

# Design of Drying Oven to Determine the Moisture Content

Belyamin<sup>1\*</sup> dan Tohazen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta

\*Corresponding author: belyamin@mesin.pnj.ac.id

**Abstract.** The paper discuss about design of oven to determine moisture content of agriculture product. A sample of the product is AloeVera. A current oven is only to reduce moisture content. An oven to be designed is one combine the function of drying and weighing at the same time. The oven is constructed from a domestic one by adding a balance with an accuracy of 0.01 g. The designed oven will then have two simultaneously combine functions: heating and weighing. Heating will suspend when the mass reduction of the sample moisture is less than or equal to 0.01 g. Control system used will be a Fuzzy PID one. The oven will be able to determine moisture content with the heating temperature stability  $\pm 1$  °C.

**Keywords:** Oven, Control Fuzzy, AloeVera, Design

**Abstrak.** Makalah ini membahas tentang perancangan Oven Pengering untuk menentukan kandungan air pada produk pertanian. Produk yang di jadikan sampel adalah lidah buaya (AloeVera). Oven yang ada saat ini biasanya hanya digunakan untuk pengeringan saja sedangkan oven yang di desain ini mengeringkan dan menimbang secara bersamaan dan secara *real time*. Oven ini dibuat dengan memodifikasi oven domestik dengan menambahkan timbangan dengan akurasi 0,01 gram sehingga berbeda dengan oven pada umumnya, penimbangan dilakukan secara bersamaan dengan proses pengeringannya. Pemanasan dihentikan ketika massa sampel yang dipanaskan tidak berubah ubah lagi dengan akurasi 0,01 gram. Pengendalian proses pemanasan dilakukan dengan menggunakan kontrol Fuzzy. Pengering ini dapat menentukan kadar air lidah buaya dengan ketelitian penjagaan suhu pemanasan  $\pm 1$  °C.

**Kata kunci:** Oven pengering, control Fuzzy, AloeVera, perancangan..

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Kadar air menunjukkan massa air yang dikandung dalam sejumlah massa produk. Kadar air ini sangat penting untuk menentukan rasa, tekstur, massa, tampilan, dan waktu simpan bahan pangan [1].

Ada dua basis data yang digunakan untuk penentuan kadar air : kadar air basis kering dan basis basah [2],[3],[4]. Kadar air basis kering,  $M_d$  yaitu kadar air per massa produk keringnya yang ditentukan dengan Persamaan 1.

$$M_d = (W_w/W_d) \times 100\% \quad (1)$$

$W_w$  adalah massa air

$W_d$  adalah massa bahan kering, massa setelah pengeringan

Massa air ditentukan dengan Persamaan 2.

$$W_w = W_i - W_d \quad (2)$$

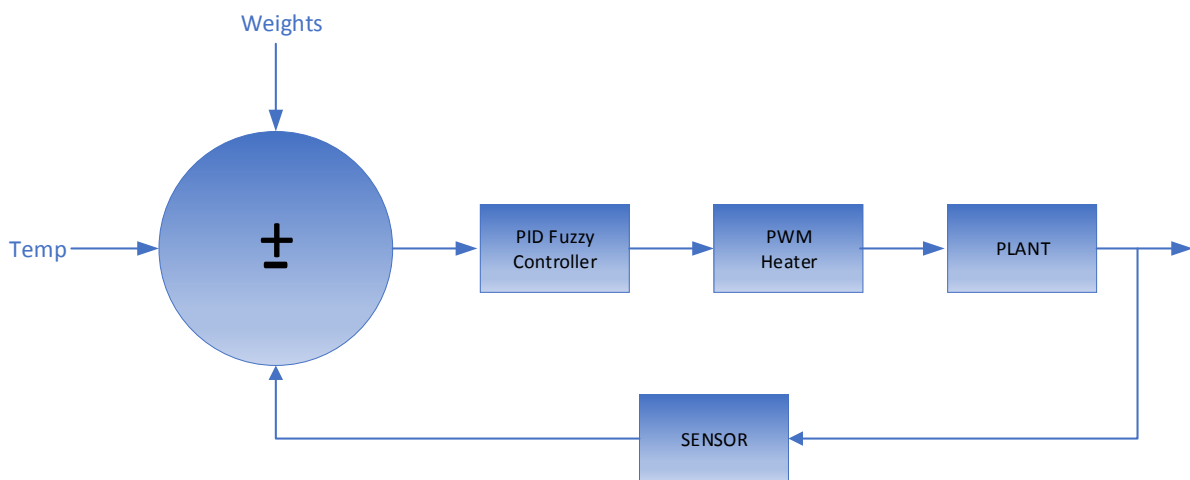
$W_i$  adalah massa sebelum pengeringan

Jika kadar air basis kering,  $M_d$  diketahui, kadar air basis basah  $M_w$  dapat ditentukan dengan Persamaan 3.

