ANALISA KINERJA PENGERINGAN JAGUNG MENGGUNAKAN VERTICAL DRYER DENGAN METODE DIRECT DAN INDIRECT

Kunarto,[1] , Ahyatulloh Khotomi[2]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : irsyafajar@yahoo.com

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : ahyatullohkhotomi@gmail.com

Abstrak

Proses pengeringan memegang peranan penting dalam pengolahan dan pengawetan suatu bahan. Seiring dengan berkembangnya pemikiran manusia, maka bermunculan berbagai cara pengeringan buatan yang membutuhkan energi panas untuk mengeringkan hasil pertanian. Energi tersebut digunakan untuk memanaskan bahan serta menguapkan air pada bahan, energi panas yang dibutuhkan tergantung dari kapasitas bahan yang dikeringkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dan berapa efisiensi dari metode langsung dan tidak langsung pada pengeringan jagung tipe vertical dryer . Metode yang digunakan adalah observasi yang dilakuakan di PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo. Hasil dari perhitungan menunjukan jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung seberat 58308 k*g* dari kadar air 32,63 % menjadi 14 % adalah sebanyak 44943219480 J. Total laju perpindahan panas dari udara ke jagung untuk proses pengeringan pada metode langsung adalah sebesar 1294512,25 J⁄s. laju perpindahan panas dari udara ke jagung untuk proses pengeringan pada metode tidak langsung adalah sebesar 304035,5 J⁄s. Laju perpindahan panas pada alat penukar kalor adalah sebesar 755539,9 J⁄s. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63 % ke 14 % adalah 8,1jam. Pada metode langsung memiliki efisiensi sebesar 90,56 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 9,44 % atau sekitar 134923 J⁄s. Pada metode tidak langsung memiliki efisiensi sebesar 28 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 72 % atau sekitar 782629 J⁄s.

Kata kunci *:* pengeringan; jagung; pengering vertikal; perpindahan panas; pengeringan energi panas

PENDAHULUAN

Didalam memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia, jagung memegang peran penting kedua setelah padi. Jagung merupakan salah satu bahan pokok, sekitar 70 % hasil dari produksi jagung digunakan untuk konsumsi, selain sebagai bahan pangan, jagung juga menjadi bahan campuran pakan ternak, serta bahan baku industri, Oleh karena itu, diperlukan jaminan ketersediaan jagung yang memiliki mutu yang unggul. Jagung merupakan komoditas yang hanya tersedia dalam musim tertentu dan rentan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan teknologi pasca panen yang sesuai guna menjaga ketersediaan jagung sepanjang tahun, mencegah kerusakan, dan meningkatkan daya simpan. Permasalahan utama dalam penanganan pasca panen jagung adalah tingginya tingkat kerugian mulai dari saat panen hingga pasca panen.

Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan ketrampilan dalam penanganan selama proses panen dan pasca panen. Agar jagung dapat berkualitas baik dan

kerugian produksi dapat diminimalkan, diperlukan penanganan yang cermat terhadap fase pasca panen. Penanganan yang tidak optimal akan mengakibatkan kerusakan pada biji jagung, mengakibatkan penurunan mutu dan nilai jual.

Penggunaan teknologi dalam penanganan pasca panen mampu mengurangi tingkat kerugian baik secara kuantitatif maupun kualitatif, serta memainkan peran penting dalam meningkatkan mutu produk akhir.Salah satu metode penanganan yang digunakan untuk pasca panen adalah pengeringan.

Sejalan dengan perkembangan pemikiran manusia, muncul beragam metode mekanis atau teknik pengeringan buatan yang memerlukan energi panas guna mengeringkan produk pertanian. Energi tersebut digunakan untuk memanaskan bahan serta menguapkan air pada bahan, dimana energi panas yang dibutuhkan tergantung dari kapasitas bahan yang dikeringkan (Agus Haryadi, 2011 dan Muchamad Taufiq, 2004). Oleh karena itu penulis tertarik mengambil judul tugas akhir.

