

# RANCANG BANGUN ALAT PENGERING TIPE TRAY DENGAN MEDIA UDARA PANAS DITINJAU DARI LAMA WAKTU PENGERINGAN TERHADAP EXERGI PADA ALAT HEAT EXCHANGER

## THE DESIGNING OF TRAY DRYER BY HOT AIR BASED ON DRYING TIMES OF EXERGY IN THE HEAT EXCHANGER

<sup>1</sup>Lintang Putri Mahardhika, <sup>2</sup>Sutini Pujiastuti Lestari, <sup>2</sup>Yohandri Bow

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Staf Pengajar Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139  
E-mail: Lintangpm419@gmail.com

### Abstract

*Drying is one way to remove or eliminate some of the water of a substance by evaporating most of the water contained through evaporation heat energy. The purpose of this research was to determine the length of time the drying of the moisture content of crackers and aware of any changes exergy of steam and changes exergy of air in the heat exchanger tools during the drying process. Exergy can be defined as the maximum employment potential in the form of material or energy that interacts with the environment. The longer the drying time then changes exergy of steam and changes exergy of air generated increased, this is due to the heat lost from the boiler so that it can affect the heat that will be up to the drying chamber. The more amount of the change exergy of steam and changes exergy of air, the lower the content of water in crackers. The water content in the crackers meet the standards of ISO 2713.1: 2009. At the time of 6 hours produces water content of 12.20%, at a time of 6.5 hours to produce 11.64% moisture content, at the time of 7 hours to produce 11.29% moisture content.*

**Keywords :** *exergy, moisture content, drying, crackers, hot air.*

## PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandung melalui penguapan energi panas (Ari, 2007). Proses pengeringan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan karena keberhasilan produk kerupuk dan kerenyahannya tergantung dari proses pengeringan yang dilakukan. Kerenyahan kerupuk sangat ditentukan oleh kadar airnya. Semakin banyak mengandung air, maka kerupuk akan semakin kurang renyah (Soemarmo, 2005).

Saat ini, proses pengeringan yang dilakukan masih dilakukan secara konvensional, yaitu pengeringan dilakukan di tempat terbuka yang bergantung dari sinar matahari dan diangin-anginkan. Pengeringan secara konvensional terdapat beberapa permasalahan lainnya yaitu panas yang *fluktuatif*, kebersihan yang tidak terjaga dan juga tentunya memerlukan tempat yang cukup luas untuk membantu penyebaran kerupuk-kerupuk yang akan dikeringkan.

Saat ini banyak para peneliti yang telah merancang bangun alat pengering dengan menggunakan tenaga surya untuk mengoptimalkan proses pengeringan. Namun alat pengering ini memiliki kelemahan diantaranya alat pengering tipe ini tidak dapat dioperasikan pada saat musim penghujan karena tidak mendapatkan temperatur yang maksimal, untuk mendapatkan temperatur yang maksimal alat ini harus dioperasikan ditempat yang cukup tinggi (Jiunkpe,2010).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap proses pengeringan yang masih tergantung terhadap matahari dan cuaca, maka dari itu dilakukan rancang bangun alat pengering kerupuk menggunakan udara panas yang berasal dari uap air panas dengan sistem *tray drier* yang memanfaatkan alat *heat exchanger*.

Dengan melakukan proses pengeringan yang menggunakan media udara panas yaitu untuk menjaga dan meningkatkan kualitas dari produk sehingga bernilai jual lebih tinggi pada kerupuk. Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan (Muarif,2013).

Alat pengering yang digunakan yaitu alat pengering tipe *tray* atau alat pengering tipe rak, mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Bahan diletakan di atas rak (*tray*) yang terbuat dari logam yang berlubang. Kegunaan lubang-lubang tersebut untuk mengalirkan udara panas.

Pada alat pengering ini bahan selain ditempatkan langsung pada rak-rak dapat juga diletakkan pada wadah lainnya misalnya pada baki dan nampan. Kemudian pada baki dan nampan ini disusun diatas rak yang ada di dalam pengering. Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan juga kipas (*fan*) untuk mengatur sirkulasi udara

dalam alat pengering. Udara yang telah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat ini udara dipanaskan lebih dulu kemudian dialurkan diantara rak-rak yang sudah berisi bahan. Arah aliran udara panas didalam alat pengering bisa dari atas ke bawah dan bisa juga dari bawah ke atas, sesuai dengan dengan ukuran bahan yang dikeringkan. Untuk menentukan arah aliran udara panas ini maka letak kipas juga harus disesuaikan (Unari Taib, 2008). Adapun yang menjadi permasalahan pada penelitian ini adalah ingin mengetahui pengaruh lama waktu pengeringan terhadap *exergy* pada alat penukar panas.

