

Water Hammer Press Untuk Pengurangan Kadar Air Komoditas Onggok

A. Yudi Eka Risano¹, Indra Mamad Gandidi²

^{1,2}Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

yudi_95@yahoo.com

indra_m_g@unila.ac.id

Abstrak

Sumber daya agrikultur yang besar yang dimiliki Provinsi Lampung, khususnya singkong yang menjadi bahan baku tepung tapioka. Ampas dari produksi tepung tapioka ini disebut onggok. Onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat nyamuk bakar, pupuk, pembuatan saus, dan campuran kerupuk, serta pakan ternak. Sebagai bentuk pemberdayaan masyarakat, industri-industri tersebut memberikan onggok tersebut secara gratis atau dijual sangat murah dalam kondisi basah. Untuk meningkatkan nilai ekonomi dari onggok, para petani melakukan pengelolahan onggok secara tradisional dengan cara menjemur onggok menggunakan panas matahari di hamparan tanah lapang. Proses pengeringan ini sangat tergantung pada faktor cuaca. Jika hujan, kualitas onggok menjadi menurun dan kadar air menjadi tidak terkontrol serta warnanya menjadi kecokelatan yang menyebabkan harga onggok jatuh. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, sebelum dikeringkan ada baiknya onggok yang memiliki kadar air 81-85% tersebut diturunkan kadar airnya hingga 20-25%. Penurunan kadar air tersebut dapat dilakukan dengan cara penempaan. Proses pengempaan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu: screw press, injection press dan filter press. Bagaimanapun harga Screw press sangat mahal dan memerlukan daya listrik besar serta perawatan yang mahal. Meskipun menggunakan generator tetapi membutuhkan bahan bakar yang akan memberatkan petani. Injection press dan Filter press juga harganya mahal dan memerlukan daya listrik besar serta perawatannya mahal.

Salah satu proses penempaan yang ramah lingkungan dan hemat energi serta ekonomis untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil pengeringan onggok ini dapat dilakukan dengan menggunakan energi air jatuh yang menekan hammer sehingga dinamakan water hammer press. Keunggulan Water hammer press ini ramah lingkungan, mudah dibuat, peralatannya murah, tidak membutuhkan biaya bahan bakar, serta perawatannya mudah dan murah. Teknologi Water Hammer Press ini mampu mereduksi kadar air onggok hingga onggok berkadar air sebesar 52% dengan kuantitas air umpan sebesar 60 liter dan onggok umpan sebesar 5 Kg serta ketinggian air jatuh umpan yang digunakan pada pengujian water hammer press ini sebesar 3 (tiga) meter.

Kata kunci : Onggok singkong, Kadar air, Water Hammer Press

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung memiliki sumber daya agrikultur yang besar, khususnya singkong yang menjadi bahan baku tepung tapioka. Provinsi Lampung dalam satu tahun dapat menghasilkan 6.394.906 ton singkong^[3]. Satu ton Singkong dapat menghasilkan 250 Kg tepung tapioka dan 114 Kg onggok^[10]. Maka dalam setahun Provinsi Lampung dapat menghasilkan 729.019 ton onggok dan dalam sehari menghasilkan onggok 1.997 ton. Ampas dari produksi tepung tapioka ini disebut onggok. Onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat nyamuk bakar, pupuk, pembuatan saus, dan campuran kerupuk, serta pakan ternak. Sebagai bentuk pemberdayaan masyarakat, industri-industri tersebut memberikan onggok tersebut secara gratis atau dijual sangat murah dalam kondisi basah.

Untuk meningkatkan nilai ekonomi dari onggok, para petani melakukan pengelolahan onggok secara tradisional dengan cara menjemur onggok

menggunakan panas matahari di hamparan tanah lapang^[7]. Setelah kering, onggok ini dijual dengan harga sekitar Rp.650,-/Kg untuk kadar air 30% dan Rp.850,-/Kg untuk kadar air 16%^[2]. Proses pengeringan ini sangat tergantung pada faktor cuaca. Jika hujan, kualitas onggok menjadi menurun dan kadar air menjadi tidak terkontrol serta warnanya menjadi kecokelatan yang menyebabkan harga onggok jatuh. Hal tersebut mengakibatkan para petani menderita kerugian yang besar. Selain faktor cuaca, faktor keterbatasan lahan juga menyebabkan kuantitas onggok untuk dijemur menjadi terbatas sehingga menghambat kapasitas produksi.

