

## Prototipe Mesin Pengering Biji Jagung dengan Sistem Kendali Logika dan Arduino Mega 2560

Syaiful Hasan<sup>1</sup>, Amalia Herlina<sup>2</sup>, Muhammad Hasan Basri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nurul Jadid, Indonesia

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nurul Jadid, Indonesia

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nurul Jadid, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Dikirimkan 19 Jun 2019,  
Direvisi 01 Juli 2019,  
Diterima 01 Agustus 2019.

#### Kata Kunci:

Jagung,  
Kelembaban,  
Sensor SHT11,  
Set Point,  
Respon Transien.

#### Penulis Korespondensi:

Muhammad Hasan Basri  
Program Studi Teknik Elektro,  
Universitas Nurul Jadid,  
Paiton, Probolinggo, Indonesia.  
Surel: [hasanmohammadbasri83@gmail.com](mailto:hasanmohammadbasri83@gmail.com)

### ABSTRAK

Selama ini masyarakat di Indonesia melakukan pengeringan jagung dengan cara konvensional, yaitu dengan cara menjemur langsung di bawah sinar matahari. Selain tidak efektif cara tersebut juga sangat bergantung pada cahaya matahari. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan tentang mesin pengering jagung dengan menggunakan mikrokontroler dan pengendali PID agar pengeringan dapat berjalan dengan maksimal. Selain itu alasan pembuatan alat ini adalah agar pengeringan biji jagung dapat terus berjalan tidak bergantung pada cahaya matahari. Untuk mencapai kondisi jagung yang sesuai standar pengeringan yaitu 14%, diperlukan sensor SHT11 untuk mendeteksi kadar air yang ada pada jagung. Untuk pemanas menggunakan 5 elemen pemanas serta *exhaust fan* sebagai penghantar panas. Pengaturan kelembaban menggunakan set point yang ada pada mikrokontroler. Berdasarkan pengujian, alat dapat berjalan dengan baik dan memiliki keunggulan waktu yang pengeringan yang lebih pendek daripada metode konvensional. Hasil pengujian diperoleh hasil bahwa nilai rata-rata MEA (*Mean Absolute Error*) adalah 0,611% dan rata-rata RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah 0,687%, *Time Constant* = 55 detik, *Rise Time* = 6,95 detik dan *Setting Time* = 164,45 detik pada *set point* RH 21,5%.

*So far, people in Indonesia are drying corn in a conventional way, namely by drying directly in the sun. Besides being ineffective, this method is also very dependent on sunlight. Therefore, this study proposes a corn drying machine using a microcontroller and PID controller so that drying can run optimally. Besides that, the reason for making this tool is that the drying of corn kernels can continue without dependence on sunlight. To achieve the conditions of corn in accordance with the drying standard of 14%, the SHT11 sensor is needed to detect the moisture content in corn. For heaters use 5 heating elements and exhaust fans as heat conductors. Humidity regulation using the setpoint that is on the microcontroller. Based on testing, the tool can run well and has the advantage of shorter drying time than conventional methods. The test results obtained that the average value of the MEA (Mean Absolute Error) is 0.611% and the average RMSE (Root Mean Square Error) is 0.687%, Time Constant = 55 seconds, Rise Time = 6.95 seconds and Setting Time = 164.45 seconds at 21.5% RH setpoint.*

*This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)*



#### Sitasi Dokumen ini:

S. Hasan, A. Herlina, and M.H. Basri, "Prototipe Mesin Pengering Jagung Dengan Sistem kendali Logika dan Arduino Mega 2560," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 108--117, 2019. DOI: [10.12928/biste.v1i3.1099](https://doi.org/10.12928/biste.v1i3.1099)

## 1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan jenis tanaman yang paling sering dipilih para petani di pulau Jawa. Hal ini dikarenakan jagung adalah salah satu sumber makanan pokok bagi orang Indonesia selain beras padi pada umumnya, Pengeringan jagung dengan cara konvensional biasanya membutuhkan waktu tiga hari. Permasalahan muncul ketika musim hujan. Para petani tidak dapat menjemur hasil panen mereka sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung menjadi lebih lama, berkisar antara (3-7) hari [1].

