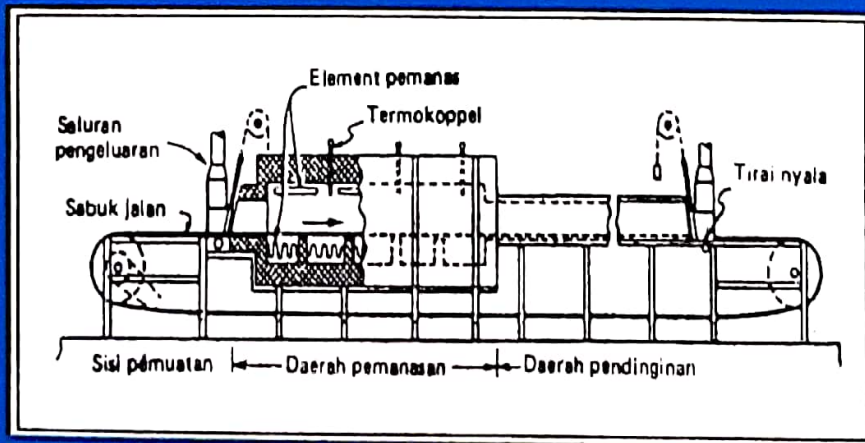


No. 26 VOL. 2 THN XIII NOVEMBER 2006

ISSN : 0854 - 8471

TEKNIKA

Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Andalas



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS PADANG**

Journal Teknik4
No.26 Vol.2 Thn. XIII November
2006
ISSN: 0854-8471

DAFTAR ISI

Daftar Isi	i
Kata Pengantar Dekan Fakultas Teknik	ii
Pengantar Redaksi	iii
Simulasi Kendali Derau Aktif Umpan Maju Menggunakan Algoritma Adjoint LMS (Heru Dibyo Laksono, Uyung Gatot S. Dinata)	1
Workabilitas Campuran Semen Lempung (A Hakam, Hendri GP, Zonni A)	16
Analisis Interkoneksi PSTN-TELKOM Dengan PSTN-INDOSAT (Rudy Fernandez)	23
Analisa Unjuk Kerja Sistem Transmisi Telekomunikasi Dengan Menggunakan Metode Diversity Egc (Baharuddin)	33
Analisa Kinerja Sistem Komunikasi Data Biner Dengan Menggunakan Diversity Combining (Rahmat, Baharuddin)	38
Filter De-Offset Diskrit Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Untuk Keperluan Sistem Proteksi (Syafii)	42
Pemodelan streeter phelps Untuk DO dan BOD sungai batang arau (Budhi Primasari, Farakh Yolanda Kailola)	47
Prestasi Mesin Pengupas Kopi Dengan Sistem Pengering Dan Hammer Mill (Dedison Gasni, Iskandar R)	56
Distribusi Temperatur Sirip-Silinder Horizontal (Iskandar R)	64
Eksistensi limit cycle pada sistem nonlinear Sebagai sumber energi terbarukan (Mamub Muharam)	69
Simulasi Hybrid Pi-Fuzzy Kontroler Pada Sistem Weight Feeder Conveyor (Muhammad Nasir, Adrianti)	73
Optimalisasi Bobot Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Genetik Dalam Identifikasi Suara (Darwisson, Hanwana Elétri, dan Meza Silvana)	84

Penerbit:
Fakultas Teknik - Universitas
Andalas

Pennasehat
Rektor Universitas Andalas
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Andalas

Penyunting Ahli
Prof.Dr.-Ing. Mulyadi Bur
Prof. Dr. Eng. Zaidir
Dr.Eng. Febrin Anas Ismail
Dr.Eng. Yulman Munuf
Dr. Ir.Refdinal Nasir
Dr. Adjar Pratoto
Dr.-Ing. Uyung Gatot SD
Dr. Eng. Gunawarman
Dr.Eng. Jafriil Tanjung
Dr.-Ing. Agus Sutanto
Dr.-Ing. Rahmadi Kurnia
Mas Mera, PhD
Yossyafra, PhD
Henmaidi, PhD

Pimpinan Redaksi
Dr.Eng. Gunawarman

Redaksi Pelaksana
Heru Dibyo Laksono, M.T
Junaidi, M.Eng
Benny Dwika L, M.T
Vera S Bactiar, M.T.
Dicky Patria, S.T.

Sekretaris Redaksi
Nurbaiti

Alamat Redaksi
Fakultas Teknik
Universitas Andalas
Kampus Limau Manis
Padang, 25163
Telepon (0751)-72564
Fas. (0751)-72566
Email teknika@f.t. Andalas.ac.id

PRESTASI MESIN PENGUPAS KOPI DENGAN SISTEM PENGERING DAN *HAMMER MILL*

Dedison Gasni, Iskandar R.

