,2005)

Secara kuantitatif definisi mutu A adalah golongan biji dengan ukuran besar dan mempunyai jumlah biji antara 85-90 untuk setiap 100 g. Mutu B adalah golongan biji dengan ukuran medium dan mempunyai jumlah biji antara 95-110 untuk setiap 100 g sedang mutu C adalah golongan biji dengan ukuran kecil dan mempunyai jumlah biji diatas 120 untuk setiap 100 g. Biji pecah keluar dari ayakan paling bawah untuk mesin tipe getar atau ayakan paling depan untuk tipe selinder. Untuk biji dengan ukuran sangat besar masuk golongan mutu AA dengan jumlah biji kurang dari 85. Biji dengan AA keluar lewat corong ayakan paling atas untuk mesin tipe getar atau ayakan palin ujung belakang untuk mesin tipe berputar (Sri Mulato, dkk.,2005).



Gambar 1. mesin sortasi kakao

2.3.1 Bagian-Bagian Mesin sortasi kakao

Mesin *sortasi* biji kakao terbagi atas beberapa bagian penting yang saling berhubungan dan menunjang satu sama lain, antara lain :

- 1) Rangka, merupakan tempat melekatnya mesin yang terbuat dari besi siku.
- 2) Tenaga penggerak, motor bakar atau motor listrik.
- 3) Komponen utama
 - a) Bak ayakan dengan tiga ukuran.
 - b) Poros engkol yang mengubah putaran motor menjadi frekuensi bolak-balik
 - c) Corong keluaran biji
 - d) Lempengan pegas depan dan belakang
 - e) Tuas penggoyang.
 - f) Dudukan pegas bawah.

2.3.2. Tenaga penggerak mesin

Sumber tenaga penggerak yang digunakan dalam mesin-mesin pertanian dapat dibagi atas dua yaitu tenaga motor bakar dan motor listrik. Motor bakar adalah suatu mesin yang dapat mengubah tenaga panas hasil dari pembakaran menjadi tenaga mekanis sedangkan motor listrik adalah suatu mesin yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Motor bakar biasanya mati mendadak dan berhenti mengkonsumsi bahan bakar ketika *overload* sedangkan motor listrik akan berlanjut untuk menyerap listrik ketika *overload*. Untuk mencegah pengrusakan diri sendiri maka

perlu pelindung panas untuk mencegah motor listrik memberikan panas berlebih dan memutuskan tenaga listrik ketika putarannya mencapai suhu batas maksimum (Srivastava *et al.*, 1993).

Tenaga penggerak yang digunakan pada mesin *sortasi kakao* ini adalah adalah motor listrik. Keuntungan yang didapat dari penggunaan motor listrik antara lain : (1) dapat dihidupkan dengan hanya menekan saklar, (2) suara dan getaran tidak menjadi gangguan, (3) udara tidak ada yang diisap sehingga tidak ada gas buang, dan (4) motor *DC* mempunyai daya besar pada putaran rendah, sedangkan motor *AC* menggunakan sumber daya umum yang tidak mudah mengubah putarannya (Srivastava *et al.*, 1993).

Sedangkan kerugian dalam penggunaan motor listrik yaitu : (1) motor listrik membutuhkan sumber daya, yaitu kabelnya harus dapat dihubungkan dengan stop kontak sehingga tempat penggunaannya sangat terbatas, (2) kalau dipergunakan baterai sebagai sumber daya, maka jumlah beratnya akan menjadi besar, (3) biaya listrik lebih tinggi dari harga bahan bakar, dan (4) daya yang dihasilkan dibandingkan dengan motor pembakaran lebih kecil (Srivastava *et al.*, 1993).

Motor listrik dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu : (1) berdasarkan tipe tenaga listrik yang dibutuhkan dibagi menjadi arus *AC* dan arus *DC*, (2) tenaga listrik *AC* dibagi menjadi fase tunggal dan tiga fase, (3) berdasarkan putarannya dibagi menjadi motor sinkron dan motor induksi (Srivastava *et al.*, 1993).

Menurut Marappung (1979), Efisiensi pada motor listrik dapat dihitung jika diketahui daya yang diterima (masuk) dan daya yang digunakan (keluar) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} \dots\dots\dots(1)$$

- di mana, η = efisiensi (%)
 P_{output} = daya yang digunakan dalam kerja (Watt)
 P_{input} = daya yang diterima (Watt)
 :

Menghitung daya listrik yang digunakan oleh mesin dengan persamaan (Foster, 2000) :

$$P = V \times I \cos \theta \dots\dots\dots(2)$$

- P = Daya (Watt)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Kuat Arus (Ampere)

2.3.3 Sistem Transmisi Tenaga

Menurut Sularso dan Suga (1997), Tenaga yang dibutuhkan oleh suatu unit mesin untuk suatu pekerjaan tertentu harus disalurkan dari satu elemen mesin ke elemen lainnya melalui sistem transmisi tenaga. Elemen mesin yang berperan dalam penyaluran tenaga ini adalah :

- a) Poros, merupakan salah satu bagian yang penting dari setiap mesin karena hampir setiap mesin meneruskan tenaganya

bersama-sama dengan putaran melalui poros. Poros merupakan bagian transmisi yang berputar dan stasioner.

- b) Puli, adalah sejenis roda yang digunakan untuk meneruskan tenaga dengan menggunakan sabuk. Berdasarkan bentuk dan jenis sabuk yang digunakan maka puli dibedakan atas puli beralur rata dan beralur trapezium. Ukuran diameter puli yang digunakan harus sesuai karena berpengaruh terhadap putaran mesin. Jika terlalu besar akan terjadi slip karena bidang kontaknyanya tidak banyak, jika terlalu kecil akan terjadi tekukan tajam. Persamaan untuk perbandingan diameter dan putaran puli adalah :

$$D : d = N_1 : N_2 \dots\dots\dots (3)$$

di mana, D = diameter puli penggerak

d = diameter puli yang digerakkan

N₁ = putaran puli penggerak

N₂ = putaran puli yang digerakkan

- c) Sabuk, digunakan untuk menyalurkan tenaga antara dua poros yang berjauhan di mana transmisi langsung dengan roda gigi tidak memungkinkan. Sabuk berperan dalam menyerap beban-beban kejut dan meredam pengaruh gaya getaran. Sabuk (*belt*) yang digunakan pada mesin *sortasi* ini adalah sabuk V

2.4 Frekuensi dan Amplitudo Getaran

Gejala gelombang sering kita jumpai sehari-hari. Suara dan cahaya adalah contoh gelombang yang sangat dekat dengan kehidupan kita, diantara sekian banyak ragam gelombang. Gelombang adalah fenomena perambatan gangguan, perambatan energi. Gelombang dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan arah perambatannya, yaitu :

- a. Gelombang transversal yaitu arah rambatnya tegak lurus dengan arah getaran.
- b. Gelombang longitudinal yaitu arah rambatannya searah dengan arah getarannya. (anonim, 2003).