Selain cara tradisional, pengurangan kadar air onggok dapat dilakukan dengan menggunakan udara panas dari pembakaran kayu bakar. Akan tetapi, cara ini memiliki kelemahan yaitu jumlah kayu yang terbatas sehingga tidak dapat melakukan pengeringan onggok dengan kuantitas besar dan besarnya biaya pembelian kayu bakar akan menambah biaya proses pengeringan onggok, tentunya akan memberatkan

warga. Dampak lain pembakaran kayu bakar menimbulkan polusi udara.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, sebelum dikeringkan ada baiknya onggok yang memiliki kadar air 81-85%^[4] tersebut diturunkan kadar airnya hingga 20-25%^[10]. Penurunan kadar air tersebut dapat dilakukan dengan cara penempaan, penempaan dapat mengontrol kadar air onggok yang diinginkan dengan memanipulasi besar gaya tempa dan juga dapat mereduksi kebutuhan energi untuk pengeringan.

Proses pengempaan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu: *screw press*, *injection press* dan *filter press*. Bagaimanapun harga *Screw press* sangat mahal dan memerlukan daya listrik besar serta perawatan yang mahal. Meskipun menggunakan generator tetap membutuhkan bahan bakar yang akan memberatkan petani. *Injection press* dan *Filter press* juga harganya mahal dan memerlukan daya listrik besar serta perawatannya mahal.

Oleh sebab itu akan dibuat peralatan alternatif pengurang kadar air onggok menggunakan energi *water hammer* sehingga dinamakan *water hammer press*. Sepengetahuan penulis, sistem *water hammer press* belum dipublikasikan oleh para penulis atau peneliti sebelumnya sehingga sistem ini tergolong baru. Keunggulan *Water hammer press* ini ramah lingkungan, mudah dibuat, peralatannya murah, tidak membutuhkan biaya bahan bakar, perawatannya mudah dan murah. *Water hammer press* diperkirakan dapat mereduksi kadar air hingga onggok tersebut memiliki kadar air sebesar 20-25%.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan teknologi *automatic water hammer press* yang ramah lingkungan dan hemat energi untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil pengeringan onggok.

TINJAUAN PUSTAKA

Komoditas Onggok

Onggok merupakan limbah dari industri tapioka yang berupa ampas dari proses pengolahan singkong menjadi tepung. Menurut Tarmudji (2004) setiap ton ubi kayu dapat dihasilkan 250 kg tepung tapioka dan 114 kg onggok. Provinsi Lampung dalam satu tahun dapat mengasilkan 6.394.906 ton singkong^[3]. Sehingga dalam setahun Provinsi Lampung dapat menghasilkan 729.019 ton onggok dan dalam sehari menghasilkan onggok 1.997 ton. Onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat nyamuk bakar, pupuk, pembuatan saus, dan campuran kerupuk, pakan ternak. Onggok mengandung air cukup tinggi yaitu berkisar 81-85%^[8]. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, sebelum dikeringkan ada baiknya onggok yang memiliki kadar air tinggi tersebut diturunkan kadar airnya hingga 20-

25%^[10]. Onggok kering asalan berkadar air 30% berharga Rp.650,- dan berkadar air 16% seharga Rp.850,-^[2].



Gambar 1. Onggok hasil penjemuran

Pengeringan Onggok Secara Tradisional

Pengeringan secara alami atau yang sering disebut dengan penjemuran merupakan cara pengeringan yang masih banyak dilakukan di beberapa negara untuk mengeringkan hasil-hasil pertanian. Cara mengerjakannya relatif sederhana yaitu dengan cara menghamparkan bahan diatas tikar, lembar plastik, atau alas lain yang digelarkan di sawah, tanah lapang atau tepi jalan juga dapat dilakukan dengan menghamparkan bahan di atas lantai semen kering dan bersih.

Energi panas yang diterima bahan selama penjemuran merupakan kombinasi panas yang berasal dari radiasi langsung dari matahari dan dari konveksi dengan pertolongan udara di sekelilingnya. Energi panas dari sinar matahari yang jatuh ke permukaan bumi besarnya tergantung dari sudut jatuh sinar tersebut ke permukaan bumi dan adanya halangan-halangan yang mempengaruhi intensitasnya, misalnya karena adanya awan.

