

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KONTROL SUHU DAN KIPAS PADA *BOX DRYER* PENGERINGAN BIJI JAGUNG BERBASIS ARDUINO UNO AT328

Rizki Ramdani^{1*}, Setya Permana Sutisna¹⁾, Edi Sutoyo¹⁾

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: rizki6ramdani@gmail.com

ABSTRAK

Jagung merupakan tanaman pangan yang penting di Indonesia, karena selain digunakan sebagai bahan makanan pokok, tanaman jagung juga bisa digunakan sebagai pakan ternak, diambil minyaknya, dibuat tepung (maizena), serta bahan baku industri. Namun, jagung yang dihasilkan petani seringkali cepat dan mudah terkontaminasi jamur, sehingga harus dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari. Akan tetapi, sekitar 75% produksi jagung di Indonesia dihasilkan pada saat musim hujan, sehingga para petani sangat kesulitan untuk melakukan pengeringan jagung dan membutuhkan alat pengeringan jagung mekanis dengan sistem kontrol. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe pengeringan otomatis dengan pengendalian suhu berbasis arduino uno, mendapatkan hubungan pengaruh parameter suhu dan aliran udara terhadap pengeringan jagung dan memperoleh efektivitas pengeringan jagung otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 1 variabel kontrol dan 4 variabel terikat menunjukkan bahwa variabel P5 (variabel terikat dengan pengeringan mekanis sistem kontrol dengan Arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri on, termokopel on, heater on) merupakan skenario terbaik dari perbandingan dengan variabel pengeringan mekanis sistem kontrol lainnya dengan tingkat waktu dan proses pengeringan biji jagung yang efektif dengan mendapatkan rata-rata suhu pada perbandingan variabel kontrol sebesar 45.4 °C, RH 29.3 % dengan durasi pengeringan terbaik yaitu 18 menit. Skenario P4 dinilai lebih efektif dibanding skenario P1 (variabel dengan pengeringan manual atau dijemur), skenario P2 (variabel terikat pengeringan mekanis sistem kontrol dengan Arduino on, kipas kanan kiri off, kipas atas bawah off, termokopel on, heater on), skenario P3 (variabel terikat pengeringan mekanis sistem kontrol dengan arduino on, termokopel on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri off, heater on) dan skenario P4 (variabel terikat pengeringan mekanis sistem kontrol dengan arduino on, kipas atas bawah off, kipas kanan kiri on, termokopel on, heater on). Dengan proses pengeringan biji jagung dengan skenario P5 tersebut, akan membantu para petani dalam pengeringan biji jagung untuk menurunkan kadar air yang sesuai keinginan yaitu 12-14%.

Kata kunci : Heater; Humidity; Pengeringan; Temperatur; Termokopel;

ABSTRACT

Corn is an important food crop in Indonesia, because in addition to being used as a staple food, corn can also be used as animal feed, taken for oil, made flour (maizena), and industrial raw materials. However, corn produced by farmers is often fast and easily contaminated with fungi so that it must be dried in the sun. However, about 75% of corn production in Indonesia is produced during the rainy season, so farmers find it very difficult to dry corn and need a mechanical corn drying machine with a control system. This study aims to (1) Design a prototype automatic drying with Arduino Uno-based temperature control, (2) Obtain the relationship between the influence of temperature and air flow parameters on corn drying and (3) Obtain the effectiveness of automatic corn drying. The results showed that from 1 control variable and 4 dependent variables showed that the P5 variable (the dependent variable was the mechanical drying of the control system with Arduino on, top and bottom fan on, right left fan on, thermocouple on, heater on) was the best scenario compared to other control system mechanical drying variables, with the level of time and effective corn seed drying process by getting an average temperature in the control variable ratio of 45.4 °C, RH 29.3% with the best drying duration of 18 minutes. Scenario P4 is considered more effective than scenario P1 (variable with manual drying or drying), scenario P2 (dependent variable mechanical drying control system with Arduino on, right left fan off, top and bottom fan off, thermocouple on, heater on), scenario P3 (dependent variable mechanical drying control system with arduino on, thermocouple on, top and

bottom fan on, right left fan off, heater on) and scenario P4 (bound variable mechanical drying control system with arduino on, top and bottom fan off, right left fan on, thermocouple on, heater on). With the corn seed drying process with the P5 scenario, it will help farmers in drying corn seeds to reduce the desired moisture content of 12-14%.

