

ALSIN PENGERING PADI TIPE KONTINYU DENGAN SISTIM MULTI PHASE

Supriyanto, Ana Nurhasanah, dan Ahmad Asari

Perekayasa pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

ABSTRAK

Pada saat panen pada musim penghujan, gabah/padi (kadar air 24 – 28 %) harus segera dikeringkan untuk mencegah kerusakan dan kehilangan yang tinggi. Kendala dihadapi adalah proses pengeringan gabah, untuk itu dibutuhkan alsin pengering yang dapat bekerja kontinyu, efisien dan ekonomis namun menghasilkan gabah yang seragam kadar airnya (14 %) dan tidak menyebabkan butir gabah rusak. Sampai saat hasil penelitian, menunjukkan pengeringan padi akan ekonomis apabila kapasitasnya lebih dari 5 ton, dan biasanya untuk tipe pengering datar/bed dryer kadar air akhir gabah tidak seragam. Berpandangan dari hal tersebut maka perlu dirakit alsin pengering tipe kontinyu dengan kapasitas 8 ton untuk padi. Kinerja alsin pengering ini cukup bagus yang ditandai dengan efisiensi panas pengeringan 64,62 %, waktu pengeringan 8 jam, laju pengeringan 1,77 % serta menghasilkan beras utuh 93,96%, kepala 2,56% , patah 1,40%, dan beras terkupas 1,56%. Dengan biaya operasional Rp.141,-/kg menghasilkan B/C ratio 1,46 dapat mencapai titik impas setelah mengeringkan 30.136 kg padi/th sehingga layak digunakan untuk pengusaha penggilingan padi baik skala menengah maupun besar.

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan proses pasca panen yang sangat penting dalam penanganan produk pertanian, hal ini telah mendorong para ahli mekanisasi pertanian untuk menemukan alat pengering yang efisien, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan. Pengeringan komoditas pertanian mempunyai cara yang berbeda-beda, dan dipengaruhi oleh komposisi zat pembentuk komoditas yang dikeringkan, sehingga berkembanglah berbagai tipe alat pengering di Indonesia, seperti "bed dryer", "Rotary dryer", "fluidized dryer", "splash dryer", "drum dryer", serta masih banyak lainnya.

Setiap alat pengering yang telah ditemukan pada saat ini memiliki kelebihan serta kekurangan, sehingga tidak mungkin satu alat pengering dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai komoditas, tanpa melakukan perubahan-perubahan yang mendasar, dengan demikian alat pengering pada dasarnya spesifik penggunaannya.

Pengeringan komoditas pertanian yang berbentuk butiran, seperti padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah, banyak menggunakan tipe bak ("bed"), dimana produk yang akan dikeringkan diletakkan pada sebuah bak dalam ukuran tertentu dan pada ketebalan tertentu, kemudian udara panas pada suhu tertentu dihembuskan dari dasar bak menembus lapisan bahan yang dikeringkan. Sehingga besar dan kerataan tekanan

udara panas pada luasan dasar bak pengering akan sangat menentukan waktu dan kualitas hasil pengeringan.

Sampai kapasitas serta ketebalan tertentu dari materi yang dikeringkan, tipe bak sangat baik untuk digunakan, akan tetapi apabila melampaui batas kapasitas optimum akan sangat sulit untuk mengontrol kerataan tekanan, akibatnya kualitas pengeringan menjadi sangat buruk dan membutuhkan waktu yang panjang, disamping biaya pengeringan menjadi tidak ekonomis.

Kelemahan yang mendasar pada alat pengering tipe bak adalah kapasitas yang terbatas, luas bangunan tempat alat pengering diletakkan semakin besar bila kapasitas diperbesar, suhu pengeringan rendah ($43\text{ }^{\circ}\text{C}$ s/d $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) sehingga waktu pengeringan lebih panjang, kadar air hasil pengeringan tidak merata, dibutuhkan tenaga kerja untuk membalik bahan untuk meratakan kadar air hasil pengeringan, dan pada kondisi kelembaban udara di atas 60% pengering tipe bak tidak disarankan (Henderson, SM and R.L. Perry, 1987).

