



PENGERINGAN GABAH DENGAN MENGGUNAKAN PENERING RESIRKULASI KONTINYU TIPE KONVEYOR PNEUMATIK

Ivan Aditya Gunawan, Aulia Rahman Majid, Siswo Sumardiono^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax : (024) 7460058

Abstrak

Padi merupakan salah satu komoditas bahan pangan yang paling penting di dunia. Sehingga perlu dilakukan penanganan yang cukup serius untuk mengurangi kehilangan akibat kesalahan penanganan pasca panen. Salah satu penanganan pasca panen yang perlu diperhatikan yaitu pada proses pengeringan gabah. Proses pengeringan gabah dengan metode konvensional sering mengalami banyak hambatan dan tidak relevan lagi untuk digunakan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi alat pengering sebagai alternatif pengeringan gabah. Alat pengering gabah sistem resirkulasi tipe konveyor pneumatik bisa menjadi salah satu alternatif, karena memiliki beberapa keunggulan yaitu kualitas gabah yang dikeringkan baik dan seragam, serta mudah dalam melakukan pengontrolan pada saat melakukan proses pengeringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan kelajuan udara pneumatik terhadap laju pengeringan. Variabel yang dipelajari yaitu kecepatan aliran udara pneumatik, serta temperatur udara pengering. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pengeringan akan berjalan paling efektif pada suhu 60 °C dan kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s.

Kata kunci: gabah; alternatif; pengering; resirkulasi

Abstract

Rice is one of the most important food commodities in the world. So we need to handle it seriously to reduce loss due to improper post-harvest handling. One of the post-harvest handling that noteworthy is the paddy grain drying process. Paddy grain drying process by conventional methods are often encounter many obstacles and no longer relevant to use. Therefore, required an innovative drying tool as an alternative to paddy grain drying. Recirculating paddy grain dryers with pneumatic conveyor could be an alternative, because it has several advantages that good quality dried grain and uniform, and easy to perform control during the drying process. The purpose of this study was to determine the effect of temperature and velocity of pneumatic air to the drying rate. The variables studied in this research is the velocity of pneumatic airflow, and temperature of drying air. From the research we got that it will be running effectively at a temperature of 60 °C and pneumatic air velocity of 20 m / s.

Keywords: paddy grain; alternative; dryer; recirculating

1. Pendahuluan

Padi (*oryza sativa* (L)) merupakan salah satu bahan makanan yang paling penting di dunia. Padi merupakan panghasil makanan berbasis biji – bijian terbesar kedua di dunia (Charoenchaisri, et al, 2010). Di Indonesia sendiri, padi telah menjadi komoditas strategis yang dapat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Hal ini dikarenakan padi merupakan sumber makanan utama sebagian besar penduduk di Indonesia, dan juga merupakan salah satu sumber perekonomian sebagian besar penduduk di pedesaan. Semakin besar jumlah penduduk, maka akan semakin besar kebutuhan akan pangan, terutama beras. Sehingga, dibutuhkan peningkatan produksi beras nasional (Aryunis, dkk, 2008; Bintoro, dkk, 2008).

Berdasarkan dari data BPS, produksi gabah di Indonesia mengalami peningkatan yaitu dari 54 juta ton di tahun 2005, menjadi 68,9 juta ton pada tahun 2012. Akan tetapi, kehilangan gabah hasil panen yang disebabkan oleh proses penjemuran dibawah sinar matahari langsung mencapai 2,3 – 2,6 %. Masyarakat di Indonesia selama ini telah terbiasa melakukan pengeringan gabah dengan cara konvensional, yaitu dengan

cara di jemur langsung dibawah sinar matahari. Penjemuran bisa menghabiskan waktu 3-7 hari dan sangat tergantung oleh besarnya penyinaran matahari (Atthajariyakul and Leephakpreeda, 2006). Selain itu, kelemahan dari pengeringan dengan cara konvensional ini adalah produk gabah hasil pengeringan tidak seragam dan membutuhkan area serta biaya operasional yang besar.

Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh kecepatan aliran udara pneumatik dan temperatur udara pengering terhadap laju pengeringan gabah dengan menggunakan pengering resirkulasi kontinyu tipe konveyor pneumatik. Dengan mempelajari kedua variaabel tersebut diharapkan akan diketahui kondisi optimum yang dapat digunakan untuk mengeringkan padi pada rentang nilai yang telah ditetapkan. Selain itu juga adak diperoleh profil pengeringan padi dengan menggunakan alat pengring gabah sistem resirkulasi kontinyu tipe konveyor pneumatik.

