

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN *FLUIDIZED BED DRYER* UNTUK PENGERINGAN
BENIH PERTANIAN SECARA SEMI *BATCH***



Disusun Oleh:

IRMA INDRIANI	I 8306003
NUR HANIFAH NOVI S.T	I 8306028
AJI HENDRA SAROSA	I 8306038
KHILYATIN NURUL 'AINI	I 8306067

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2009**

ABSTRACT

Melon seed is one of agriculture seed product, it is have the high economic cost. Now, the phenomenon in the villager community is they was drainage the agriculture seed by sunrise energy by spread it in yard or in the rack for drying. This method have any weakness, beside depend for the weather it can made the seed be easy to contaminated, have a difficult control, need a large place and this method also need along time to do. Drainage is the method to out or disappear a part of water from the materials with dryer media, till the Equilibrium Moisture Content (EMC) with normal atmosphere condition or the equilibrium moisture which equal with water activity can be safe from the microbiology, enzyme, and chemical damage. The purpose of Fluidized Bed Dryer (FBD) drainage is for dry the agriculture seed to get the equal equilibrium moisture with a short time drainage process.

Fluidized Bed Dryer (FBD) is a dryer with fluidization principle. The principle of this drainage machine is blow up the warm air by the blower pass trough the tract above of dryer vessel who pierce material spread out area in order that this materials can be move and have a fluid characteristic.

A wet melon seed with 46,21 % of equilibrium moisture and 75 °C of temperature can get 3,80 % of equilibrium moisture, by Fluidized Bed Dryer (FBD) drainage in 75 minutes of optimum time. At the time in 65°C of temperature and 90 minutes of optimum time can get 5,18 % of equilibrium moisture. And for 55 °C of temperature and 120 minutes of optimum time we can get 3,65 % of equilibrium moisture.

From the experiment, for 80 gram seed with 43,05 % of equilibrium moisture, 75 minutes of optimum drainage time, in 75 °C of temperature we can get 3,80 % of equilibrium moisture. And to get a good seed for growth its need at about 11-14 %.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan anugerahNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Laporan ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Diploma Tiga Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan data-data yang diambil sebagai hasil percobaan.

Penyusun menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga dapat menyelesaikan laporan ini :

1. Ibu Dwi Ardiana Setyawardani, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Diploma III Teknik Kimia UNS dan juga selaku dosen pembimbing laporan tugas akhir.
2. Bapak dan ibu yang telah memberikan dorongan kepada kami.
3. Semua pihak yang telah membantu atas tersusunnya laporan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penyusun berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan dan pembaca yang memerlukan.

Surakarta, Agustus 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iv
Daftar isi.....	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vii
Intisari	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	2
C. Tujuan.....	2
D. Manfaat	2
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	3
BAB III METODOLOGI	
A. Perhitungan Perancangan Alat	13
B. Gambar Alat	18
C. Dimensi Alat.....	23
D. Cara Kerja.....	23
E. Lokasi Pembuatan Alat dan Penelitian.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil dan pembahasan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran.....	30
Daftar Pustaka.....	ix
Lampiran	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Fenomena yang terjadi pada kebanyakan masyarakat pedesaan melakukan pengeringan bibit/benih hasil pertanian dengan menggunakan energi dari sinar matahari dan dihamparkan di halaman atau penjemuran. Dengan mengingat bahwa Indonesia mempunyai iklim tropis, maka matahari tidak selamanya menampilkan sinarnya. Sinar matahari biasanya digunakan untuk pengeringan. Selain tergantung cuaca, pengeringan dengan cara penjemuran mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya adalah mudah terkontaminasi, sukar dikontrol, memerlukan tempat yang luas, dan memerlukan waktu yang lama. Sehingga tak jarang, para petani sering mengeluh karena hasil panennya rusak gara-gara kurang dijemur.

Seiring dengan berkembangnya pemikiran manusia, maka bermunculan pengeringan dengan menggunakan alat mekanis atau pengeringan buatan yang menggunakan panas untuk mengatasi kekurangan-kekurangan pengeringan dengan penjemuran. Pengeringan mekanis ini memerlukan energi untuk memanaskan bahan, menguapkan air bahan serta menggerakkan udara.

Pengering sistem fluidisasi (*fluidized bed dryer*, FBD) adalah pengering yang menggunakan prinsip fluidisasi. Prinsip kerja mesin pengering sistem fluidisasi adalah penghambusan udara panas oleh kipas peniup (*blower*) melalui suatu saluran ke atas bak pengering.

Udara merupakan salah satu komponen yang penting di dalam proses pengeringan bahan pertanian. Pada proses pengeringan secara mekanik, udara membawa kalor ke dalam ruang pengering untuk menguapkan air yang terkandung di dalam bahan pertanian, kemudian membawa uap air tersebut ke luar dari ruang pengering.

B. PERUMUSAN MASALAH

Pengeringan biji-bijian dengan menggunakan alat pengering belum lazim digunakan. Kalaupun ada, masih sangat terbatas penggunaannya. Sebagaimana dikemukakan sebelumnya bahwa penggunaan alat pengering buatan adalah untuk menghindari kelemahan-kelemahan yang diakibatkan oleh metode pengeringan alami (penjemuran).

Pada dasarnya, metode pengeringan buatan dilakukan melalui pemberian panas yang relatif konstan terhadap bahan pangan atau biji-bijian, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat dengan hasil yang maksimal.

C. TUJUAN

Membuat alat Pengering *Fluidized Bed Dryer* untuk mengeringkan benih pertanian.

D. MANFAAT

1. Bagi mahasiswa

- Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama kuliah dalam kehidupan sehari – hari.
- Meningkatkan kreativitas dalam pengembangan teknologi.

2. Bagi masyarakat

Diharapkan alat ini dapat bermanfaat bagi masyarakat sebagai teknologi pengeringan alternatif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari bahan dengan menggunakan media pengering, sampai tingkat kadar air kesetimbangan dengan kondisi udara luar (atmosfer) normal atau tingkat kadar air yang setara dengan aktifitas air yang aman dari kerusakan mikrobiologi, enzimatik dan kimiawi (Henderson dan Perry, 1976).

Pengeringan terhadap benih merupakan suatu cara untuk mengurangi kandungan air di dalam benih dengan tujuan agar benih dapat disimpan lama. Sedangkan syarat pengeringan benih adalah evaporasi uap air dari permukaan benih ke udara harus diikuti perpindahan uap air dari bagian dalam ke permukaan benihnya.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk mengendalikan proses Pengeringan adalah mengetahui keberadaan molekul air dalam produk bahan yang akan dikeringkan. Ada 2 tipe keberadaan molekul air di dalam suatu produk. Tipe pertama, molekul air terikat atau disebut dengan "*bound water*" bisa berada pada pipa-pipa kapiler, atau terserap pada permukaan, atau berada di dalam suatu sel atau dinding-dinding serat atau dalam kombinasi fisik atau kimia dengan bahan padat. Tipe kedua, air bebas tidak terikat, biasanya berada pada celah-celah di dalam bahan padat.

Mekanisme pengendalian proses Pengeringan bergantung pada struktur bahan beserta parameter pengeringan: kadar air, dimensi bahan, suhu medium pemanas, berbagai laju perpindahan pada permukaan dan kesetimbangan kadar air. Kesetimbangan kadar air ini bergantung pada sifat alami bahan padat yang dikeringkan dan kondisi udara pengering. Oleh karenanya mekanisme Pengeringan dapat dibagi dalam 3 kategori. Pertama, penguapan dari suatu permukaan bebas. Operasi ini mengikuti hukum pindah panas dan pindah massa yang berlaku pada suatu objek basah. Kedua, aliran bahan cair dalam pipa-pipa kapiler, dan yang ketiga difusi bahan cair atau uap air. Kemampuan udara

pengering memindahkan air dari produk yang dikeringkan bergantung pada suhu dan jumlah uap air yang berada atau dikandung oleh udara tersebut atau dikenal dengan istilah kelembaban mutlak udara (*absolute humidity*).

Proses pengeringan dipengaruhi oleh *driving force* yaitu perbedaan konsentrasi antara kandungan air di dalam bahan yang dikeringkan dengan kandungan air dalam udara yang digunakan untuk proses pengeringan tersebut.