Guna mengatasi kelemahan yang terdapat pada alat pengering tipe bak, maka dikembangkan alat pengering tipe kontinyu dengan sistim multiphase untuk komoditas padi, pada sistim ini bahan yang dikeringkan diletakkan vertikal keatas, sehingga untuk kapasitas yang besar tidak membutuhkan tempat yang luas. Padi yang dikeringkan dialirkan keatas dengan menggunakan "elevator", dan proses pengeringan dilakukan pada saat materi dijatuhkan secara gravitasi, dimana pada saat yang sama udara panas akan memotong gerakan jatuh materi.

Sistim multipashe adalah suatu sistim pengeringan dengan tiga phase, pertama adalah pemanasan bahan, kedua pendinginan, dan ketiga diakhiri dengan tempering, dengan adanya sistim pendinginan akan memungkinkan penggunaan suhu pengeringan yang lebih tinggi ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$) dibanding alat pengering tipe bak ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$), tanpa mengakibatkan rusaknya kualitas bahan yang dikeringkan. Penggunaan suhu yang lebih tinggi memungkinkan pengeringan dilakukan lebih cepat, yang pada akhirnya akan menekan biaya pengeringan.

Setelah proses pengeringan, gabah dapat langsung diproses menjadi beras tanpa menunggu pendinginan, karena suhu bahan sudah kembali kesuhu awal akibat adanya proses pendinginan, hal ini tidak dapat dilakukan pada tipe pengering bak, dimana suhu bahan masih terlampau tinggi untuk diproses lebih lanjut. Selain itu pendinginan memungkinkan bahan untuk menyerap panas lebih besar pada saat proses pemanasan sehingga efisiensi penggunaan energi lebih tinggi.

Alsin pengering padi tipe kontinyu dengan sistem multi pashe ini kapasitasnya 8000 kg dan dibuat di PT Pindad Bandung serta telah diuji oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong pada bulan Juli 2001.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang bangun alsin pengering padi tipe kontinyu dengan sistem multi phase untuk digunakan pada usaha penggilingan padi skala industri menengah dan industri besar.

METODOLOGI PERANCANGAN

Waktu dan Tempat

Penrancangan, pembuatan, dan proses pengujian dilakukan di PT Pindad, Divisi REKIN (Rekayasa Industri), yang dimulai dari bulan April s. d juli 2002.

Pra Rancangan

Meliputi penghitungan kondisi fisik bahan, dimensi serta kebutuhan tenaga penggerak, dan kondisi-kondisi lingkungan yang akan mempengaruhi kinerja alat pengering yang meliputi :

Kondisi fisik bahan

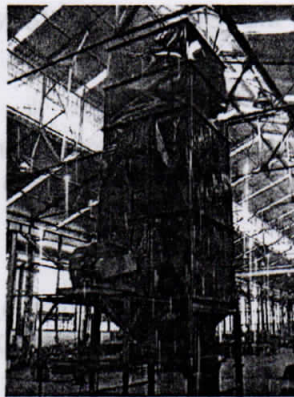
Rapat masa rata-rata padi ka. 14% = 566 kg/m^3 , Ka. (panen) Kering lapang 20 – 24%, Perkiraan Ka. Awal pada saat pengeringan diambil angka moderat 24%. Perkiraan Ka. Akhir setelah pengeringan 14% (standard Deptan, Depkop, dan Bulog). Pada musim penghujan kadar air awal dapat mencapai 24 s.d 28% (Reff. Donald B Brooker, Fred W, Baker – Arkema, and Carl W. Hall, 1974).