$$M_w = (M_d / (100 + M_d)) \times 100\% \quad (3)$$

Oven pengering yang ada saat ini hanyalah mengeringkan sampel, padahal pada penentuan laju pengeringan misalnya, selain dilakukan pengeringan juga perlu dilakukan penimbangan. Dengan menggunakan oven konvensional, metode yang dilakukan adalah pengeringan dan kemudian pengeluaran sampel dari oven untuk dilakukan penimbangan. Jika hanya untuk penentuan kadar air saja, metode ini dapat dilakukan. Jika juga diperlukan pengujian karakteristik pengurangan kadar air per waktu, metode ini tidak mudah dilakukan dan hasilnya kurang akurat. Untuk itu diperlukan peralatan yang pada saat yang sama dapat memanaskan dan menimbang secara terus

menerus. Pada tulisan ini dilakukan perancangan peralatan oven yang digabung dengan timbangan sehingga dapat dilakukan pengeringan dan penimbangan sampel secara bersamaan dan berterusan tanpa jeda yang disebabkan pemasukan dan pengeluaran sampel untuk penimbangan. Pada alat yang akan dirancang, hasil penimbangan disinkronkan dengan proses pengeringan atau pemanasan. Proses pengeringan atau pemanasan dihentikan secara otomatis ketika pembacaan hasil timbangan dengan akurasi 0,01 g tetap sama selama lima menit. Hasil pembacaan perubahan massa terhadap waktu digunakan untuk penentuan kadar air dan penentuan laju pengeringan. Sampel yang dipilih adalah Lidah Buaya (AloeVera).



Gambar 1. Sistem pengendalian dengan Fuzzy PID

## Metode Penelitian

### Perancangan Oven.

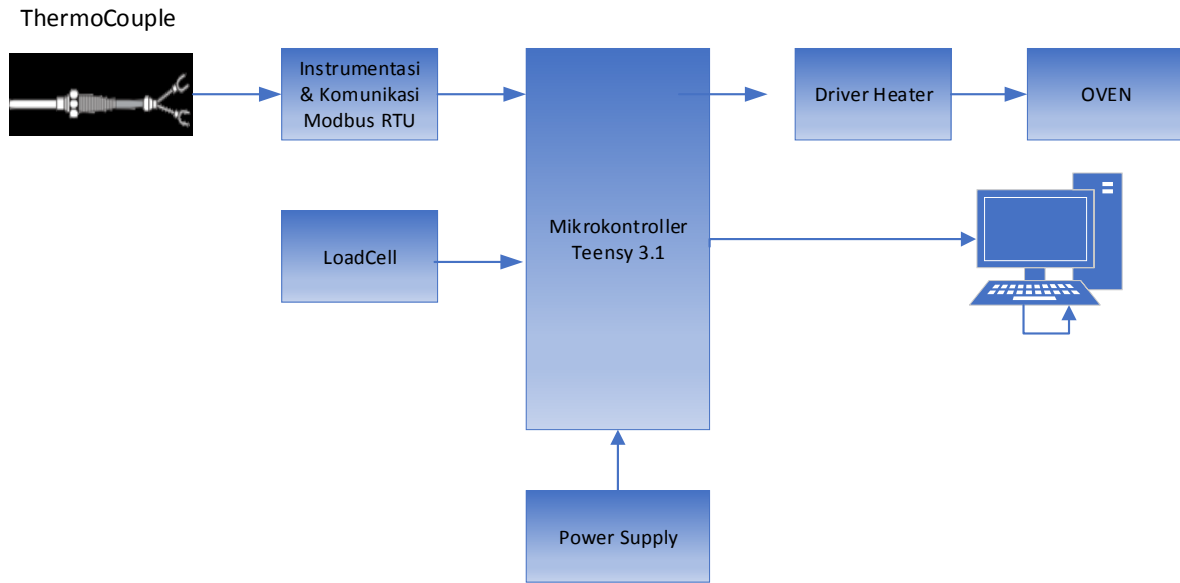
Bagian utama yang dirancang adalah pengendalian sistem pemanasan dan sistem penimbangan. Ini dilakukan dengan control Fuzzy PID [5], Gambar 1.