Keywords : Heaters; Humidity; Drying; Temperature; Thermocouple;

1. PENDAHULUAN

Dalam perancangan sebelumnya, telah diteliti tentang pengaruh masukan dan keluaran aliran udara terhadap keseragaman suhu di ruang pengering agar suhu tetap stabil menggunakan pengontrolan kipas masukan dan keluaran serta modul PID untuk pengontrolan suhu. Modul PID merupakan gabungan dari ketiga macam metode kendali, yaitu pengendali proporsional, pengendali integral, dan pengendalian turunan. Kombinasi kontrol PID digunakan untuk menaikkan tingkat koreksi saat lonjakan meningkat dan memberikan respon yang cepat saat dibutuhkan. Teknik kendali PID ini menggunakan PID temperatur kontroler sebagai pusat pengolah dan pengendali data-data masukan dan keluaran. Kemudian PID dikembangkan kembali dengan sistem kontrol Arduino uno AT328 dan menggunakan beban bahan, yaitu biji jagung.

Jagung merupakan tanaman pangan yang penting selain padi dan gandum. Di Indonesia, jagung digunakan sebagai makanan pokok oleh orang Madura dan Nusa Tenggara. Selain digunakan sebagai bahan makanan pokok karena mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi, tanaman jagung juga bisa digunakan sebagai pakan ternak, diambil minyaknya, dibuat tepung (maizena), dan bahan baku industri. Biji jagung kaya akan karbohidrat yang sebagian besar terdapat pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 85% dari seluruh bagian endosperm (Suarni, W. S. & Widowati, W. 2005).

Jagung yang dihasilkan petani lebih cepat dan mudah terkontaminasi jamur. Oleh karena itu, diperlukan pengeringan pada biji jagung. Petani biasanya mengeringkan jagung masih memanfaatkan sinar matahari. Akan tetapi, sekitar 75% produksi jagung di Indonesia dihasilkan pada saat musim hujan, sehingga para petani sangat kesulitan pada saat mengeringkan jagung (Rambe, 2010). Dengan kondisi tersebut, petani memerlukan alat pengering jagung yang berguna saat musim hujan tiba.

Pengeringan didefinisikan sebagai proses pemindahan air dengan menggunakan panas atau aliran udara untuk mencegah atau menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri, sehingga jamur dan bakteri tidak dapat berkembang lagi atau berkembang, namun lambat (Hall, 1980). Metode pengeringan adalah cara yang digunakan untuk melakukan proses pengeringan. Metode pengeringan secara umum terdiri dari dua, yaitu pengeringan secara manual dan pengeringan secara mekanis. Pengeringan secara manual biasa disebut dengan pengeringan alami. Sedangkan pengeringan secara mekanis disebut dengan pengeringan buatan. Pengeringan mekanis atau pengeringan buatan dilakukan dengan menggunakan panas tambahan (Widodo dan Hendriadi, 2004). Sebagaimana uraian yang telah dikemukakan di atas, maka judul penelitian yang penulis pilih adalah “Rancang Bangun Prototipe Kontrol Suhu dan Kipas pada *Box Dryer* Pengeringan Biji Jagung Berbasis Arduino Uno AT328”.