Frekuensi dari suatu getaran harmonis atau sinusoida adalah perbandingan dari jumlah periode (putaran penuh) dengan waktu yang berhubungan.

$$f \text{ (Hz)} = \frac{\text{jumlah getaran}}{\text{waktu yang diperlukan (s)}} \dots\dots\dots(4)$$

Kecepatan putaran dimana getaran dikopel sangat erat dengan putaran dari sebuah poros penggerak (shaft), dan satu putaran dari poros itu dapat disamakan persis seperti satu putaran penuh dari getarannya, maka kecepatan rotasi η dari poros itu adalah sama dengan frekuensi f dari getaran (K.Giek.,1997).

$$\omega = 2\pi f \dots\dots\dots(5)$$

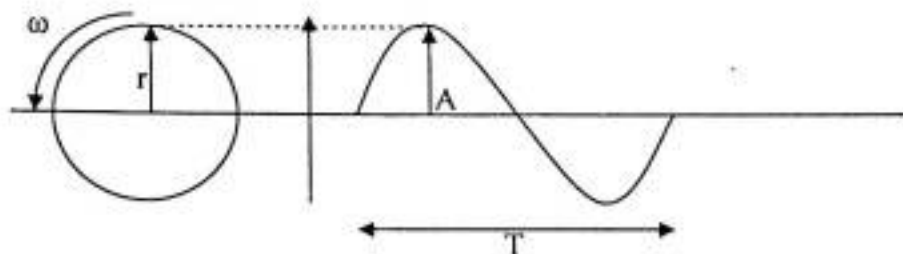
keterangan :

ω = kecepatan sudut (rpm,rad/s)

π = radian (rad)

$f = \text{frekuensi (s}^{-1}, \text{herz)}$

Sebuah benda yang ditopang dengan sebuah pegas akan membuat getaran linear harmonis (K.Gieck.,1997)



Gambar 2 hubungan antara kecepatan dengan gerakan harmonis sederhana
 Jalur gerakan adalah garis lurus atau lingkaran. Benda bergerak bolak-balik disekitar tempat kedudukan pada waktu diam.pembiasan maksimum dari kedudukan ini dinamakan amplitudo (Zamroni.dkk.,2003).

2.5 Analisa Biaya Alat

Penelitian dan penilaian aspek manfaat dan biaya sangat penting guna memperoleh gambaran atas manfaat yang akan diperoleh dari penggunaan alat. Analisis yang dilakukan dalam kerangka penilaian disebut analisis manfaat dengan biaya (*Benefit Cost Analysis*). Analisa ekonomis alat akan mencakup biaya investasi awal, biaya tetap, biaya tidak tetap,keuntungan, *B/C ratio* dan *Break Even Point* alat. Dengan demikian akan diketahui penggunaan suatu alat atau mesin mengalami keuntungan atau kerugian dalam jangka waktu tertentu (Purba, 1997).

Menurut Pramudya dan Dewi (1991), Analisis kelayakan ekonomi dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisis perhitungannya. Biaya-biaya dalam analisis ekonomi dapat dibedakan atas

biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variabel cost*). Biaya tetap atau biaya pemilikan (*owning cost*) adalah jenis biaya-biaya yang selama satu periode kerja tetap jumlahnya. Biaya ini tidak tergantung pada jumlah produk yang dihasilkan. Meskipun alat tersebut bekerja dalam waktu yang berbeda atau bahkan tidak digunakan, biaya ini tetap ada dan harus diperhitungkan,

besarnya relatif tetap. **Komponen Biaya Tetap** yaitu :

$$1. \text{ Penyusutan } (D) = \frac{P - S}{N} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- D = Biaya penyusutan (Rp/tahun)
- P = Harga pembelian alat (Rp)
- S = Nilai akhir (Rp)
- N = Umur ekonomis (tahun)

Penyusutan adalah penurunan nilai dari suatu alat akibat dari pertambahan umur pemakaian (waktu). Hal-hal yang menyebabkan penurunan nilai antara lain :

- a) Adanya bagian-bagian yang rusak atau aus karena lamanya waktu pemakaian sehingga alat tersebut tidak bisa bekerja dengan kemampuan seperti sebelumnya.
- b) Adanya peningkatan biaya operasi di sejumlah unit output yang sama bila dibandingkan pada mesin yang masih baru.
- c) Perkembangan teknologi yang selalu muncul sehingga alat/mesin lama nilainya akan merosot.

- d) Adanya pengembangan perusahaan sehingga alat/mesin yang dipergunakan harus diganti disesuaikan dengan perkembangan.

Biaya penyusutan merupakan fungsi dari waktu, maka masa pemakaian alat harus diketahui. Umur dari suatu alat dapat dibedakan dari dua pengertian yaitu : 1) umur ekonomis adalah umur dari suatu alat dari kondisi 100% baru sampai alat tersebut tidak ekonomis lagi bila terus digunakan dan lebih baik diganti dengan mesin baru, 2) umur pelayanan adalah umur dari suatu alat dalam kondisi 100% baru sampai tersebut tidak bisa dipakai lagi. Pada akhir umur pelayanan alat tersebut sudah tidak mempunyai nilai lagi.

Perhitungan penyusutan yang digunakan pada penelitian ini adalah penyusutan dengan metode garis lurus karena merupakan cara yang paling umum digunakan petani, di mana nilainya dianggap sama setiap tahun sampai pada akhir umur ekonomisnya.

2. Menurut Pramudya dan Dewi (1991), Bunga Modal dan Asuransi, ditentukan dengan suku bunga bank saat penelitian dengan persamaan :

$$BM = \frac{iP(N+1)}{2N} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- | | | |
|----|---|--|
| BM | = | Bunga Modal dan Asuransi (Rp/tahun) |
| i | = | Asuransi dan tingkat suku bunga bank (%/tahun) |
| P | = | Harga Awal Alat (Rp) |
| N | = | Umur Ekonomis Alat (tahun) |

Bunga modal dari investasi pada mesin pertanian diperhitungkan sebagai biaya, karena uang yang dipergunakan untuk membeli alat tidak

bisa dipergunakan untuk usaha lain. Pensen asuransi tidak dipergunakan karena di Indonesia belum ada untuk mesin pertanian.

$$3. \text{ Pajak (Bp)} = (2\% \times P) \dots\dots\dots(8)$$

Penentuan besarnya pajak untuk mesin pertanian sangat berbeda di setiap negara. Di Indonesia pemungutan pajak untuk mesin pertanian memang belum banyak dilakukan. Nilai yang paling tepat untuk biaya pajak adalah nilai pajak yang dikenakan pada mesin tersebut setiap tahunnya. Di beberapa negara besarnya pajak sekitar 2% dari harga awal per tahun. (Prarhudy dan Dewi 1991)

$$4. \text{ Garasi (Bg)} = (1\% \times P) \dots\dots\dots(9)$$

Adanya garasi dapat mengurangi kerusakan terhadap mesin sehingga biaya perbaikan akan menjadi lebih kecil dibandingkan bila tidak ada garasi. Biaya garasi diperkirakan 0,5 – 1% dari harga awal mesin per tahun. Umumnya digunakan 1% dari P untuk mesin/alat pertanian.