2. Bahan dan Metode Penelitian

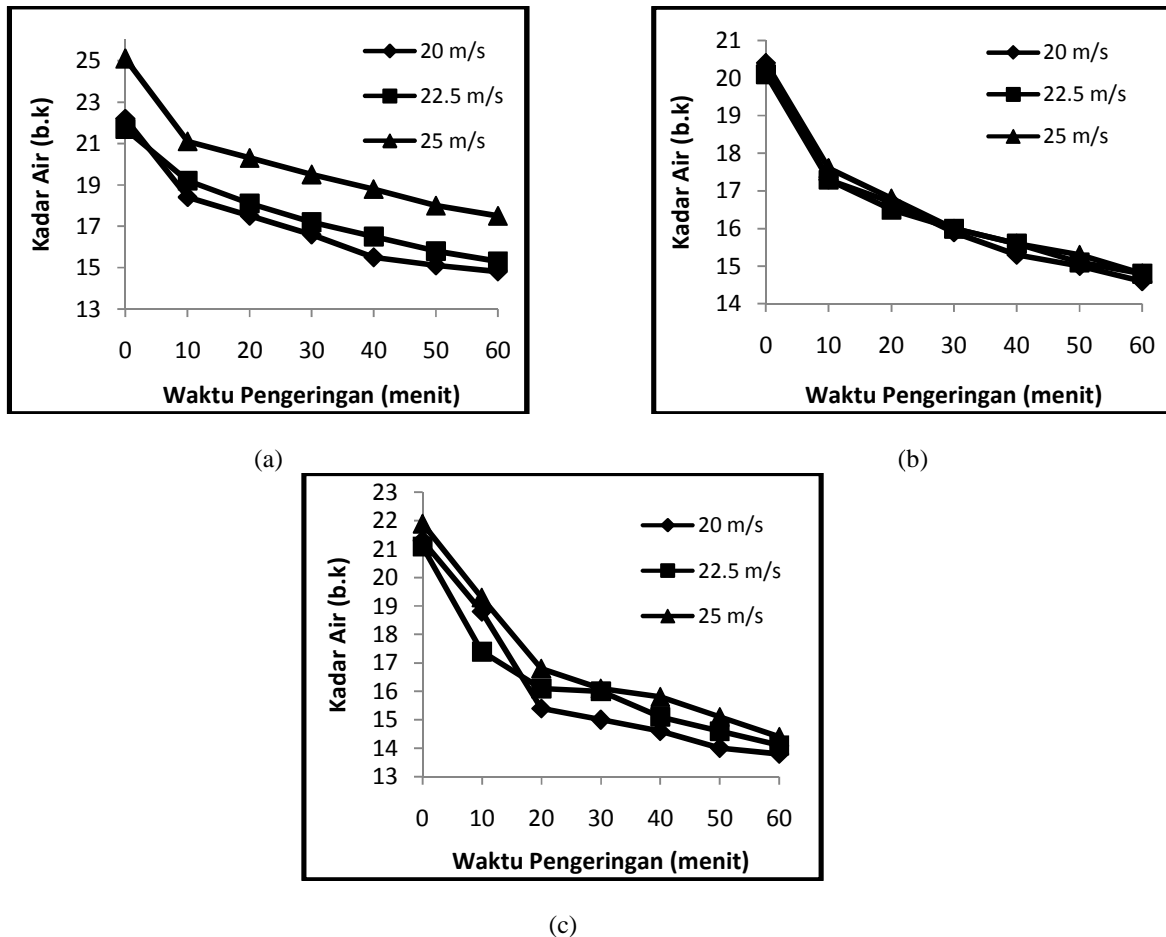
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah gabah yang di dapatkan dari area persawahan desa Meteseh, Semarang. Rangkaian alat pengering resirkulasi tipe konveyor pneumatik yang dilengkapi sensor suhu serta alat pengukur kelembaban udara, anemometer, dan alat pengukur kandungan air elektrik. Rangkaian alat pengering tersebut di tunjukkan pada Gambar 1. Di dalam alat pengering, gabah diresirkulasi secara terus-menerus dengan menggunakan udara pneumatik dengan sistem aliran udara pneumatik dan udara pengering sekali lewat. Variabel dalam percobaan ini adalah kecepatan aliran udara pneumatik 20 ; 22,5 ; 25 m/s dan suhu udara pengering 40 ; 50 ; 60 °C. Dengan rasio antara gabah, laju alir udara pengering, dan laju alir udara pneumatik untuk kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s adalah 1 : 27,35 : 15,58; kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s adalah 1 : 27,35 : 17,53; dan kecepatan aliran udara pneumatik 25 m/s adalah 1 : 27,35 : 19,48. Prosedur percobaan adalah sebagai berikut: Gabah basah hasil panen dimasukkan ke dalam mesin penampi, dibersihkan lalu ditimbang sebanyak 100gr tiap variabel. Menghidupkan blower dan heater pada pengering resirkulasi kontinyu tipe konveyor pneumatic lalu suhu diset hingga mencapai variabel yang telah ditentukan. Menyalakan blower pneumatik dan mengatur katup hingga didapat kecepatan aliran udara pneumatik sesuai dengan variabel yang diinginkan. Memasukkan gabah melalui hopper lalu operasi dijalankan selama 1 jam. Selama proses berlangsung, suhu dan aliran bahan dijaga tetap konstan serta mengukur suhu udara dan kelembaban udara pengering keluar, serta mengukur kandungan air dan temperatur butiran gabah setiap 10 menit sekali. Setelah proses selesai, alat dimatikan dan gabah dikeluarkan semuanya. Mengulangi langkah tersebut untuk variabel yang lain.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pengering Gabah Resirkulasi Kontinyu tipe Konveyor Pneumatik

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh temperatur udara masuk terhadap kadar air gabah



Gambar 2. Hasil pengeringan gabah untuk kandungan air butiran (X) pada berbagai kecepatan aliran udara pneumatik dengan suhu udara pengering (a) 40°C, (b) 50°C, (c) 60°C

Dari Gambar 2a, 2b dan 2c dapat dilihat bahwa kandungan air bahan (X) akan menurun dengan laju pengeringan yang semakin melambat. Hal ini dikarenakan, laju pengeringan akan turun seiring dengan menurunnya kadar air.

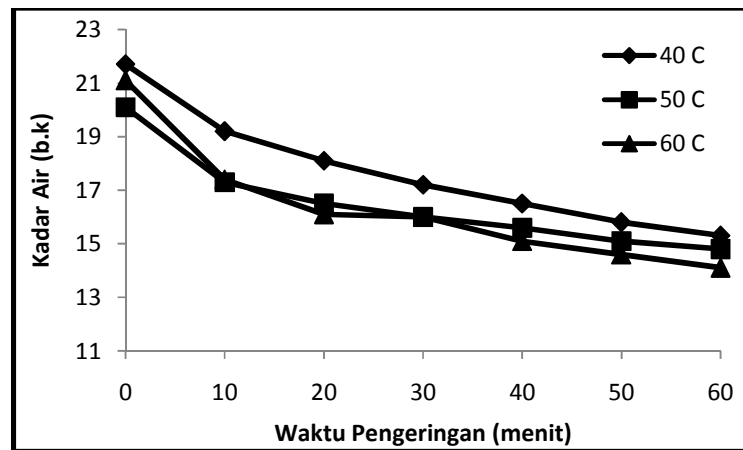
Laju penurunan kandungan air dalam bahan dipengaruhi oleh proses perpindahan massa dan panas uap air permukaan butiran. Perpindahan air di permukaan terjadi karena adanya beda suhu pada permukaan butiran dengan udara pengering sehingga menyebabkan *driving force* untuk berpindahnya kandungan air di permukaan bahan menuju ke udara pengering dalam bentuk *moisture*. Semakin besar beda suhu antara permukaan bahan dengan udara pengering, maka *driving force* -nya menjadi lebih besar.