Proses pengeringan melibatkan mode pindah panas konduksi, pindah panas konveksi, dan atau radiasi. Pada sistem pengering konduksi, medium pemanas yang digunakan biasanya uap panas dan terpisah dari bahan padat yang akan dikeringkan, contohnya *drum dryer*, yang kadangkala dikombinasikan dengan sistem vakum. Pada sistem pengering tipe konveksi, medium pemanas yang dipakai biasanya udara dan udara pemanas ini kontak langsung dengan bahan padat yang dikeringkan, terjadi difusi uap air dari dan di dalam bahan padat. Contoh pengering tipe konveksi ini misalnya, pengering oven, pengering semprot (*spray dryer*), *fluidized bed dryer*, *rotary dryer*. Pengering tipe radiasi memakai sumber panas dari *radiant energy*, misalnya alat pengering yang menggunakan energi microwave untuk mengeringkan produk.

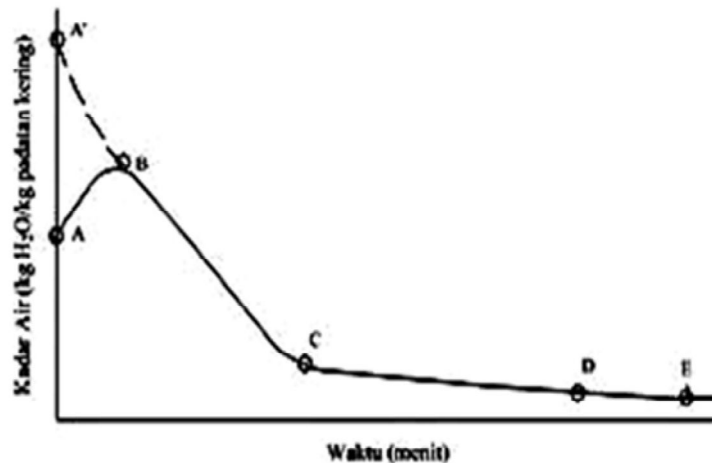
Arkema (1992) mengemukakan bahwa pengeringan bahan hasil pertanian dengan menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45 °C sampai 75 °C. Pengeringan pada suhu di bawah 45 °C mikroba dan jamur yang dapat merusak produk masih hidup, sehingga daya awet dan mutu produk rendah. Namun, pada suhu udara pengering di atas 75 °C menyebabkan struktur kimiawi dan fisik produk rusak, karena perpindahan panas dan massa air berdampak terhadap perubahan struktur sel.

Waktu pengeringan optimum adalah waktu di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan. Suhu optimum pengeringan adalah suhu yang diperoleh saat waktu pengeringan paling singkat. .

Proses pengeringan dapat dibagi menjadi dua periode yaitu periode laju pengeringan tetap dan periode laju pengeringan menurun. Periode laju pengeringan tetap akan terjadi pada sejumlah massa bahan yang mengandung

banyak air sehingga membentuk lapisan air yang selanjutnya akan mengering dari permukaannya. Laju pengeringan tetap akan berhenti pada saat air bebas di permukaan habis dan laju pengurangan kadar air akan berkurang secara progresif. Kadar air pada saat laju pengeringan tetap berhenti disebut kadar air kritis.

Pada periode laju pengeringan menurun, air yang diuapkan dari permukaan bahan lebih besar daripada perpindahan air dari dalam bahan ke permukaan bahan. Proses pengeringan pada laju pengeringan menurun terjadi dua proses yaitu pergerakan kadar air dari dalam bahan ke permukaan bahan secara difusi dan perpindahan kadar air dari permukaan bahan ke udara bebas. Pola penurunan kadar air selama pengeringan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kurva Pengeringan yang Menyatakan Hubungan antara Kadar Air Bahan dengan Lama Waktu Pengeringan

Sumber : Hall (1980)

1. Tahap A – B, tahap ini merupakan periode pemanasan (*warming up period*), terjadi selama kondisi permukaan bahan menuju keseimbangan dengan udara pengering. Pada periode ini tidak banyak terjadi perubahan kadar air dari bahan yang akan dikeringkan.
2. Tahap B – C, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan tetap (*constant rate period*). Selama periode ini permukaan bahan tetap jenuh dengan air karena pergerakan air dalam bahan menuju permukaan seimbang dengan penguapan air dari permukaan bahan.

3. Titik C adalah titik kadar air kritis (*critical moisture content*). Titik kadar air terendah di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan.
4. Tahap C – E, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan menurun (*falling rate period*), periode ini terdiri dari dua bagian yaitu periode laju pengeringan menurun pertama (*first falling rate period*) dan periode laju pengeringan menurun kedua (*second falling rate period*). Di dalam periode laju pengeringan menurun terdapat dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan penguapan air dari permukaan bahan.

Untuk menentukan laju pengeringan menggunakan persamaan berikut :

$$N = \frac{-L_s dx}{A d\theta} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

Ls = Berat bahan kering (gram)

A = Luas permukaan (cm²)

x = Moisture content dry basis

θ = Waktu pengeringan

Broker dkk (1992) mengemukakan bahwa tekanan statik aliran udara pengeing yang melalui tumpukan biji-bijian tergantung pada :

1. Kecepatan aliran udara pengering
2. Karakteristik bentuk dan permukaan biji-bijian
3. Ukuran dan konfigurasi ruang antar biji-bijian
4. Variasi ukuran biji-bijian
5. Presentase lubang lantai ruang pengering
6. Panjang pipa saluran udara pengering

Pengeringan hampan terfluidisasi (*Fluidized Bed Drying*) adalah proses pengeringan dengan memanfaatkan aliran udara panas dengan kecepatan tertentu yang dilewatkan menembus hampan bahan sehingga hampan bahan tersebut memiliki sifat seperti fluida.

Metode pengeringan fluidisasi digunakan untuk mempercepat proses pengeringan dan mempertahankan mutu bahan kering. Pengeringan ini banyak

digunakan untuk pengeringan bahan berbentuk partikel atau butiran, baik untuk industri kimia, pangan, keramik, farmasi, pertanian, polimer dan limbah. Proses pengeringan dipercepat dengan cara meningkatkan kecepatan aliran udara panas sampai bahan terfluidisasi. Dalam kondisi ini terjadi penghambusan bahan sehingga memperbesar luas kontak pengeringan, peningkatan koefisien perpindahan kalor konveksi, dan peningkatan laju difusi uap air.

Kecepatan minimum fluidisasi adalah tingkat kecepatan aliran udara terendah dimana bahan yang dikeringkan masih dapat terfluidisasi dengan baik, sedangkan kecepatan udara maksimum adalah tingkat kecepatan tertinggi dimana pada tingkat kecepatan ini bahan terhembus ke luar ruang pengering.

Fluidisasi tercapai apabila kecepatan aliran udara lebih besar dari kecepatan minimum fluidisasi. Selama proses pengeringan apabila kecepatan aliran udara ditingkatkan, tekanan statik udara pengering meningkat dan bahan yang dikeringkan akan terangkat sampai ketinggian tertentu dan menyebabkan bahan terfluidisasi. Pada kondisi ini bahan teraduk secara merata dan bantalan udara yang menyangga bahan pada ketinggian tertentu disebut dalam keadaan fluidisasi minimum.

Jika batas fluidisasi minimum terlampaui maka akan terbentuk bantalan gelembung udara yang mengakibatkan terjadinya letupan-letupan udara pada permukaan lapisan, hal ini terjadi terus menerus.

1. Kelembaban udara

Komponen yang paling banyak di dalam udara adalah oksigen, nitrogen, dan uap air. Oksigen dan nitrogen tidak mempengaruhi kelembaban udara, sedangkan kandungan uap air sangat berpengaruh terhadap kelembaban udara. Udara yang kurang mengandung uap air disebut udara kering, sedangkan udara yang mengandung banyak uap air disebut udara lembab. Setiap unsur di dalam udara, termasuk uap air, mempengaruhi tekanan udara. Pada suatu nilai tekanan udara tertentu, tekanan maksimum uap air yang dapat dicapai dinamakan tekanan jenuh. Jika tekanan melebihi tekanan jenuh akan menyebabkan uap air kembali membentuk titisan air. Seandainya suhu dinaikkan, tekanan jenuh juga akan turun

meningkat. Oleh karena itu kita dapat mendefinisikan tekanan jenuh sebagai tekanan uap air di atas permukaan air mendidih dalam suatu ketel tertutup tanpa udara.

Kelembaban adalah suatu istilah yang berkenaan dengan kandungan air di dalam udara. Udara dikatakan mempunyai kelembaban yang tinggi apabila uap air yang dikandungnya tinggi, begitu juga sebaliknya. Secara matematis, kelembaban dihubungkan sebagai rasio berat uap air di dalam suatu volume udara dibandingkan dengan berat udara kering (udara tanpa uap air) di dalam volume yang sama.