Menurut Pramudya dan Dewi (1991), Biaya tidak tetap adalah biaya-biaya yang dikeluarkan saat alat beroperasi dan jumlahnya tergantung pada jumlah jam kerja pemakaian. **Komponen Biaya Tidak Tetap** yaitu :

$$1. \text{ Biaya Operator (Bo)} = \text{Btk} \times \text{Op} \times \text{Jk} \times \text{HE} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

Bo	=	Biaya Operator (Rp/tahun)
Btk	=	Biaya tenaga kerja (Rp/jam/orang)
Op	=	Jumlah operator yang digunakan (orang)
Jk	=	Jam kerja perhari (jam/hari)
HE	=	Jumlah hari kerja (hari/tahun)

Biaya operator biasa dinyatakan dalam Rp/hari atau Rp/jam besarnya tergantung pada kondisi lokal. Di beberapa daerah upah operator diberikan dalam satuan produk yang dihasilkan. Misalnya Rp/ha untuk pengolahan tanah, Rp/ton untuk pekerjaan penggilingan padi.

$$2. \text{ Biaya Perawatan (BPw)} = (5\% \times P) \dots\dots\dots (11)$$

Biaya perawatan meliputi biaya penggantian bagian yang telah aus, upah tenaga kerja terampil untuk perbaikan khusus, pengecatan, pembersihan/pencucian dan perbaikan karena faktor yang tak terduga. Besarnya biaya pemeliharaan untuk mesin-mesin pertanian beserta tenaga penggerakannya yaitu 5% dari harga awal alat.

$$3. \text{ Biaya Daya Listrik (Bdl)} = \text{HdP} \times L \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

Bdl = Biaya daya listrik (Rp)
 HdP = Harga daya PLN (Rp/kWh)
 L = Jumlah pemakaian (kW/jam)

Biaya daya listrik digunakan jika mesin menggunakan motor listrik yang dinyatakan dalam Watt atau kW. Dengan mengetahui tarif listrik dalam Rp/kWh maka akan didapat biaya tenaga listrik dalam Rp/jam. Biaya daya listrik sama dengan biaya bahan bakar jika mesin menggunakan motor bakar (Pranudya dan Dewi 1991).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Balai Besar Pelatihan Pertanian Batangkaluku Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan, pada bulan April-Juni 2008.

3.2 Alat dan Bahan

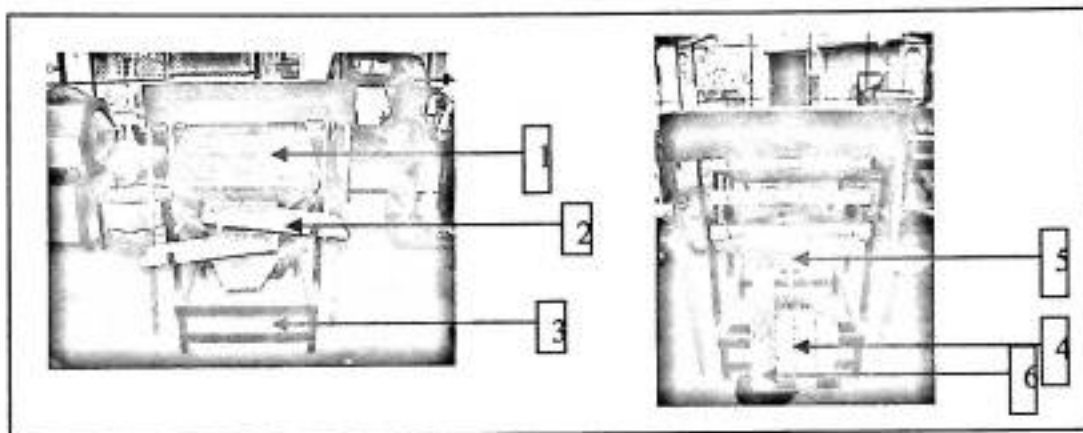
Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. 1 unit mesin Sortasi biji kakao.
- b. Tachometer, untuk mengukur kecepatan putaran motor listrik (rpm).
- c. Stopwatch, untuk mengukur waktu
- d. Jangka sorong, untuk mengukur diameter biji kakao dan jari-jari puli.
- e. 3 buah puli dengan masing-masing ukuran diameter 8 inchi, 6 inchi dan 9 inchi.
- f. Keranjang (ember), tempat penampungan biji kakao.
- g. Amperemeter dan voltmeter untuk mengukur arus dan tegangan motor.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao (*Theobroma cacao*) berasal dari daerah Polman.

3.2 Deskripsi Mesin Sortasi Biji Kakao

Mesin sortasi biji kakao terdiri atas tiga bagian utama yaitu bak ayakan, tenaga penggerak, dan rangka. Mesin sortasi biji kakao memiliki ukuran panjang 276 cm, lebar 126 cm dan tinggi 144 cm. bak ayakan berbentuk persegi empat berfungsi sebagai unit sortasi dengan ukuran panjang 206 cm, lebar 105,5 cm dan tinggi 14 cm. seperti diperlihatkan pada Gambar 3 :

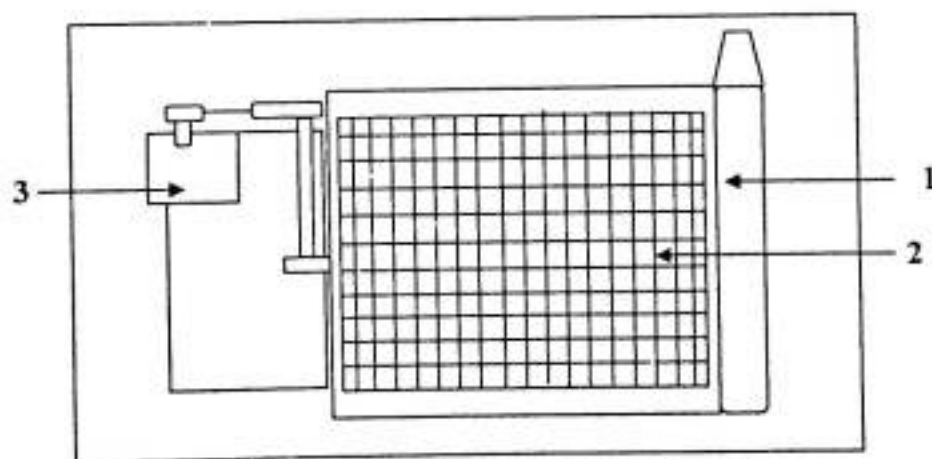


Gambar 3 Mesin Sortasi biji Kakao

Keterangan :