Laboratorium Konstruksi Mesin dan Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu hasil pertanian Indonesia. Dari tahun ke tahun produksi biji kopi Indonesia secara signifikan terus meningkat. Namun mutu yang dihasilkan umumnya masih rendah dan beragam, khususnya hasil perkebunan kopi rakyat. Hal ini disebabkan masih kurangnya teknologi pengolahan kopi rakyat yang mampu menghasilkan kopi bermutu tinggi secara berkelanjutan.

Dari permasalahan yang muncul, maka direalisasikan mesin pengupas kulit kopi sistem hammer mill yang dilengkapi dengan sistem pemisah ampas dan pengering kadar air dari biji kopi. Pada penelitian ini, parameter yang mempengaruhi hasil olahan biji kopi adalah putaran hammer, putaran blower, ketinggian blower dan putaran fan pengering, sehingga akan divariasikan untuk beberapa nilai yang berbeda.

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh putaran hammer untuk pengupasan kulit kopi yang baik sekitar 900 rpm dengan defect system 1,7 %, putaran blower sekitar 2650 rpm dengan biji yang terisap saluran buang 20,5 % dan ampas yang terisap 79,5 %, dan dengan waktu pengeringan 40 menit diperoleh penurunan kadar air dari biji kopi sekitar 0,85 %.

1. PENDAHULUAN

Pertanian kopi di Indonesia pada umumnya dikelola oleh usaha menengah ke bawah. Mereka menjual komoditi ini dalam bentuk kopi gelondong (kulit dengan biji) dengan harga yang relatif murah, dimana untuk per kilogram sekitar sepertiga harga biji kopi yang telah dikupas, dengan persentase 85 % berat inti dan 15 % berat kulit.

Alat pengupas kopi saat ini kurang efektif dan efisien, karena kapasitas yang dihasilkan kecil, waktu yang dibutuhkan lama dan daya penggerak alat ini masih menggunakan tenaga manusia, serta kualitas biji yang dihasilkan tidak baik karena banyak biji yang pecah. Kendatipun sudah ada beberapa mesin yang telah dibuat, alat itu masih jauh dari apa yang diharapkan, karena tidak kompak. Oleh sebab itu alat tersebut sulit dipindahkan, proses pengolahannya rumit, biaya produksi yang melonjak, ditambah lagi dengan harga mesin yang mahal, sementara petani kopi pada umumnya usaha mereka skala menengah ke bawah.

Sistem pengupasan kopi yang banyak digunakan saat ini adalah sistem pengupasan basah. Jenis pengolahan ini, mengupas kopi dengan kadar air tinggi, sehingga kulit ari biji kopi tidak terkelupas. Konsekuensinya dibutuhkan tahapan pengupasan yang kedua dengan jenis mesin yang berbeda. Hal itu membuat tahapan pengolahan yang menyita waktu, lahan dan dana pembelian serta perawatan mesin yang banyak.

Bertolak dari persoalan di atas, direncanakan sebuah penelitian mengenai mesin pengupas kopi jenis *hammer mill*, yang mampu memproses pengupasan kopi dalam satu tahapan. Penelitian ini akan merealisasikan sebuah mesin pengupas kopi sistem *hammer mill* dengan memvariasikan putaran karet pemukul yang digunakan untuk melemparkan kopi gelondong dan dengan sistem pengering yang memanfaatkan gas buang yang berasal dari gas buang motor bakar penggerak sehingga dapat dilihat pengaruhnya terhadap kualitas dan kuantitas biji kopi yang dihasilkan. Sistem pengupas ini juga dilengkapi blower yang digunakan untuk memisahkan biji kopi dengan kulit kopi (ampas).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi (*coffea spp*) adalah species tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* dan genus *Coffea*. Tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang, dan bila dibiarkan tumbuh dapat mencapai tinggi 12 m, daunnya bulat telur dengan ujung agak meruncing dan daun tumbuh berhadapan pada batang, cabang, dan ranting-rantingnya.

Kopi bukan produk homogen, ada banyak varietas dan beberapa cara pengolahannya. Di seluruh dunia kini terdapat sekitar 4.500 jenis kopi, yang dapat dibagi dalam empat kelompok besar yaitu arabika, liberika, robusta dan ekselsa. Bentuk

dari biji kopi gelondong ditampilkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Biji kopi

2.2 Pengolahan Kopi

Kopi diperdagangkan dalam bentuk biji-biji kering yang sudah terlepas dari daging buah dan kulit arinya yang disebut dengan beras kopi. Untuk mendapatkan beras kopi dapat dilakukan dengan 2 cara pengolahan yaitu pengolahan secara kering dan pengolahan secara basah.^[1]

A. Pengolahan Kering.

Pengolahan buah kopi secara kering dilakukan dengan cara buah yang baru dipetik langsung dijemur di bawah sinar matahari antara 10-14 hari.