Suhu bola basah (*T wet*) ditentukan dengan menggunakan termometer yang dibalut dengan kain basah yang diletakkan dalam suatu ruangan. Sedangkan untuk menentukan suhu bola kering (*T dry*) menggunakan termometer yang dibiarkan kering (tanpa kain basah).

Kelembaban udara diukur berdasarkan suhu bola basah dan suhu bola kering dengan menggunakan grafik psikrometrik. Grafik ini digunakan untuk menunjukkan sifat campuran uap air dan udara.

2. Kadar air bahan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*).

Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya dilakukan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Dalam perhitungan ini berlaku rumus sebagai berikut :

$$MC_{w.b} = \frac{W_a}{W_b} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

MC_{wb} : Kadar air bahan basah (*wet basis*)

W_a : Berat bahan basah – berat bahan kering

Wb : Berat bahan basah

Untuk menentukan bobot kering suatu bahan, penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung. Untuk itu dilakukan dengan menggunakan suhu 105 °C minimal selama dua jam. Untuk memperoleh kadar air basis kering dapat menggunakan rumus :

$$MC_{db} = \frac{100 MC_{wb}}{100 - MC_{wb}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

MC_{db} : Kadar air basis kering (*dry basis*)

MC_{wb} : Kadar air basis basah (*wet basis*)

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses yaitu :

- a. Proses perpindahan panas, yaitu proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke gas.
- b. Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Untuk menghitung panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air :

$$Q = m.C_p.dT \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Q = m.L \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Q : panas penguapan (kJ)

m : massa (kg)

C_p : kalor jenis (kJ/kg°C)

T : temperature (°C)

L : kalor laten (kJ/kg)

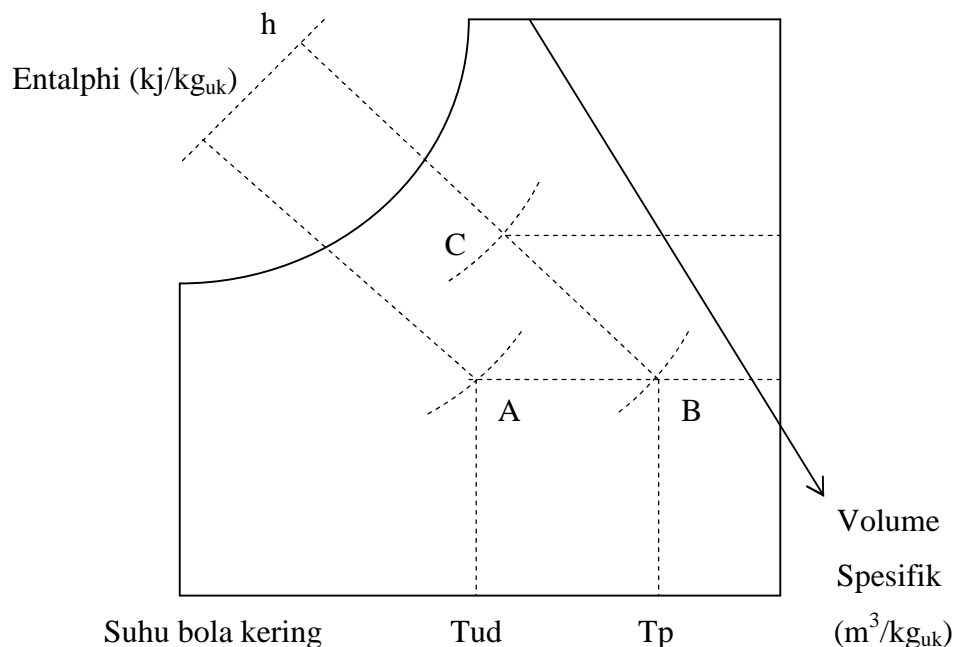
Persamaan 2.4 digunakan untuk menghitung panas karena perubahan suhu. Sedangkan persamaan 2.5 untuk menghitung panas yang menyertai perubahan fase.

Proses perpindahan kalor terjadi karena suhu bahan lebih rendah daripada suhu udara pengering yang dialirkan di sekelilingnya. Udara panas yang dialirkan ini akan meningkatkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air bahan

menjadi lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan massa uap air dari bahan ke udara.

Apabila tekanan parsial uap air dalam bahan ternyata lebih besar daripada tekanan parsial udara sekitarnya, maka uap air akan mengalir dari dalam bahan. Sebaliknya, apabila tekanan parsial uap air di luar bahan lebih tinggi, maka uap air akan mengalir masuk ke dalam bahan. Dan apabila tekanan parsial uap air di dalam bahan sama besarnya dengan tekanan parsial uap di luar bahan maka dalam keadaan demikian tidak akan terjadi pergerakan uap air serta dalam keadaan demikian ini terjadi “*moisture equilibrium content*” atau kadar air yang seimbang.

Pada saat berlangsungnya proses pengeringan, laju perpindahan kalor dapat dihubungkan dengan laju perpindahan massa uap air ke udara. Proses pengeringan tidak dapat berlangsung dalam suatu waktu sekaligus, namun diperlukan adanya waktu istirahat (*tempering time*), yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seluruh air di dalam bahan untuk mencapai keseimbangannya.



Gambar 2.2 Proses pengeringan pada kurva psikrometrik

Keterangan :

A – B : proses pemanasan udara

B – C : proses pengeringan udara

Tud : suhu udara

Tp : suhu udara pengering

Uk : udara kering

Proses secara umum dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

1. Batch : umpan dimasukkan sebelum proses, selama proses berlangsung tidak ada masukan dan keluaran.
2. Kontinyu : selama proses berlangsung terdapat masukan dan keluaran yang berlangsung secara terus menerus.
3. Semi batch : gabungan antara kedua proses di atas.

Fluidized bed adalah keadaan dimana tumpukan bahan padat dapat bergerak karena adanya aliran udara yang dilewatkan pada tumpukan tersebut sehingga bahan tersebut memiliki sifat seperti fluida. Sedangkan "bed" sendiri berarti tumpukan bahan.

Perbedaan ρ bahan dan ρ *bulk density* :

- a) Berat Jenis (*Specific Density*). Diukur dengan menggunakan prinsip Hukum Archimides, yaitu suatu benda di dalam fluida, baik sebagian ataupun seluruhnya akan memperoleh gaya Archimides sebesar fluida yang dipindahkan ke atasnya.

$$BJ = \frac{\text{Bobot bahan (g)}}{\text{Perubahan volume aquades (ml)}}$$

- b) Kerapatan Tumpukan (*Bulk Density*). Adapun perhitungan kerapatan tumpukan adalah dengan cara membagi berat bahan dengan volume ruang yang ditempati.

$$BJ = \frac{\text{Bobot bahan (g)}}{\text{volume ruang yang ditempati (m}^3\text{)}}$$

3. Kelebihan dan Kekurangan *Fluidized Bed Dryer*

Kelebihan

1. Aliran bahan yang menyerupai fluida mengakibatkan bahan bergerak sehingga otomatis memudahkan operasinya.
2. Pencampuran atau pengadukan bahan menyebabkan kondisi bahan hampir mendekati isothermal.
3. Pengering tipe fluidisasi cocok untuk skala besar.
4. Laju perpindahan kalor dan laju perpindahan massa uap air antara udara pengering dan bahan sangat tinggi dibandingkan dengan pengering metode kontak yang lain.

Kekurangan

1. Membutuhkan energi listrik yang besar disebabkan kecepatan udara yang tinggi.
2. Terjadi fluidisasi heterogen, yaitu partikel-partikel padat tidak terpisah secara sempurna.