Dari proses penjemuran dapat diperoleh beberapa kelebihan dan keunggulan yaitu: biayanya relatif lebih murah, adanya sinar ultra violet dapat membunuh mikroorganisme dan dapat berperan sebagai daya pulih bahan, mudah dalam pengjerjaannya, serta tidak memerlukan keahlian khusus seperti yang diperlukan untuk seorang operator mesin pengering.

Sedangkan kelemahan/kekurangannya antara lain: kebersihan kurang terjamin, waktu pengeringan tidak tetap dan umumnya lama, sangat tergantung pada cuaca, dan membutuhkan tempat pengeringan yang luas^[9].

Pengurangan Kadar Air Secara Mekanik

Pengurangan kadar air dapat dilakukan dengan cara penempaan, penempaan sendiri dapat dilakukan dengan *screw press*, *hydraulic press* dan *filter press*.

Water Hammer

Water hammer terjadi ketika energi kinetik dari suatu fluida dikonversi menjadi *elastic energy*. Hal ini terjadi akibat perubahan mendadak dari percepatan aliran fluida misalnya katub yang mendadak tertutup atau penjegalan pada sistem perpipaan. Inersia dari fluida yang mengakibatkan percepatan dari kolom cairan secara keseluruhan tidak lagi mampu menyesuaikan pada keadaan yang baru. Fluida terdeformasi dengan tekanan *transient* yang mengiringi proses deformasi^[6].

Perancangan Automatic Water Hammer Press

Automatic Water Hammer Press terdiri dari *press chamber*, sistem *water hammer*, dan sistem kontrol otomatis. Tahap perancangan dimulai dari perancangan *press chamber*, lalu perancangan sistem *water hammer* dan terakhir perancangan kontrol otomatis yang meliputi suspensi, katub pembuangan air serta katub pengeluaran hasil penempaan.

Perancangan Press Chamber

Perancangan *press chamber* meliputi perencanaan kapasitas *press chamber*, besar gaya penempaan dan luas permukaan bidang tempa. Perencanaan kapasitas *press chamber* menggunakan asumsi kapasitas objek yang akan ditempa. Untuk menghitung gaya normal dari objek tempa menggunakan persamaan (1)^[5].

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (1)$$

Setelah diketahui gaya normal dari objek tempa, lalu dapat dilakukan pengujian eksperimental untuk mengetahui besar gaya tempa yang dibutuhkan untuk mengurangi kadar air objek tempa sehingga kadar air menjadi 20%.

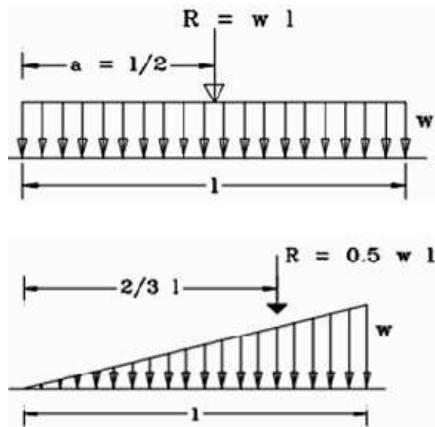
Luas permukaan bidang tempa dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = \int_l w \cdot dx \quad (2)$$

$$R = M_o = \int_l w \cdot x \cdot dx \quad (3)$$

$$a = \frac{\int_l w \cdot x \cdot dx}{\int_l w \cdot dx} \quad (4)$$

Resultan = luas bidang gaya terdistribusi. Garis kerja resultan melewati titik berat penampang bidang gaya terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Gaya terdistribusi merata dan terdistribusi linier pada permukaan plat penekan.

Perancangan Sistem Water Hammer

Perancangan sistem *water hammer* meliputi perhitungan gaya total pada plat penekan, volume air dan ketinggian *head* sumber yang dibutuhkan. Dengan mempertimbangkan gaya tekan hidrostatik, gaya statis dari objek penempaan, gaya balik sistem suspensi dan gaya statis dari plat penekan. Perhitungan resultan gaya pada plat penekan menggunakan persamaan (1).