Pengolahan kering dapat dianggap selesai apabila telah mencirikan^[1]:

- Kadar air biji maksimum 12%.
- Kadar kotoran berupa batu, ranting, gumpalan tanah dan benda-benda asing lainnya 0,5%.
- Bebas dari biji yang berbau busuk, berbau kapang dan bulukan.
- Bebas dari serangga hidup.

B. Pengolahan basah.

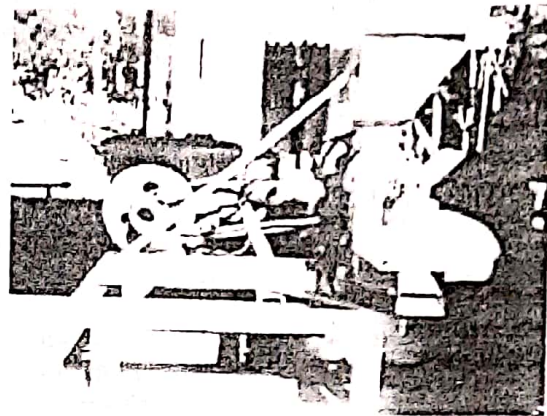
Pengolahan buah kopi secara basah dilakukan dengan cara pertama-tama buah kopi yang masak dikupas dahulu kulitnya dengan cara ditumbuk atau dengan mesin pulper. Setelah itu dihilangkan lendirnya dengan cara fermentasi basah dan kering. Fermentasi dianggap selesai apabila biji kopi telah mudah dicuci dan tidak mengandung lendir. Setelah itu baru dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari. Selanjutnya dipisahkan kulit tanduk dan kulit arinya.^[1]

Pengolahan basah dapat dianggap selesai apabila telah mencirikan^[1]:

- Kadar air biji maksimum 13%.
- Kadar kotoran berupa ranting, batu, gumpalan tanah dan benda-benda asing lainnya 5%.
- Bebas dari biji yang berbau busuk, berbau kapang dan bulukan.
- Bebas dari serangga hidup.
- Biji tidak lolos ayakan 3 x 3 mm dengan maksimum lolos 1%.

Kadar air dari kopi beras yang optimum adalah 10 – 13 %. Bila kopi beras mempunyai kadar air lebih dari 13 % biasanya akan mudah terserang cendawan, sedangkan bila kurang dari 10 % akan mudah pecah. Pengolahan buah kopi sampai memperoleh kopi beras dengan kadar air 10 – 13 % biasanya akan menyebabkan berat kopi turun hingga tinggal 12 – 22 %, tergantung jenisnya. Berat kopi robusta akan turun hingga tinggal 22 %, kopi arabika hingga tinggal 18 % dan kopi liberika 12 %.^[1]

Mesin pengupas kulit kopi dalam keadaan kering dinamakan *huller*, dimana alat ini berfungsi untuk memisahkan kulit buah kering, kulit tanduk dan kulit ari sehingga diperoleh biji kopi pasar yang bersih dan bermutu, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Huller

2.3 Pengupas Sistem *Hammer Mill*

Jenis pengupas *hammer mill* merupakan satu-satunya pengupas kopi yang mereduksi proses pengupasan dari dua tahapan menjadi satu kali penggilingan. Proses pemisahan antara kulit dengan biji dilakukan dengan cara mekanik. Proses mekanik terjadi ketika buah kopi memasuki ruang pemukul, dimana batang pemukul digerakkan oleh motor penggerak yang dihubungkan secara mekanik dengan poros pemukul. Akibat gerak putar batang pemukul maka buah kopi yang masuk akan terlempar hingga terbentur ke liner secara berulang-ulang, hingga kulit kopi yang kering terkelupas.

Sewaktu proses pengupasan dilakukan, banyak hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah biji kopi pecah, di antaranya kadar air yang dimiliki oleh kopi gelondong.

2.3.1 Prinsip Kerja Pengupas *Hammer Mill*

Pada mesin pengupas kopi sistem *hammer mill* terjadi keseimbangan energi antara energi dampak dan energi kinetik seperti skema yang terdapat pada Gambar 2.3.

$$\text{Energi Dampak} \rightarrow \text{O} \leftarrow \text{Ek} = \frac{1}{2} mv^2$$

Gambar 2.3 Keseimbangan energi pengupasan kopi

Kopi dapat pecah apabila energi kinetik berupa kecepatan yang diberikan rotor, yang diteruskan lagi oleh hammer yang terbuat dari karet menambah kecepatan lebih besar lagi, sama atau lebih besar dengan energi impak kulit kopi.

2.3.2 Parameter-Parameter Perancangan Pengupas Hammer Mill

1. Kecepatan Keliling Rotor

Pengupas hammer mill terdiri dari beberapa buah hammer yang terpasang antara plat pemisah yang berputar dengan kecepatan sudut tertentu. Kecepatan ini diberikan ke kopi yang masuk ke dalam ruang pengupasan. Kecepatan keliling yang terlalu rendah membuat hasil olahan kopi bercampur dengan kopi kering yang belum terkelupas. Jika kecepatan putar hammer terlalu tinggi membuat hasil olahan kopi banyak yang pecah. Karena itu perlu dicari kecepatan putaran rotor yang sesuai.