Gambar 2a menunjukkan pengaruh kecepatan aliran udara pneumatik terhadap kadar air pada temperatur 40°C. Penurunan kadar air gabah pada kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s, 22,5 m/s, dan 25 m/s pada temperatur 40°C dapat dilihat cukup jelas perbedaannya. Pada proses pengeringan gabah, periode awal pengeringan ditunjukkan dari menit ke-0 sampai menit ke-10. Periode awal pengeringan ini merupakan periode pengeringan laju konstan, dan akan terjadi dengan sangat cepat. Setelah itu, akan diikuti oleh laju pengeringan menurun. Pada

Gambar 2a ditunjukkan bahwa semakin cepat kelajuan aliran bahan, maka laju pengeringannya akan semakin lambat. Hal ini dikarenakan, semakin cepat kelajuan aliran udara pneumatik, maka waktu kontak bahan dengan udara pengering juga akan semakin cepat. Sehingga kandungan air bahan yang teruapkan juga akan semakin sedikit. Fenomena ini juga terjadi pada Gambar 2b dan 2c.

Pada Gambar 2a, grafik dari kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s dan 20 m/s sangat berdekatan jika dibandingkan dengan grafik dari kecepatan aliran udara pneumatik 25 m/s. Hal ini disebabkan oleh kadar air awal bahan pada kelajuan 22,5 m/s dan 20 m/s hampir sama, sedangkan pada kelajuan 25 m/s kadar air awal bahan sedikit lebih besar, sehingga grafiknya tidak berdekatan dengan grafik pada kelajuan 22,5 m/s dan 20 m/s.

Dapat dilihat pada gambar 2b dan gambar 2c, grafik dengan kelajuan 20 m/s, 22,5 m/s dan 25 m/s saling berdekatan satu sama lain. Hal ini dikarenakan pengaruh dari kecepatan aliran udara pneumatik terhadap laju pengeringan tidak begitu besar, dan yang paling berpengaruh pada Gambar 2b dan 2c ini adalah temperatur udara pengering (Khanali, et al, 2012), sehingga antara satu grafik dengan grafik yang lain tidak ada perbedaan yang signifikan.

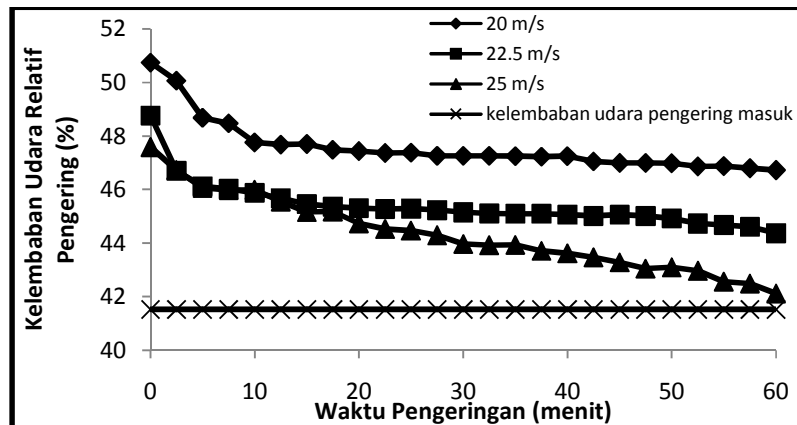


Gambar 3. Hasil pengeringan gabah untuk dinamika kadar air bahan pada kecepatan pembawa 22,5 m/s dengan berbagai temperatur udara masuk

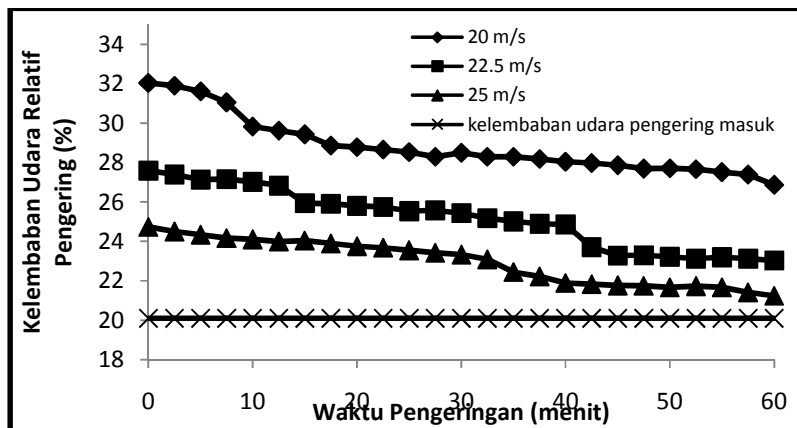
Gambar 3 menunjukkan hubungan temperatur udara pengering terhadap kadar air bahan pada kecepatan aliran udara pneumatik yang sama. Terlihat pada grafik bahwa dengan kenaikan suhu, maka semakin besar jumlah uap air yang dilepas dari bahan tiap satuan waktu. Dengan naiknya suhu, maka jumlah panas yang digunakan dalam proses pengeringan semakin besar. Jumlah panas yang semakin besar ini akan mengakibatkan difusifitas air dari bahan menuju media pengering semakin besar. Hal ini sesuai dengan mekanisme pengeringan yang dikemukakan Mujumdar (2004), bahwa difusifitas air pada bahan padat merupakan sebuah fungsi temperatur dan kandungan uap air. Mujumdar (2004) juga mengemukakan bahwa semakin besar beda suhu antara pemanas dengan bahan, maka proses transfer panas ke dalam bahan juga akan semakin cepat. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu udara pengering, maka semakin cepat proses pengeringannya.

Pengaruh temperatur udara masuk terhadap kelembaban udara

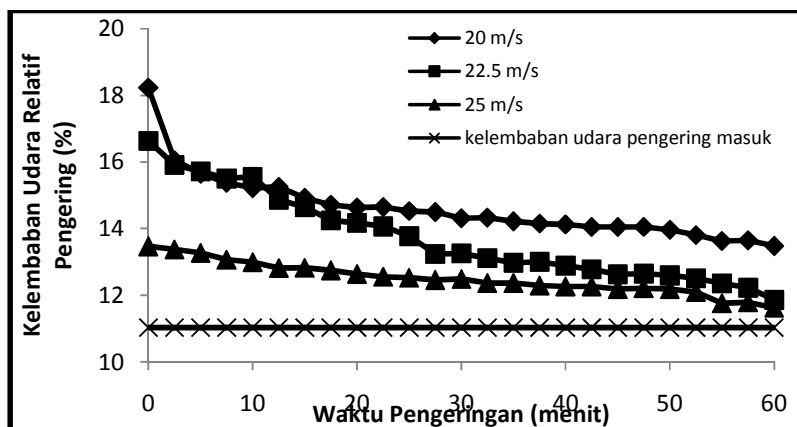
Relative humidity digunakan untuk menyatakan jumlah uap air di dalam udara. Faktor yang mempengaruhi relative humidity antara lain temperatur dan tekanan udara. Profil dinamika kelembaban udara relatif (%) untuk beberapa temperatur udara masuk dan kecepatan aliran udara pneumatik ditunjukkan pada gambar 4.3.