Ketinggian *head* sumber dapat diperhitungkan menggunakan persamaan (5)^[4] sebagai berikut:

$$F = \rho g h A \quad (5)$$

Dimana:

ρ = massa jenis air (Kg/m^3);

g = gravitasi (m/s^2);

h = ketinggian head sumber (m);

A = luas penampang plat penekan (m^2).

Perhitungan volume air dapat dilakukan dengan pendekatan terhadap fenomena benda jatuh bebas. Kecepatan air jatuh dapat diperhitungkan menggunakan persamaan (6)^[1].

$$V_y^2 = V_{y0}^2 + 2gh \quad (6)$$

Dengan mengasumsikan $V_{y0}=0$ maka waktu yang dibutuhkan air untuk dapat sampai pada plat penekan dapat diperhitungkan menggunakan persamaan (7)^[1].

$$y = V_{y0} \cdot t + 0.5gt^2 \quad (7)$$

Debit air yang dibutuhkan pada sistem penempaan dapat ditentukan menggunakan persamaan (8)^[4].

$$Q = A \cdot v \quad (8)$$

Dimana:

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{s);}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{);}$$

$$v = \text{kecepatan aliran (m/s).}$$

Kemudian besarnya volume air yang dibutuhkan pada sistem penempaan dapat ditentukan menggunakan persamaan (9) [4].

$$Q = \frac{V}{t} \quad (9)$$

Dimana:

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{s);}$$

$$V = \text{volume air (m}^3\text{);}$$

$$T = \text{waktu (s).}$$

Perancangan Sistem Kontrol Otomatis

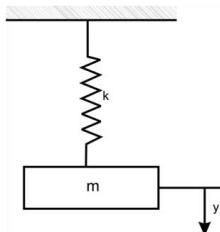
Perancangan sistem kontrol otomatis meliputi suspensi dan katub pembuangan air. Sistem suspensi difungsikan untuk membalikkan plat penekan ke posisi awal, perancangan sistem ini menggunakan persamaan (10) [1].

$$F = k \cdot \Delta x \quad (10)$$

Dimana :

$$k = \text{konstanta pegas;}$$

$$\Delta x = \text{jarak perenggangan pegas.}$$



Gambar 3. Sistem Pegas pada suspensi plat penekan

Perancangan katub pembuangan air menggunakan persamaan kontinuitas pada persamaan (8).

PROSEDUR PENELITIAN

Sebelum melakukan tahapan penyelesaian masalah dibutuhkan beberapa data hasil pengujian yaitu kapasitas onggok yang akan dikurangi kadar airnya, besar kadar air onggok, besar gaya tekan yang dibutuhkan untuk mengurangi kadar air onggok sampai 20%. Setelah diketahui data-data tersebut maka dilakukan tahapan penyelesaian sebagai berikut:

Perancangan Automatic Water Hammer Press

Tahap perancangan *water hammer press* dimulai dari perancangan *press chamber*, lalu

perancangan *sistem water hammer* dan terakhir perancangan kontrol otomatis yang meliputi suspensi dan katub pembuangan air. Perancangan *press chamber* dilakukan dengan pendekatan hukum kedua newton dan gaya terdistribusi menggunakan persamaan 1 s.d. 4 agar diketahui dimensi *press chamber* yang sesuai. Perancangan sistem *water hammer* meliputi perhitungan gaya total pada plat penekan, volume air dan ketinggian *head* sumber yang dibutuhkan menggunakan persamaan (1) dan persamaan 5 s.d. 9. Perancangan sistem kontrol otomatis meliputi suspensi dan katub pembuangan air menggunakan persamaan (10) dan persamaan 8 s.d. 9.

Pembuatan Komponen Alat

Setelah dilakukan perhitungan dimensi dan pemilihan bahan komponen alat, lalu dilakukan pembuatan komponen-komponen alat.