Penentuan kecepatan keliling rotor ini berhubungan dengan kecepatan tumbukan kopi ke liner agar didapatkan nilai kecepatan dengan nilai energi kinetik yang cukup untuk mengupas kulit kopi. Untuk keperluan itu dapat dianalogikan dengan memberikan impak yang dihasilkan dari energi potensial.

Nilai energi potensial pada saat sebelum material mengimpak kopi direduksi menjadi energi kinetik ditulis seperti persamaan berikut :

$$m \cdot g \cdot h = 1/2 m_k \cdot v_k^2 \quad (2.1)$$

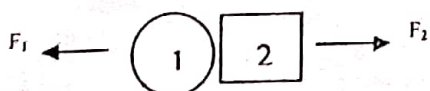
$$V_k = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h}{m_k}} \quad (2.2)$$

Jika diasumsikan kecepatan setelah bertumbukan dengan pemukul sama dengan kecepatan kopi saat bertumbukan dengan liner dan kecepatan kopi tersebut sama dengan kecepatan tangensial pemukul maka kecepatan keliling rotor dapat ditentukan dengan :

$$\omega = \frac{v_k}{R} \quad (2.3)$$

2. Beban Pereduksian

Beban pereduksian merupakan beban yang timbul akibat gaya impak material yang direduksi. Beban tersebut dihitung berdasarkan gaya tangensial yang harus dimiliki rotor agar mampu menahan perlambatan yang timbul akibat beban impak seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gaya impak

F₁ merupakan gaya yang ditimbulkan oleh benda 1, F₂ merupakan gaya yang ditimbulkan oleh benda 2.

Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum:

$$P_h + P_k = P'_h + P'_k \quad (2.4)$$

$$m_h v_h + m_k v_k = m_h v'_h + m_k v'_k \quad (2.5)$$

Jika diketahui nilai m₁ dan m₂, V₁ = V₂, V₂ = 0 maka:

$$n = \frac{60 \cdot v_h}{\pi \cdot d_{hammer}} \quad (2.7)$$

3. Gaya – Gaya Pada Elemen Rotor

Secara sederhana gaya-gaya yang muncul saat rotor beroperasi adalah sebagai berikut :

Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah gaya khayal yang ditempatkan pada sebuah benda yang mempunyai massa berotasi terhadap sumbu, dimana gaya tersebut memiliki arah berlawanan dengan arah percepatan normal. Gaya sentrifugal ini dapat dihitung dengan persamaan

$$F_s = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (2.7)$$

dimana F_s menyatakan gaya sentrifugal, m menyatakan massa benda, ω menyatakan kecepatan sudut dan r menyatakan jarak titik berat benda terhadap pusat putar.

Gaya Impak

Gaya impak merupakan besaran vektor, berupa gaya yang timbul akibat tumbukan dua buah benda dalam selang waktu yang singkat. Gaya impak tersebut dapat dituliskan dengan

$$F_1 = \frac{m(v_1 - \Delta v)}{\Delta t} \quad (2.8)$$

dimana F₁ menyatakan gaya impak, m menyatakan benda, Δv menyatakan selisih kecepatan sebelum dan setelah tumbukan, Δt menyatakan lamanya tumbukan.

$$F_1 \cdot \Delta t = Impuls \quad (2.9)$$

Gaya Tangensial

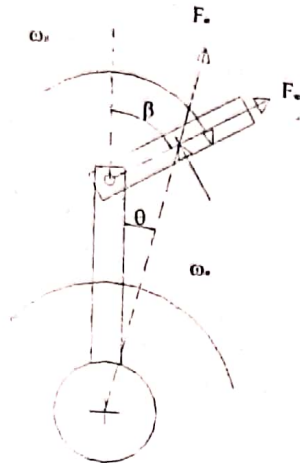
Gaya tangensial merupakan besaran vector, berupa gaya yang ditimbulkan akibat sebuah benda yang mempunyai kecepatan tangensial, yang memiliki arah tegak lurus terhadap pusat putaran. Persamaan yang digunakan untuk menghitung gaya tangensial adalah

$$F_t = m \cdot \alpha \cdot r \quad (2.10)$$

dimana F_t menyatakan gaya tangensial, α menyatakan percepatan sudut dan r menyatakan jarak titik berat benda terhadap pusat putar.