2. METODE PENELITIAN

Spesifikasi Alat

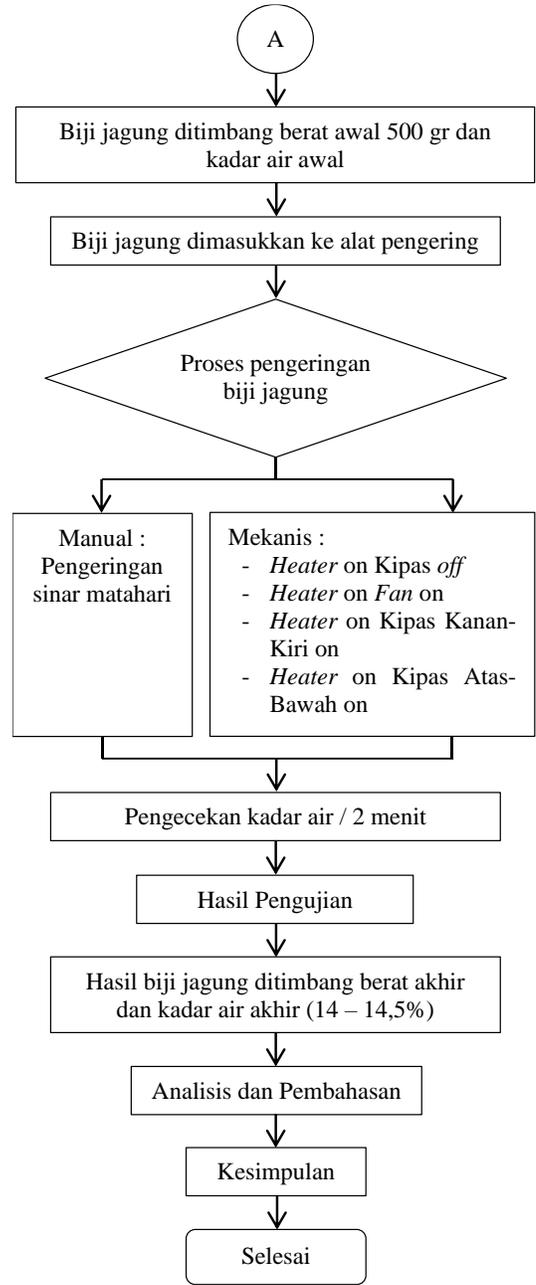
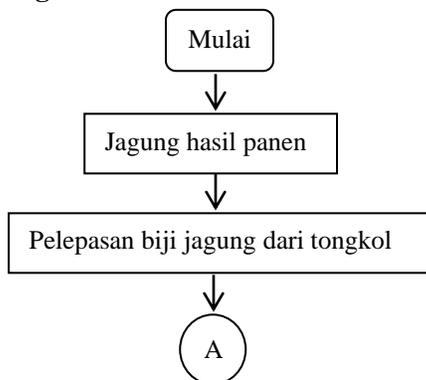
Alat pengendali suhu pada sistem pengering ini dirancang untuk bisa bekerja secara kontinyu untuk mengendalikan pada suhu 50 °C (Akurasi ± 5 °C). Dalam penelitian ini, terdapat beberapa skenario. Adapun salah satu contoh skenario P2 adalah Arduino on, *heater* on, kipas kanan kiri on, termokopel on, tetapi kipas atas bawah *off*. Pada saat alat di hidupkan, jika suhu ruangan sudah mencapai 30 °C, maka *heater* akan on, kipas kanan kiri on, dan kipas atas bawah tetap *off*. Namun, jika suhu ruangan diatas 50 °C, maka *heater* dan kipas akan *off*.

Tabel 1. Data Input Analisa Skenario Ruang Pengering

Value	Pengerian manual dijemur	Pengerian Mekanis Sistem Kontrol				
	P1	P2	P3	P4	P5	
Arduino	Off	On	On	On	On	
Kipas atas bawah	Off	Off	On	Off	On	
Kipas kanan kiri	Off	Off	Off	On	On	
Termokopel	On	On	On	On	On	
Heater	Off	On	On	On	On	

Berdasarkan tabel 3.1. data Analisa skenario ruang pengeringan biji jagung, dapat dilihat skenario P1 pengeringan manual dijemur dengan posisi Arduino off, kipas atas bawah off, kipas kanan kiri off, termokopel on, heater off, skenario P2 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah off, kipas kanan kiri off, termokopel on, heater on, skenario P3 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri off, termokopel on, heater on, skenario P4 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah off, kipas kanan kiri on, termokopel on, heater on, dan skenario P5 pengeringan mekanis dengan posisi Arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri on, termokopel on, heater on.

Diagram Alir

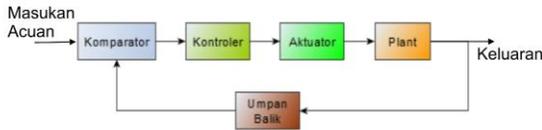


Gambar 1. Diagram Alir

Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi pembacaan besaran fisika berupa temperatur dari plant ruang pengering dengan menggunakan termokopel. Lalu termokopel akan mengubah besaran fisika suhu menjadi besaran elektrik berupa tegangan (Voltase) yang akan diterima oleh suhu kontrol. Suhu kontrol akan mengendalikan arus yang keluar (4 – 20 mA). Selanjutnya, arus akan diubah oleh relay sampai dengan 20 A, sehingga bisa digunakan untuk memanaskan plant hingga

temperatur yang diharapkan tercapai. Semua proses yang melalui temperatur kontrol dapat diamati. Diagram dari sistem kendali suhu yang dirancang dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Fungsi Alat Termokopel

Termokopel sebagai saluran masukan berfungsi sebagai penangkap besaran suhu yang akan diteruskan ke suhu kontrol. Besaran fisik lingkungan yang telah diukur oleh termokopel akan langsung diubah menjadi sinyal elektrik sebelum dikirim ke suhu kontrol.

Arduino Uno

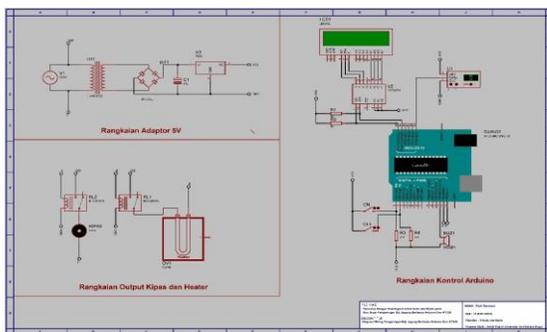
Komponen ini berfungsi untuk fungsi Arduino Uno ini dibuat untuk memudahkan kita dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroler, membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroler, dan relay.