"Analisa Kinerja Pengeringan Jagung Menggunakan *Vertical Dryer* Dengan Metode *Direct* Dan *Indirect*"

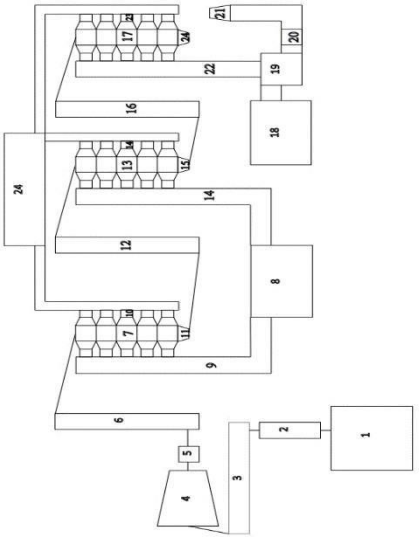
TINJAUAN PUSTAKA

Pengeringan adalah proses untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan ke media pengering, sejumlah uap air harus dialirkan selama proses pengeringan. suatu proses dimana massa uap air dipindahkan sebagai akibat dari perubahan konsentrasi uap air antara suatu bahan dan lingkungannya. Pengeringan dibedakan menjadi 2 cara yaitu, pengeringan secara alami dan pengeringan buatan.

Pengeringan alami merupakan proses pengeringan yang mengandalkan sinar matahari sebagai sumber energi, umumnya dilaksanakan dengan cara menempatkan produk di atas permukaan jemuran yang dapat terbuat dari berbagai jenis bahan padat.

Pengering buatan adalah pengeringan menggunakan bahan bakar sebagai sumber panas (bahan bakar cair, padat, listrik). Beberapa jenis pengeringan buatan yang berada dipasaran, Tray dryer, Rotary Dryer, dan Vertical Dryer.

Vertical dryer adalah sistem pengering yang terdiri dari beberapa ruang (dapur oven) yang tersusun secara vertikal, dimana udara dan bahan yang dikeringkan akan dialirkan secara menyilang. Udara akan dialirkan kesetiap ruang oven sedangkan bahan yang akan dikeringkan dialirkan dari bagian atas kebagian bawah oven.



Gambar 1. *Lay out* pengering jagung

Pada bagian 1 merupakan intake, yang berfungsi untuk menampung jagung awal atau jagung yang belum diproses. Pada gambar 2 merupakan konveyor
sekrup yang berfungsi untuk membawa jagung yang akan dikeringkan dari Intake menuju elevator. Pada gambar 2.2 bagian 4 merupakan silo, yaitu wadah yang digunakan untuk menyimpan bahan curah. Umumnya silo digunakan dibidang pertanian sebagai penyimpanan biji – bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Pada pengering vertikal sendiri silo digunnakn untuk menampung jagung yang sudah diayak atau sudah dibersihkan. Pada bagian 5 merupakan ayakan yang

digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan berdasarkan ukurannya. Pada pengering vertikal sendiri ayakan berfungsi untuk memisahkan jagung dari kotoran maupun pecahan dari bonggol jagung sehingga jagung yang masuk kedalam oven dalam keadaan bersih dari kotoran. Pecahan dari bonggol jagung juga dapat menyebabkan terjadinya kebakaran karena bonggol jagung adalah bagian yang mudah terbakar. Pada bagian 7, 13 dan 17 merupakan oven yang difungsikan sebagai tempat jagung dikeringkan. Pengeringan jagung menggunakan pengering vertikal memiliki 5 buah dapur oven yang tersusun secara vertikal dari bawah hingga ke atas yaitu, dapur oven 1 sampai dengan dapur oven 5. Jagung yang dikeringkan akan melalui dapur oven secara bertahap dari mulai dapur oven 5 sampai dengan dapur oven 1, bersamaan dengan itu panas yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap kedalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat dibagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal kekiri dan kekanan. Kecepatan bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk kedalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk kedalam oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari hasil pembakaran yang dilakukanan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliaran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunkan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang mengalir dibagian luar pipa akan dihisap kedalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir dibagian luar pipa tersebut yang akan digunkan unttuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakar tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang mengunakan alat penukar panas

(Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa kedalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap kedalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat dibagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal kekiri dan kekanan. Kecepatan bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk kedalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk kedalam oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari hasil pembakaran yang dilakukanan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliaran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunkan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang mengalir dibagian luar pipa akan dihisap kedalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir dibagian luar pipa tersebut yang akan digunkan unttuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakar tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang mengunakan alat penukar panas (Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa kedalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap kedalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat dibagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas

pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal kekiri dan kekanan. Kecepatan bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk kedalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk kedalam oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari hasil pembakaran yang dilakukanan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliaran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunkan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang mengalir dibagian luar pipa akan dihisap kedalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir dibagian luar pipa tersebut yang akan digunkan unttuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakar tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang mengunakan alat penukar panas (Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa kedalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang digunkan untuk menampung abu dari hasil sisa pengeringan yang terbawa oleh udara panas yang tealah digunakan. Untuk mengetahui energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: $q_d = q_u + q_j$

(1)

Dimana, q_d adalah energi yang dipakai untuk mengeringkan jagung (J), $q_u$adalah energi panas yang digunakan untuk menguapkan air (J), q_j adalah energi panas yang digunakan untuk memanaskan jagung (J)

Energi panas yang digunakan untuk menguapkan air dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$q_u = m_{aj}\ h_{fg}$ (2)

Dimana, maj adalah massa air yang diuapkan dalam jagung (kg), h_{fg} adalah panas laten penguapan air (J/kg)

Pada metode langsung terdapat dua oven yang

digunakan, maka untuk menentukan massa air yang diuapkan dapat menggunakan persamaan berikut ini

$m_{aj}= m_{ji}\ [(1-(k_{ai}\ -k_{ao})1{,}2)\ m_{ji}]$ (3)

Dimana, m_{aj} adalah masa air yang diuapkan (kg), m_{ji} adalah massa jagung didalam oven (kg), k_{ai} adalah rata – rata kadar air jagung pada saat masuk ke oven (%), k_{ao} adalah rata – rata kadar air jagung pada saat keluar dari oven (%) Energi panas untuk memanaskan jagung dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$q_j= m_{jo}\ C_{pj}(T_{j1}-T_{j0})$ (4)

Dimana, m_{jo} adalah massa jagung yang telah dioven (kg), m_{ji} adalah massa jagung didalam oven, 1 dan 2 menerangkan oven 1 dan oven 2 (kg), m_{aj} adalah massa air yang diuapkan (kg), C_{pj} ,sebagai panas jenis jagung $(Jkg\diagup.°C)$, T_{jo} adalah temperatur jagung masuk oven $(°C)$, T_{j1} adalah temperatur jagung didalam oven $(°C)$. Pada meode langsung tungku digunakan untuk mensuplai dua oven dan setiap oven memiliki lima dapur (ruang pengering), jadi laju perpindahan panas dari udara ke jagung pada setiap oven dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini : $q_{uj}=h_{uj}\ A_j(T_2- T_{0j})$ z

(5)

Dimana, q_{uj} adalah laju perpindahan panas udara ke jagung *J⁄*s, h_{uj} adalah koefisien perpindahan panas konveksi dari udara ke jagung $(W/m^{2^o}\text{C})$,A_j adalah luas permukaan jagung pada dapur oven (m^2), T_2, adalah temperatur udara saat masuk dapur oven $(°C)$, T_{0j} adalah temperatur jagung masuk oven $(°C)$

$h_{uj}= \frac{Nu_{uj}\ k_{uj}}{dh}$

Dimana, Nu_{uj} adalah angka Nusselt dapur oven, k_{uj} adalah konduktifitas panas dari udara kejagung $W/m\ ^o\ C$, dh adalah diameter hidrolik pada dapur oven (m) $Nu_{uj} =$ $(0{,}4\ Re_{uj}{}^{0,5} +$ $0{,}06\ Re_{uj}{}^{0,666)})\ Pr_{uj}{}^{0,4}\ (\mu_u/\mu_j)$ (7)