BAB III METODOLOGI

A. Perhitungan Perancangan Alat

- a. Menentukan berat jenis bahan

untuk menentukan ρ bahan, dengan melakukan percobaan berdasarkan prinsip Hukum Archimides :

Percobaan 1 : $m = 15 \text{ gr}$

$$v = 13 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga, } \rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{15 \text{ gr}}{13 \text{ ml}} = 1,1538 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

Percobaan 2 : $m = 12 \text{ gr}$

$$v = 11 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga, } \rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{12 \text{ gr}}{11 \text{ ml}} = 1,0909 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, } \rho \text{ bahan } (\rho \text{ rata-rata}) &= 1,1224 \text{ gr/ml} \\ &= 1122,4 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- b. Menentukan tinggi kolom

basis kapasitas 6 kg (untuk 20% $v_{\text{total ruang}}$)

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{6 \text{ kg}}{1122,4 \text{ kg / m}^3} \\ &= 0,005346 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$0,005346 = 20 \% \times V_{\text{total ruangan}} \dots\dots\dots(\text{tabel 4-10, Ulrich, 1984})$$

$$V_{\text{totalruangan}} = \frac{0,005346m^3}{0,20}$$

$$= 0,02673 m^3$$

$$\text{volume} = \pi r^2 t$$

$$0,02673 m^3 = \pi \cdot (0,15m)^2 \cdot t$$

$$t = 0,378 m$$

$$t = 37,8 cm$$

$$\approx 40 cm$$

c. Penentuan Blower

1. Menentukan kecepatan minimum fluidisasi

$$\rho_{\text{partikel}} (\rho_p) = 1122,4 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Diameter partikel } (d_p) = 4 \text{ mm} = 0,004 \text{ m}$$

$$\text{Viskositas udara } (\mu) = 2,066 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m.s}$$

$$\rho_{\text{udara}} (\rho_g) = 1,005176 \text{ kg/m}^3$$

- Bilangan archimedes

$$Ar = g \cdot (d_p)^3 \cdot (\rho_g) \cdot (\rho_p - \rho_g) / (\mu)^2$$

$$= 9,8 \cdot (0,004)^3 \cdot 1,005176 \cdot (1122,4 - 1,005176) / (2,066 \cdot 10^{-5})^2$$

$$= 1656464,108$$

- Fluidisasi minimum menurut Babu & Shah (1978) :

$$U_{mf} = \frac{\mu [(25,25)^2 + 0,0651 \cdot Ar]^{1/2} - 25,25}{d_p \cdot \rho_g}$$

$$= \frac{2,066 \cdot 10^{-5} \{ [(25,25)^2 + 0,0651 \cdot 1656464,108]^{1/2} - 25,25 \}}{0,004 \cdot 1,005176}$$

$$= 1,56 \text{ m/s}$$

Dari percobaan menggunakan anemometer, diperoleh untuk kecepatan

3600 rpm = 13,1 m/s, sehingga:

Kecepatan blower yang digunakan untuk dapat terfluidisasi minimal :

$$= 1,56 \text{ m/s} \times \frac{3600 \text{ rpm}}{13,1 \text{ m/s}}$$

$$= 428,70 \text{ rpm}$$

d. Menghitung efisiensi (η) alat yang digunakan untuk mengeringkan bahan

d.1. Menghitung panas yang digunakan untuk mengeringkan bahan

$$m : 0,03139 \text{ kg}$$

$$T \text{ awal (wb)} : 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T \text{ akhir (wb)} : 73 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{air}} (T \text{ kamar}): 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$L : 2382,7 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{mengeringkan bahan}} = m C_{p\text{air}} \Delta T + m L$$

$$= \frac{0,03139 \text{ kg}}{75 \text{ menit} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ menit}}} \cdot 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (73-33) \text{ }^\circ\text{C} + \frac{0,03139 \text{ kg}}{75 \text{ menit} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ menit}}} \cdot 2382,7 \text{ kJ/kg}$$

$$= 1,172 \times 10^{-3} \text{ kJ/s} + 16,62 \times 10^{-3} \text{ kJ/s}$$

$$= 17,792 \times 10^{-3} \text{ kJ/s}$$

$$= 0,01779 \text{ kJ/s}$$

d.2. Menghitung panas biji melon

$$m : 0,04708 \text{ kg}$$

$$T \text{ awal (wb)} : 33 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T \text{ akhir (wb)} : 73 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_{p \text{ biji melon}} : 2,01 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \text{ (pendekatan dari } C_p \text{ berbagai jenis benih pertanian, Arkema, 1992)}$$

$$Q_{\text{biji melon}} = m \cdot C_{p \text{ biji melon}} \cdot \Delta T$$

$$= \frac{0,04708 \text{ kg}}{75 \text{ menit} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ menit}}} \cdot 2,01 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (73-33) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 0,0008412 \text{ kJ/s}$$

d.3. Menghitung debit udara panas

Dari percobaan menggunakan anemometer untuk kecepatan 3600 rpm diperoleh kecepatan 13,1 m/s.

$$Q = v \cdot A$$

$$= 13,1m / s \cdot \pi \cdot (0,0381m)^2$$

$$= 0,05971 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit udara panas 0,05971 m³/s

d.4. Menghitung panas udara

$$\rho_{udara} (T = 30^\circ\text{C}) : 1,1661 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$C_p \text{ udara } (T = 30^\circ\text{C}) : 1,0061 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_{udara} = \rho_{udara} \cdot V \cdot C_p$$

$$= 1,1661 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 0,05971 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,0061 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$= 0,070052 \text{ kJ/s}$$

d.5. Menghitung panas yang terpakai

$$Q_{terpakai} = Q_{\text{untuk mengeringkan bahan}} + Q_{\text{biji melon}} + Q_{\text{udara}}$$

$$= 0,01779 \text{ kJ/s} + 0,0008412 \text{ kJ/s} + 0,070052 \text{ kJ/s}$$

$$= 0,088683 \text{ kJ/s}$$

$$= 88,683 \text{ J/s}$$

$$= 88,683 \text{ Watt} = 0,088683 \text{ KW} \times 75 \text{ menit} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$= 0,11085 \text{ KWh}$$

d.6. Panas yang tersedia

$$\text{Panas tersedia} = \text{daya heater} + \text{daya blower}$$

$$= 300 \text{ watt} + 360 \text{ watt}$$

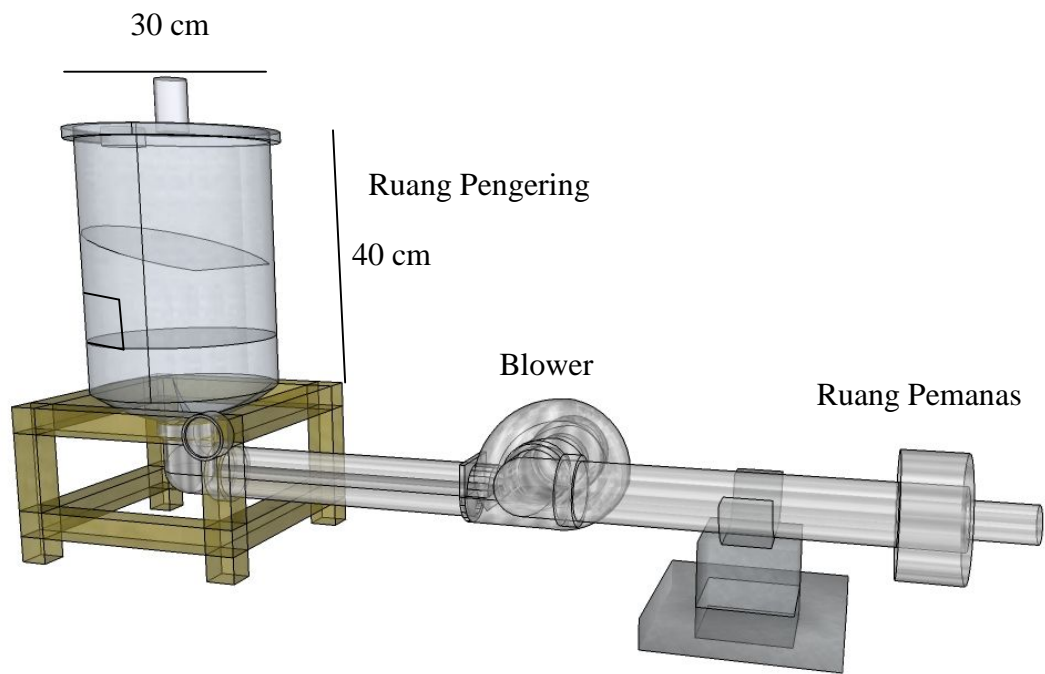
$$= 660 \text{ watt} = 0,66 \text{ KW} \times 75 \text{ menit} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$= 0,825 \text{ KWh}$$