Heater

Heater berfungsi sebagai aktuator untuk meningkatkan suhu dalam plant apabila suhu lebih rendah dari batas bawah setpoint.

Sistem Rangkaian Kelistrikan

Rangkaian kelistrikan yang terlebih dahulu dibuat menjadi blok-blok diagram sesuai dengan gambar 3.3



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Rangkaian Keterangan dari blok diagram rangkaian di atas adalah:

- Power supply untuk rangkaian adalah 220V AC.
 - Adaptor AC to DC 12V untuk rangkaian kipas masukan dan keluaran.
- Tegangan yang diterima oleh heater diatur oleh suhu kontrol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Komponen

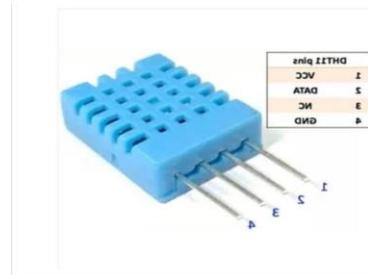
Pemilihan komponen untuk sistem kontrol berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut: fungsi komponen, kebutuhan daya, harga, ketersediaan barang, layanan setelah pasar, dan lain sebagainya. Berikut komponen utama untuk sistem kontrol suhu dan kipas.

Temperatur Kontrol

Temperatur Kontrol yang dipilih adalah sensor DHT11 dengan pertimbangan sudah menggunakan kontrol Arduino uno, sehingga memudahkan pembacaan. Harga masih terjangkau dan ada dukungan teknis yang siap jika terjadi kendala terhadap komponen ketika dipakai.

Spesifikasi sensor suhu kelembapan DHT11:

- Tegangan input : 3,5 – 5 VDC
- Sistem komunikasi : Serial (single – Wire Two way)
- Range suhu : 0°C – 50°C
- Range kelembaban : 20% – 90% RH
- Akurasi (temperatur) ±2°C (temperatur) ±5% RH (humidity)



Gambar 4. Temperatur control DHT11

Relay

Penelitian ini menggunakan modul relay 4 channel yang berarti dalam modul ini terdapat 4 buah relay dan nantinya bisa digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya menyalakan TV, kipas, lampu, dan AC sekaligus dalam 1 kontroler. Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar elektrik yang

dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*).



Gambar 5. Relay 4 Channel

Elemen Pemanas (*Heater*)

Elemen pemanas yang digunakan adalah *heater* tubular. *Heater* tubular memiliki ketahanan panas sampai 100°C. Energi panas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber pengering.

Kipas

Kipas angin digunakan sebagai penyebar panas yang berasal dari *heater*. Kipas angin berada tepat di depan *heater*. Hal ini dimaksudkan agar panas yang berasal dari *heater* bisa langsung disebar ke seluruh lemari dengan cepat. Dalam perancangan lemari pengering ini, kipas angin berada di sebelah kanan dan kiri bagian pada lemari pengering. Hal ini bertujuan agar uap air yang berada di udara didorong ke sebelah kanan atau kiri. Di bagian belakang kipas angin, ada sebuah celah kecil yang dilapisi oleh sebuah benda yang mudah untuk tertiuip dan terhubung oleh lingkungan luar, sehingga uap air di dalam lemari akan dibuang secara bertahap dan perlahan-lahan dibantu dengan bantuan kipas angin dan celah kecil tersebut. Uap air yang berada di udara harus secepat mungkin dikeluarkan, agar proses pengeringan menjadi lebih cepat.



Gambar 6. Kipas DC 12V Saklar (*Selector Switch*)

Pemilihan saklar berdasarkan fungsinya, yaitu memutus dan menyambung sistem. Oleh karena itu, dipilih 2 saklar yaitu:

- Saklar untuk sistem *heater*.
- Saklar untuk sistem sirkulasi udara (kipas) dan kontrol arduino.

Saklar-saklar di atas dilengkapi dengan lampu indikator, yang berfungsi memudahkan kita untuk mengecek berjalannya sistem.