Dimana, Re_{uj} adalah angka Reynold dapur oven, Pr_{uj} adalah angka Prantdl dapur oven, μ_u adalah viskositas udara pada saat masuk dapur oven $(kg/m\ .\ s)$, μ_j adalah viskositas udara pada jagung $(kg/m\ .\ s)$

$Re_{uj} = \frac{\rho_{uj}\ v_{uj}\ dh}{\mu_{uj}}$

Dimana, ρ_{uj} adalah massa jenis udara ke jagung (kg/m^3), v_{uj} adalah kecepatan udara pada dapur oven (m/s), μ_{uj} adalah viskositas dari udara kejagung $(kg/m\ .\ s)$

$\dot{m}_{uj} = \dot{m}_b = \rho_b\ A_b\ v_b$ (9)

Dimana, $\dot{m}_{uj}$ adalah laju aliran massa udara pada dapur oven (kg/s), $\dot{m}_b$ adalah laju aliran massa udara pada blower (kg/s), ρ_b adalah massa jenis udara pada blower (kg/m^3), A_b adalah luas penampang udara pada blower (m_2), v_b adalah keceptan udara pada blower $(m\diagup s)$

$v_{uj} = \frac{\dot{m}_b}{\rho_{uj}\ A_{uj}}$

Dimana, v_{uj} adalah kecepatan udara pada dapur oven $(m\diagup s)$, ρ_{uj} adalah massa jenis udara ke jagung $(kg\diagup m^3)$, A_{uj} adalah luas penampang aliran udara dapur oven (m^2)

$\text{dh} = \frac{4A}{p}$ (11)

Dimana, P adalah sisi yang bersentuhan dengan udara panas (m). Untuk menghitung panas yang masuk dan keluar pada alat penukar panas dapat menggunakan persamaan

berukut ini:

$q_c = \dot{m}_c \, x \, c_{pc} \, x \, dT_c$ (12)

Jadi untuk menghitung energi panas yang keluar dari alat penukar panas adalah sebagai berikut:

$q_h = \dot{m}_h \, x \, c_{ph} \, x \, dT_h$

Dimana, q_c adalah energi panas pada bagian cangkang alat penukar panas ($atau\ J/s$), $\dot{m}_c$ adalah laju aliran masa udara pada bagian luar pipa penukar panas (kg/s), cp_c adalah panas jenis udara pada bagian luar pipa penukar panas (J/kg^oC), dT_h adalah perbedaan temperatur antar sisi masuk dan sisi keluar pada alat penukar panas ($^o\ C$)

Untuk energi panas yang masuk kedalam alat penukar panas dihitung menggunkan persamaan berikut ini:

$\dot{m}_h = \rho \, x \, v \, x \, A$ (14)

Dimana, q_h adalah energi yang masuk kedalam alat penukar panas ($W\ atau\ J/s$), $\dot{m}_h$ adalah laju aliran masa udara pada bagian luar pipa penukar panas (kg/s), cp adalah panas jenis udara pada bagian luar pipa penukar panas ($J\ kg\ /^o\ C$), dT_h adalah perbedaan temperatur antar sisi masuk dan sisi keluar pada alat penukar panas (^{o}C). Pada metode langsung panas yang disalurkan kedalam oven dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$q_s = \dot{m}_s \, c_{ps} \, (T_1 - T_2)$

(15)

Dimana, adalah laju aliran massa udara pada saluran udara panas (kg/s), cp_s adalah panas jenis udara pada saluran udara panas (J/kg^oC), T_1 adalah temperatur udara keluar dari tungku pemanas (°C), T_2 adalah temperatur udara pada saat masuk (°C).