Perakitan Komponen-Komponen Alat Yang Telah Dibuat

Perakitan komponen-komponen alat terbagi menjadi beberapa *sub assembling* sebagai berikut:

- Perakitan sistem *press*
Press chamber yang telah tergabung dengan meja penyangga kemudian dirakit dengan plat *press* dan plat penutup tabung *press* yang berfungsi sebagai penutup tabung dan sebagai dudukan sistem suspensi.
- Perakitan sistem suspensi
Pegas dan penahan pegas dirakit dengan sistem *press* yang telah terakit terlebih dahulu.
- Perakitan sistem pengeluaran onggok
Sistem *press* dirakit dengan pintu pengeluaran onggok yang telah tergabung dengan mur dan poros ulir kemudian *bearing* yang telah terakit dengan poros dibaut ke meja.
- Perakitan sistem *water hammer*
Tabung *water hammer* disangga dengan pipa penyangga tabung, kemudian dirakit dengan sistem *press* dengan cara memasukkan tiang penyangga ke lubang pada kupingan.
- Perakitan *water hammer press*
Setelah masing-masing *sub assembly* telah terakit kemudian dilakukan perakitan secara keseluruhan dari *water hammer press* dengan menambahkan proses perakitan pelengkap.

Proses Eksperimen Dan Pengumpulan Data

Proses eksperimen dilakukan dengan menguji kadar air hasil penempaan dengan memvariasikan besar debit air masuk sehingga dapat diketahui hubungannya. Semua data eksperimen ditabulasikan dan dibuatkan grafik menggunakan Ms.Excel® agar

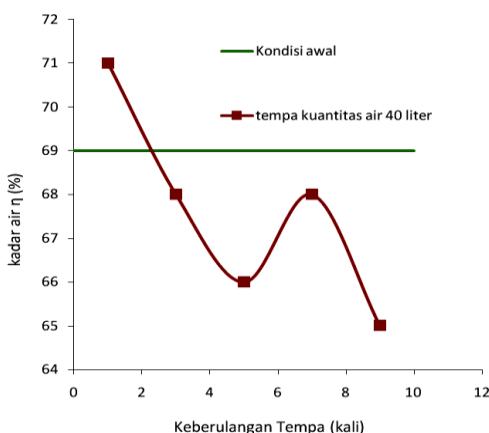
mempermudah pembacaan data.

Analisa dan Pembahasan

Semua data eksperimen yang telah dibuatkan tabel dan grafiknya dilakukan analisa agar diketahui hal-hal yang mempengaruhi kualitas hasil penempaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

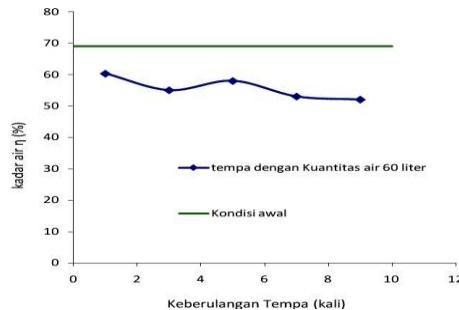
Pengaruh Kuantitas Air 40 Liter dan Keberulangan Tempa Terhadap Kadar Air Onggok



Gambar 4. Grafik hubungan keberulangan tempa terhadap pereduksian kadar air onggok dengan kuantitas air sebanyak 40 liter.

Pada gambar 4 terlihat hubungan antara keberulangan tempa terhadap proses pereduksian kadar air dengan kondisi tempa menggunakan kuantitas air sebesar 40 liter. Pada kondisi tersebut semakin banyak keberulangan tempa maka akan semakin rendah kadar air onggok hasil penempaan. Kadar air maksimum diperoleh sebesar 71% pada satu kali penempaan dan kadar air minimum sebesar 65% pada sembilan kali penempaan. Hal ini disebabkan semakin banyak keberulangan penempaan maka gaya terdistribusi yang diterima onggok akan terintegrasi terhadap perulangan penempaan. Kadar air pada perulangan satu kali penempaan melebihi kadar air awal yaitu 69% disebabkan oleh adanya kebocoran pada sistem penempaan. Hal ini terjadi pula pada proses penempaan perulangan tujuh kali sebesar 68% terjadi peningkatan kadar air sebesar 1% dibandingkan proses penempaan sebelumnya.