Daftar Material

Merupakan daftar material yang dibutuhkan berikut spesifikasi dan jumlah. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Model	Deskripsi	Jumlah	Satuan
Arduino uno	Sistem Kontrol	1	Pcs
Modul sensor suhu Arduino	Sistem Kontrol	1	Pcs
Catu daya	Pendukung Sistem Kontrol	1	Pcs
LCD	Monitor Sistem Kontrol	1	Pcs
<i>Heater</i>	Temperatur kontrol	1	Pcs
Kipas	Temperatur kontrol	4	Pcs
Relay 4 <i>channel</i>	Sistem kontrol	1	Pcs
Sensor DHT11	Temperatur kontrol	1	Pcs
Saklar	Pendukung Sistem Kontrol	2	Pcs

Perakitan Alat Kontrol Suhu

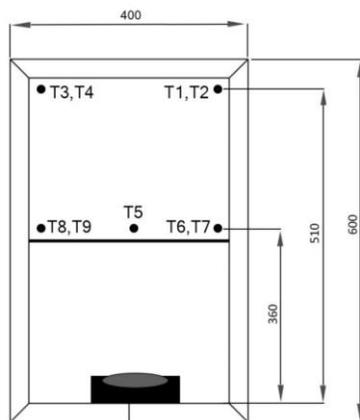
Setelah semua komponen tersedia, selanjutnya adalah proses perakitan berdasarkan hasil perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Adapun komponen utama yang dirangkai adalah temperatur kontrol, relay, dan saklar. Dimensi panel kontrol suhu bisa dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Dimensi Panel Kontrol Suhu

Pengujian Kontrol Suhu dan Kipas

Untuk memperoleh suhu pada mesin pengering jagung ini, digunakan 5 skenario pengambilan data penelitian dan skenario 5 kontrol suhu, sensor, dan kipas. seperti yang terlihat pada Gambar 4.5, dengan jarak 2 cm dari dinding ruang pengering, serta 2 sensor utama yang terhubung langsung dengan kontrol suhu. Kemudian dengan waktu pengujian pengoperasian alat pengering selama per 2 menit dan dengan suhu terbaik yang ingin dipertahankan, yaitu 50 ± 5 °C. Dimana pada saat pengujian suhu lingkungan adalah 29 °C.



Gambar 8. Instalasi alat pengeringan

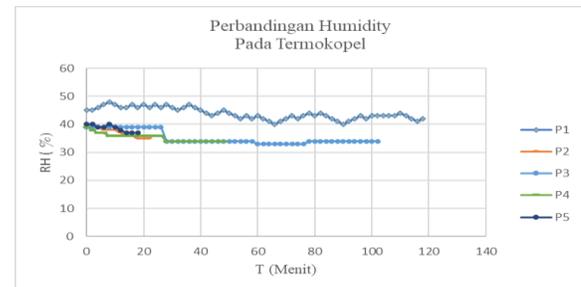
Hasil perbandingan suhu pada Termokopel



Gambar 9. Grafik Perbandingan Suhu Pada Termokopel

Berdasarkan gambar 9 grafik perbandingan suhu pada termokopel, dapat dilihat bahwa perbandingan P1 hingga P5 memiliki perbedaan yang signifikan. Jika P1 pengeringan manual dijemur memerlukan waktu 118 menit dengan suhu awal 36.4°C yang sewaktu-waktu suhu akan naik turun karena mengikuti rotasi bumi, P2 pengeringan mekanis memerlukan waktu 22 menit dengan suhu awal 29.9°C, P3 pengeringan mekanis memerlukan waktu pengeringan 102 menit dengan suhu awal 29.3°C, P4 peneringan mekanis memerlukan 48 menit dengan suhu awal 29.2°C, dan P5 pengeringan mekanis memerlukan 18 menit dengan suhu awal 29.4°C. Dapat disimpulkan bahwa pengeringan yang dilakukan menggunakan sistem kontrol memiliki waktu pengeringan lebih singkat daripada pengeringan dengan sinar matahari. Pengeringan ini 6 kali lebih cepat dari pengeringan biasa (dijemur).

Hasil perbandingan Humidity pada termokopel

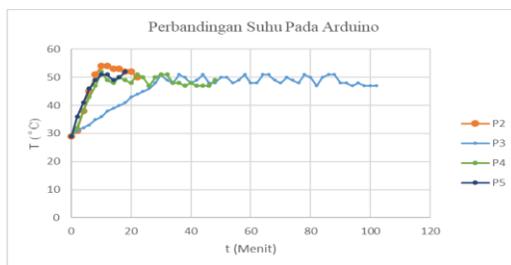


Gambar 10. Grafik Perbandingan Humidity Pada Termokopel

Dari hasil skenario 2, diketahui bahwa humidity rata-rata pada mesin pengering adalah 38 %. Sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4.8, menunjukkan bahwa pola aliran udara terkonsentrasi di tengah ruang pengering dan kelembaban RH tertinggi berada pada segmen yang jauh dengan lubang *exhaust* berkisar antara 40 %. Sementara pada sisi bagian bawah ruang berkisar 33 %. Proses ini terjadi karena suhu udara panas yang dihasilkan oleh *heater* dipaksa menuju ke atas permukaan ruang pengering dengan menggunakan *fan exhaust* (konveksi paksa) dengan perbandingan waktu (t) dan kelembaban ruangan RH yang digambarkan