Pada kondisi normal penurunan kadar air bahan pada saat pengeringan sekitar 10% (dari 24% menjadi 14%), diharapkan alat pengering mampu menurunkan kadar air rata-rata sebesar 1,5% (laju pengeringan), maka lama pengeringan sekitar 7 jam (target). Suhu padi awal sekitar $20^\circ\text{C} \approx 68^\circ\text{F}$ (Perkiraan), dengan suhu pengeringan $70^\circ\text{C} \approx 158^\circ\text{F}$ (pengering sistem multiphase). Jumlah padi yang dikeringkan 8.000 kg \approx 17.636,8 lb.

Kemampuan alat pengering yang diharapkan

Kapasitas pengeringan yang diharapkan perharinya ± 16 ton/hari, dengan kapasitas muat ± 8 ton, dibutuhkan dua kali ulangan dengan lama jam kerja efektif 14 jam setiap harinya. Type alat pengering dengan banyak phase (multiphase), pelèpasan panas (tempering), pengeringan (drying), serta pendinginan (cooling) terjadi pada satu siklus proses. Dimana type alat pengering ini diharapkan lebih cepat dibanding alat pengering yang biasa digunakan, serta suhu pengeringan lebih tinggi tanpa merusak komoditas yang dikeringkan, karena adanya fase pendinginan. Suhu yg digunakan dapat mencapai 70°C jauh lebih tinggi dibanding suhu yang biasa digunakan pada pengering yang biasa digunakan (50°C).

II.2.c Perhitungan kebutuhan volume ruang.
Berdasarkan rapat masa padi (566 kg/m^3) serta sasaran kapasitas alat 8.000 kg/skl muat maka volume padi yang dikeringkan $14 \text{ m}^3/\text{skl}$ muat, diharapkan jumlah padi yang berada pada ruang tempering 80% (11 m^3), pengeringan 10% (1,4 m^3), dan pendinginan 10% (1,4 m^3), Volume padi pada setiap ruang diatas akan menentukan ukuran dari setiap ruang (tempering, pengeringan, pendinginan), ditambah ruang kosong sebagai tempat mengalirnya udara panas.



Gambar 1. Alat Pengering Padi Tipe Kontinyu Sistim Multi Phase

Alsin pengering padi ini secara keseluruhan berdimensi panjang 5520 mm, lebar 3360 mm dan tinggi 11.110 mm serta terdiri dari bagian pemasukan bahan, tempering (2400 mmx2400 mmx2400 mm), pengeringan (2400 mmx2400 mmx2400 mm), pendinginan (2400 mmx2400 mmx2400 mm) (Gambar 1).

Perhitungan dimensi screw (bagian pengeluaran bahan dibagian bawah)

Ulangan yang diharapkan 6 kali dalam setiap jam ,Maka jumlah bahan yang didorong oleh screw per jam 14 m^3 , dgn demikian dalam satu jam jumlah bahan yang dipindahkan $84 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Berdasarkan perhitungan diatas maka dibutuhkan screw berdiameter 30 cm, diameter as screw 5 cm, pitch 30 cm, dan RPM 54 , dengan menggunakan screw ini alat dapat mendorong bahan sebanyak $84 \text{ m}^3/\text{jam}$., dengan tenaga yang dibutuhkan sebesar 0,16 HP (teoritis) , bila tanpa memperhitungkan faktor gesekan dinding dan tahanan lainnya, oleh sebabitu untuk faktor keamanan digunakan dinamo motor 1 HP.

Sendokan (bucket elevator)

Bahan yang harus dipindahkan 8000 kg/jam atau sama dengan 133,33 kg/menit (jumlah ini termasuk yang berada dimangkuk tetapi belum ditumpahkan).

Dengan ketinggian alat pengering 13 m, dan jarak antar mangkuk (jarak antara ikatan mangkuk satu dgn lainnya) 0,35 m, maka untuk satu arah keatas terdapat 37 mangkuk, dimana ke 37 mangkuk harus mampu memindahkan 33,33 kg padi /20 detik ($133,33/4 \text{ kg}$), dengan demikian dapat diperkirakan kecepatan elevator 13 m per 20 dtk.