1. Kompartemen Pengayak yang terdiri dari 3 buah
2. Corong keluaran
3. Penampung kotoran
4. Motor listrik 1 Hp
5. Poros Engkol
6. Puli 8 inchi

Jumlah bak ayakan 3 buah yang tersusun paralel dengan dilengkapi kawat pengayak dengan ukuran 16 mm x 16 mm untuk bak ayakan atas, 14 mm x 14 mm untuk bak ayakan tengah dan 11 mm x 11 mm untuk bak ayakan bawah. Mekanisme sortasi terjadi karena adanya gaya getar (*Vibration*) bak ayakan oleh penggerak motor listrik 1 HP. Biji hasil sortasi sesuai ukuran lubang pengayak ditampung dalam 3 buah corong keluaran yang terletak diujung masing-masing bak ayakan. Kotoran yang ukurannya lebih kecil dari 11 mm terkumpul dalam penampung yang terletak dibagian bawah bak ayakan paling bawah. Seperti diperlihatkan pada Gambar 4 :



Gambar 4 Sketsa mesin sortir biji kakao

Keterangan

- 7. Corong keluaran
- 8. Kawat pengayak
- 9. Motor listrik 1 HP

3.4 Metode Penelitian

Penelitian uji kinerja mesin *sortasi* biji kakao dilakukan dengan dua perlakuan yaitu perlakuan frekuensi 2,01 Hz, 7,2 Hz, 8,84 Hz dan sudut kemiringan bak ayakan 35°, 45° dan 55°. Analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Parameter yang diamati meliputi kapasitas sortasi, efektifitas sortasi, tingkat kebersihan. Menghitung biaya listrik alat berdasarkan kapasitas dan efektifitas yang terbaik dan kebutuhan daya listrik mesin tersebut. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 2 kali.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Prosedur Menghitung Kapasitas *Sortasi* (KSi)

1. Menyiapkan Biji kakao sebanyak 5 kg.
2. Menyalakan mesin *sortasi* biji kakao.
3. Memasukkan bahan ke dalam bak sortasi biji.
4. Mengukur lamanya waktu *sortasi*.
5. Menghitung Kapasitas *Sortasi* (KSi) dengan persamaan sbb :

$$KSi = \frac{\text{Berat biji yang disortasi}}{\text{Waktu yang digunakan}} \dots\dots\dots(13)$$

3.5.2 Prosedur Menghitung frekuensi sortasi kakao

1. Menyiapkan mesin dengan kemiringan 45° dan puli 16 cm
2. Menyiapkan Biji kakao sebanyak 5 kg.
3. Menyalakan mesin *sortasi* biji kakao.
4. Memasukkan bahan ke dalam bak sortasi biji.

5. Mengukur lamanya waktu *sortasi*.
6. Mengukur kecepatan putar dengan menggunakan tachometer.
7. Menghitung frekuensi getaran dengan menggunakan persamaan 4
8. Mengulangi prosedur tersebut dengan mengubah posisi kemiringan rak.
9. Mengulangi prosedur tersebut dengan mengganti puli dengan masing-masing diameter 14 cm dan 18 cm.

3.5.3 Prosedur Menghitung Kebutuhan Daya Listrik Mesin

1. Membuat rangkaian amperemeter dan voltmeter.
2. Mengukur tegangan dan kuat arus mesin.
3. Menghitung daya listrik yang digunakan oleh mesin dengan persamaan 2

3.5.4 Prosedur menghitung efektifitas sortasi serta pengamatan tingkat kebersihan

1. Menyiapkan Biji kakao sebanyak 5 kg.
2. Menyalakan mesin *sortasi* biji kakao.
3. Memasukkan bahan ke dalam bak sortasi biji.
4. Mengukur lamanya waktu *sortasi*.
5. Mengamati dan mencatat tempat (kelas) jatuhnya biji.
6. Mengulangi prosedur (2-4) sebanyak 5 kali.
7. Menghitung Efektifitas *Sortasi* (Efs) dengan persamaan :

$$Efs = \frac{\text{Ketepatan biji kakao dalam kelas}}{50} \times 100\% .(14)$$

8. mengamati kebersihan kakao tiap kelas dan pada tempat penampungan kotoran.

3.5.5 Prosedur Menghitung Biaya listrik Alat

1. Menghitung pemakaian daya listrik mesin dengan rumus

$$P = V \times I (\cos\theta) \dots \dots \dots (15)$$

2. Menghitung energi listrik yang terpakai per hari

$$Q = P \times \text{Waktu per hari} \dots \dots \dots (16)$$

3. Menghitung biaya pemakaian listrik per bulan

$$\text{Blok 1} = \text{HDL}_1 \times \text{Jumlah Pemakaian Listrik}$$

$$\text{Blok 2} = \text{HDL}_2 \times \text{Jumlah sisa Pemakaian Listrik}$$

$$\text{Total biaya pemakaian listrik per bulan} = \text{Blok 1} + \text{Blok 2} \dots (17)$$

4. Menghitung beban listrik per bulan

$$\text{BBL} = \text{HL} \times \text{DL} \dots \dots \dots (18)$$

5. Menghitung sub total biaya listrik

$$\text{Sub total Biaya listrik} = \text{BBL} + \text{Total biaya pemakaian listrik}$$

6. Menghitung biaya PPJ (Biaya penerangan jalan)

$$\text{PPJ} = 7 \% \times \text{Sub total biaya listrik} \dots \dots \dots (19)$$

7. Menghitung Total Biaya Pemakaian listrik

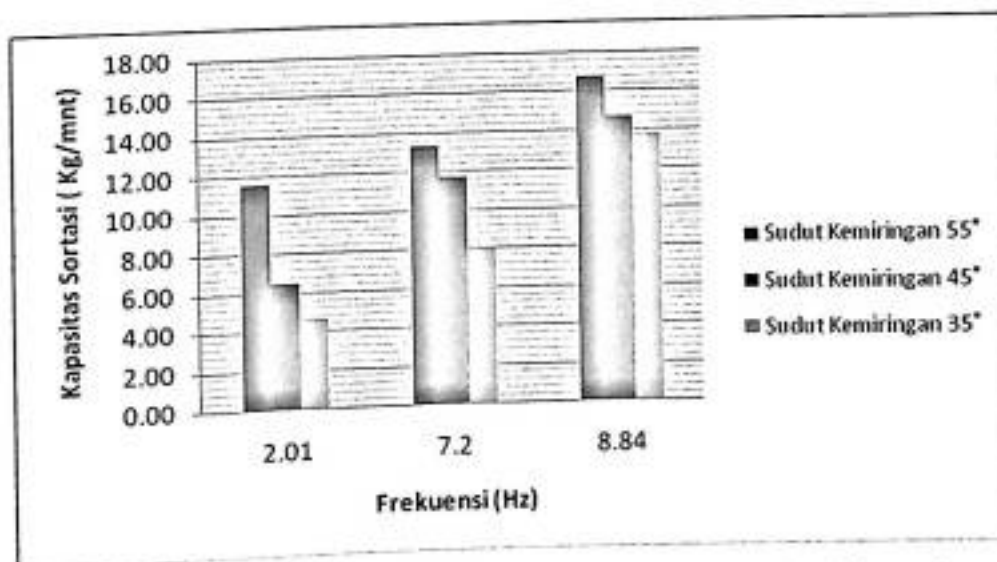
$$\text{Total biaya pemakaian listrik} = \text{sub total biaya listrik} + \text{PPJ} \dots (20)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas *Sortasi* (KSI)