dengan skenario P1 sampai P5. Dapat dilihat bahwa masing-masing skenario memiliki hasil yang seragam dan cukup signifikan pada penurunan kelembaban tersebut. Namun, berbeda dengan percobaan pengeringan P1 pengeringan secara manual dengan dijemur mendapatkan hasil kelembaban RH yang tidak stabil, karena kelembaban ruang terbuka dan rotasi bumi. Skenario P3,P4 tidak jauh berbeda dengan skenario P2,P5 yang mendapatkan cukup landai dan stabil. Jika dilihat dalam gambar, grafik terlandai dimiliki oleh skenario P4 (variabel dengan pengeringan mekanis sistem kontrol). Tingkat kestabilan yang landai pada grafik menggambarkan efektivitas yang baik dari skenario ini, dimana RH yang rendah dan stabil dapat mempercepat proses pengeringan. Penelitian ini menunjukkan tingkat efektivitas penurunan RH paling baik adalah skenario P4.

Hasil perbandingan suhu pada Arduino

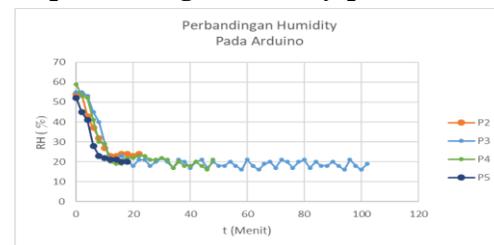


Gambar 11. Grafik perbandingan suhu pada Arduino

Berdasarkan Grafik 11 tentang perbandingan waktu (t) dengan suhu yang digambarkan dengan skenario P2 sampai P5, dapat dilihat bahwa masing-masing skenario memiliki hasil yang berbeda, terutama pada skenario P3. Dimana P3 pengeringan secara mekanis dengan Arduino on, termokopel on, heater on, fan atas bawah on, dan fan kanan kiri off. Skenario P3 dengan kadar air awal 33.5 % dalam mencapai kadar air 14.2 % memerlukan waktu 102 menit, karena kadar air yang tinggi memerlukan waktu yang cukup lama. Dapat dilihat dalam gambar 4.9, bahwa kenaikan garis pada grafik merupakan skenario P2. Untuk mencapai suhu akhir sebanyak 54 °C dari suhu awal 29 °C, hanya membutuhkan waktu selama kurang dari 10 menit. Hal ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan skenario P4 yang berhasil menaikkan suhu sebanyak 52 °C dengan waktu

sekitar 10 menit. Jika dilihat dalam gambar, grafik terlandai dimiliki oleh skenario P2 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol). Tingkat kesesuaian yang diinginkan pada grafik menggambarkan efektivitas yang baik dari skenario ini, dimana untuk kenaikan suhu awal dari 29 °C menuju 50 °C memerlukan waktu selama 10 menit, dikarenakan pada skenario P5 suhu yang sesuai yang diharapkan. Penelitian ini menunjukkan tingkat efektivitas suhu pada pengeringan paling baik adalah P5. Karakteristik sistem kontrol semua on untuk alat pemanas memiliki suhu yang sesuai dan stabil sesuai Gambar 11.

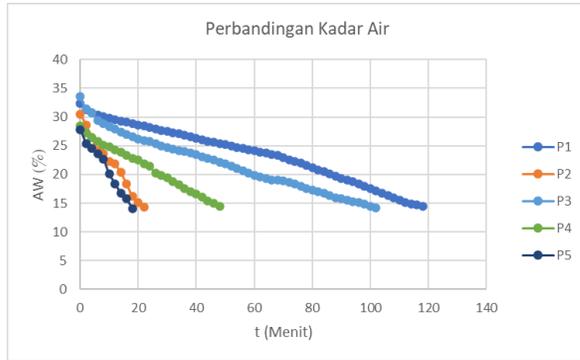
Hasil perbandingan *humidity* pada Arduino