Untuk menentukan energi panas yang dihasilkan pada tungku pemanas dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$q = BB \; nk$ (16)

Dimana, q adalah energi panas yang dihasilkan tungku (J/s), BB adalah konsumsi bahan bakar (kg/jam), nk adalah nilai kalor kayu karet (J/kg)

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan waktu yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$s = \frac{q_d / q_{uj}}{3600}$ (17)

Dimana, s adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung (jam), q_d adalah energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung (J), q_{uj} adalah laju perpindahan panas dari udara ke jagung (J/s)

Definisi efisiensi pengeringan merujuk pada perbandingan antara energi yang digunakan dengan energi yang dimasukkan. Dalam bentuk matematis, konsep ini dapat diungkapkan sebagai berikut:

$\eta = \frac{q_{out}}{q_{in}}$ x 100 % (18)

Dimana, q_{out} adalah energi panas yang terpakai pada proses pengeringan (W atau J/s), q_n adalah energi panas yang dihasilkan dari tungku pemanas (W atau J/s)

Metodologi Penelitian

1. metode-metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:
2. Metode Literatur, dilakukan dengan melakukan studi data-data terhadap teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir yang disusun dari buku-buku referensi, modul, jurnal, media elektronik atau sebagainya. Studi literatur dilakukan untuk memilih materi- materi pendukung yang sesuai dengan permasalahan dan yang berhubungan dengan kinerja pengeringan menggunakan pengering sirkulasi vertikal dengan metode direct dan indirect.
3. Observasi *(observation)*, observasi dilakukan di perusahaan terkait untuk mengambil data, penelitian, pengamatan yang selanjutnya digunakan untuk mengolah data tersebut dengan acuan yang ada di buku literatur.
4. Wawancara, melakukan tanya jawab dan diskusi langsung dengan karyawan khususnya maintenance team, engineering dan operator di PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo serta konsultasi dengan dosen pembimbing di kampus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

berikut adalah data yang didapat secara langsung serta wawancara dengan pihak PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo dapat dilihat pada tabel.

Data	Hasil
Kadar air basah	32,6 %
Kadar air Kering	14 %
Temperatur masuk ke saluran udara panas	190,8 ºC
Temperatur masuk oven 1	155,34 ºC
Temperatur awal jagung oven 1	41,4 ºC
Kenaikan temperatur jagung oven 1	138,6 ºC
Temperatur masuk oven 2	137 ºC
Temperatur awal jagung oven 2	43,6 ºC
Kenaikan temperatur jagung oven 2	118 ºC
Kecepatan udara pada blower oven 1 dan 2	13,2 m/s
Temperatur masuk pipa alat penukar panas	370 ºC
Temperatur keluar pipa alat penukar panas	86 ºC
Temperatur masuk pada sisi cangkang alat penukar panas	46,3 ºC
Temperatur keluar pada sisi cangkang alat penukar panas	102,6 ºC

Temperatur awal jagung	42,2 °C
Kenaikan temperatur jagung	65 °C
Kecepatan udara pada blower oven 3	10,26 m/s
Kecepatan udara pada pipa penukar panas	21 m/s
Kecepatan udara pada bagian luar pipa penukar panas	3,2 m/s
Diameter blower	0,55 m
Luas penamang udara oven	0,693 m2
Luas pemukaan pepindahan panas	42,84 m2
Konsumsi bahan bakar metode direct	292 kg/jam
Konsumsi bahan bakar metode indirect	222 kg/jam

Dari data yang diambil di lapangan dan data yang diambil dari literatur perhitungan dapat dicapai.

Energi panas yang dibutuhkan pada oven 1,2 dan 3 untuk menguapkan air pada jagung dapat dihitung menggunakan pesamaanberikut: $q_u = m_{fg}\, h_{fg}$