Kapasitas *Sortasi* adalah banyaknya massa biji kakao yang mampu disortasi oleh mesin per satuan waktu. Kapasitas digunakan untuk menghitung produktifitas mesin yaitu seberapa besar kinerja suatu alat yang dinyatakan dalam kg per jam atau meter per detik. Dalam bidang pertanian dikenal dua jenis kapasitas yaitu kapasitas lapang dan kapasitas keluaran. Kapasitas lapang digunakan untuk menghitung produktivitas mesin untuk pengolahan tanah atau lahan pertanian seperti bajak. Sedangkan kapasitas keluaran digunakan untuk menghitung kinerja mesin dalam menangani atau memproses produk hasil pertanian seperti mesin panen, mesin penggiling, dan lain-lain (Roth and Field, 1991).

Kapasitas *Sortasi* yang dihasilkan pada berbagai frekuensi sudut kemiringan ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Antara Ukuran Puli Motor dan derajat kemiringan dengan Kapasitas *Sortasi* Rata-Rata.

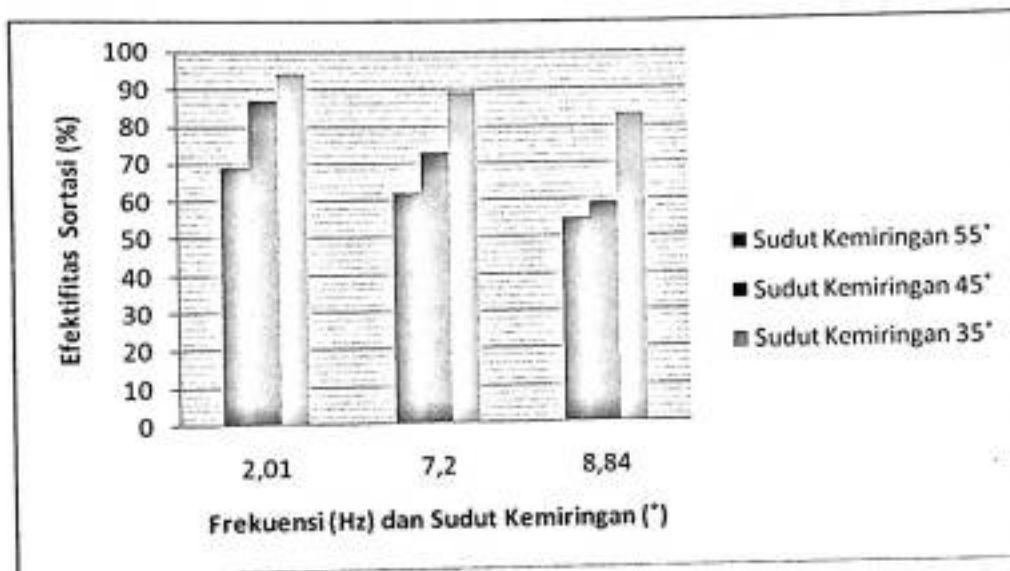
Berdasarkan Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan frekuensi 2,06 Hertz, 7,2 Hertz dan 8,84 Hertz serta perlakuan sudut kemiringan bak ayakan 35°, 45° dan 55° sangat berbeda nyata. kapasitas *sortasi* rata-rata meningkat dengan bertambahnya frekuensi getaran dan sudut kemiringan bak ayakan. Perlakuan frekuensi 8,84 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 55° menghasilkan kapasitas sortasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Perlakuan frekuensi 2,01 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 35°. Pada Perlakuan frekuensi 8,84 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 55°, kapasitas sortasi tertinggi mencapai 16,68 kg/menit, sedangkan pada perlakuan frekuensi 2,01 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 35° mencapai 4,59 kg/menit.

Kapasitas sortasi meningkat pada frekuensi 8,84 Hz karena biji kakao tidak dapat melewati kawat pengayak sehingga dengan cepat jatuh pada corong keluaran. Biji kakao tersebut mengalami guncangan yang sangat cepat sehingga tidak tepat jatuh pada kawat pengayak akibat adanya gaya getar.

Frekuensi getaran pada mesin sortasi kakao sangat dipengaruhi oleh kecepatan putaran, oleh karena itu semakin tinggi frekuensi getaran maka kecepatan putaran semakin tinggi pula dan semakin rendah frekuensi getaran maka semakin rendah kecepatan putaran puli tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat *Srivastava et al.*, (1993), bahwa kemampuan suatu mesin dalam bekerja atau mengolah suatu bahan sangat tergantung pada kecepatan putaran mesin serta laju pemasukan bahan. Semakin tinggi kecepatan putaran mesin semakin cepat pula laju bahan yang terolah dalam mesin.

4.2 Efektifitas Sortasi

Efektifitas Sortasi adalah ketepatan jatuhnya biji kakao kedalam masing-masing kelas yang tersedia dinyatakan persen. Efektifitas sortasi yang dihasilkan pada berbagai frekuensi dan sudut kemiringan ayakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antara frekuensi dan derajat kemiringan dengan Efektifitas Sortasi Rata-Rata.

Berdasarkan Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan frekuensi 2,06 Hertz, 7,2 Hertz dan 8,84 Hertz serta perlakuan sudut kemiringan bak ayakan 35°, 45° dan 55° sangat berbeda nyata. efektifitas *sortasi* rata-rata menurun dengan bertambahnya frekuensi getaran dan sudut kemiringan bak ayakan. Perlakuan frekuensi 2,01 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 35° menghasilkan efektifitas sortasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Perlakuan frekuensi 8,84 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 55°, Pada Perlakuan frekuensi 2,01 Hertz dan sudut kemiringan

bak ayakan 35°, efektifitas sortasi tertinggi mencapai 94%, sedangkan pada perlakuan frekuensi 8,84 Hertz dan sudut kemiringan bak ayakan 55° mencapai 55%. Hal ini karena frekuensi getaran mesin yang semakin bertambah dengan mengecilnya ukuran puli. Frekuensi yang semakin cepat menyebabkan efektifitas sortasi menurun karena biji yang jatuh ke dalam kelas menjadi tidak tepat, biji kakao yang seharusnya jatuh pada satu kelas berpindah ke dalam kelas yang lain. Hal yang paling baik adalah dengan memperlambat frekuensi getar dan menurunkan sudut kemiringan bak. Hal ini sesuai pendapat Sukrisno dan Mulato (2005), bahwa kondisi optimum operasional mesin sortasi adalah pada kemiringan sudut kompartemen pengayak 10° dan kecepatan putar tenaga penggerak 1450 rpm.