B. Pengaruh Kuantitas Air 60 Liter dan Keberulangan Tempa Terhadap Kadar Air Onggok

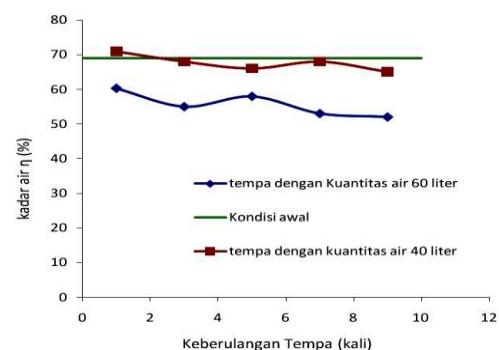


Gambar 5. Grafik hubungan keberulangan tempa terhadap pereduksian kadar air onggok dengan kuantitas air sebanyak 60 liter.

Pada gambar 5 terlihat hubungan antara keberulangan tempa terhadap proses pereduksian kadar air dengan kondisi tempa menggunakan kuantitas air sebesar 60 liter. Seperti halnya menggunakan kuantitas air 40 liter, semakin banyak keberulangan tempa maka akan semakin rendah kadar air onggok hasil penempaan. Dengan sebab yang sama pula sehingga diperoleh kadar air maksimum sebesar 60% pada perulangan satu kali penempaan dan kadar air minimum sebesar 52% pada perulangan sembilan kali penempaan.

Perbandingan Pengaruh Kuantitas Air 40 Liter dengan 60 Liter

Jika dibandingkan hasil penempaan menggunakan kuantitas air sebesar 40 liter dan 60 liter pada gambar 6 maka penggunaan kuantitas air sebesar 60 liter dapat mereduksi kadar air onggok lebih tinggi. Dibuktikan pada variabel perulangan penempaan yang sama, kadar air onggok hasil penempaan menggunakan kuantitas 60 liter air lah yang memiliki kadar air terendah yaitu 60%, 55%, 58%, 53% dan 52%. Hal ini disebabkan oleh semakin besar kuantitas air yang digunakan maka akan memperbesar pula daya penempaan yang diterima oleh material onggok.



Gambar 6. Grafik perbandingan hubungan keberulangan tempa terhadap pereduksian kadar air onggok dengan kuantitas air sebanyak 40 liter terhadap kuantitas air sebanyak 60 liter.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Teknologi *automatic water hammer press* untuk peningkatan kuantitas dan kualitas pengeringan onggok merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan hemat energi.
2. Teknologi *Water Hammer Press* mampu mereduksi kadar air onggok hingga onggok berkadar air sebesar 52% dengan kuantitas air umpan sebesar 60 liter dan onggok umpan sebesar 5 Kg.

Saran

Untuk membantu keberhasilan penelitian selanjutnya, maka penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal disarankan untuk memperhatikan sistem penempaan agar tidak terjadi kebocoran yang mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar air.
2. Untuk meningkatkan hasil pereduksian kadar air agar dapat bersaing dari sisi ekonomi, maka sangat disarankan untuk mengaplikasikan teknologi pengering. Sehingga hasil pereduksian kadar air mampu berkadar 20% dan kapasitas produksi meningkat tajam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander San Lohat. 2008. Gerak Jatuh Bebas.<http://www.gurumuda.com/gerak-jatuh-bebas-gjb>.
- [2] Asmoro.2010.Onggok Kering Asalan. <http://www.mail-archive.com/agromania@yahoogroups.com/msg50544.html>.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS). 2008. Lampung Dalam Angka. BPS. Bandar Lampung.
- [4] Fox, Robert W. 1985. *Introduction To Fluid Mechanics*. John Wiley&Son,Inc. Canada.
- [5] _____.2009. Newton's Laws of motion. [http://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_second_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_second_law_of_motion#Newton.27s_second_law).
- [6] Pauly ,Christoph P. 2010. *Water Hammer volume 1*. KSB Aktiengesellschaft Johann-Klein-Straße 967227 Frankenthal.
- [7] Shalahuddin. 2010. Onggok kering media jemur. <http://groups.yahoo.com/group/agromania/message/60859> .
- [8] Supriyatni,K. Onggok terfermentasi bahan Pakan bergizi Tinggi. www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/wr246027.pdf .
- [9] Supriyono.2003.Mengerjakan Komoditas Secara Alami. Departemen pendidikan nasional. Proyek pengembangan sistem dan standar pengelolaan. Jakarta.
- [10] Tarmudji. Pemanfaatan Onggok untuk Pakan Unggas.<http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/one/71/> . Diakses 12 Oktober 2010.