Oven 1

$h_{fg} = 2283200\ J/kg$

$q_u = h_{fg}\, m_{fg}$

$q_u = 2283200\ J/kg\ x\ 4512\ kg$

$= 10301798400\ J$

Oven 2

$h_{fg} = 2308800\ J/kg$

$q_u = h_{fg}\, m_{fg}$

$q_u = 2308800\ J/kg\ x\ 4194\ kg$

$= 9683107200\ J$

Oven 3

$h_{fg} = 2370700\ J/kg$

$q_u = h_{fg}\ m_{fg}$

$= 2370700\ J/kg\ x\ 2976\ kg$

$= 7055203200\ J$

Sedangkan energi panas yang dibutuhkan pada oven 1,2 dan 3 untuk memanaskan jagung dapat dihitung menggunakan pesamaan berikut: $q_j = m_{jo}\ C_{pj}(T_{j1} - T_{j0})$

Oven 1

$q_j = m_{jo}\, c_{pj}\, (T_{1j} - T_{0j})$

$q_j = 53796\ kg \quad x \quad 1817\ J/kg\,^oC\ x\ (138{,}6\,^oC - 41{,}4\,^oC) = 9501040670\ J$

Oven 2

$q_j = m_{jo}\, c_{pj}\, (T_{1j} - T_{0j})$

$q_j = 49602\ kg \quad x \quad 1783\ J/kg\,^oC\ x\ (118\,^oC - 43{,}6\,^oC) = 6579963231\ J$

Oven 3

$q_j = m_{jo}\, c_{pj}\, (T_{1j} - T_{oj})$

$q_j = 46626\ kg \quad x \quad 1714\ J/kg\,^oC\ x\ (65\,^oC - 42{,}2\,^oC) = 1822106779\ J$

Laju perpindahan panas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

Oven 1

$q_{uj} = h_{uj}\, A_j\, (T_2 - T_{0j})\ 5$

$q_{uj} =$

$28{,}99\ W/m^2\,^oC\ \ 42{,}84\ m^2\ (155{,}34^oC - 41{,}4^oC)\ 5$

$= 707528{,}43\ W\ \ = 707528{,}43\ J/s$

Oven 2

$q_{uj} = h_{uj}\ A_j\ (T_2 - T_{0j})\ 5$

$q_{uj} = 29{,}34\ W/m^2\ ^oC\ \ 42{,}84\ m^2\ (137^oC - 43{,}6^oC)\ \ 5\ \ = 586984{,}25\ W\ = 586984{,}25\ J/s$

Oven 3

$q_{uj} = h_{uj}\ A_j\ (T_{ho} - T_{0j})\ 5$

$q_{uj} = 23{,}5\ W/m^2\ ^oC\ \ 42{,}84\ m^2\ (102{,}6^oC - 42{,}2^oC)\ \ 5$

$= 304035{,}5\ W\ \ = \ 304035{,}5 J/s$

Panas yang disalurkan kedalam oven 1 dan 2 (qs)

$q_s = \dot{m}_s\ c_{ps}\ (T_1 - T_2)$

$q_s = 36{,}9\ kg/s\ \ x\ 1020{,}7\ J/kg\ ^oC\ x\ (190{,}8^oC - 155{,}34^oC)$

$= 1335559{,}4\ J/s$

Panas yang disalurkan kedalam oven 3 (qs)

$q_c = \dot{m}_c\ x\ c_{pc}\ x\ dT_c$

$q_c = 13{,}3\ kg/s\ x\ 1009\ J/kg^oC\ \ x\ 56{,}3^oC$

$= 755539{,}9\ J/s$

Panas yang dihasilkan tungku 2 (oven 1 dan 2)

$q_t = BB\ nk$

$BB = 292\ kg/jam$

$nk = 17623175{,}36 J/kg$

$q_t = 296\ kg/jam\ x\ 17623175{,}36 J/kg$

$q_t = 5145967205\ J/jam$

atau

$$q_t = \frac{5145967205\ J/jam}{3600}$$

$= 1429435{,}335\ J/s$

Panas yang dihasilkan tungku 3 (oven 3)