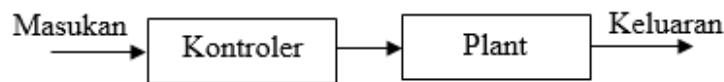
Saat ini sudah banyak beredar pesat mesin pengering jagung di antaranya *Box Dryyer*, *Tunnel Dryer*, *Rotary Dryer*. Dari setiap pengering yang telah ada sebelumnya, alat pengering jagung menggunakan pemanas dari kompor gas (LPG) yang nantinya memiliki kemungkinan untuk kelangkaan gas LPG seperti permasalahan yang telah dijumpai di berbagai daerah [2]. Dengan menciptakan prototipe pengering biji jagung dengan Mikrokontroler, hasil dari penelitian diharapkan mampu menjadi solusi bagi petani untuk mengeringkan jagungnya pada saat musim hujan maupun musim kemarau. Selain itu juga dapat diperoleh jagung dalam keadaan kering tanpa harus mengeluarkan banyak tenaga dan biaya. Pada penelitian ini, objek yang dikontrol adalah elemen pemanas dan *exhaust fan* dengan acuan kelembaban sesuai standar pengeringan pada umumnya. Mulanya pengeringan dimulai dengan memasukkan jagung yang sudah dipipil lalu menyalakan tombol Power ON pada kontrol pengering, pengaduk dan pemanas.

Penelitian ini digunakan dalam membantu mendapatkan kerangka berpikir, untuk mengetahui persamaan dan perbedaan dari berbagai penelitian sebagai kajian yang dapat mengembangkan wawasan berpikir [3] [4]. Dalam penelitian yang sedang dilakukan dengan judul "*Prototipe Mesin Pengering Biji Jagung dengan Sistem Kendali Logika dan Arduino Mega 2560*" tidak jauh berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Namun dalam penelitian ini ada sedikit kemampuan untuk mengurangi sedikit kendala pada penelitian-penelitian sebelumnya, yang pada dasarnya pemanas yang digunakan adalah dari gas LPG. Sementara pada penelitian ini memakai elemen pemanas dan pengendalian elemen pemanas untuk mempertahankan nilai kelembaban sesuai standar kekeringan jagung pada umumnya yang ada di pasaran.

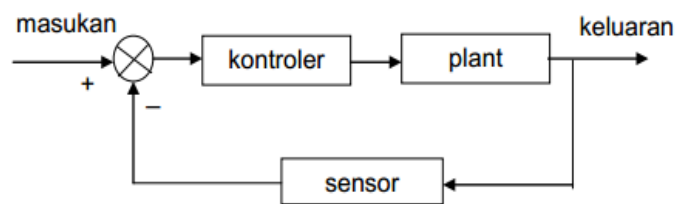
## 2. METODE YANG DIUSULKAN

### 2.1 Sistem Kendali

Adanya sistem kendali otomatis secara tidak langsung dapat menggantikan peran manusia dalam meringankan segala aktivitasnya [5]. Dalam sistem kendali kita mengenal adanya sistem kontrol kalang Terbuka (*Open-loop Control System*) dan Sistem kontrol kalang Tertutup (*Closed-loop Control System*) [6].



Gambar 1. Diagram blok sistem kalang terbuka



Gambar 2. Diagram blok sistem kalang tertutup

### 2.2 Spesifikasi Respons Transien

Karakteristik kinerja sistem kontrol ditentukan dalam hal respons transien terhadap input unit-step, karena mudah untuk menghasilkan dan cukup drastis. (Jika tanggapan terhadap input langkah diketahui, secara matematis dimungkinkan untuk menghitung respons terhadap input apa pun). *Respons transien* suatu sistem terhadap input unit-step tergantung pada kondisi awal [7].

*Respons transien* sistem kendali praktis sering menunjukkan osilasi teredam sebelum mencapai kondisi mapan. Dalam menentukan karakteristik *transien respons* sistem kendali dengan input unit-step adalah sebagai berikut:

- *Time Constant*
- *Rise Time (tr)*
- *Delay Time*
- *Setting Time (ts)*

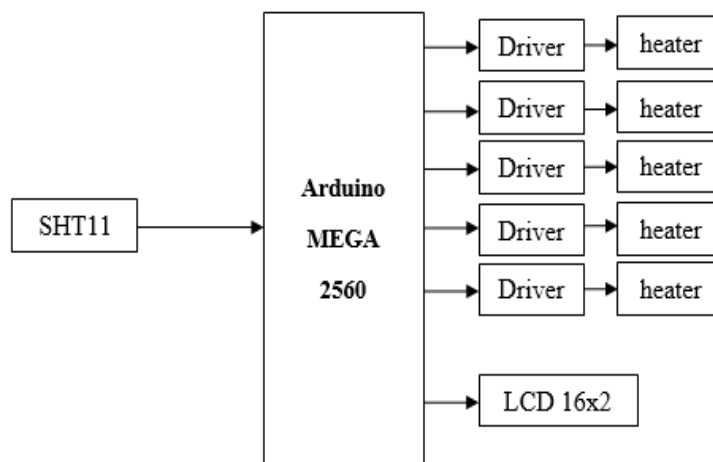
Formulasi hubungan tolak ukur praktis dengan tolak ukur teori:

- $t = \text{time constant}$   
Ukuran waktu yang menyatakan kecepatan respons, diukur mulai  $t = 0$  s/d mencapai 63,2% dari *steady state*.
- $t_r = \text{rise time}$   
Ukuran waktu yang menyatakan respons dianggap telah muncul secara utuh. Diukur melalui respons mencapai 5% s/d 95% atau 10% 90% dari keadaan *steady state* [8].
- $t_d = \text{delay time}$   
Ukuran waktu yang menyatakan responskeluaran terhadap masukan diukur mulai  $t=0$  s/d respons mencapai 50% dari *steady state* [9].
- $t_s = \text{setting time}$   
Ukuran waktu yang menyatakan bahwa respons dianggap telah berada pada sekitar *steady state*, diukur mulai  $t = 0$  s/d respons berada pada 5%, 2%, atau 0,5% sekitar *steady state* [10].

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Desain Sistem

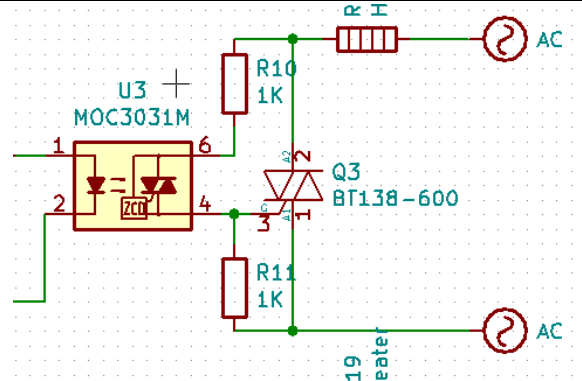
Gambar 3 menunjukkan diagram blok dari perancangan prototipe sistem kendali mesin pengering biji jagung dengan mikrokontroler. Dalam perancangan perangkat keras ini akan dibuat dan digunakan beberapa perangkat keras yang mendukung untuk pengendalian temperatur dan pengontrolan elemen pemanas, yaitu meliputi sensor kelembapan SHT11 dan rangkaian pengendali tegangan menggunakan *optocoupler*.



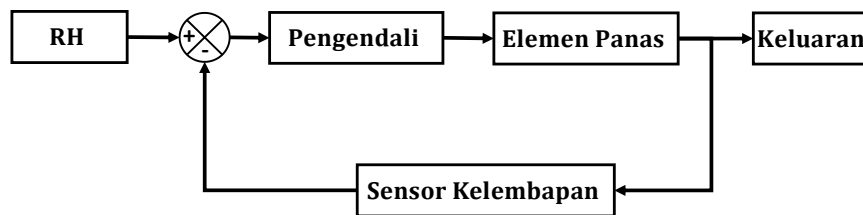
Gambar 3. Desain Blok Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengontrolan tegangan pada elemen pemanas (Gambar 4). Komponen elektronika yang dipakai yaitu *Optocoupler* yang diaplikasikan sebagai driver Elemen pemanas (*heater*). Prinsip kerja dari control pengering jagung adalah mulai dari memasukkan *set point* pada mikrokontroler sesuai nilai referensi kelembapan (RH). Mulanya elemen pemanas dan *exhaust fan* akan bekerja secara keseluruhan untuk menghasilkan pengeringan secara maksimal. Jika RH sudah hampir mendekati *set point* yang sudah ditentukan dengan nilai 21 %, elemen pemanas dan *exhaust fan* akan satu persatu akan mati (OFF). Dengan perubahan nilai RH sesuai dengan *set point* tersebut jagung sudah dianggap kering dengan kadar air sesuai standar pertanian.