Motor bakar dapat diturunkan putarannya dengan cara menurunkan gas motor sedangkan pada motor listrik dapat dilakukan dengan cara penggantian puli motor dengan diameter yang lebih besar. Motor listrik merupakan sumber tenaga pada mesin ini, jadi jika putarannya bertambah akan menyebabkan bertambahnya frekuensi getar bak pengayak. Hal ini sesuai dengan pendapat Sularso dan Suga (1997), bahwa diameter puli penggerak dan puli yang digerakkan berbanding lurus dengan kecepatan putaran puli penggerak dan puli yang digerakkan. Jika ukuran puli diperbesar maka kecepatan putarannya juga akan meningkat begitu juga sebaliknya jika ukuran puli diperkecil maka putarannya akan menurun.

4.3 Kebutuhan Daya Listrik Mesin

Daya listrik suatu mesin dapat dihitung dengan mengetahui tegangan dan kuat arus yang digunakan pada saat mesin bekerja sehingga daya yang diperoleh nantinya adalah daya sesungguhnya yang diperlukan oleh mesin.

Daya listrik sebenarnya yang dibutuhkan oleh mesin *sortasi* kakao ini sebesar 352 Watt dengan daya input sebesar 440 Watt. Daya yang tersedia pada motor listrik yang digunakan (1 Hp, 1 fase) yaitu 746 Watt (Lampiran 7). Hal ini berarti daya motor yang tersedia sudah mencukupi kebutuhan daya listrik mesin yang sebenarnya sehingga aman untuk digunakan. Hanya saja motor satu fase yang digunakan saat mulai dinyalakan berdengung dan putarannya baru stabil setelah berputar beberapa menit. Oleh karena itu sebaiknya digunakan motor 3 fase atau motor 1 Hp dengan start motor yang lebih bagus.

Pemilihan daya motor listrik yang tepat menjadi penting karena sumber tenaga penggerak dari mesin *sortasi* ini adalah motor listrik. Hal ini sesuai dengan pendapat Srivastava *et al.*, (1993) bahwa motor listrik memerlukan daya tinggi saat mulai dinyalakan.

4.4 Tingkat Kebersihan

Tingkat kebersihan adalah ketepatan jatuhnya kotoran kedalam masing-masing kelas pengayak yang dinyatakan persen. Kotoran yang dimaksud adalah krikil, ampas kulit kakao, pasir, dsb). Mesin sortasi kakao selain berfungsi menyortir biji kakao berdasarkan ukuran biji juga dapat menyortir

antara biji dengan kotoran. Berdasarkan pengamatan efektifitas sortasi kotoran rata-rata 100 %.

Hal ini disebabkan oleh kotoran yang berada di sampel 5 Kg biji kakao rata-rata adalah pasir dan ampas kulit biji kakao. Kotoran melewati semua kelas karena ukuran kotoran tersebut adalah lebih kecil dari 11 mm². Kelas ayakan mesin tersebut terbagi atas 3 yaitu kelas A dengan ukuran 16 mm², kelas B dengan ukuran 14 mm², kelas C dengan ukuran 11 mm²

4.5 Biaya listrik Alat

Biaya listrik alat merupakan biaya listrik yang harus dikeluarkan atau biaya yang terpakai selama melakukan proses sortasi. Jumlah biaya listrik ini dapat saja berubah-ubah karena adanya faktor nilai ekonomi yang sewaktu-waktu dapat berubah. Biaya listrik mesin sortasi ini penting untuk diketahui agar dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis alat yang akan digunakan untuk sortiran.

Setelah dilakukan perhitungan diketahui bahwa hasil perhitungan biaya listrik mesin sortasi, yaitu Rp 489.152 untuk satu kali proses sortasi per hari selama satu tahun dan Rp 1.036.270 apabila proses sortasi dilakukan sebanyak dua kali dalam satu hari selama satu tahun. Energi listrik yang terpakai per hari adalah 2,64 kWh dan untuk dua kali per hari adalah 5,28 kWh. Dengan mengetahui tarif listrik dalam Rp/kWh maka akan didapat biaya tenaga listrik dalam Rp/jam yaitu sebesar Rp 167,46/jam. Hal ini sesuai pendapat Pramudya dan Dewi (1991) bahwa dengan menggunakan tarif listrik dalam Rp/kWh maka akan dapat biaya tenaga listrik dalam Rp/jam.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Frekuensi 2,01 Herz, 7,2 Hertz dan 8,84 Hertz serta Sudut kemiringan bak ayakan 35°, 45° dan 55° berpengaruh nyata terhadap kapasitas Sortasi dan efektifitas sortasi.
2. Frekuensi 7,2 Hertz dan sudut kemiringan 45° yang paling sesuai dengan mesin sortasi biji kakao jika merujuk pada kapasitas dan efektifitas sortasi.
3. Biaya listrik mesin sortasi biji kakao adalah Rp167,46/jam

5.2 Saran

Sebaiknya untuk peneliti selanjutnya mempelajari kinerja mesin berdasarkan amplitudo getarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001. *Sulawesi Selatan dalam Angka*. Balai Statistika, Sulawesi Selatan.
- Anonim, 1998. *Pasca Panen Cokelat*. Bagian Proyek Informasi Pertanian, Bali.
- Anonim, 2003. *Mesin Sortasi Kakao*. Balai Besar Pelatihan Pertanian Batangkaluku, Sulawesi Selatan.
- Anonim., 1992. *Pedoman Teknologi Pengolahan Kakao*.
<http://agribisnis.deptan.go.id/kebun/teknocacao.htm>
- Foster, Bob., 2000. *Fisika SMU 3*. Erlangga, Jakarta.
- Nazution, Z., W. Tjiptadi dan B.S. Laksmi, 1980. *Pengolahan Cokelat*. TIN. Fateta. IPB, Bogor.
- Pramudya, Bambang dan Dewi, Nesia., 1991. *Ekonomi Teknik*. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purba, Radiks., 1997. *Analisis Biaya dan Manfaat (Cost and Benefit Analysis)*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Riyanto, Bambang., 2001. *Dasar-Dasar Manajemen Pembelian Perusahaan Edisi ke-4*. BPEF, Yogyakarta.
- Santyasa, I Wayan., 2001. *Fisika Dasar "Mekanika"*. Dirjen Pendidikan Tinggi Depdiknas, Jakarta.
- Siregar, T.H.S., S. Riyadi, L. Nureni, 2000. *Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Cokelat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soerotani, Soedihardjo., 2001. *Bercocok Tanam Coklat*. Aneka Ilmu Semarang.
- Srivastava, Ajit K., Goering, Carol E. and Rohrbach, Roger P., 1993. *Engineering Principles of Agricultural Machines*. Pamela DeVore-Hansen, Editor Books & Journals, USA.
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu., 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Liberty, Yogyakarta.
- Sunanto, H., 1994. *Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonomisnya*. Kanisius, Yogyakarta.