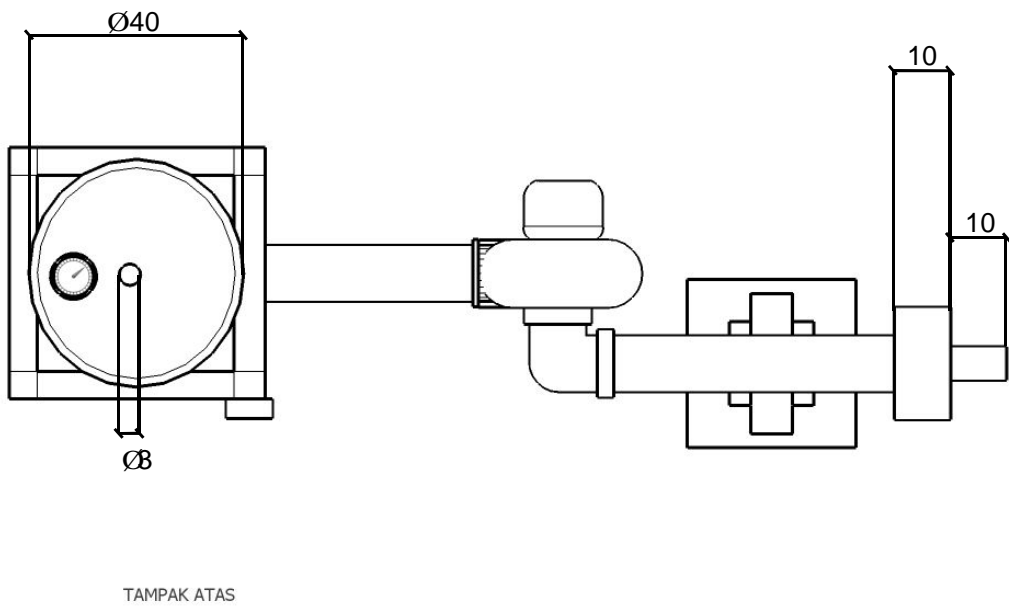
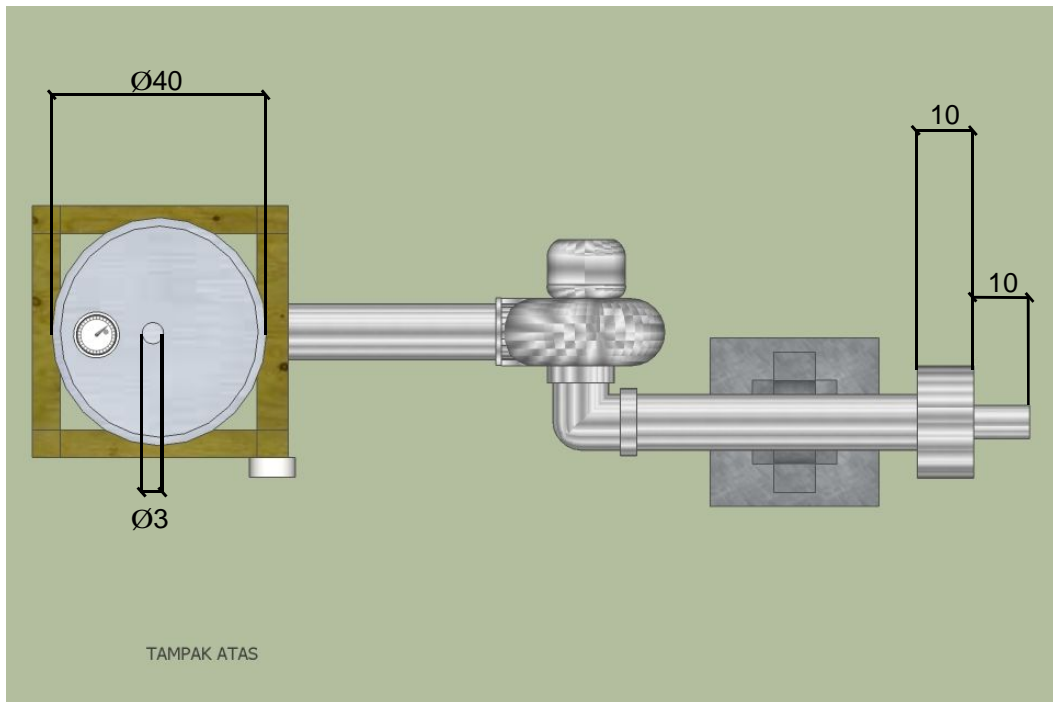
d.7. Menghitung efisiensi (η) alat

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{Q \text{ terpakai}}{Q \text{ tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{0,11085 \text{ KWh}}{0,825 \text{ KWh}} \times 100\% \\ &= 13,44 \%\end{aligned}$$

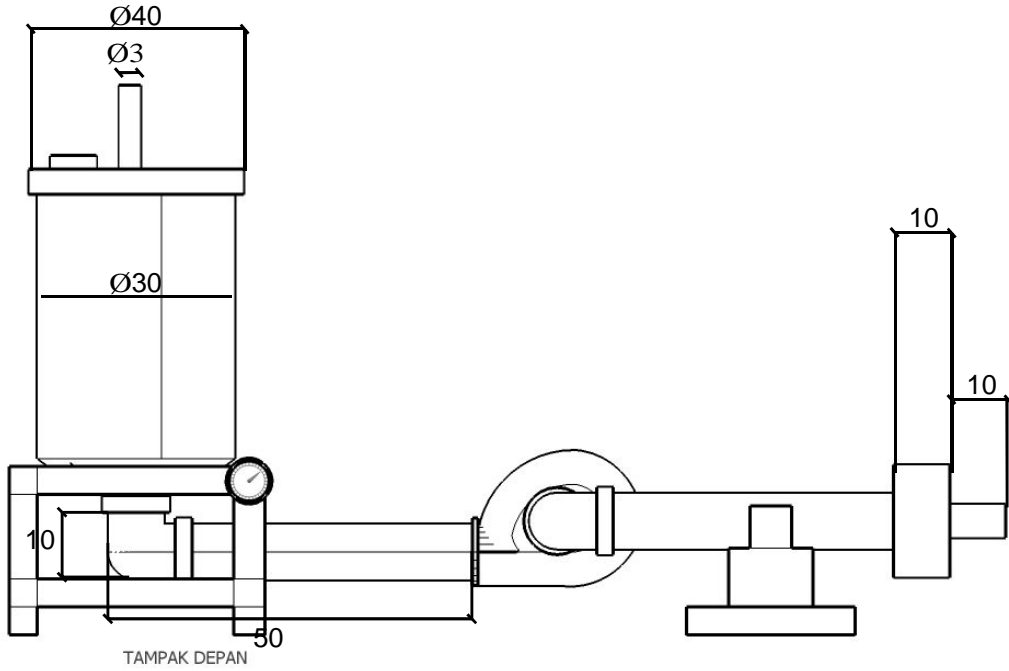
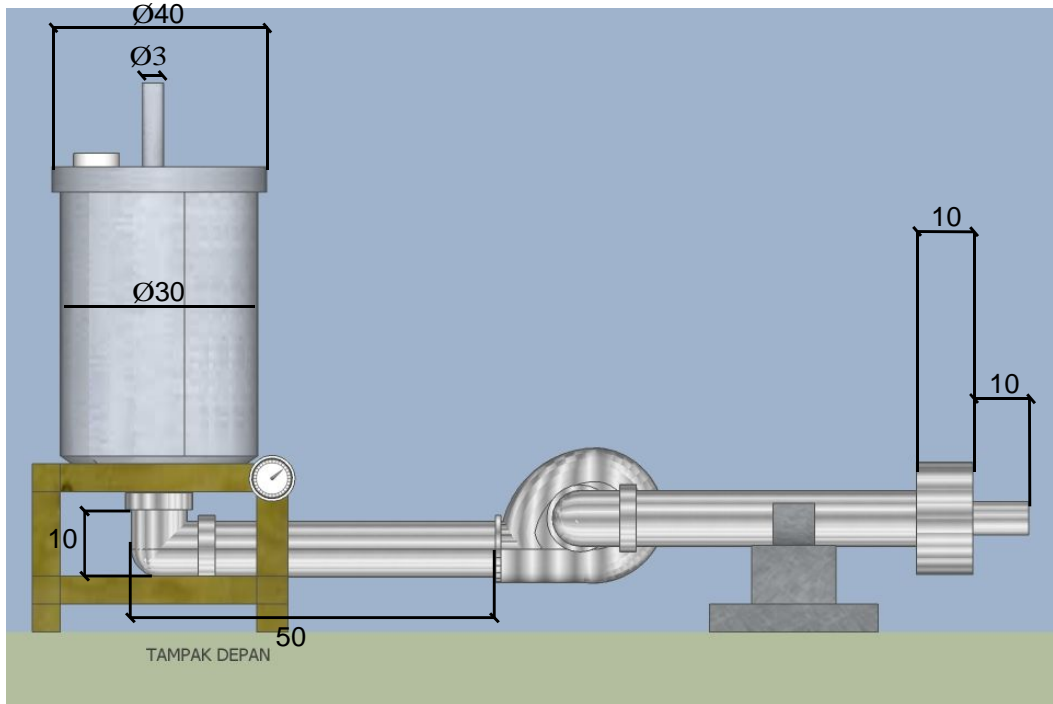
B. Rangkaian Alat