(a)



(b)



(c)

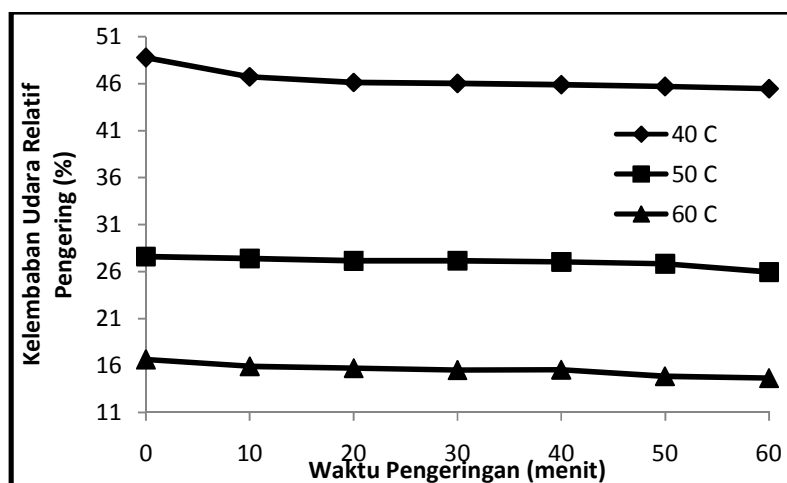
Gambar 4 Hasil pengeringan gabah untuk dinamika kelembaban udara relatif (%RH) pada berbagai kecepatan aliran udara pneumatik dengan suhu udara pengering (a) 40°C, (b) 50°C, (c) 60°C

Pada ketiga gambar diatas menunjukkan bahwa seiring dengan berjalannya proses pengeringan maka %RH akan semakin menurun. Menurunnya %RH dipengaruhi oleh kenaikan temperatur udara (Khanali et al., 2012). Pada awal proses pengeringan kelembaban udara masih tinggi karena banyaknya air yang teruapkan dari partikel. Kelembaban udara akan semakin menurun hingga akhir proses pengeringan karena air yang teruapkan dari partikel semakin sedikit.

Gambar 4a menunjukkan adanya peningkatan kelembaban relatif udara pengering yang cukup besar dari kelembaban relatif udara pengering masuk pada awal pengeringan, kemudian diikuti penurunan kelembaban udara. Pada awal proses pengeringan, udara pengering dengan kelembaban relatif yang rendah menerima transfer air dari kandungan air bahan yang menguap, sehingga terjadi kenaikan kelembaban relatif udara pengering. Kenaikan kelembaban relatif pengering cukup besar karena penguapan kandungan air tak terikat yang ada di permukaan bahan cukup besar. Akan tetapi, kandungan air yang ada di permukaan akan diuapkan dengan cepat. Setelah itu, yang akan menguap adalah kandungan air yang ada di dalam bahan. Kandungan air yang ada di dalam bahan lebih susah diupkan daripada kandungan air dipermukaan bahan. Sehingga kandungan air yang teruapkan akan menjadi menurun. Menurunnya jumlah kandungan air bahan yang teruapkan disebabkan karena proses difusi air dari dalam ke permukaan bahan juga berjalan lambat. Sehingga kelembaban relatif udara pengering akan turun sampai mendekati nilai kelembaban realatif udara pengering masuk. Fenomena yang sama juga terjadi pada Gambar 4b dan Gambar 4c.

Pada Gambar 4a, 4b dan 4c terlihat bahwa semakin besar kelajuan bahan, maka semakin cepat waktu kontak bahan dengan udara panas. Sehingga, semakin sedikit pula kandungan air bahan yang teruapkan, dan akan menyebabkan kelembaban udara relatifnya juga akan semakin kecil.

Pada Gambar 4a dan 4b terlihat adanya penurunan kelembaban udara dengan delta yang lebih besar dibandingkan dengan penurunan pada titik yang lain. Hal ini disebabkan adanya kandungan air terikat pada bahan, yaitu kandungan air yang memiliki ikatan fisika dan/atau ikatan kimia terhadap padatan (bahan) yang menyebabkan hambatan perpindahan massa dalam bahan semakin besar (Mujumdar, 2004), sehingga air yang teruapkan menjadi semakin sedikit. Oleh karena itu, delta penurunan kelembaban udaranya juga menjadi besar.



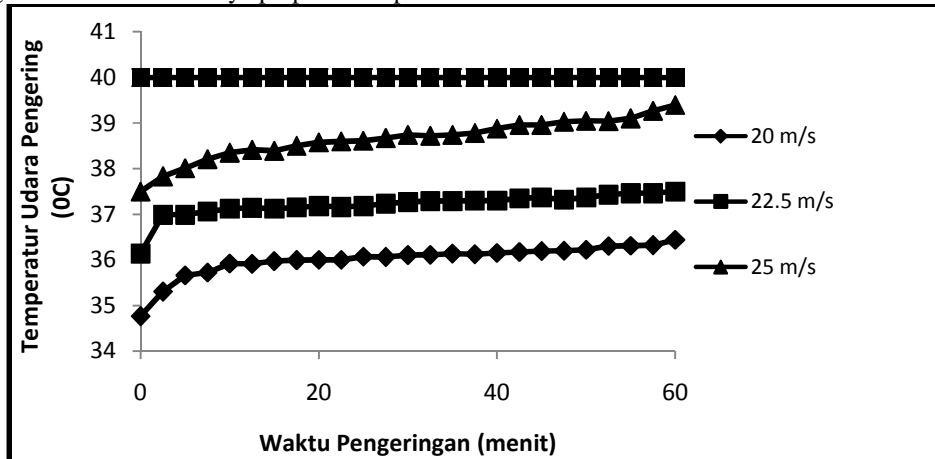
Gambar 5 Hasil pengeringan gabah untuk dinamika kelembaban udara relatif pada kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s dengan berbagai temperatur udara masuk.