Exergi sebagai potensi kerja maksimum dalam bentuk materi atau energi dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Potensi kerja ini diperoleh melalui proses *reversible*. Exergi dapat ditransfer di antara sistem dan dapat dihancurkan oleh *irreversible* didalam sistem. Exergi adalah kerja maksimum teoritis yang mampu diperoleh saat sistem tersebut berinteraksi dengan lingkungan dalam mencapai kesetimbangan (Sutini, 2011).

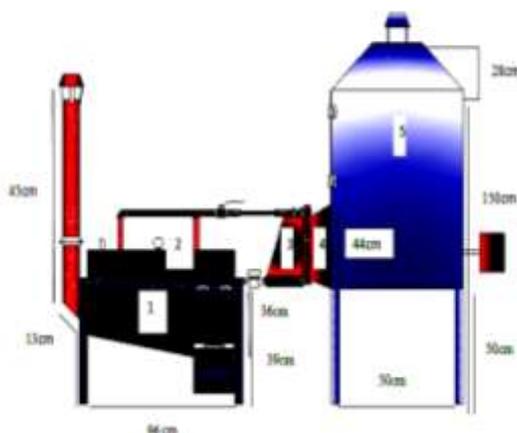
## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan waktu pengeringan selama 6 jam, 6,5 jam, dan 7 jam. Pada penelitian ini diperoleh data pengamatan berupa kecepatan aliran fluida, volume fluida dan temperatur pada fluida panas (*steam*) dan fluida dingin (udara). Data penelitian diambil saat penelitian berlangsung dimulai tanggal 11 Mei, 13 Mei, dan 14 Mei 2015 dimulai pada pukul 08.00 – 16.00 di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

### Pendekatan Desain Struktural

Dalam pembuatan alat pengering dengan media udara panas ini perlu dilakukan suatu rancang bangun dari alat yang akan dibuat. Pada gambar 1 dibawah ini dapat dilihat bentuk dari alat pengering yang dirancang.



Gambar 1. Desain alat pengering tipe *tray*

Pada Gambar 1 dapat dilihat beberapa bagian penting dari alat pengering tipe *tray* dengan media udara panas yang dirancang pada penelitian ini. Adapun untuk penjelasan lebih rinci dari alat pengering tipe *tray* dengan media udara panas adalah sebagai berikut :

#### 1. Furnace

*Furnace* adalah alat tempat terjadinya pembakaran suatu bahan bakar (padat, cair, dan gas) dimana gas hasil pembakaran tersebut dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan suatu bahan. *Furnace* memiliki struktur bangunan plat baja (*metal*) yang bagian dalamnya dilapisi oleh material tahan api, batu isolasi, dan *refractory* yang fungsinya untuk mencegah kehilangan panas serta dapat menyimpan sekaligus memantulkan panas radiasi kembali ke permukaan *tube* yang dikenal dengan "*Fire Box*" atau "*Combustion Chamber*".

#### 2. Ketel uap

Ketel uap adalah sebuah alat untuk menghasilkan uap, dimana terdiri dari dua bagian yang penting yaitu: dapur pemanasan, dimana yang menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan *boiler proper*, sebuah alat yang mengubah air menjadi uap. Uap atau fluida panas kemudian disirkulasikan dari ketel untuk berbagai proses dalam aplikasi pemanasan (Ridho Fadillah, 2015). Pada bagian ketel uap memiliki ukuran dengan kapasitas air  $\pm 40$  liter, ketel uap digunakan sebagai alat yang mengubah air menjadi uap. Uap atau *fluida* panas kemudian disirkulasikan dari ketel untuk berbagai proses dalam aplikasi pemanasan. Pada alat pengering tipe *tray* ini menggunakan ketel uap jenis pipa air. Pada ketel pipa air, air diumpankan Boiler melalui pipa-pipa masuk kedalam *drum*. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakaran membentuk steam pada daerah uap dalam drum. Ketel ini dipilih jika kebutuhan *steam* dan tekanan steam sangat tinggi (ridho fadillah, 2015).

#### 3. Kipas angin (*fan*)

Kipas angin (*fan*) adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. Kipas pendingin berfungsi untuk mengalirkan udara melewati alat *heat exchanger* agar panas yang terdapat pada dinding dan sirip-sirip pada alat *heat exchanger* dapat dilepas dengan mudah ke udara.