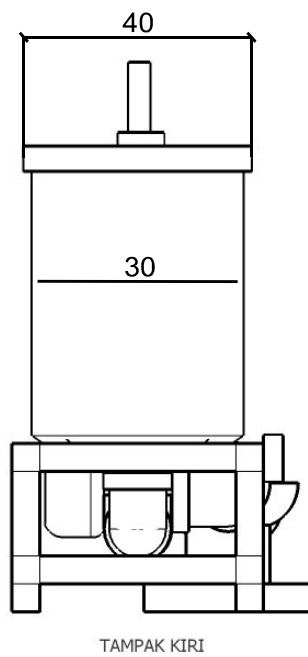
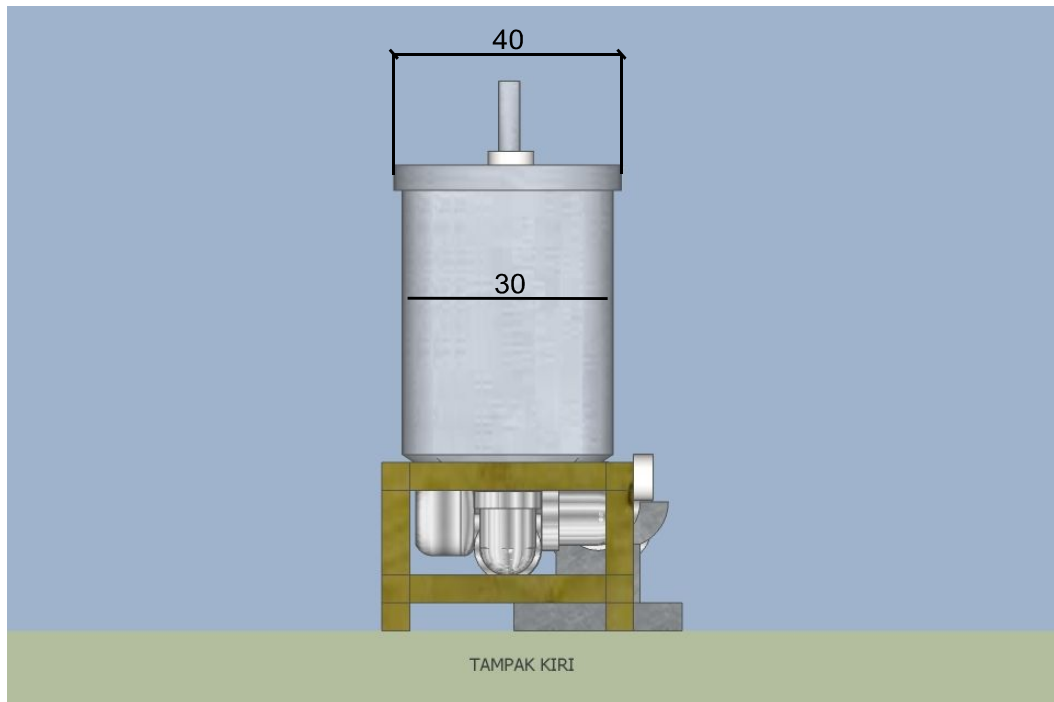
Gambar 3.1 Rangkaian Alat *Fluidized Bed Dryer*



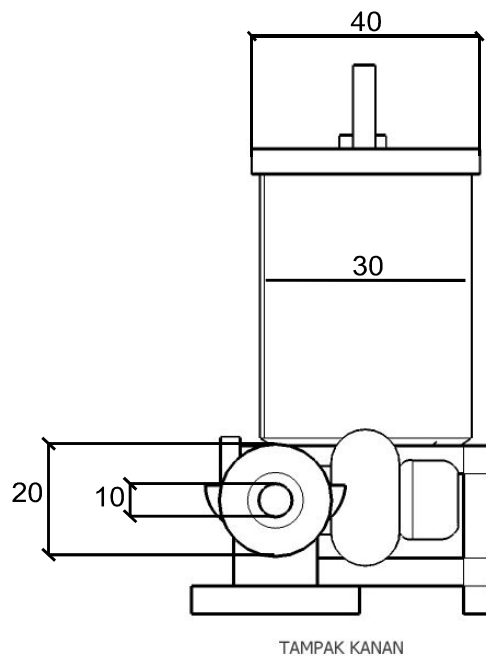
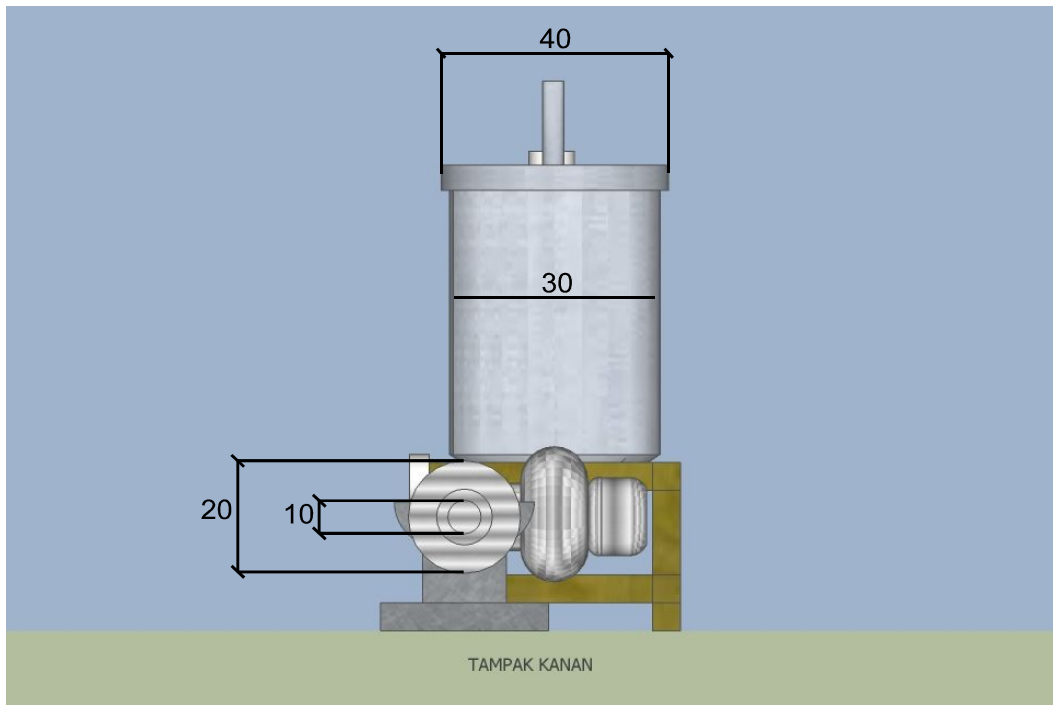
Gambar 3.2 Rangkaian Alat *Fluidized Bed Dryer* Tampak Atas



Gambar 3.3 Rangkaian Alat *Fluidized Bed Dryer* Tampak Depan



Gambar 3.4 Rangkaian Alat *Fluidized Bed Dryer* Tampak Kiri



Gambar 3.5 Rangkaian Alat *Fluidized Bed Dryer* Tampak Kanan

C. Dimensi Alat

Ruang pengering

- Bahan : Lembaran Stainless Steel
- Diameter tangki : 30 cm
- Tinggi tangki : 40 cm
- Tebal : 0,03 cm