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa pada berbagai variasi suhu dengan kecepatan aliran udara pneumatik yang sama, semakin tinggi suhu udara pengering yang digunakan, maka kelembaban relatif akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hubungan sistem udara-air yang dapat dilihat pada diagram psychrometrik. Dengan kenaikan suhu, maka kemampuan udara untuk menguapkan air pada bahan akan semakin besar. Selanjutnya uap air yang teruapkan ke udara akan berubah wujud menjadi uap sehingga kandungan uap air pada udara akan semakin sedikit bila dibandingkan dengan kenaikan kemampuan untuk menguapkan uap air dan %RH semakin kecil.

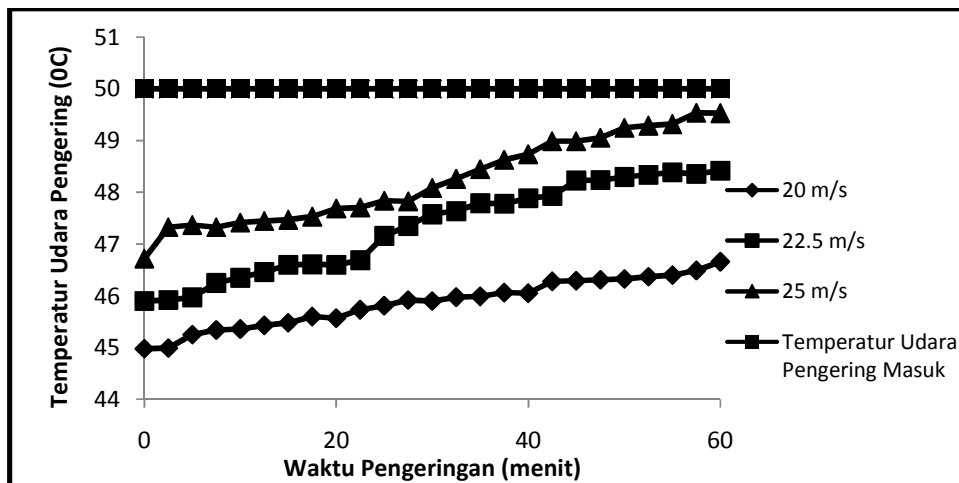
^{*)}Penulis Penanggung Jawab (Email: sumardiono@undip.ac.id)

Profil perubahan temperatur udara pengering keluar

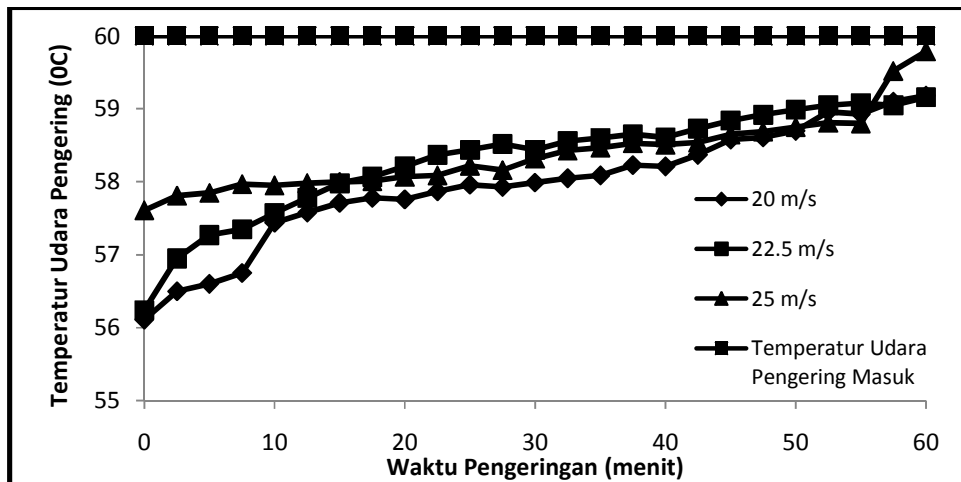
Profil perubahan temperatur udara pengering keluar untuk beberapa temperatur udara masuk dan kecepatan aliran udara pneumatik ditunjukkan pada gambar berikut. Kenaikan temperatur udara keluar berlangsung cukup lambat, hal ini dikarenakan panas yang mengalir digunakan untuk menguapkan kandungan air yang ada di permukaan gabah dan karena adanya perpindahan panas ke dalam bahan.



(a)



(b)

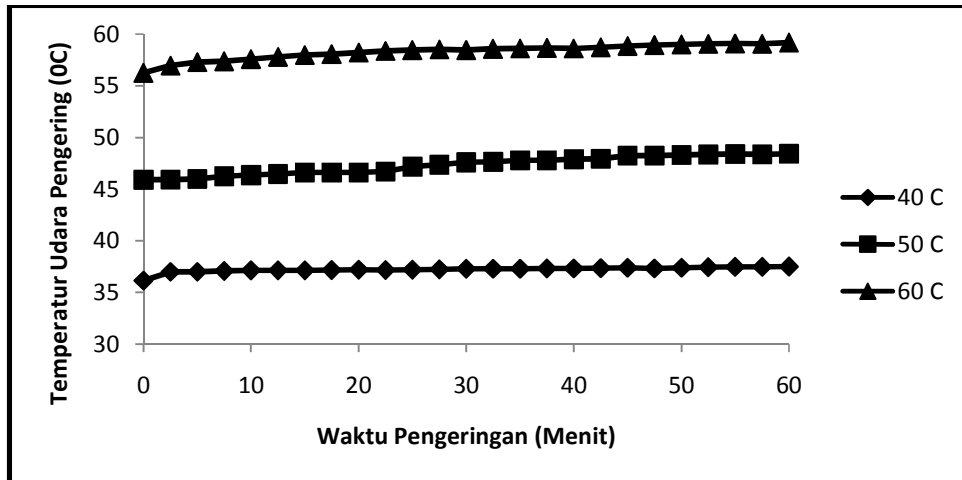


(c)

Gambar 6 Hasil pengeringan gabah untuk perubahan temperatur udara pengereng pada berbagai kecepatan aliran udara pneumatik dengan temperatur udara pengereng masuk (a) 40⁰ C, (b) 50⁰ C, (c) 60⁰ C