$q_t = BB\ nk$

$BB = 222\ kg/jam$

$nk = 17623175{,}36 J/kg$

$q_t = 222\ kg/jam\ x\ 17623175{,}36 J/kg$

$q_t = 3912344930\ J/jam$

atau

$$q_t = \frac{3912344930\ J/jam}{3600}$$

$= 1086762{,}48\ J/s$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Energi yang dihasilkan tungku pemanas pada metode langsung adalah sebesar 1429435,335 W atau 1429435,335 *J/s*.
2. Energi yang disalurakan kedalam oven adalah sebesar 1335559,4 W atau 1335559,4 *J/s*.
3. Energi panas yang diterima oleh jagung pada oven 1 adalah sebesar 707528 W atau 707528 *J/s* dan oven 2 adalah sebesar 586984,25 W atau 586984,25 *J/s*.
4. Energi yang dihasilkan tungku pemanas pada metode tidak langsung adalah sebesar 1086762,5 W atau 1086762,5 *J/s*.
5. Laju perpindahan panas pada alat penukar kalor adalah sebesar 755539,9 W atau 755539,9 *J/s*.
6. Total laju perpindahan panas dari udara ke jagung pada metode tidak langsung sebesar 324170,3 W atau 324170,3 *J/s*.
7. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63% menjadi 14% adalah sebanyak 44943219480 *J*.
8. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63 % ke 14 % 8,1 jam.
9. Pada metode langsung energi yang bergerak dari tungku ke oven memiliki efisiensi sebesar 90,56 %. Jadi proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 9,44 % atau sekitar 134923 *Js⁄*, kehilangan energi tersebut terjadi pada saat energi bergerak dari tungku

melewati saluran udara panas sebesar 6,57 % atau sekitar 93876 *Js⁄* dan pada oven sebesar 2,87 % atau 41047 *Js⁄*.

10. Pada metode tidak langsung energi yang bergerak dari tungku ke oven memiliki efisiensi sebesar 28 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 72 % atau sekitar 782469 *J/s*, dimana kehilangan energi tersebut terjadi pada alat penukar panas sebesar 30,5 % atau sekitar 331222,6 *J/s* dan pada saat enegi bergerak dari alat penukar kalor menuju oven sebesar 41,5 % atau sekitar 451504,4 *J/s*.

Saran

Untuk mengoptimalkan udara panas yang masuk kedalam oven maka, pada saluran masuk udara dapur oven harus menggunakan bahan yang bersifat isolator. Agar energi panas

DAFTAR PUSTAKA

Arda, G., IB. P. Gunadnya, & Ni Luh Yuliantini. (2015). Panduan Praktikum Teknik Pengeringan. *Universitas Udayana*.

Dewi, I., Marcella Perrawati, & Husin Ibrahim. (2022). Analisa alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube pada Pendingin tertutup untuk Air Demin (Close cooling water Heat Exchanger) di ST 1.0 PLTGU UPDK Belawan. *Politeknik Negeri Medan* .

Fasina, O., & Z. Colley. (2008). Viscosity and Spesific Heat of Vegetable Oils as a Function of Temperature 35 Cecius to 180 Celcius. *Departement of Biosytems Engineering, Auburn University, Auburn, USA*.

Holman, J., & E. Jasfi. (1997). *Perpindahan Kalor* . Jakarta: ERLANGGA.

Komaryati, S., Dadang Setiawan, & Tjutju Nurhayati. (1995). Analisa Kimia dan Destilasi Kering Kayu Karet.

Nainggolan, W. S. (1987). *Thermodinamika.* Yogyakarta: CV.ARMICO.

Pudjanarsa, A., & Djati Nursuhud. (2012). *Mesin Konversi Energi.* Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Putra, S. A., & Novrinaldi. (2019). Analisa Energi Panas pada Alat Pengering Gabah Tipe Swirling Fluidized Bed. *Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna*.

Suhelmi, M. F., Ratna Dewi Anjani, & Najmudin Fauji. (2022). Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat bed Dryer. *Universitas Singaperbangsa Karawang*, 16 - 20 .

Taufiq, M. (2004). Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung pada Pengering Konvensional dan fluidized bed. *Universitas Sebelas Maret Surakarta*.

Wood, B. D., & Zulkifli Harahap. (1988). *Penerapan Thermodinamika.* Jakarta: ERLANGGA.