Pada keseluruhan sistem, Input adalah suhu dan massa lidah buaya. Sistem akan mengatur daya pemanasan sesuai set point temperatur yang ditentukan dengan mengatur kinerja pemanas/heater. Pengaturan menggunakan konsep Fuzzy PID untuk mencapai suhu yang ditentukan dengan akurasi  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Ini bisa dilakukan karena sensor suhu selalu memberikan *feedback*. Ketika suhu sudah mencapai setpoint yang diinginkan maka suhu ini akan dijaga agar selalu stabil. Disaat yang bersamaan pula sistem membaca massa lidah buaya. Ketika dalam waktu yang ditentukan tidak terjadi lagi penurunan massa dengan akurasi 0,01 g, sistem akan mematikan pemanas. Pada kondisi ini proses pemanasan dinyatakan selesai.

Secara rinci pengendalian system pengering seperti ditunjukkan dengan Gambar 2.

1. Sensor (Thermocouple) menggunakan industrial Temperature Sensor Autonic tipe k TW-N(CA) $\varnothing$ 4.8\*150L\*1.5M\*1/8<sup>A</sup> untuk mengubah suhu di dalam ruang pengering menjadi sinyal listrik. Sensor yang dipilih sudah dikalibrasi dan dilakukan pengujian di pabriknya. Keluaran dari sensor ini sudah bertegangan milivolt sehingga perlu perangkat instrumentasi penguat agar mudah dibaca.
2. Perangkat instrumentasi penguat yang digunakan Autonic TK4S dengan display 0 sampai 300  $^{\circ}\text{C}$ . Keluaran dari TK4S ini dihubungkan ke Modbus RTU agar dapat dibaca oleh Mikrokontroller Teensy 3.1.

3. Data Load Cell menggunakan data Load Cell timbangan yang akurasinya cukup tinggi 0.01 g. Output sensor berupa data timbangan yang terkalibrasi pabrik ini dikirim ke Mikrokontroler untuk diproses bersama data sensor suhu.
4. Mikrokontroller berbasis ARM Cortex M4 Teensy 3.1. menerima data dari sensor suhu dan load cell timbangan untuk selanjutnya dilakukan proses data terhadap setpoint untuk mengendalikan komponen TRIAC. Komponen TRIAC ini mematikan dan menghidupkan pemanas oven dengan kontrol Fuzzy PID untuk mencapai suhu set point dengan akurasi  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Mikrokonroller Teensy 3.1 berbasis ARM Cortex M4 dengan kecepatan proses cukup tinggi dan berbasis processor 32bit
5. Driver menggunakan TRIAC (mode Dimmer) dengan pengaturan daya pemanasan dari 0 s/d 100%. Rangkaian Driver TRIAC dibandingkan dengan relay pemanas agar dapat mematikan dan menghidupkan pemanas dengan mode dimmer



**Gambar 2.** Pengendalian pemanasan dan penimbangan dengan Fuzzy PID

0 sampai 100% dari beban agar dapat disesuaikan dengan set point dan suhu ruang sesuai rumus PID yang dibuat [6],[7],[8],[9],[10]. Komponen TRIAC ini adalah BTA16. Komponen ini dapat menghantarkan arus 16 A atau lebih dari 1000 Watt, cukup untuk daya pemanasan.

6. Power Supply input yang digunakan 220Vac output 5V DS 1 A. karena menggunakan controller dan komponen low power yang hanya dibutuhkan daya 5W untuk seluruh perangkat controller.
7. Komputer atau laptop digunakan sebagai penerima keseluruhan data timbangan, suhu, persentase pengaturan heater. Data ini yang diolah dan dianalisis oleh peneliti. Keluaran data adalah setiap 5 menit sekali.