Gambar 6a, 6b, dan 6c menunjukkan pengaruh kecepatan aliran udara pneumatik terhadap temperatur udara pengereng keluar dengan temperatur udara pengereng masuk 40 °C, 50 °C, dan 60 °C. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa temperatur keluar udara pengereng semakin lama semakin mendekati temperatur udara pengereng masuk. Pada temperatur yang sama dengan variasi kecepatan aliran udara pneumatik yang berbeda, semakin tinggi kecepatan aliran udara pneumatik maka temperatur udara pengereng keluar akan semakin tinggi. Hal ini terlihat pada perbedaan temperatur keluar udara pengereng setiap menitnya pada masing-masing variasi kecepatan aliran udara pneumatik. Pada suhu 40 °C, pada kecepatan aliran gabah 20 m/s terlihat bahwa temperatur udara pengereng pada 5 menit pertama pengeringan menunjukkan nilai 34,76 °C, pada kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s nilainya meningkat menjadi 36,14 °C, dan pada kecepatan aliran udara pneumatik 25 m/s didapat nilai temperatur udara pengereng keluar sebesar 37,5 °C. Fenomena yang sama juga terlihat pada temperatur udara pengereng masuk 50 °C dan 60 °C dengan variasi kecepatan aliran udara pneumatik. Pada temperatur udara pengereng masuk 50 °C, temperatur udara pengereng masuk pada 5 menit pertama pengeringan adalah 44,98 °C; 45,9 °C; dan 46,72 °C untuk masing-masing kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s; 22,5 m/s; dan 25 m/s. Sedangkan pada temperatur udara pengereng masuk 60 °C didapatkan temperatur udara pengereng keluar 56,11 °C; 56,24 °C; dan 57,61 °C untuk masing-masing kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s; 22,5 m/s; dan 25 m/s.

Peningkatan kecepatan aliran udara pneumatik menyebabkan meningkatnya temperatur udara pengereng keluar. Hal ini disebabkan karena perbedaan waktu kontak antara butiran dengan udara panas. Semakin tinggi kecepatan aliran udara pneumatik, mengakibatkan waktu kontak yang semakin singkat. Singkatnya waktu kontak menyebabkan panas yang digunakan dari udara panas untuk menguapkan air di permukaan butiran menjadi semakin sedikit sehingga temperatur udara pengereng keluar cenderung semakin tinggi. Dari variasi temperatur udara pengereng masuk yang lebih tinggi didapat grafik yang cenderung semakin berhimpit. Hal ini disebabkan semakin besar perbedaan suhu antara pemanas dengan bahan, maka perpindahan panas ke dalam bahan akan semakin cepat, sehingga penghilangan air dari bahan juga akan berjalan semakin cepat dan meningkatkan laju pengeringan. Perubahan kecepatan aliran udara pneumatik berpengaruh terhadap kenaikan temperatur udara pengereng keluar, namun pengaruhnya tidak sebesar pengaruh perbedaan temperatur udara pengereng masuk. Semakin meningkatnya laju pengeringan menyebabkan semakin cepatnya perpindahan massa air dari dalam bahan ke udara. Selain itu, semakin lama waktu pengeringan menyebabkan kandungan air di dalam bahan akan semakin berkurang, sehingga panas yang digunakan untuk menguapkan air dari permukaan bahan ke udara semakin sedikit, dan menyebabkan grafik perubahan temperatur udara pengereng keluar cenderung berhimpit.

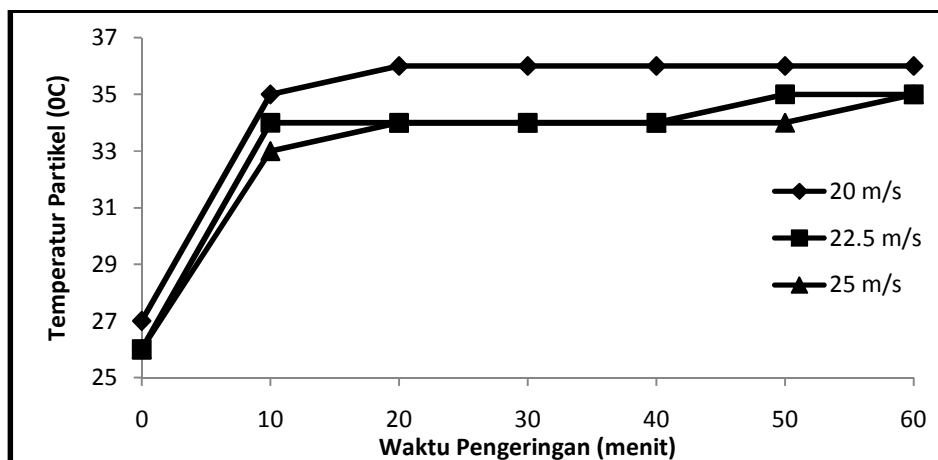


Gambar 7 Hasil pengeringan gabah untuk perubahan temperatur udara pengering keluar pada kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s dengan berbagai temperatur udara masuk.

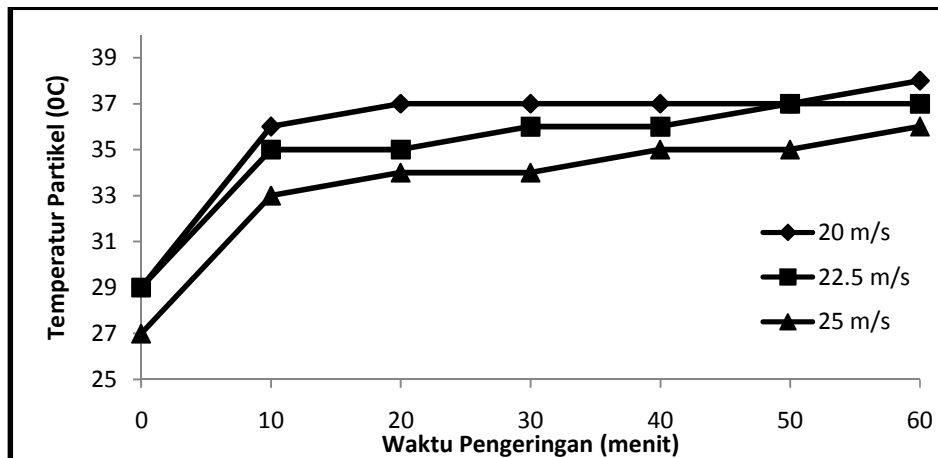
Pada variasi temperatur dengan dengan kecepatan aliran udara pneumatik yang sama, terlihat bahwa semakin tinggi temperatur udara pengering masuk, maka temperatur udara pengering keluar akan mendekati temperatur udara pengering masuk. Hal itu terjadi karena semakin lama waktu pengeringan, uap air yang terdapat dalam bahan akan semakin berkurang sehingga panas yang digunakan semakin lama semakin kecil. Karena panas yang dibutuhkan semakin berkurang, maka temperatur udara pengering keluar akan meningkat mendekati temperatur udara pengering masuk. Selain itu dapat dilihat pula bahwa pada awal proses pengeringan, terjadi penurunan suhu antara suhu udara pengering masuk dan saat pengering terisi bahan. Penurunan tersebut terjadi karena panas yang diberikan oleh udara pengering digunakan untuk menguapkan air dalam bahan dan terjadi mekanisme transfer panas secara konveksi dan konduksi sehingga menyebabkan suhu udara pengering keluar menjadi lebih rendah dibandingkan saat suhu udara pengering masuk.