Gambar 12. Grafik perbandingan *Humidity* pada Arduino

Dari hasil skenario tentang perbandingan waktu (t) dengan kelembaban RH ruangan pengering yang digambarkan dengan skenario P2 sampai P5, dapat dilihat bahwa masing-masing skenario memiliki hasil yang seragam dan cukup signifikan pada penurunan kelembaban tersebut. Dapat dilihat dalam gambar bahwa garis tercuram pada grafik merupakan skenario P3, dimana untuk mencapai kelembaban RH terendah sebanyak 17% dari kelembaban RH awal 55% hanya membutuhkan waktu selama kurang dari 34 menit. Jika dilihat dalam gambar, grafik terlandai dimiliki oleh skenario P5 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol). Pada skenario P3 kelembaban RH naik turun, karena jika suhu sudah mencapai 50°C heater akan mati dan suhu akan turun. Namun, jika suhu dibawah 50°C kembali, maka suhu akan terus naik dan kontinyu di suhu 50°C. Tingkat kemiringan yang tidak stabil pada grafik menggambarkan efektivitas yang kurang baik dari skenario ini, dimana untuk menurunkan kelembaban RH awal dari 55% menuju 16% memerlukan waktu selama 102 menit. Penelitian ini menunjukkan tingkat efektivitas penurunan paling baik adalah Skenario P5.

Hasil perbandingan hasil kadar air



Gambar 13. Grafik perbandingan hasil kadar air

Berdasarkan Grafik gambar 13 tentang perbandingan waktu (t) dengan kadar air AW yang digambarkan dengan skenario P1 sampai P5, dapat dilihat bahwa masing-masing skenario memiliki hasil yang berbeda dan cukup signifikan. Dapat dilihat dalam gambar bahwa garis tercuram pada grafik merupakan skenario P5, dimana untuk mencapai kadar air akhir sebanyak 14.1 % dari kadar air awal 27.8 % hanya membutuhkan waktu selama kurang dari 20 menit. Hal ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan skenario P2 yang berhasil menurunkan kadar air sebanyak 16.2 % dengan waktu sekitar 22 menit. Jika dilihat dalam gambar, grafik terlandai dimiliki oleh skenario P1 (variabel pengeringan manual). Tingkat kemiringan yang landai pada grafik menggambarkan efektivitas yang kurang baik dari skenario ini, dimana untuk menurunkan kadar air dari 32.4 % menuju 14.4 % memerlukan waktu selama 118 menit. Penelitian ini menunjukkan tingkat efektivitas pengeringan paling baik adalah P5 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol).

Hasil perbandingan skenario p1 sampai p5

Hasil pengujian rancang bangun kontrol suhu dan kipas pada *box drayer* pengeringan biji jagung berbasis Arduino uno AT328 dapat dilihat dalam tabel 3 dibawah ini:

Skenario	Waktu (menit)	Suhu rata-rata (°C)		Humidity rata-rata (RH)		Kadar air (%)		kadar air yang teruap
		Arduino	Termokopel	Arduino	Termokopel	Awal	akhir	
P1	118	-	39.2	-	43.8	32.4	14.4	18
P2	22	46.8	47.3	32.3	37.1	30.5	14.3	16.2
P3	102	46	46.4	22.2	35.1	33.4	14.2	19.3
P4	48	46.6	46.9	25.8	35.4	28.4	14.4	14
P5	18	45.4	45.6	29.3	38.6	27.8	14.1	13.7

Tabel 3 Perbandingan Analisis Terbaik Skenario P1-P5

Sistem kontrol suhu dan kipas dengan 5 skenario percobaan, dimana skenario P1 pengeringan manual dijemur, skenario P2 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah *off*, kipas kanan kiri *off*, termokopel on, *heater* on, skenario P3 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri *off*, termokopel on, *heater* on, skenario P4 pengeringan mekanis dengan posisi arduino on, kipas atas bawah *off*, kipas kanan kiri on, termokopel on, *heater* on, dan skenario P5 pengeringan mekanis dengan posisi Arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri on, termokopel on, *heater* on. Pada saat pengujian suhu lingkungan 29 °C, suhu terbaik yang ingin dipertahankan yaitu 50 ± 5 untuk mencapai kelembaban RH 20-40 % didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Hasil perbandingan suhu pada termokopel didapatkan suhu maksimum sebesar 54.7 °C, dimiliki oleh skenario P2 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol). Kemudian suhu terendah berada pada skenario P1 (variabel pengeringan manual) sebesar 35.2 °C, maka didapatkan rata-rata suhu pada perbandingan ini sebesar 45 °C, RH 38 % dengan durasi suhu pengeringan terbaik yaitu P5 18 menit.
- b. Hasil perbandingan *humidity* pada termokopel maksimum sebesar 48 % yang terdapat pada skenario P1 (variabel pengeringan manual), kemudian *humidity* terendah berada pada skenario P3 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol) sebesar 33 %, maka didapatkan rata-rata *humidity* pada setiap grafik perbandingan *humidity* ini sebesar 38 %, suhu rata rata 45 °C dan *humidity* terbaiknya dimiliki oleh skenario P4 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol), yaitu 35.4 % dengan durasi 48 menit.
- c. Hasil perbandingan suhu pada arduino didapatkan pada skenario P2 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol)

dengan suhu maksimum sebesar 54 °C. Kemudian suhu terendah berada pada semua skenario P1-P5 sebesar 29°C, maka didapatkan rata-rata suhu pada setiap grafik di skenario 3 ini sebesar 46.2 °C, RH 27.4 %, dengan durasi pengeringan terbaik, yaitu P5 18 menit.