**Perhitungan Daya Pemanasan**

Pemanasan diperlukan untuk menguapkan air dari sampel dan pemanasan wadah sampel. Jika sampelnya bermassa 0.2 kg dan kadar air diperkirakan 95%, air yang harus dikeluarkan,  $m_a$  adalah 0,19 kg. Jika suhu awal sampel,  $T_1$  adalah 25 °C, kapasitas panas specific air,  $c$  4,19 kJ/kgK, dan panas laten penguapan,  $h_{fg}$  2257 kJ/kgK, Panas untuk penguapan air,  $Q$  adalah

$$Q = m_a \cdot c \cdot (100 - 25) + m_a \cdot h_{fg} \tag{4}$$

$$Q = 0,19 \cdot 4,19 \cdot 75 + 0,19 \cdot 2257 = 488,5 \text{ kJ}$$

Pemanasan wadah sampel yang terbuat dari baja dengan ukuran 60 cm. 60 cm. 60 cm membutuhkan 1169,6 kJ sehingga total panas yang dibutuhkan  $Q_t$  adalah 1658,1 kJ.

Jika pemanasan dirancang selama dua jam, dan kehilangan panas dimisalkan 50%, Daya pemanasan dapat dihitung dengan persamaan 5.

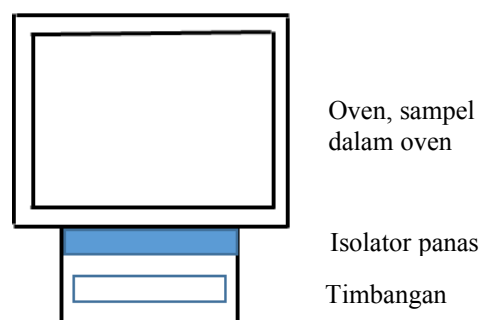
$$\dot{Q} = \left( \frac{100}{50} \cdot Q_t \right) / 3600 = 0,46 \text{ kW} \tag{5}$$

Jika digunakan factor koreksi 2, daya pengeringan yang dibutuhkan adalah 0,98 kW atau 1 kW

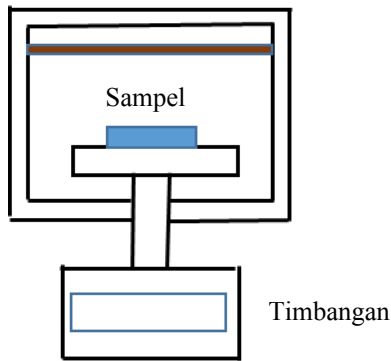
**Metode Penimbangan**

Untuk menentukan kadar air dan laju pengeringan, massa diukur secara terus menerus. Ada dua acara penimbangan yang mungkin dilakukan :

1. Penimbangan keseluruhan massa sampel dan massa oven, dengan cara ini diburuhkan kemampuan penimbangan yang besar dan timbangan yang mampu menimbang beban berat cenderung kurang teliti, Gambar 3
2. Penimbangan massa sampel saja, dengan penimbangan ini lebih mudah di dapat timbangan dengan keakuratan yang memadai. Gambar 4



**Gambar 3.** Timbangan mengukur massa oven dan sampel

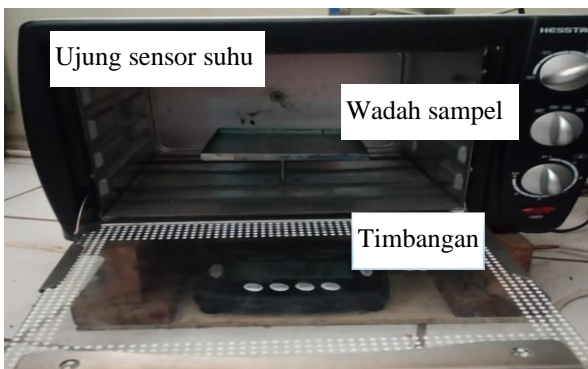


**Gambar 4.** Timbangan mengukur massa sampel

Mengingat pertimbangan kemudahan penimbangan dan ketersediaan timbangan dengan ketelitian yang memadai, digunakan metode penimbangan sampel seperti Gambar 4.

**Hasil dan Pembahasan**

Konfigurasi pemasangan Sensor suhu, wadah,, dan timbangan adalah seperti pada Gambar 5 sedangkan display *setting point* seperti ditunjukkan Gambar 6.