Diagram blok pengendali sistem ditunjukkan pada Gambar 5. Pada Gambar 5, blok RH adalah nilai referensi sebagai nilai set poin, blok pengendali adalah pengendali PID, blok elemen panas adalah pemanas yang memperoleh tegangan dan dikendalikan oleh pengendali, blok keluaran adalah kadar air pada biji jagung dan sinyal feedback dari sensor kelembapan yang akan dibandingkan dengan nilai referensi untuk menghasilkan nilai error sebagai masukan pengendali.



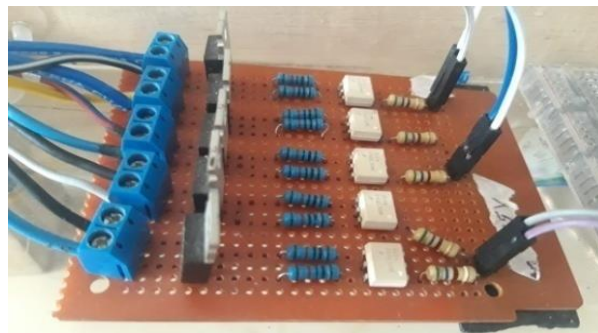
Gambar 4. Rangkaian voltage controller



Gambar 5. Diagram blok sistem kontrol kelembaban

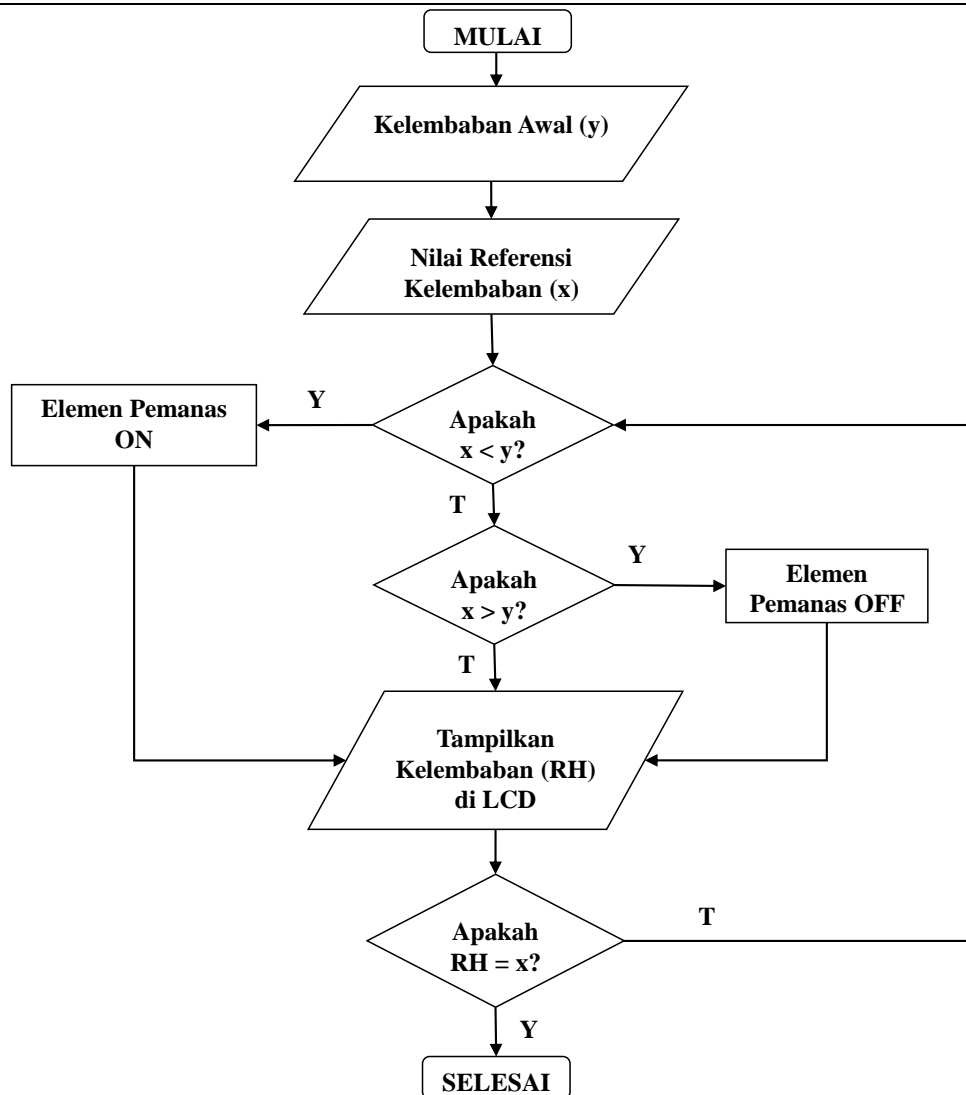
### 3.2. Pengujian Driver Elemen Pemanas