Berdasarkan angka perhitungan diatas dibutuhkan bucket dengan volume 0,9 kg dengan pertimbangan faktor efektifitas pengambilan bahan, kemungkinan tumpahnya padi, dan keamanan terhadap kemungkinan macetnya belt akibat tersisipnya padi pada bagian bawah belt, maka mangkuk dgn volume $0,003 \text{ m}^3$ (ukuran standart) (Henderson, SM and R.L. Perry, 1987).Dimensi mangkuk yang digunakan panjang 0,254 m, tinggi 0,254 m, dimana setiap mangkuknya berisi 1,9 kg.

Perhitungan tenaga yg dibutuhkan, dengan penambahan daya guna mengatasi hambatan (faktor hambatan 1,5) menunjukkan diperlukan tenaga sebesar 0,57 HP (teoritis tanpa memperhitungkan berat bucket itu sendiri) (Henderson, SM and R.L. Perry, 1987)

Perhitungan kebutuhan energi panas guna pengeringan

Keadaan ekstrim dimana panen dilakukan pada musim hujan dimana kadar air mencapai 24%, kelembapan dapat berada pada 85%, dan tekanan udara lingkungan diperhitungkan sama dengan dipermukaan laut dijadikan standart perhitungan, hal ini diharapkan alat pengering ini dapat digunakan pada berbagai kondisi cuaca dan lingkungan.

Penghitungan hasil lab terhadap contoh bahan, jumlah air yang akan diuapkan mencapai 2.050,79 lb (berat padi yang dikeringkan 17.636,80 lb), dengan memasukkan panas jenis padi, panas laten air, maka untuk mengubah air sebanyak 2.050,79 lb menjadi uap dibutuhkan 3.370.187 Btu, dengan kemungkinan kehilangan panas yang diakibatkan oleh sistem maka kebutuhan energi total 3.875.715 Btu \approx 973.693,07 kcal \approx 4.076.760,13 kJ.

Kebutuhan energi sebesar 4.076.760,13 kJ, dapat dicukupi oleh 107,54 lt solar, dengan target pengeringan 7 jam untuk satu siklus pengeringan maka dibutuhkan burner dengan kemampuan mengeluarkan solar 15,363 lt.

Burner yang digunakan berbahan bakar solar dengan otomatis start, serta dilengkapi dengan thermostat digital yang mampu mengatur naik turun suhu sekitar 1°C terhadap target suhu yang telah ditetapkan.

Kebutuhan blower

Guna memindahkan uap air sebesar 2050,79 lb dibutuhkan aliran udara sebesar 6.632,06 m³/siklus pengeringan atau 1.105,34 m³/jam (teoritis), untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak dapat diprediksi maka secara aktual kebutuhan aliran udara ditingkatkan 60% menjadi 1.757,40 m³/jam

Kipas yang digunakan type centrifugal dengan type kipas berdaun melengkung kedepan, dimana mempunyai tekanan udara yang tinggi serta tingkat kebisingan yang rendah (Henderson, SM and R.L. Perry, 1987).

Pembuatan gambar kerja

Berdasarkan data-data hasil perhitungan diatas, proses pembuatan dilanjutkan dengan pembuatan sket gambar dalam 3 dimensi, yang kesemuanya dilakukan dengan bantuan komputer, kemudian dilakukan simulasi proses bekerjanya alat juga dengan bantuan komputer. Hasil simulasi dengan bantuan komputer maka dibuat bentuk mini dari pengering dengan menggunakan bahan kayu dengan ukuran 1/10 dari bentuk sebenarnya.

Setelah bentuk mini disetujui, kemudian proses dilanjutkan dengan pembuatan gambar kerja, yang terbagi dalam beberapa gambar dan beberapa sudut pandang agar teknisi dapat dengan jelas mengetahui bagian per bagian sehingga akan memperlancar proses pembuatan.