**Gambar 5.** Oven dengan timbangan mengukur massa sampel dan wadahnya



**Gambar 6.** Display setting point suhu dan panel kontrol

Pengeringan ini dilakukan bersamaan dengan penimbangan Hasil pengeringan lidah buaya dengan pengering yang dibuat adalah seperti pada Gambar 7. Penurunan Massa cairan Lidah buaya sejalan dengan yang didapatkan peneliti lain. Pada pengujian ini, Lidah buaya yang dikeringkan dipanaskan dan ditimbang secara real time tanpa harus terjeda karena sampel tidak perlu lagi di keluar dan dimasukkan ke dan dari oven opengering karena denga alat

Dari pengeringan lidah buaya ini didapatkan data data:

Massa awal sampel Lidah Buaya 2,56 g

Massa akhir kering 0,05 g

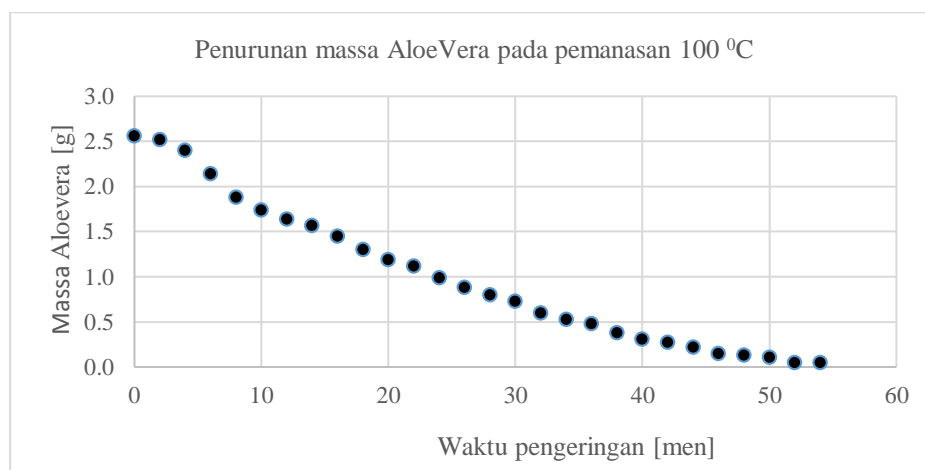
Lama pengeringan 54 menit

Dari data data ini, di dapat

Kadar air Lidah Buaya 98%

Laju Pengeringan 0,048 g/men

Kelembaban udara ketika pengujian 77,1-78,2 %



**Gambar 7.** Hasil Pengeringan Lidah Buaya dengan alat gabungan pengering dan penimbang yang dibuat

## Kesimpulan

Dapat dibuat alat pengering penimbang untuk menentukan kadar air dan laju pengeringan sampel.

Karena diperlukan ketelitian penimbangan, metoda penimbangan yang digunakan adalah penimbangan langsung sampel saja (tanpa menimbang oven) ketelitian timbangan  $\pm 0,01$  g.

Kontrol yang digunakan adalah Fuzzy PID.

## Referensi

- [1] Informasi dari <http://www.foodqualityandsafety.com/article/determining-moisture-content/> ( diakses pada 27 Sept 2019)
- [2] Informasi dari <https://engineering.purdue.edu/~abe305/moisture/html/page10.htm> (diakses pada 27 Sept 2019)
- [3] Ummah, N. et al., 2018. Penentuan Konstanta Laju Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Iris Menggunakan Tunnel Dehydrator. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 33(02), 49-56.
- [4] Hariyadi, T. 2018. Pengaruh Suhu Operasi terhadap Penentuan Karakteristik Pengeringan Busa Sari Buah Tomat Menggunakan Tray Dryer. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(2), 104-113.
- [5] M. Thamma. Et al., 2017, Real-time implementation of self-tuning fuzzy PID controller for FOPDT system base on microcontroller STM32, 2017 2<sup>nd</sup> Int. Conf. Control Robot. Eng.ICCRE, 130-134
- [6] Informasi dari <https://ieeexplore.ieee.org/document/6305711> ( diakses pada 27 Sept 2019)
- [7] Informasi dari <https://ieeexplore.ieee.org/document/5402779> ( diakses pada 27 Sept 2019)
- [8] Informasi dari <https://ieeexplore.ieee.org/document/5262694> ( diakses pada 27 Sept 2019)
- [9] Informasi dari <https://ieeexplore.ieee.org/document/8577618> ( diakses pada 27 Sept 2019)
- [10] Informasi dari <https://ieeexplore.ieee.org/document/6853097> ( diakses pada 27 Sept 2019)