Pada rangkaian driver elemen pemanas ada 5 pin yang terhubung ke Arduino Mega2560. Dalam pengujian ini dapat dilakukan dengan sederhana tanpa melakukan koneksi terhadap mikrokontroler yaitu dengan cara *PINGround* (GND) disambungkan dengan GND +5V DC (VCC), dan PIN untuk elemen pemanas ke mikrokontroler disambungkan dengan tegangan suplai +5V (VCC). Dengan ini driver elemen pemanas akan terhubung dengan syarat elemen pemanas juga terhubung ke sumber 220V AC. Rangkaian driver elemen pemanas dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Rangkaian *Driver* elemen pemanas

### 3.3. Algoritma

*Software* yang digunakan pada sistem kontrol pada pengering jagung dengan mikrokontroler adalah *software* Arduino IDE berfungsi untuk memasukkan program mikrokontroler Arduino Mega2560. Diagram alir pengendali ditunjukkan pada Gambar 6. Prinsip kerja dari pengontrolan pengering jagung adalah dimulai dari memasukkan set point pada mikrokontroler sesuai nilai referensi kelembaban (RH), mulanya elemen pemanas dan *exhaust-fan* akan bekerja secara keseluruhan untuk menghasilkan pengeringan secara maksimal. Jika RH sudah hampir mendekati set point yang sudah ditentukan dengan nilai 21% maka elemen pemanas dan exhaustfan akan satu - persatu akan mati (OFF). Dengan perubahan nilai RH sesuai dengan set poin tersebut jagung sudah dianggap kering dengan kadar air sesuai standar pertanian.



Gambar 6. Diagram Alir Pengendali

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengujian Sensor SHT11

Sensor SHT11 (sensor kelembaban dan suhu) berfungsi untuk mendeteksi kelembaban (kadar air) dan suhu yang ada di dalam ruang kotak pengering. Hasil pengujian sensor SHT11 ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil pengujian pada Tabel 1, pengujian alat pengering memakai 1 elemen sampai 5 elemen dalam waktu rata-rata 25 menit akan berdampak pada pengeringan jagung yang sesuai dengan standar mutu. Standar yang digunakan dalam pengeringan adalah 14 %.

Hasil Pengujian pada Tabel 2 pengujian pengering memakai 1 elemen sampai 5 elemen dalam waktu rata-rata 50 menit akan berdampak pada pengeringan jagung yang tidak sesuai dengan standar mutu. Standar yang digunakan dalam pengeringan adalah 14%. Nilai kurang dari itu jagung bisa dikatakan belum kering sempurna, yang mana menghasilkan rata-rata RH = 11,93 %.

Tabel 1. Data pengujian Sensor SHT11

Sensor SHT11		Sensor SHT11	
T	RH (%)	T	RH (%)
25,46	14,93	25,39	14,93
25,43	14,90	25,38	14,93
25,43	14,90	25,38	14,93
25,46	14,90	25,38	14,93
25,43	14,90	25,37	14,93

25,43	14,90	25,38	14,93
25,39	14,93	25,38	14,93
25,39	14,90	25,37	14,93
25,38	14,93	25,38	14,93

Tabel 2 Data Pengujian Sensor SHT11

Sensor SHT11		Sensor SHT11	
T	RH (%)	T	RH (%)
40,42	11,93	40,39	11,93
40,40	11,90	40,38	11,93
40,40	11,90	40,38	11,93
40,41	11,90	40,38	11,93
40,40	11,90	40,37	11,93
40,40	11,90	40,38	11,93
40,39	11,93	40,38	11,93
40,39	11,90	40,37	11,93
40,38	11,93	40,38	11,93