4. Torsi

Hammer yang dihubungkan oleh pin bebas terhadap poros akan menyebabkan poros mendapat torsi ketika komponen tersebut bertumbukan dengan suatu benda. Torsi muncul akibat gerak relatif terhadap pin yang ditimbulkan gaya impak. Gaya impak menyebabkan kecepatan hammer berkurang, sementara kecepatan rotor tetap, akibatnya hammer berputar terhadap pin bebas seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kecepatan sudut dan gaya yang muncul setelah tumbukan

Kecepatan sudut ω_p menghasilkan gaya sentrifugal yang menarik pin yang besarnya F_{sp} .

$$F_{sp} = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (2.11)$$

Gaya sentrifugal inilah yang menimbulkan torsi pada poros.

Sementara gaya sentrifugal oleh gerakan mengelilingi poros berusaha mempertahankan posisi hammer sejajar dengan batang penahan. Hal itu terjadi dengan memberikan gaya yang menimbulkan percepatan sudut yang selalu mengarah pada perpanjangan batang penahan.

2.4 Sistem Pemisah Kulit (Ampas)

Blower menurut definisi yang diberikan oleh the compressed air Institute, adalah sebuah mesin yang memampatkan udara atau gas oleh gaya sentrifugal ke tekanan akhir yang tidak melebihi 35 psig. Pada dasarnya blower sentrifugal terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu yang dipasangkan pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah atau casing. Bentuk dari blower sentrifugal dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Blower sentrifugal

Pada mesin pengupas kopi sistem hammer mill, blower sebagai pemisah antara kulit dan biji kopi bekerja berdasarkan perbedaan massa kedua bagian tersebut. Kulit kopi yang memiliki massa lebih kecil dihisap oleh blower dan keluar melalui saluran keluar kulit kopi, sementara biji kopi yang memiliki massa lebih besar keluar melalui saluran keluar biji kopi.

2.5 Proses Pengeirian

Kopi yang sudah dipetik dan disortasi harus sesegera mungkin dikeringkan agar tidak mengalami proses-proses kimia yang bisa menurunkan mutu. Pengeirian biasanya dilakukan melalui tiga cara, yaitu cara alami, cara buatan dan kombinasi antara alami dan buatan.

Alat-alat pengering yang digunakan (buatan) menggunakan prinsip perpindahan panas antara dua media. Salah satu alat yang digunakan pada pengeirian buatan adalah alat penukar panas, dimana alat ini dapat memanfaatkan sumber panas yang tersedia seperti gas buangan pembakaran atau air panas bumi.

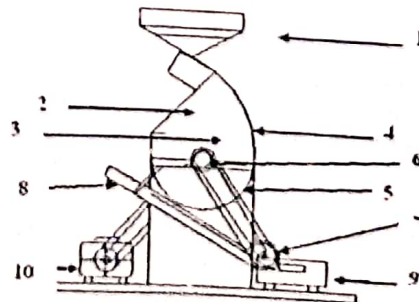
3. METODOLOGI

3.1 Instalasi Pengujian

Pengupas kopi hammer mill memiliki 3 buah peralatan utama :

1. Hammer
2. Blower
3. Penukar panas

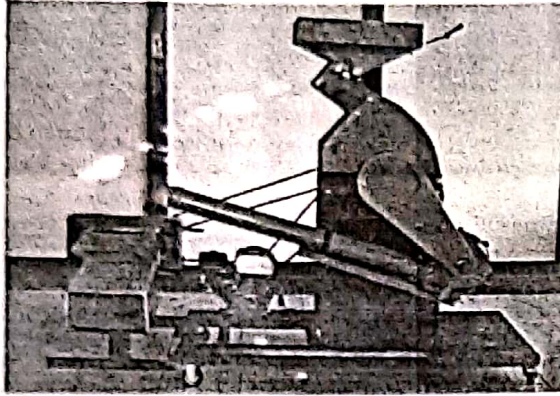
Skema dari instalasi pengujian ditampilkan pada Gambar 3.1 dan gambar lengkap ditampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Skema mesin pengupas hammer mill

Ket :

1. Hopper
2. Rumah pemukul
3. Pemukul
4. Liner
5. Sabuk dan pulley
6. Penyaring
7. Blower
8. Saluran blower
9. Penukar panas
10. Motor bakar



Gambar 3.2 Alat pengupas kopi hammer mill

3.2 Alat Ukur

Alat yang digunakan pada pengujian :

1. Tachometer, digunakan untuk mengukur kecepatan putaran hammer, fan dan blower. Tachometer yang digunakan pada pengujian adalah tachometer mekanik.
2. Neraca digital, digunakan untuk menentukan persentase dan kadar air dari kopi dalam pengujian, dengan menimbang kopi sebelum dan sesudah proses.

3.3 Asumsi Pengujian

1. Kadar air biji kopi pada tiap-tiap pengujian diasumsikan sama untuk setiap biji kopi, yaitu sekitar 14%.
2. Massa biji kopi sebelum dan sesudah pengujian diasumsikan sama, dengan arti kata massa kulit atau biji kopi yang tidak ikut ditimbang (dalam bentuk debu) diabaikan.
3. Penukar panas bekerja dalam keadaan stedi.
4. Tak ada kebocoran pada sistem blower.