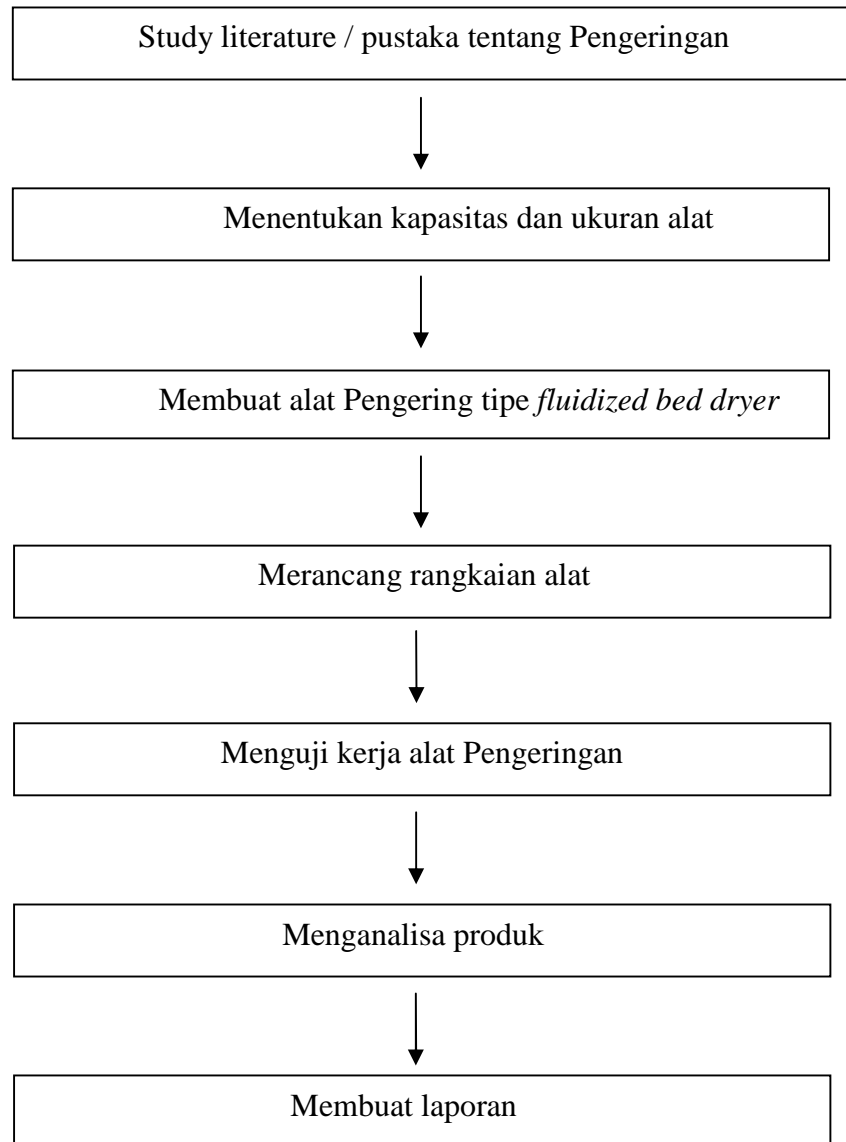
D. Cara Kerja

1. Menyiapkan biji melon basah dan menimbang berat bahan basah (wet basis) sebanyak a gram.
2. Menghidupkan alat pengering (*Fluidized Bed Dryer*) dan mengatur suhu 55 °C, 65 °C, 75 °C (T dry).
3. Memasukkan biji melon yang telah disiapkan ke dalam alat pengering.
4. Menimbang berat bahan setiap 15 menit untuk menentukan berat bahan kering, dan mencatat T wet dan T dry.
 - a. Menimbang berat cawan kering.
 - b. Mengambil bahan dari alat *Fluidized Bed Dryer* setiap 15 menit.
 - c. Memasukkan bahan ke dalam cawan.
 - d. Memasukkan bahan ke dalam desikator ± 10 menit.
 - e. Menimbang berat bahan dalam cawan
 - f. Mengulangi langkah d-e hingga berat konstan.
5. Melakukan langkah 1-4 dengan menggunakan oven.
6. Menentukan ρ bahan
 - a. Menimbang 15 gram biji melon.
 - b. Mengisi gelas ukur 250 ml dengan air sebanyak 100 ml.
 - c. Memasukkan 15 gram biji melon tersebut ke dalam gelas ukur 250 ml hingga semua bahan terendam.
 - d. Mengamati perubahan volume air dalam gelas ukur sehingga tinggi air berubah menjadi 113 ml.
 - e. Volume biji melon = (113-100) ml

f. Menghitung ρ biji melon.

$$\rho \text{ biji melon} = \frac{15 \text{ gram}}{(113 - 100) \text{ ml}} = 1,1538 \text{ gr/ml}$$

Pelaksanaan TA



Gambar 3.6 Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir

E. Lokasi pembuatan alat dan penelitian

Karena keterbatasan tenaga dan peralatan yang dimiliki oleh mahasiswa maka pembuatan *fluidized bed dryer* dikerjakan oleh pihak bengkel. Tempat yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan dan penelitian (pengujian alat) dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Pendahuluan

Pada percobaan dengan berat 80 gr, belum bisa memperoleh fluidisasi yang maksimal (tidak terfluidisasi). Kemudian melakukan percobaan dengan berbagai berat :

- Biji melon berat 5 gr, tinggi bahan \pm 10 -15 cm (t = 5 menit)
- Biji melon berat 10 gr, tinggi bahan \pm 5 -7 cm (t = 5 menit)
- Biji melon berat 15 gr, tinggi bahan \pm 4 -6 cm (t = 5 menit)
- Biji melon berat 20 gr, tinggi bahan kurang dari 4 cm (t = 5 menit)

Jumlah air yang teruapkan

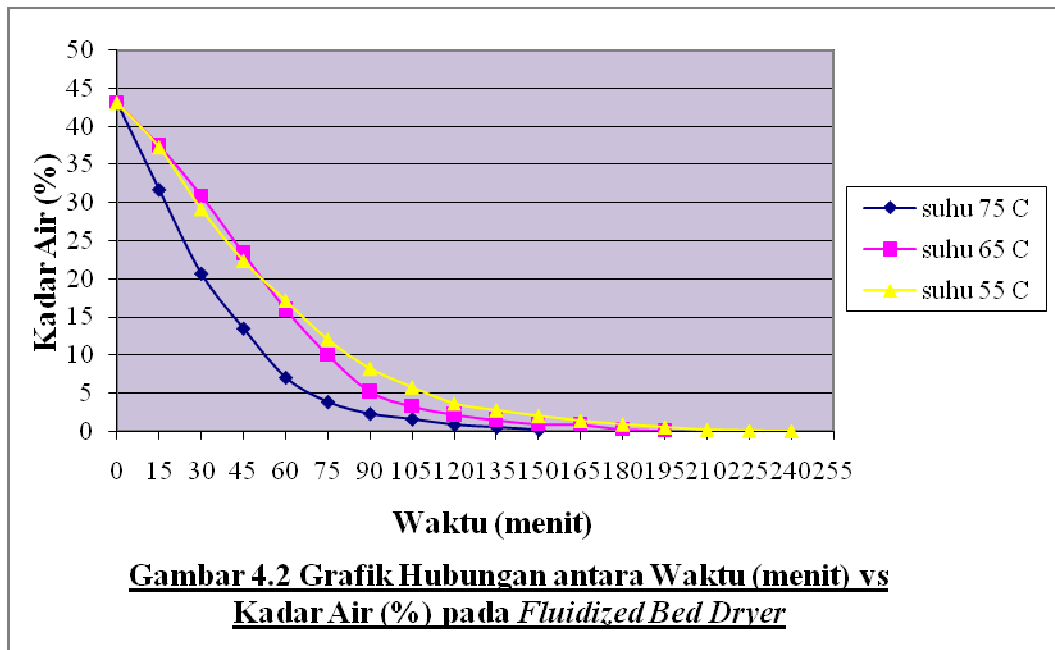
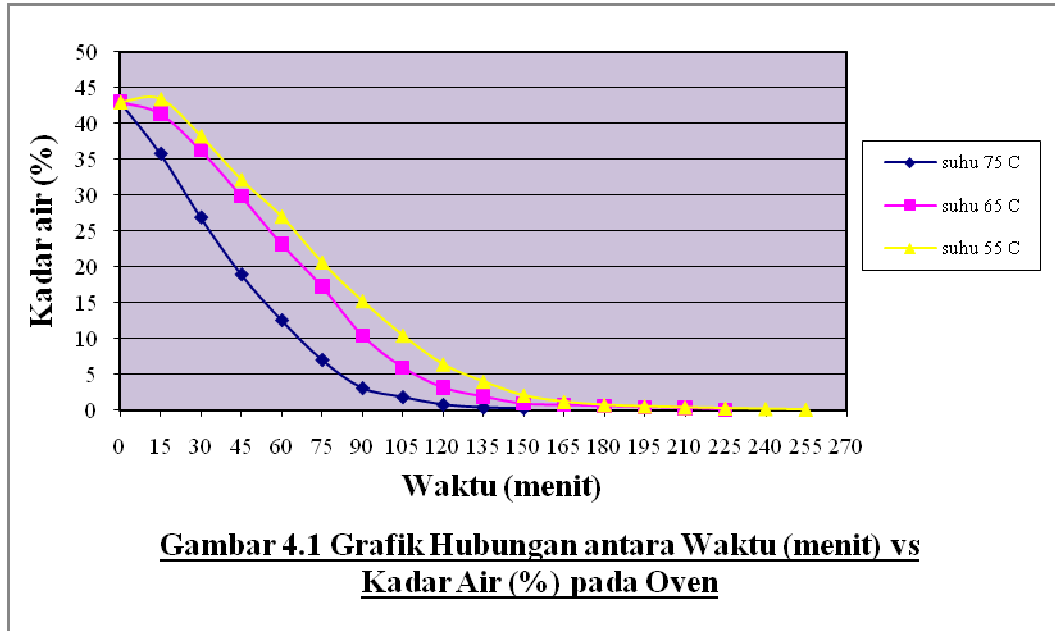
Basis Perhitungan 80 gram biji melon basah dengan waktu pengeringan optimum 75 menit dengan menggunakan oven