IV.4. Profil Perubahan Temperatur Partikel

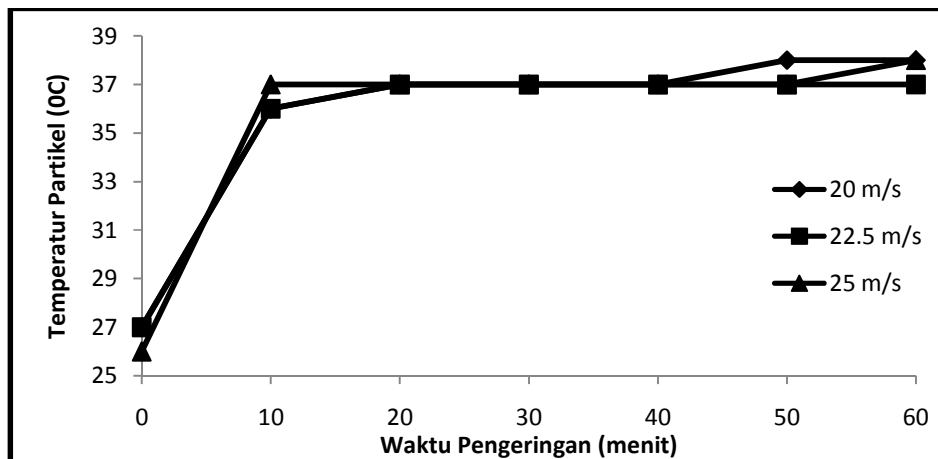
Profil perubahan temperatur partikel terhadap berbagai temperatur udara pengering masuk dan kecepatan aliran udara pneumatik ditampilkan pada gambar berikut.



(a)



(b)



(c)

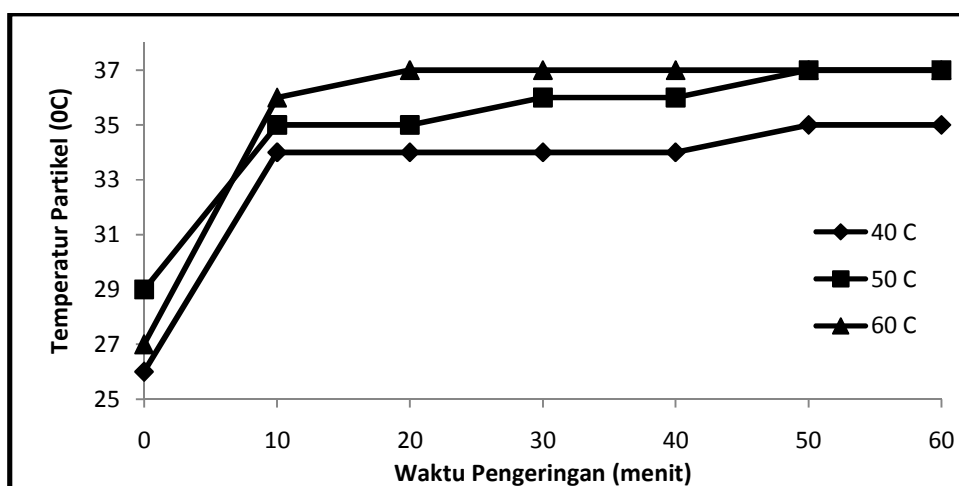
Gambar 8 Hasil pengeringan gabah untuk perubahan temperatur partikel pada berbagai kecepatan aliran udara pneumatik dengan temperatur udara pengering masuk (a) 40⁰ C, (b) 50⁰ C, (c) 60⁰ C

Berdasarkan Gambar 8 dilihat bahwa temperatur partikel meningkat lebih cepat pada awal pengeringan. Hal ini disebabkan karena pada awal pengeringan air yang dapat teruapkan pada permukaan lebih banyak dan semakin menurun hingga akhir pengeringan. Fenomena tersebut dapat dijelaskan dengan mekanisme dasar pengeringan. Pada proses awal pengeringan, temperatur partikel akan naik dengan cepat dikarenakan adanya mekanisme perpindahan massa dan panas yang akan membentuk lapisan film uap air kontinyu di permukaan. Dengan terbentuknya lapisan film air tersebut, maka panas akan digunakan untuk melepas air di permukaan dan suhu yang terukur adalah suhu film tersebut. Seiring dengan bertambahnya waktu maka suhu dari partikel akan mendekati konstan karena proses yang berperan adalah difusi uap air dari dalam menuju keluar bahan, dimana proses ini memanfaatkan panas konduksi dari bahan itu sendiri. Oleh karena itu, gradien suhu partikel yang terjadi semakin lama semakin kecil dan cenderung menuju konstan.