3.4 Prosedur pengujian

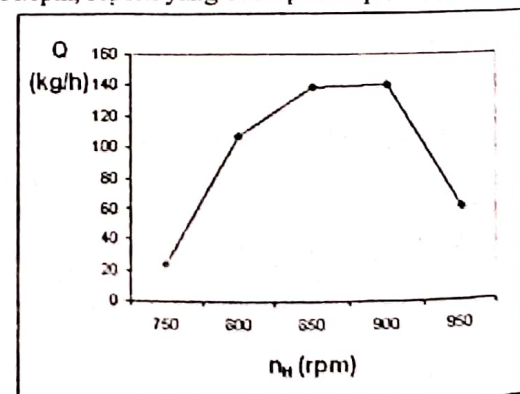
1. Siapkan mesin :
 - a. Pengecekan isi tangki bahan bakar : gunakan bahan bakar yang sesuai dan pastikan posisi kran bahan bakar dalam keadaan terbuka.
 - b. Pengecekan isi pelumas : gunakan oli pelumas menurut ketentuan motor, tambahkan oli pelumas jika kurang dan ganti jika telah memenuhi jam operasi.

- c. Pengecekan baut dan mur : periksa kekencangan baut dan mur sebelum motor penggerak dihidupkan.
 - d. Pengecekan keamanan sekeliling : jauhkan dari lokasi bahan bahan yang dapat menimbulkan api dan hidupkan motor penggerak hanya pada ruangan yang berventilasi.
 - e. Starting / pengoperasian.
2. Hidupkan motor penggerak, atur posisi pedal gas sehingga motor mencapai putaran sekitar 1200 – 1300 per menit.
 3. Ukur kecepatan putaran hammer dan blower.
 4. Buka tuas pengatur pada hopper sehingga jaraknya $\pm 1,7$ cm, sesuaikan lubang pemasukkannya dengan jenis kopi gelondong kering yang akan diolah.
 5. Lakukan pengujian dengan memvariasikan putaran hammer, putaran blower, ketinggian isap blower dan putaran fan pengering.
 6. Analisa data yang diperoleh berdasarkan perhitungan kapasistas pengupasan, *defect system*, persentase biji kopi yang keluar melalui saluran buang blower, waktu dan penurunan kadar air dari biji kopi pada sistem pengering.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas Pengupasan

Kapasitas merupakan faktor yang sangat penting untuk mesin pengolah hasil pertanian. Kapasitas pengupasan pada mesin pengupas kopi berarti kemampuan mesin untuk melepaskan kulit tanduk maupun kulit ari dari biji kopi. Penelitian dilakukan untuk kadar air dari kopi sekitar 14 % dengan memasukkan ke dalam ruang pemukulan yang akan diimpak (dibentur) dalam waktu tertentu. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kapasitas (Q) mesin 140,6 kg/h dengan putaran hammer (n_H) 900 rpm, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.1



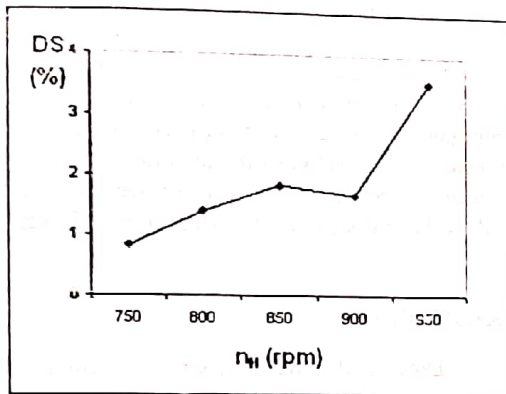
Gambar 4.1 Kapasitas pengupasan mesin pengupas kopi sistem hammer mill

Proses pengupasan kopi di dalam ruang pemukul sangat dipengaruhi oleh putaran hammer yang digunakan. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kapasitas pengupasan meningkat, seiring

dengan bertambahnya putaran hammer kemudian turun pada putaran tertentu. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan bertambahnya putaran hammer akan mempercepat proses pembenturan biji kopi ke liner pembentur. Tetapi, dengan semakin tingginya putaran hammer akan memperlambat pengeluaran biji yang telah terkelupas melalui penyaring, karena akan dibenturkan kembali oleh hammer yang berputar dengan putaran yang tinggi.