Tabel 4.1 Massa air dalam bahan

Keterangan	Kadar air (%)	Massa air (gr)
Biji melon basah	46,21	36,97
Biji melon kering	6,98	5,58
Air yang diuapkan		31,39

Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

- Hubungan antara waktu pengeringan dengan kadar air biji melon dengan berat 80 gr.



Dari gambar tersebut terlihat bahwa semakin tinggi suhu udara masuk maka waktu pengeringan yang dibutuhkan semakin singkat. Seperti terlihat pada gambar 4.1 bahwa untuk pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 55, 65, 75 °C berturut-turut diperlukan waktu optimum pengeringan 135, 120, 90 menit. Sedangkan untuk pengeringan dengan *fluidized bed dryer* seperti yang terlihat pada gambar 4.2 bahwa untuk suhu 55, 65, 75 °C berturut-turut diperlukan waktu optimum pengeringan 120, 90, 75 menit. Waktu pengeringan optimum adalah waktu di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan. Sedangkan suhu optimum pengeringan adalah suhu yang diperoleh saat waktu pengeringan paling singkat.

Dalam pengeringan ini laju pengeringan dikendalikan oleh temperatur udara masuk. Temperatur udara pengering mempunyai pengaruh besar terhadap temperatur bahan dan mempengaruhi besarnya difusivitas air dalam bahan, yang menyebabkan kadar air bahan semakin turun. Dari gambar 4.1 dan 4.2 terlihat bahwa biji melon basah yang kadar air awal sekitar 46,21 % setelah dilakukan pengeringan dengan *Fluidized Bed Dryer* pada suhu 75 °C diperoleh kadar air sebesar 3,80 % untuk waktu optimum 75 menit. Sedangkan untuk suhu 65 °C, waktu optimum 90 menit diperoleh kadar air 5,18 %. Untuk suhu 55 °C, waktu optimum 120 menit diperoleh kadar air 3,65 %. Terlihat bahwa pada suhu 65 °C grafik yang digambarkan tidak sesuai. Hal ini dikarenakan saat percobaan suhunya tidak konstan, sehingga pengeringannya tidak maksimal.

Pada percobaan dengan berat 80 gram, ternyata fluidisasi tidak maksimal. Kemudian mencoba dengan berbagai berat untuk mengetahui pada berat berapa dapat terfluidisasi maksimal. Untuk percobaan dengan berat 5 gram biji melon dapat terfluidisasi setinggi ± 10 – 15 cm dalam waktu 5 menit. Setelah lebih dari 5 menit dapat terfluidisasi lebih dari 15 cm. Sedangkan dengan waktu yang sama 5 menit, untuk percobaan dengan berat 10 – 15 gram dapat terfluidisasi setinggi 5 – 7 cm. Setelah lebih dari 5 menit dapat terfluidisasi lebih dari 7 cm. Namun, untuk percobaan dengan berat 20 gram hanya dapat terfluidisasi kurang dari 4 cm.. Sehingga untuk dapat terfluidisasi maksimal pada berat 10 – 15 gram.

Hal ini kemungkinan disebabkan diameter kolom yang terlalu besar, sehingga dapat menurunkan fluidisasi. Kolom *fluidized bed dryer* sebaiknya dirancang dengan tinggi 60 cm dan diameter 11 cm agar dapat terfluidisasi maksimal dengan berat bahan basah yang akan dikeringkan 80 gr. Jika ingin menambah kapasitas lebih dari 80 gr sebaiknya menambah daya blower yang akan digunakan.

Semakin lama waktu pengeringan maka kadar air dalam biji melon semakin turun. Pada awal pemanasan, kadar air menurun sedikit setelah itu mengalami penurunan yang sangat tajam. Selanjutnya dengan bertambahnya waktu pengeringan sedikit demi sedikit kadar air dalam biji melon terus berkurang. Hal ini dikarenakan kandungan air dalam biji melon sudah banyak yang teruapkan.

Hubungan antara kelembaban, suhu termometer basah (suhu bola basah), dan suhu termometer kering (suhu bola kering), biasanya dinyatakan dalam suatu grafik yang dikenal sebagai grafik Psikrometrik. Dengan grafik ini, kelembaban udara dapat diketahui berdasarkan suhu bola basah dan suhu bola kering tersebut. Jika termometer ini diletakkan dalam suatu udara jenuh, kedua termometer akan memberikan bacaan yang sama. Hal ini disebabkan kedua bola kaca berada dalam keadaan lembab yang sama, yaitu seratus persen lembab, tetapi seandainya udara tersebut tidak seratus persen jenuh, sebagian dari air yang membasahi kain bola kaca pada termometer tersebut akan menguap, sehingga menyebabkan sebagian dari tenaga akan digunakan dalam proses penguapan ini. Akibatnya, suhu pada termometer ini akan lebih rendah berbanding dengan bacaan suhu pada termometer kering. Termometer diletakkan bersebelahan pada tekanan yang sama, oleh karena itu hubungan antara kedua suhu akan memberikan nilai kelembaban udara yang ditempati. Uap air dapat jenuh pada suhu yang berbeda, sehingga pada tekanan yang lain kedua termometer akan memberikan bacaan yang berbeda pula.

Dari percobaan di dapat suhu bola basah dan suhu bola kering udara masuk adalah 69°C dan 75°C , sedangkan suhu bola basah keluar 33°C . Dari perhitungan diperoleh efisiensi alat sebesar 13,44 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan dan kadar air juga akan semakin cepat turun.
2. Dalam pengujian fluidized bed dryer digunakan untuk mengeringkan biji melon seberat 80 gr dengan waktu efektif pengeringan 75 menit dengan tujuan untuk mengetahui tinggi minimum fluidisasi.
3. Setelah melakukan percobaan dengan berbagai berat ternyata hanya untuk berat 10 gr yang dapat mencapai fluidisasi maksimal. Untuk berat 10 gram tersebut agar memperoleh kadar air 11 – 14 % sebagai syarat benih pertanian untuk dapat tumbuh waktu efektif yang dibutuhkan adalah 30 menit.
4. Dari hasil perhitungan secara ekonomis untuk berat 10 gr diperoleh keuntungan Rp. 547.400,00 / bulan.

B. Saran

1. Untuk memperoleh hasil yang maksimal pada fluidisasi seharusnya diameter kolom diperkecil menjadi 11 cm.
2. Menaikkan kecepatan aliran udara masuk menjadi 7200 rpm

DAFTAR PUSTAKA

Brooker, D.B, Bakker-Arkema, F.W., and Hall, C.W. , 1992, "*Drying and Storage of Grains and Oil Seeds*", AVI Publishing Co., New York.

Henderson,S.M. and Perry R.L.,1976,"*Agricultural Process Engineering 3rd Edition*", AVI Publishing Co., New York.

Holman, J.P., 1994, "*Perpindahan Kalor*", Erlangga, Jakarta.

Ulrich, G. D, 1984, "*A Guide to Chemical engineering process design and economics* ", John Willey and Sons. Inc., USA.

http://www.angelfire.com/ak5/process_control/fluidized.html