Bahan dan Alat Perekayasaan

Bahan

Bahan untuk perakitan alsin pengering ini diantaranya adalah besi siku, besi as, plat besi, Besi kanal, plat berlubang, plat Jalusi (paten Siemens), plat eser, motor listrik, burner, panel kontrol listrik, termostat, dan lain-lain. sedangkan peralatan yang digunakan yaitu mesin las, mesin bubut, mesin tekuk, mesin gulung plat, mesin pembersih logam dengan semburan pasir kaca, milling.

Perekayasaan

Perekayasaan dilakukan di PT. Pindad, Bandung, yang dilakukan pada bulan April sampai dengan Juni 2002. Proses perekayasaan dimulai dengan pembuatan konstruksi tulang utama pada keseluruhan mesin, setelah konstrukdi tulang utama berdiri. Proses dilanjutkan dengan pembuatan penutup dinding, pada bagian ini digunakan jalusi yg merupakan paten siemens sebagai tempat pengeluaran udara, setelah semua siap baru bagian dalam dibuat, sementara bagian dalam dibuat rangka utama dan dinding di blasting untuk menghilangkan karat yang menempel pada logam, diharapkan alat dapat bertahan selama 10 tahun tanpa mengalami serangan karat.

Blasting adalah proses penghilangan karat secara cepat dengan semburan debu kaca pada tekanan 50 bar, proses ini merupakan proses standart dalam pembuatan mobil, setelah karat dibersihkan proses pengecatan dasar dilakukan dan dilanjutkan dengan pengecatan akhir, proses pengeringan dengan menggunakan pemanas elektrik, sehingga cat akan betul-betul kering dan tidak akan mengalami perubahan warna meskipun terkena suhu tinggi.

Setelah proses pengeringan selesai, komponen kembali disatukan, dilanjutkan dengan pemasangan dengan peralatan kontrol, burner, blower, serta dinamo motor, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan panel kontrol.

Pengujian

Uji Fungsional

Setelah seluruh alat pengering berikut sistim kontrol berdiri, maka dilakukan uji fungsi terhadap fungsi-fungsi utama dari alat pengering, seperti Screw conveyer, elevator, burner, blower, peralatan "turn flow" , dan sistim kontrol.

Pada uji fungsi ini dilakukan menggunakan bahan yang sesungguhnya untuk mengetahui kemampuan setiap bagian dari peralatan, seperti kemampuan menyalurkan padi yang dilakukan oleh screw conveyer dan elevator, tingkat suhu yang dihasilkan oleh burner, kepekaan sistim kontrol, serta kecepatan udara mengalir.

Uji Verifikasi

Uji verifikasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam keadaan yang sesungguhnya, dan dilakukan oleh tim penguji dari Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian, Serpong.

a. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian adalah : Padi IR 64 dengan kadar air rata-rata 28,34 %, Berat jenis gabah 581 kg/m³, Biji isi 93,75 %, Biji hampa 4,71 %, dan Kotoran 1,38 %

b. Prosedur Pengujian

Sebelum pengujian dilangsungkan, dilakukan penyiapan bahan/gabah. Gabah dibersihkan/diayak dari segala macam kotoran kemudian ditimbang dan diambil sampel untuk pengukuran kadar air awal. Setelah itu gabah dimasukkan ke dalam konveyor yang sebelumnya telah digerakkan terlehid dahulu. Kemudian dilakukan pencatatan data suhu lingkungan, Rh dan kadar air selama proses pengeringan berlangsung setiap 1 jam sekali.