- Sunanto, Hatta., 1992. *Cokelat Budidaya Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonomi*. Kanisius, Yogyakarta.
- Susanto, F.X., 1995. *Budidaya dan Pengolahan Hasil Kakao*. Kanisius, Yogyakarta.
- Tumpal, H.S. Siregar., Slamet Riyadi, dan Laeli Nuraeni., 2002. *Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Cokelat*. Penebar Swadaya, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Uji Kinerja Mesin Sortasi biji kakao

No	Frekuensi (Herz) dan sudut kemiringan ($^{\circ}$)	Pengukuran (Ke)	Lama sortasi (detik)	Lama sortasi (menit)	Putaran Motor Listrik (Rpm)	Kapasitas Sortasi (kg/m)	Efektifitas Sortasi (%)
1	2,01 dan 45	1	44,3	0.73	121.6	6.84	78
		2	48,2	0.8	121.6	6.25	68
2	2,01 dan 55	1	28	0.46	121.6	10.86	64
		2	25	0.41	121.6	12.19	60
3	2,01 dan 35	1	63.9	1.039	121.6	4.85	92
		2	69	1.15	121.6	4.34	86
4	8,84 dan 45	1	22.3	0.37	530.4	13.51	62
		2	20.9	0.34	530.4	14.7	56
5	8,84 dan 55	1	18.9	0.315	530.4	16.12	46
		2	17.8	0.29	530.4	17.24	48
6	8,84 dan 35	1	22.3	0.37	530.4	13.51	84
		2	22.1	0.36	530.4	13.88	82
7	7,2 dan 45	1	25.4	0.42	435.5	11.9	84
		2	25.1	0.41	435.5	12.19	90
8	7,2 dan 55	1	22.4	0.37	435.5	13.51	68
		2	23.1	0.38	435.5	13.15	70
9	7,2 dan 35	1	38.2	0.63	435.5	7.93	94
		2	37.9	0.63	435.5	7.93	94

Sumber : Data Primer Penelitian, 2008.

Lampiran 2. Ukuran biji Rata-Rata yang Masuk dalam Kelas

Frekuensi (hertz) dan Sudut kemiringan ($^{\circ}$)	Pengukuran (Ke)	Rata-Rata Ukuran Biji yang Masuk dalam Kelas (mm)		
		A	B	C
2.01 & 45	1	16	14	13
	2	16	14	13
Rata-rata		16	14	13
2.01 & 55	1	16	14	12
	2	16	14	12
Rata-rata		16	14	12
2.01 & 35	1	16	14	12
	2	16	14	13
Rata-rata		16	14	13.5
7.2 & 45	1	18	16	14
	2	18	16	14
Rata-rata		18	16	14
7.2 & 55	1	17	15	13
	2	17	16	13
Rata-rata		17	15.5	13.3
7.2 & 35	1	17.5	15	14
	2	17	15	13
Rata-rata		17	15	13.5
8.84 & 45	1	16	14	12
	2	16	14	12
Rata-rata		16	14	12
8.84 & 55	1	16	14	13
	2	15	14	13
Rata-rata		15.5	14	13
8.84 & 35	1	16	14	13
	2	16	14	13
Rata-rata		16	14	13

Sumber : Data Primer Penelitian, 2008

Lampiran 3. Total Biji Kakao yang Masuk dalam Kelas

Frekuensi (Hertz) dan Sudut kemiringan (°)	Pengukuran (Ke)	Jumlah biji kakao yang Masuk dalam Kelas (Biji)			Persentase Sortasi Tiap Kelas (%)		
		A	B	C	A	B	C
2.01 & 55	1	3	20	11	6	40	22
	2	4	20	11	8	40	22
2.01 & 45	1	4	18	20	8	36	40
	2	5	19	19	10	42	38
2.01 & 35	1	5	20	22	10	40	40
	2	5	20	22	10	40	44
7.2 & 55	1	4	18	10	8	36	20
	2	3	18	9	6	36	18
7.2 & 45	1	4	19	19	8	36	40
	2	3	15	10	8	34	26
7.2 & 35	1	5	20	21	10	40	42
	2	4	18	21	8	36	42
8.84 & 55	1	2	13	8	4	26	16
	2	13	13	8	6	26	16
8.84 & 45	1	4	19	19	6	36	20
	2	3	15	10	6	30	20
8.84 & 35	1	4	19	19	8	38	38
	2	4	17	20	8	34	39

Sumber : Data Primer Penelitian, 2008.

Keterangan : Total Jumlah biji Kakao = 50 biji

Lampiran 4 Analisis data Rancangan Acak Lengkap
KAPASITAS SORTASI

Frekuensi	Perlakuan Sudut kemiringan	ulangan		Total	Rata-rata
		I	II		
2.01	35	4.85	4.34	9.19	4.60
	45	6.84	6.25	13.09	6.55
	55	10.86	12.19	23.05	11.53
8.84	35	13.61	13.88	27.49	13.75
	45	13.51	14.70	28.21	14.11
	55	16.12	17.24	33.36	16.68
7.2	35	13.51	13.88	27.39	13.70
	45	11.90	12.19	24.09	12.05
	55	13.51	13.15	26.66	13.33

Tabel Hasil Analisa Sidik Ragam ...

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Frekuensi	172.6697	2	86.335	284.043**	4.256	8.022
Sudut Kemiringan	37.51804	2	18.759	61.717**	4.256	8.022
Interaksi	26.82142	4	6.705	22.061**	3.633	6.422
Galat	2.73555	9	0.304			
Total	239.7448	17				

** Beda sangat nyata pada taraf 5% dan 1%, Koefisien keragaman = 4,66%

Uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada...

Frekuensi	Rata-rata	BNJ	
		5%	1%
2.01	7.555	a	A
8.84	14.843	c	C
7.2	13.023	b	B

Keterangan : Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada...

Sudut Kemiringan	Rata-rata	BNJ	
		5%	1%
35	10.678	a	A
45	10.898	ab	AB
55	13.845	b	B

Keterangan : Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Lanjutan lampiran 4

Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada...