4.2 Defect System

Defect system (DS) merupakan persentase berat biji kopi yang pecah dibandingkan dengan berat total. Secara umum, defect system disebabkan oleh pemukulan yang berulang pada biji kopi setelah terkelupas dari kulit tanduk. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh defect system 1,7 % pada putaran hammer 900 rpm, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



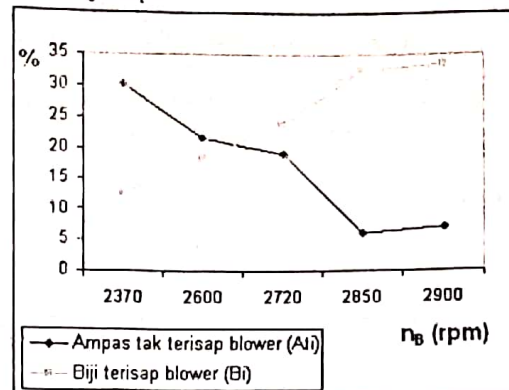
Gambar 4.2 Defect system mesin pengupas kopi sistem hammer mill

Pada Gambar 4.2 dapat juga dilihat bahwa ini defect system mempunyai kecenderungan yang sama dengan kapasitas pengupasan, yaitu dengan semakin tingginya putaran hammer akan memperbanyak biji kopi yang pecah. Dari penelitian dapat juga dikatakan bahwa defect system dapat disebabkan oleh kekerasan karet batang pemukul, material penyaring yang dapat memberikan efek lentingan dari biji kopi yang jatuh dan ketidakseragaman biji kopi yang diolah sehingga menghambat lubang keluar biji kopi.

4.3 Sistem Pemisahan Ampas

Pemisahan kulit kopi (ampas) dari biji kopi sangat bergantung pada putaran blower (n_B) dan ketinggian saluran isap blower (h_B). Dari penelitian diperoleh sistem pemisahan yang optimal sebesar 20,5 % pada putaran blower 2650 rpm dengan ketinggian hisap blower 1,2 cm, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3. Pada kondisi ini dapat dikatakan bahwa biji kopi yang ikut terisap ke saluran buang ampas sebanyak 20,5 % dari seluruh biji kopi dan ampas yang terisap ke saluran buang sebanyak 79,5 %. Biji kopi yang terisap dapat disebabkan oleh loncatan-loncatan yang terjadi pada

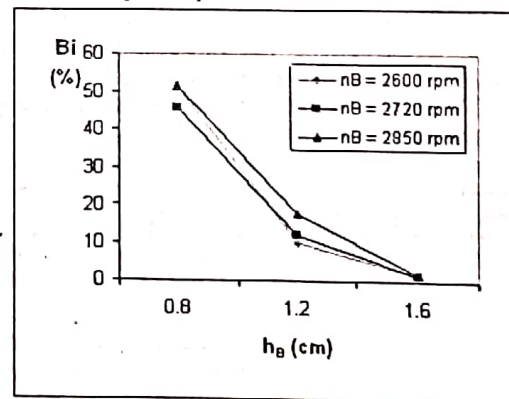
biji kopi sewaktu keluar melalui saluran biji kopi, sedangkan ampas yang tak terisap dikarenakan bertumpuk bersama kopi yang mengalir melalui saluran biji kopi.



Gambar 4.3 Persentase pemisahan biji dan ampas mesin pengupas kopi sistem hammer mill dengan ketinggian saluran isap 1,2 cm

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa ampas yang terisap oleh blower akan semakin meningkat dengan meningkatnya putaran blower, begitu pula dengan biji kopi. Kulit kopi yang keluar dari saluran kopi akan mudah terisap dibandingkan biji kopi, karena kulit kopi lebih ringan dibandingkan biji kopi.

Pada penelitian ini dapat juga dikatakan bahwa semakin tinggi saluran isap blower maka akan mengurangi daya isap dari blower tersebut, seperti ditampilkan pada Gambar 4.4.



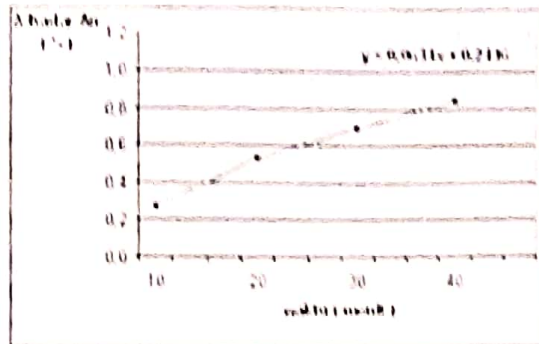
Gambar 4.4 Pengaruh ketinggian saluran isap blower terhadap biji kopi yang terisap untuk putaran yang sama

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa biji yang terisap mempunyai kecenderungan yang sama dengan bervariasinya putaran blower yang digunakan dan mempunyai nilai yang lebih tinggi pada putaran blower yang tinggi.