c. Hasil pengujian

- 1). Pengamatan kondisi lingkungan dan alat pengering
Uji kinerja pengeringan padi dengan mesin tipe kontinyu ini, dilakukan pada saat kondisi suhu udara lingkungan minimum 25,0 °C maksimum 29,9 °C dan kelembaban udara minimum 50 % dan maksimumnya 72,5 %. Sedangkan suhu udara pada plenum minimum 50 °C dan maksimum 75 °C, suhu gabah di dalam ruang pengering terendah 40 °C dan tertinggi 49,8 °C .
- 2). Hasil uji kinerja alat pengering
Hasil uji kinerja alat pengering menunjukkan bahwa penggunaan suhu yang tinggi tidak menyebabkan kerusakan yang berarti terhadap gabah yang dikeringkan, dengan waktu pengeringan efektif 8 jam, suhu rata-rata di ruang pemasukan mencapai 66,80 °C dan suhu di ruang pengeringan mencapai 47 °C, penurunan kadar air rata-rata mencapai 1,77%/jam (lihat tabel 1).
- 3). Kelayakan ekonomi
Untuk menilai kriteria ekonomis alsin pengering menggunakan nilai nisbah untung rugi (B/C ratio) dan break event point (BEP). Hasil perhitungan diperoleh dari harga mesin pengering padi Rp. 150.000.000,-, bunga modal 22 %/th, dan umur ekonomis alsin 10 th, sehingga diperoleh biaya operasional Rp. 141,-/kg padi, B/C ratio 1,46 dan BEP 30.136 kg padi/th. Hasil perhitungan diperoleh (B/C) > 1, maka mesin pengering padi tersebut secara ekonomis layak dipergunakan dengan titik pengembalian modal setelah mengeringkan padi 30.136 kg padi per tahun.

KESIMPULAN

Dari hasil unjuk kerja alat ini maka dapat disimpulkan :

1. Hasil pengujian pengeringan gabah dengan kapasitas muat 8.000 kg, dengan kadar air awal 28,34 %, setelah dikeringkan selama 8 jam diperoleh kadar air akhir rata-rata 14,15 % dan efisiensi panas pengeringan 64,62 %.

2. Berdasarkan suhu udara pengering untuk pengeringan gabah di ruang pengering, suhu udara ruang pengering adalah 66,80 °C suhu bahan rata – rata di dalam ruang pengering selama proses pengeringan adalah 47 °C sedangkan laju pengeringan rata – rata bahan adalah 1,77 %/jam.
3. Hasil analisa kualitas beras pecah kulit setelah pengeringan adalah beras utuh 93,96 %, kepala 2,56 %, beras patah 1,40 %, biji tak terkupas 1,56 % dan menir 0,52 %. Analisa kualitas beras hasil pemolesan adalah beras utuh 93,66 %, beras kepala 2,16 %, beras patah 2,16 % dan menir 1,24 %. Tingkat kebisingan suara yang dihasilkan oleh operasi mesin pengering padi tipe kontinyu multi pass adalah 81 dB.

Tabel 1. Data hasil pengujian alat pengering kontinyu dengan sistem multi phase

- Berat gabah awal	: 8.000 kg
- Berat gabah akhir	: 6.925 kg
- Kadar air awal bahan	: 28,34 %
- Kadar air akhir rata – rata	: 14,15 %
- Waktu pengeringan efektif	: 8 jam
- Laju penurunan kadar air	: 1,77 % /jam
- Suhu udara di ruang pemasukan rata-rata	: 66,80 °C
- Suhu udara di ruang pengering gabah	: 47 °C
- Hasil analisa biji :	
- Analisa beras pecah kulit	
- beras utuh	: 93,96 %
- beras kepala	: 2,56 %
- beras patah	: 1,40 %
- beras tak terkupas	: 1,56 %
- menir	: 0,52 %
- Analisa beras hasil pemolesan	
- beras utuh	: 93,66 %
- beras kepala	: 2,16 %
- beras patah	: 2,16 %
- menir	: 1,24 %
- Pemakaian bahan bakar (solar)	: 12,50 l/jam
- Kelembaban udara (RH) ruangan rata – rata	: 60,50 %
- Efisiensi panas pengeringan	: 64,62 %

DAFTAR PUSTAKA

- Henderson, SM and R.L. Perry, 1987. *Agricultural Process Engineering*, AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Reff. Donald B. Brooker, Fred W. Baker – Arkema, and Carl W. Hall, 1974, "Drying Cereal Grains", Westport, Connecticut, The Avi Publishing Company, Inc.
- Mujumdar, A.S. 1995. *Handbook of Industrial Drying*, Marcel Decer Inc. 270 Madison Avenue, New York 10016