Dalam setiap sistem pendingin, yang menggunakan gas sebagai penghantar, kipas angin adalah unit wajib yang menciptakan aliran udara dalam sistem. Sistem ini dapat dilihat dalam kipas angin sederhana yang digunakan di rumah tangga. Ketika membutuhkan tekanan yang tinggi diperlukan *blower* yang digunakan sebagai pengganti kipas angin. Sehingga, *Fan* dapat menghasilkan aliran gas dengan sedikit tekanan dan volume gas yang lebih

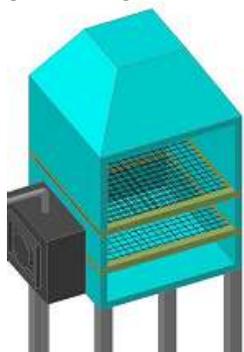
besar, sementara *blower* dapat menghasilkan rasio tekanan yang relative lebih tinggi dengan volume aliran gas yang lebih besar (M.Yusron Rahman,2011).

#### 4. *Heat exchanger*

*Heat exchanger* adalah suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari satu fluida ke fluida lainnya. Pada bagian alat *heat exchanger* menggunakan radiator. Pada radiator ini terdapat uap panas yang mengalir melalui kisi kisi pada radiator ini yang kemudian uap panas tersebut dapat menghasilkan panas pada daerah sekitar radiator tersebut. Kemudian terdapat *fan* yang berada dibelakang radiator, *fan* berfungsi untuk menghembuskan udara panas yang berasal dari radiator yang diarahkan menuju ke rak pengering. Radiator berfungsi untuk melepaskan panas air pendingin yang telah menyerap panas dari mesin ke udara melalui sirip-sirip pendingin yang ada di radiator. Banyaknya panas yang dapat dihilangkan melalui radiator tergantung pada kecepatan aliran udara, suhu udara luar, suhu air pendingin, kerapatan (density) udara, luas permukaan pendinginan, Perbandingan panjang dan diameter tabung radiator (M. Yusron Rahman, 2011).

#### 5. Rak pengering

Pada alat pengering ini menggunakan tipe rak (*tray dryer*) mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Sebagai sebuah alat pengering (*dryer*) maka pemanas harus cukup mampu menampung produk yang akan dikeringkan. Pada gambar 2 dibawah ini dapat dilihat bentuk dari rak pengering yang dirancang.



**Gambar 2. Rak Pengering Tipe Tray Dryer**

Ruang pengering didesain dengan ukuran 70,5 cmx70,5 cm dengan menggunakan 3 rak (*tray*) pengering. untuk masing-masing *tray* dapat menampung 150 buah/*tray*, jika rata-rata berat kerupuk 12 gr/buah, maka kapasitas maksimum per *tray* adalah 12 gr/buah x 150 buah, maka kapasitas maksimum per *tray* adalah 1800 gr/*tray*. Terdapat 3 buah *tray* pada ruang pengering sehingga didapatkan 1800gr/*tray* x 3 *tray*, maka kapasitas kerupuk pada ruang pengering adalah 5400 gr.

### Pendekatan Desain Fungsional

Rancang bangun alat pengering dengan menggunakan media udara sebagai sumber panas memiliki beberapa bagian yaitu *furnace* (tungku pembakaran), ketel uap, radiator, *blower*, dan ruang pengering. Pada bagian *furnace* (tungku pembakaran) memiliki ukuran panjang 40 cm dan lebar 95 cm dan material yang digunakan yaitu besi baja, *furnace* digunakan sebagai tempat pembakaran. Bahan bakar yang digunakan pada pembakaran menggunakan tempurung kelapa. Pada bagian ketel uap mempunyai kapasitas air  $\pm 40$  liter, ketel uap digunakan sebagai alat yang mengubah air menjadi uap. Uap atau *fluida* panas kemudian disirkulasikan dari ketel untuk berbagai proses dalam aplikasi pemanasan. Selanjutnya, pada bagian alat *heat exchanger* menggunakan radiator. Pada radiator terdapat uap panas yang mengalir melalui kisi kisi yang kemudian uap panas tersebut dapat menghasilkan panas pada daerah sekitar radiator tersebut. *Blower* yang berada dibelakang radiator berfungsi untuk meniupkan udara panas akan berpindah dari radiador dan kemudian udara panas akan masuk ke ruang pengering. Ruang pengering menggunakan tipe *tray dryer* yang terdiri dari 2 (dua) rak berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel yang akan dikeringkan.