Perlakuan		Rata-rata	BNJ	
Frekuensi	Sudut kemiringan		5%	1%
2.01	35	4.60	a	A
	45	6.55	b	B
	55	11.53	c	C
8.84	35	13.75	ef	EF
	45	14.11	fg	FG
	55	16.68	g	G
7.2	35	13.70	de	DE
	45	12.05	cd	CD
	: 55	13.33	d	D

Keterangan : Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

KETELITIAN SORTASI

Frekuensi	Perlakuan		ulangan		Total	Rata-rata
	Sudut kemiringan	I	II			
2.01	35	92	86	178	89	
	45	78	68	146	73	
	55	64	60	124	62	
8.84	35	84	82	166	83	
	45	62	56	118	59	
	55	46	48	94	47	
7.2	35	94	94	188	94	
	45	84	90	174	87	
	55	68	70	138	69	

Tabel Hasil Anaiisa Sidik Ragam ...

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Frekuensi	1249.333	2	624.667	47.644**	4.256	8.022
Sudut Kemiringan	2585.333	2	1292.667	98.593**	4.256	8.022
Interaksi	161.3333	4	40.333	3.076	3.633	6.422
Galat	118	9	13.111			
Total	4114	17				

** Beda sangat nyata pada taraf 5% dan 1%, Koefisien keragaman = 4,89%

Lanjutan lampiran 4

Uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada...

Frekuensi	Rata-rata	BNJ	
		5%	1%
2.01	74.67	ab	AB
8.84	63.00	a	A
7.2	83.33	bc	BC

Keterangan : Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada...

Sudut Kemiringan	Rata-rata	BNJ	
		5%	1%
35	88.67	bc	BC
45	73.00	ab	AB
55	59.33	a	A

Keterangan : Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Lampiran 5. Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik Mesin Sortasi Kakao

Daya motor listrik = 1 Hp (746) (Name Plat Motor)

Efisiensi mesin = 80% (Name Plat Motor)

Faktor daya ($\cos \theta$) = 0,8 (Name Plat Motor)

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}}$$

jadi, P input mesin yang sebenarnya yaitu :

$$P_{input} = \frac{P_{output}}{\eta} = \frac{330 \text{ watt}}{80\%} = 412 \text{ watt}$$

Sedangkan hasil pengukuran langsung menunjukkan

$$\begin{aligned} P_{in} &= V \times I \cos \theta \\ &= (220 \text{ Volt} \times 2,5 \text{ A}) \times 0,8 \\ &= 440 \text{ watt} \end{aligned}$$

Sehingga daya output motor yang semestinya adalah :

$$\begin{aligned} P_{output} &= P_{input} \times \eta \\ &= 440 \text{ watt} \times 80\% \\ &= 352 \text{ watt} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Biaya listrik Alat

Data-data yang digunakan dalam perhitungan:

Umur ekonomis	= 10 tahun
Jam operasional	= 1 kali/hari = 20 kali/bulan
Jam kerja	= 6 jam/hari
Kapasitas kerja (1 kali operasi per hari)	= 25.200 kg/hari = 504.000 kg/bulan = 6.048.000 kg/tahun
Kapasitas kerja (2 kali operasi per hari)	= 50.400 kg/hari = 1.008.000 kg/bulan : = 12.096.000 kg/tahun
Jumlah tenaga kerja	= 2 orang
Upah Minimum Propinsi (UMR)	= Rp 783.000 /bulan (Dinas Tenaga Kerja Propinsi Sulawesi Selatan)
Tegangan motor listrik	= 220 volt (<i>Name Plate</i> motor listrik)
Arus motor listrik	= 2,5 A (<i>Name Plate</i> motor listrik)
$\cos \theta$ untuk motor kecil	= 0,8 (<i>Name Plate</i> motor listrik)
Daya Listrik ideal yang dibutuhkan alat (DL)	= 900 VA = 0,900 kVA
Harga Listrik (HL) untuk beban 900 VA	= Rp 20.000 /kVA (PLN)
Harga Daya Listrik Blok 1 (HDL ₁)	= Rp 275 /kWH (PLN)
Harga Daya Listrik Blok 2 (HDL ₂)	= Rp 445 /kWH (PLN)

Lampiran 7. Pengolahan Data Perhitungan Biaya listrik untuk 6 jam

Operasi per Hari

- 1) Pemakaian Daya Listrik Motor

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I (\cos \theta) \\
 &= 220 \text{ volt} \times 2,5 \text{ A} \times 0,8 \\
 &= 440 \text{ watt} = 0,44 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- a) Energi listrik terpakai per hari

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,44 \text{ kW} \times 6 \text{ jam /hari} \\
 &= 2,64 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

Energi listrik terpakai per bulan

$$\begin{aligned}
 Q &= 2,64 \text{ kWh/hari} \times 20 \text{ hari/bulan} \\
 &= 52,8 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

- 2) Biaya Pemakaian Listrik per Bulan

$$\begin{aligned}
 \text{Blok 1} &= \text{HDL}_1 \times \text{jumlah pemakaian listrik} \\
 &= \text{Rp } 275 /\text{kWH} \times 20 \text{ kWh/bulan} = \text{Rp } 5.500 /\text{bulan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Blok 2} &= \text{HDL}_2 \times \text{jumlah sisa pemakaian listrik} \\
 &= \text{Rp } 445 /\text{kWH} \times (52,8 - 20) \text{ kWh/bulan} \\
 &= \text{Rp } 445 /\text{kWH} \times 32,8 \text{ kWh/bulan} = \text{Rp } 14.596 /\text{bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Pemakaian Listrik per Bulan} = \text{Blok 1} + \text{Blok 2}$$

=

$$\text{Rp } 5.500 /\text{bulan} + \text{Rp } 14.596 /\text{bul}$$

an

$$= \text{Rp } 20.096 /\text{bulan}$$

3) Biaya Beban Listrik per Bulan

$$\begin{aligned} \text{BBL} &= \text{HL} \times \text{DL} \\ &= \text{Rp } 20.000 / \text{kVA} \times 0,900 \text{ kVA} \\ &= \text{Rp } 18.000 / \text{bulan} \end{aligned}$$

Lanjutan lampiran 7

4) Sub Total Biaya Listrik

$$\begin{aligned} &= \text{BBL} + \text{Total Biaya Pemakaian Listrik} \\ &= \text{Rp } 18.000 / \text{bulan} + \text{Rp } 20.096 / \text{bulan} \\ &= \text{Rp } 38.096 / \text{bulan} \end{aligned}$$

5) Biaya PPJ (Biaya Penerangan Jalan) = 7 % dari sub total biaya listrik

$$\begin{aligned} \text{PPJ} &= 7 \% \times \text{Rp } 38.096 / \text{bulan} \\ &= \text{Rp } 2666,72 / \text{bulan} \end{aligned}$$

Total Biaya Pemakaian Listrik = Sub Total Biaya Listrik + PPJ

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 38.096 / \text{bulan} + \text{Rp } 2.666,72 / \text{bulan} \\ &= \text{Rp } 40.762,72 / \text{bulan} \\ &= \text{Rp } 40.762,72 / \text{bulan} \times 12 \text{ bulan/tahun} \\ &= \text{Rp } 489.152,64 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Lampiran 8 Gambar dokumentasi dan alat