- d. Hasil perbandingan *humidity* pada arduino didapatkan pada skenario P4 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol) dengan *humidity* maksimum sebesar 59 % yang terdapat pada skenario P4. Kemudian *humidity* terendah berada pada skenario P3 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol) dengan *humidity* sebesar 16%, maka didapatkan rata-rata *humidity* setiap grafik di skenario 4 ini sebesar 27.4 %, suhu rata rata 46.2 °C. *Humidity* terbaiknya dimiliki oleh skenario P5 (variabel pengeringan mekanis sistem kontrol), yaitu 45.6 % dengan durasi 18 menit.
- e. Hasil analisis pada penurunan kadar air suhu dan *humidity*, dapat disimpulkan bahwa skenario terbaik didapatkan dari skenario P5. Skenario P5 dapat mengeringkan biji jagung hingga kadar air 14.1% dengan RH 29.3 % dalam waktu 18 menit. Skenario P5 merupakan pengeringan biji jagung yang efektif pada *box dryer* di rancang

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang prototipe alat pengering biji jagung. Alat ini dapat mengeringkan biji jagung lebih cepat dari pengeringan biasa (manual dijemur). Waktu pengeringan 18 menit untuk mencapai kadar air akhir 14.1% dari kadar air awal 27.8 % dengan skenario P5 (variabel kontrol pengeringan mekanis dengan Arduino on, kipas atas bawah on, kipas kanan kiri on, termokopel on, *heater* on). P5 merupakan skenario terbaik dari penelitian ini dengan proses pengeringan biji jagung yang paling efektif. Proses pengeringan biji jagung tersebut akan membantu para petani dalam pengeringan biji jagung untuk menurunkan kadar air yang sesuai keinginan, yaitu 12-14% dengan waktu yang lebih singkat. Para petani juga tidak

perlu khawatir lagi terhadap panen jagung saat musim hujan tiba, karena tidak perlu lagi melakukan pengeringan secara manual atau dijemur. Para petani sangat terbantu dengan alat pengering tersebut, karena tidak perlu kesulitan dalam melakukan pengeringan jagung dan terbantu dengan adanya alat pengering otomatis tersebut.

SARAN

Dalam pengembangan lebih lanjut, disarankan agar lebih variatif lagi dengan kapasitas beban (jagung) diatas 500 gr, sehingga mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, Robiatul. 2014. Pegolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta: Sinar Grafika *Offset*
- Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. Drying cereal grains. The A VI Publishing Co. Inc, West Port. USA.
- Momo. 2008. Proses Pengeringan. [Online]. Tersedia: <http://jut3x.multiply.com/jou> diakses: 5 Maret 2016
- Handerson, S.M and R.L. Perry. 1982. Agricultural process engineering. Third edition. The AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut.
- Rambe, 2010. *Jagung*. Wikipedia Bahasa Indonesia, encyclopedia bebas, <http://id.wikipedia.org>
- Rohman, Saepul. 2008. Teknologi Pengeringan Bahan Makanan. Majari Magazine. [Online] Desember 19,2008. [Diakses: Maret 2016]
- Rudnev Valery, Loveless Don, Cook Raymond, Handbook of Induction Heating, Marcel Decker, Inc, New York, 2003.
- Setiawati, D. A., & Abdullah, S. H. (2019). Introduksi Alat Pengering Tipe Rak Berputar Sebagai Upaya Mempercepat Proses Pengeringan Hasil Petanian.
- Suarni, W. S., & Widowati, W. (2005). Struktur, komposisi dan nutrisi jagung. *Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian, Bogor*.

Syahrial Nurul Huda, (2011), *Rancang Bangun Sistem Pengendali Temperatur Furnance Dengan Menggunakan Sensor Termokopel Tipe-K Berbasis Mikrokontroler Atmega 16* . Penelitian Jurusan Teknik Elektro.Jakarta: Universitas Indonesia.

Zabid Bashori, Sumardi and Iwan Setiawan: *Pengendalian Temperature Pada Plant Sederhana Electric Furnance Berbasis Sensor Microcontroller Dengan Metode Kontrol Pid*; Transient, Vol.2, No.1, Maret 2013, ISSN:2302-9927, 3.