4.4 Pengaruh Waktu Pengeringan Terhadap Kadar Air

Dari proses pengeringan dengan memanfaatkan gas buang motor bakar pada penukar

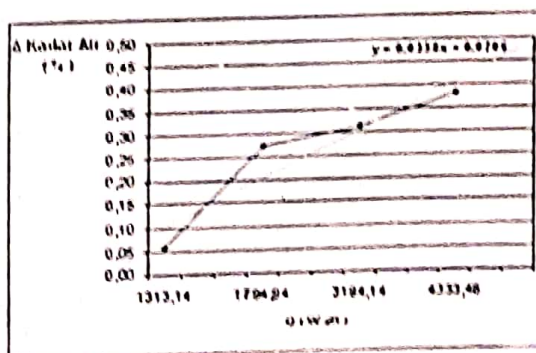
panas dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu pengeringan, akan membuat kadar air dari biji kopi akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena biji kopi terhembus oleh udara panas dalam waktu yang semakin lama sehingga energi yang diterima biji kopi juga semakin meningkat. Pengurangan kadar air dari biji kopi yang terbesar yang dilakukan terjadi ketika biji kopi dikeringkan selama 40 menit yaitu sebesar 0,85%, seperti ditampilkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengaruh waktu pengeringan terhadap kadar air dari biji kopi

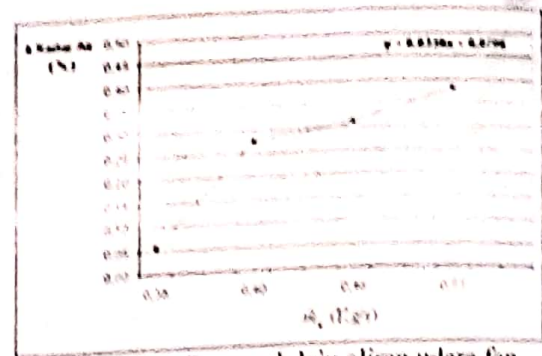
4.5 Pengaruh Laju Perpindahan Panas Terhadap Kadar Air

Laju perpindahan panas mempunyai hubungan yang sama dengan waktu pengeringan terhadap penurunan kadar air dari biji kopi. Semakin besar laju perpindahan panas, semakin besar pula penurunan kadar air dari biji kopi, seperti ditampilkan pada Gambar 4.6. Peningkatan laju perpindahan panas disebabkan oleh terjadinya peningkatan temperatur udara yang menghembus biji kopi. Dengan laju perpindahan panas 4333,46 Watt didapatkan penurunan kadar air biji kopi sebesar 0,38%.



Gambar 4.6 Pengaruh laju perpindahan panas terhadap penurunan kadar air dari biji kopi

4.6 Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Kadar Air



Gambar 4.7 Pengaruh laju aliran udara fan terhadap penurunan kadar air biji kopi.

Laju aliran udara dari fan juga berpengaruh terhadap penurunan kadar air dari biji kopi. Semakin besar bukaan gas dari motor bakar akan menyebabkan putaran fan semakin besar, sehingga laju aliran udara meningkat dan menyebabkan laju perpindahan panasnya juga meningkat sehingga penurunan kadar air dari biji kopi meningkat. Hubungan antara pengaruh laju aliran udara dengan penurunan kadar air kopi dapat dilihat pada Gambar 4.7, dimana penurunan kadar air terbesar (0,38%) terjadi pada saat laju aliran masa udara 0,53 kg/s.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas pengupasan mesin sistem hammer mill adalah 140,6 kg/h dengan *defect system* 1,7 % pada putaran hammer 900 rpm.
2. Sistem pemisahan yang optimal sebesar 79,5 % ampas yang terisap dan 20,5 % biji yang terisap saluran blower pada putaran blower 2650 rpm dan ketinggian hisap blower 1,2 cm.
3. Semakin lama waktu pengeringan maka kadar air dari biji kopi semakin berkurang dan pengurangan kadar air dari biji kopi ketika biji kopi dikeringkan selama 40 menit yaitu sebesar 0,85%.
4. Semakin besar laju perpindahan panas yang diberikan, semakin mengurangi kadar air dari biji kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Hibah Kompetisi (PHK) A2 Jurusan Teknik Mesin Tahun Anggaran 2005 dan kepada seluruh mahasiswa yang telah terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Informasi Pertanian, 1991. *Budidaya Kopi*, Sentani.
- [2] Forever Young Indonesia, 2003.
- [3] BPS, Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Barat, 2002, *Sumatera Barat Dalam Angka*.
- [4] Darmawan H., 2004, *Desain dan Perancangan Produk*, Penerbit ITB, Bandung.
- [5] Hewitt, G.F., Shires, G.L., and Bott, T.R., 1994, *Process Heat Transfer*, CRC Press, Inc., USA.
- [6] <http://www.ristek.go.id>
- [7] Najiyati, Sri., Danarti, 2002, *Kopi Budi Daya dan Penanganan Pasca Panen*, Penerbit Swadaya, Depok.
- [8] Muljana, Wahyu, 1983, *Bercocok Tanam Kopi*, Aneka Ilmu, Jakarta.
- [9] Niemann, Gustav, 1978, *Machine Elements*, Springer-Verlag, Berlin.