Gambar 8a, 8b, dan 8c menunjukkan perubahan temperatur partikel pada berbagai kecepatan aliran bahan dengan temperatur udara pengering masuk 40 °C, 50 °C, dan 60 °C. Pada temperatur udara pengering masuk 40 °C, didapatkan nilai temperatur partikel untuk kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s; 22,5 m/s; dan 25 m/s pada 10 menit awal pengeringan sebesar 35 °C, 34 °C, dan 33 °C. Dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya

kecepatan aliran udara pneumatik, temperatur partikel semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan waktu kontak. Kecepatan aliran udara pneumatik yang semakin tinggi mengakibatkan semakin sedikitnya waktu kontak antara bahan dengan udara panas. Sedikitnya waktu kontak antara bahan dengan udara panas menyebabkan sedikit pula panas yang diambil untuk mengeringkan massa bahan. Sedikitnya panas yang digunakan untuk mengeringkan massa bahan yang sama menyebabkan terjadinya penurunan temperatur partikel. Fenomena yang sama juga dapat ditemukan pada dinamika temperatur partikel dengan suhu udara pengering masuk 50 °C untuk variasi kecepatan aliran udara pneumatik yang sama.

Namun pada temperatur udara pengering masuk 60 °C dengan variasi kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s; 22,5 m/s; dan 25 m/s dapat dilihat bahwa pada 10 menit pertama pengeringan, temperatur partikel untuk masing-masing kecepatan aliran udara pneumatik cenderung sama. Hal ini disebabkan besarnya perbedaan temperatur udara pengering masuk dengan temperatur bahan, yang menyebabkan perpindahan panas dari udara pengering ke dalam bahan juga semakin cepat, sehingga penguapan air dari permukaan bahan ke udara juga terjadi semakin cepat. Selain itu, pengaruh perubahan kecepatan aliran udara pneumatik tidak sebesar pengaruh perbedaan temperatur udara pengering masuk. Hal ini menyebabkan tidak terlihatnya perbedaan temperatur partikel yang signifikan antara variabel kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s; 22,5 m/s; dan 25 m/s.



Gambar 9 Hasil pengeringan gabah untuk perubahan temperatur udara pengering keluar pada kecepatan aliran udara pneumatik 22,5 m/s dengan berbagai temperatur udara masuk.

Hal lain yang perlu diamati adalah bahwa pada kecepatan udara pneumatik yang sama dengan variasi temperatur udara pengering, maka terlihat dengan naiknya temperatur udara pengering maka temperatur partikel akan semakin naik. Kenaikan temperatur ini sesuai dengan hukum dasar pengeringan bahwa pengeringan merupakan fungsi temperatur dan dengan naiknya temperatur udara pengering yang digunakan, maka panas yang ditransfer menuju bahan akan semakin besar dan menyebabkan kenaikan temperatur bahan itu sendiri.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan berdasarkan dua hubungan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengaruh temperatur udara pengering terhadap laju pengeringan gabah dapat disimpulkan:
 - a. Temperatur udara pengering masuk yang paling berpengaruh terhadap penurunan kadar air bahan adalah 60 °C. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi temperatur udara pengering, maka *driving force* yang menyebabkan berpindahnya kandungan air bahan semakin besar pula,
 - b. Kelembaban udara pengering keluar terendah adalah pada temperatur udara pengering masuk 60 °C dimana hal ini sesuai dengan diagram psikometrik.



- c. Temperatur udara pengering masuk 60 °C menghasilkan temperatur udara keluar pengering tertinggi, karena kandungan air bahan semakin lama semakin sedikit sehingga temperatur udara pengering keluar cenderung mendekati temperatur udara pengering masuk.
 - d. Temperatur partikel mengalami kenaikan yang cukup tinggi pada temperatur udara pengering masuk 60 °C, karena perbedaan temperatur partikel awal dengan temperatur udara pengering masuk yang lebih besar dibandingkan dengan variabel temperatur udara pengering masuk yang lain. Sehingga transfer panas ke dalam partikel juga semakin besar.
2. Berdasarkan pengaruh kecepatan aliran udara pneumatik terhadap laju pengeringan gabah dapat disimpulkan:
- a. Kecepatan aliran udara pneumatik yang paling efektif yaitu 20 m/s, karena waktu kontak antara bahan dengan udara pengering akan semakin lama jika dibandingkan dengan variabel kecepatan aliran udara pneumatik yang lain, sehingga kandungan air bahan yang diupkan juga akan semakin besar
 - b. Pada kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s, kelembaban udara pengering keluar akan lebih tinggi karena waktu kontak antara bahan dengan udara pengering semakin lama, sehingga kandungan air bahan yang terlepas ke udara juga semakin besar.
 - c. Temperatur udara pengering keluar akan lebih rendah pada kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s, karena dengan waktu kontak yang semakin besar, maka lebih banyak panas yang digunakan untuk menguapkan air pada bahan.
 - d. Dengan kecepatan aliran udara pneumatik 20 m/s, temperatur partikel akan mengalami kenaikan yang cukup tinggi, karena waktu kontak yang terjadi semakin lama, sehingga transfer panas ke dalam bahan yang terjadi secara konduksi juga semakin besar

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan pada Laboratorium Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.

Daftar Pustaka

- Aryunis, H., Muhammad, I., Tafzi, F., Esrita, Yunita, W. dan Ratna, Y., 2008, '*Peningkatan Produksi Padi Melalui Pemanfaatan Varietas Unggul Baru Hasil Litbang Iptek Nuklir di Desa Rambah Kecamatan Tanah Tumbuh Kabupaten Bungo*', *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, no. 46, hh. 39-40.
- Athajariyakul, S and Leephakreeda, T.,(2006), "Fluidized Bed Paddy Drying in Optimal Conditions Via Adaptive Fuzzy Logic Control", *Journal of Food Engineerig.*, 75, 104-114, Bangkok.
- Bintoro, N., Susanti, D.Y. dan Zuhrotul, H.A., 2008, '*Unjuk Kerja Mesin Penggiling Padi Tipe Single Pass*', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Charoenchaisri, A., Jittanit, W. and Saeteaw, N., 2010, '*Industrial Paddy Drying and Energy Saving Options*', *Stored Product Research*, vol.46, pp. 209-213.
- Khanali, M. Sh., Rafiee, A., Jafari, S.H., Hashemabadi and A. Banisharif,(2012), "Mathematical modeling of fluidized bed drying of rough rice (*Oryza sativa* L.) grains", *Journal of Agricultural Technology.*, 8(3), 795-810.
- Mujumdar, Arun S.,(2004), "Guide To Industrial Drying Principles, Equipment And New Developments", IWSID: Mumbai, India.

^{*)}Penulis Penanggung Jawab (Email: sumardiono@undip.ac.id)