### Prosedur Penelitian

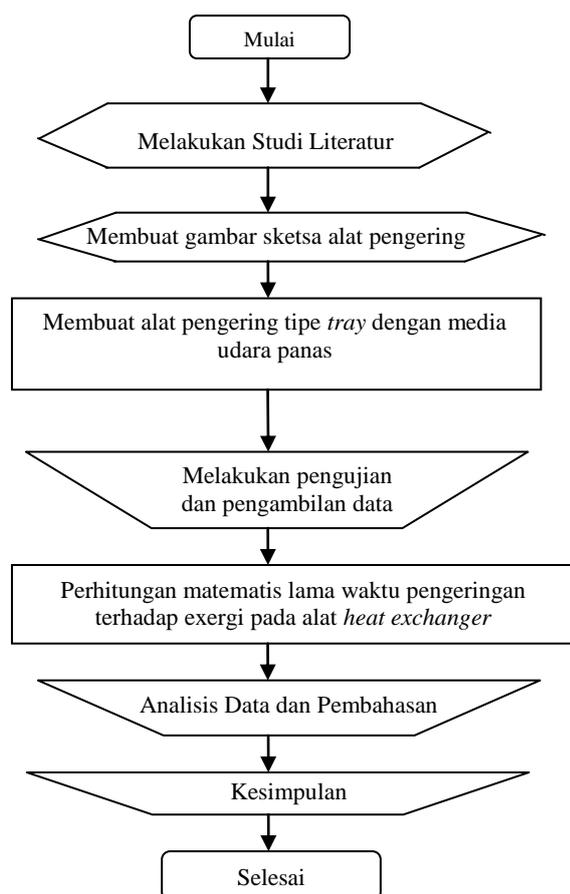
Prosedur penelitian meliputi rancang bangun alat dan pengambilan data. Adapun alat yang dibutuhkan untuk penelitian pada rancang bangun alat pengering tipe *tray* dengan media udara panas meliputi seperangkat alat pengering tipe *tray dryer*, alat ukur *termo gun* dan anemometer, sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian antara lain kerupuk sebagai bahan yang akan dikeringkan, dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar yang digunakan. Adapun prosedur penelitian dijelaskan melalui *flow diagram* pada gambar 3 berikut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Dalam penelitian pengeringan kerupuk dengan menggunakan alat pengering tipe *tray* dengan media udara panas. Udara panas berasal dari air keluaran ketel uap yang sudah menjadi *steam* mengalir masuk ke alat *heat exchanger* kemudian panas dari *steam* tersebut diserap oleh kisi-kisi alat *heat exchanger* tersebut sehingga panas yang diserap oleh kisi-kisi tersebut dihembuskan dengan menggunakan kipas (*fan*) sehingga didapatkan udara panas yang mengalir masuk ke alat pengering.

Sistem pemanasan dari alat pengering tipe *tray* ini menggunakan *furnace* dengan menggunakan bahan bakar biomassa yaitu tempurung kelapa. Tempurung kelapa dimasukkan ke dalam *furnace* dan kemudian mengisi air di dalam ketel uap. Setelah itu dilakukan proses pemanasan yang menghasilkan *steam* keluaran ketel uap pada temperatur 100°C.



**Gambar 3. Diagram alir penelitian**

Kemudian *steam* tersebut mengalir masuk ke alat *heat exchanger*, yang kemudian panas dari *steam* tersebut diserap oleh kisi kisi pada alat *heat exchanger*. Panas yang diserap oleh kisi-kisi tersebut dihembuskan dengan kipas sehingga dihasilkan udara panas yang akan mengalir masuk ke dalam ruang pengering. Suhu udara panas yang masuk ke dalam ruang pengering ini berkisar antara 50°C s/d 70°C. Air keluaran dari alat *heat exchanger* kembali mengalir masuk ke ketel uap untuk dilakukan proses pemanasan.

Proses pengeringan ini bertujuan untuk mendapatkan kerupuk yang memiliki kadar air kurang lebih 11%. Proses pengeringan ini menggunakan waktu selama 6 jam, 6,5 jam, dan 7 jam. Dengan laju alir air keluar *heat exchanger* yaitu 40 ml/menit dan kecepatan udara masuk pengering konstan yaitu 1,1m/sekon.

### Pembahasan

Exergi merupakan potensi penggunaan energi. Exergi dapat diartikan sebagai potensi kerja maksimum dalam bentuk materi atau energi yang berinteraksi dengan lingkungannya. Terdapat 2 aliran exergi pada alat *heat exchanger* yaitu aliran fluida pemanas (*steam*) dan aliran fluida pendingin (udara) dengan lama waktu pengeringan 6 jam, 6,5 jam, dan

7 jam. Dari hasil perhitungan pada waktu pengeringan 6 jam didapatkan perubahan exergi pada aliran panas (*steam*) sebesar 6352,914 kJ dan perubahan exergi pada aliran pendingin (udara) sebesar 135,099 kJ. Untuk waktu pengeringan selama 6,5 jam didapatkan perubahan exergi pada aliran panas (*steam*) sebesar 6839,633 kJ dan perubahan exergi pada aliran pendingin (udara) sebesar 241,001 kJ. Untuk waktu pengeringan 7 jam didapatkan perubahan exergi pada aliran panas sebesar 7508,807 kJ dan perubahan exergi pada aliran pendingin (udara) sebesar 291,595 kJ. Sehingga dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengeringan maka semakin besar perubahan exergi pada aliran fluida pemanas, dan semakin lama waktu pengeringan maka semakin besar pula perubahan exergi pada aliran fluida pendingin, hal ini disebabkan banyaknya panas yang hilang pada ketel uap (Dyos Santoso,2009).

Dari hasil perhitungan (Atika), panas yang hilang pada waktu pengeringan 6 jam sebesar 264.054,80 KJ, sedangkan untuk 6,5 jam sebesar 305.567,54 KJ dan untuk 7 jam sebesar 437.876,87 KJ. Sehingga semakin banyak panas yang hilang pada ketel uap maka semakin berpengaruh pada panas yang akan sampai pada ruang pengering. Sedangkan semakin besar perubahan exergi pemanas (*steam*) dan perubahan exergi pendingin (udara) maka semakin menurun kadar air kerupuk. Hal ini disebabkan banyaknya kadar air pada kerupuk yang teruapkan sehingga menyebabkan kadar air pada kerupuk semakin menurun.

Pengaruh perubahan exergi pada fluida pemanas (*steam*) dan perubahan exergi fluida pendingin (udara) terhadap kadar air kerupuk dengan waktu pengeringan selama 6 jam menghasilkan kadar air kerupuk sebesar 12,20%, lama waktu pengeringan selama 6,5 jam menghasilkan kadar air kerupuk sebesar 11,64% dan lama waktu pengeringan selama 7 jam menghasilkan kadar air kerupuk sebesar 11,29%. Kadar air kerupuk dalam kondisi kering sudah sesuai standar mutu nasional SNI 2713.1:2009 berkisar 11 – 12 %.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada perubahan exergi terhadap lama waktu pengeringan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka perubahan exergi pada fluida pemanas (*steam*) semakin besar, dan begitu juga pada perubahan exergi pada fluida pendingin (udara) yang disebabkan banyaknya panas yang hilang pada ketel uap. Semakin besar perubahan exergi maka kadar air kerupuk semakin menurun hal ini dikarenakan banyaknya kadar air yang teruapkan pada kerupuk sehingga kadar air kerupuk sudah sesuai dengan standar mutu nasional SNI 2731.1:2009 berkisar 11-12%.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ari. 2007. *Prototype Pengeringan Energy Surya*. [www. Academi.edu.ac.id](http://www.Academi.edu.ac.id) diakses tanggal 20 Februari 2015.
- Atika Oktavianti. 2015. Rancang bangun alat pengering tipe *tray*. Polstri. Palembang.
- Darwin Sitompul. 1977. Prinsip – Prinsip Konversi Energi (terjemahan ). Jakarta. Airlangga.
- Dios Santoso. 2009. *Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap*. Palembang.
- Frank Kreith. 1986. Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas. Ed 3<sup>th</sup>: Jakarta.
- Jiunkpie. 2010. Pengering Tenaga Surya. Jakarta. Universitas Kristen Indonesia diakses tanggal 28 Februari 2015.
- Muarif. 2013. Rancang Bangun Alat Pengering. Polstri. Palembang.
- M. Yusron Rahman. 2011. Kendaraan Ringan. Skripta Media *Creative*: Yogyakarta.
- Ridho Fadillah, 2015. Alat Pengering. Yogyakarta. ([www.academia.edu.ac.id](http://www.academia.edu.ac.id)). diakses 18 Mei 2015.
- Soemarno .2005. Alat Pengering. Yogyakarta. ([www.academi.edu.ac.id](http://www.academi.edu.ac.id)) diakses tanggal 20 Mei 2015.
- Sutini Pujiastuti Lestari. 2011. Modul Termodinamika Teknik I dan II. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Unari Taib. 2008. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian: Yogyakarta.