#### 4.2. Hasil Pengujian Kerja On-Off Aktuator Terhadap SHT11

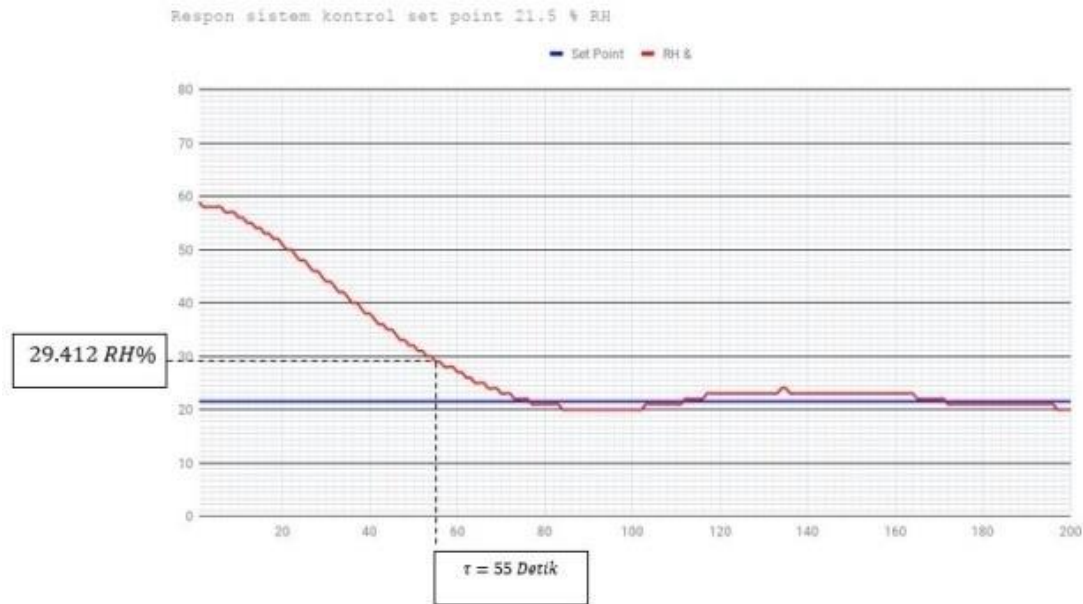
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi dari masing-masing aktuator yang dikendalikan oleh sensor SHT11 (sensor kelembapan dan suhu). Pengujian juga bertujuan untuk melihat kondisi on-off aktuator elemen pemanas, *exhaust fan* berjalan dengan baik atau tidak. Tabel 3 menunjukkan pengukuran suhu dan kelembapan dengan sensor SHT11. Berdasarkan Tabel tersebut dapat diketahui bahwa setiap kenaikan nilai kelembapan di atas 21,5 seluruh elemen pemanas hidup (ON) dan kondisi *exhaust fan* (ON).

Tabel 3. Pengukuran suhu dan kelembapan dengan sensor SHT11

No.	Waktu	SHT11 (T)	SHT11 (RH%)	kondisi Elemen Pemanas	Kondisi <i>Exhaust Fan</i>	kadar air
1	5 menit	31,81	55,04	1,2,3,4,5 ON	1,2,3,4,5 ON	21,4
2	10 menit	36,28	48,27	1,2,3,4 ON	1,2,3,4 ON	19,1
3	15 menit	40,62	38,89	1,2,3 ON	1,2,3 ON	17,6
4	20 menit	45,44	30,23	1,2 ON	1,2 ON	15,5
5	25 menit	46,31	28,45	1 ON	1 ON	14,7
6	-	52,01	21,49	Semua OFF	1 ON	-

Grafik 1 menunjukkan respon step kontrol tanpa beban, respon ini muncul dengan melakukan pengujian sistem kontrol pada pengering jagung dengan set point 21,5. Dengan ini didapat nilai rata-rata MEA (*Mean Absolute Error*) rata-rata 0,611% dan rata-rata RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,687%, *time constant*  $t = 55$  detik, *rise time*  $r = 6,95$  detik dan *setting time*  $s = 164,45$  detik.

Grafik 2 adalah hasil pengujian dengan sinyal referensi step. Pada pengujian ini didapat nilai rata-rata MEA (*Mean Absolute Error*) rata-rata 1,155% dan rata-rata RMSE (*Root Mean Square Error*) 1,367%, *time constant*  $t = 48$  detik, *rise time*  $r = 6,8$  detik dan *setting time*  $s = 143,52$  detik.



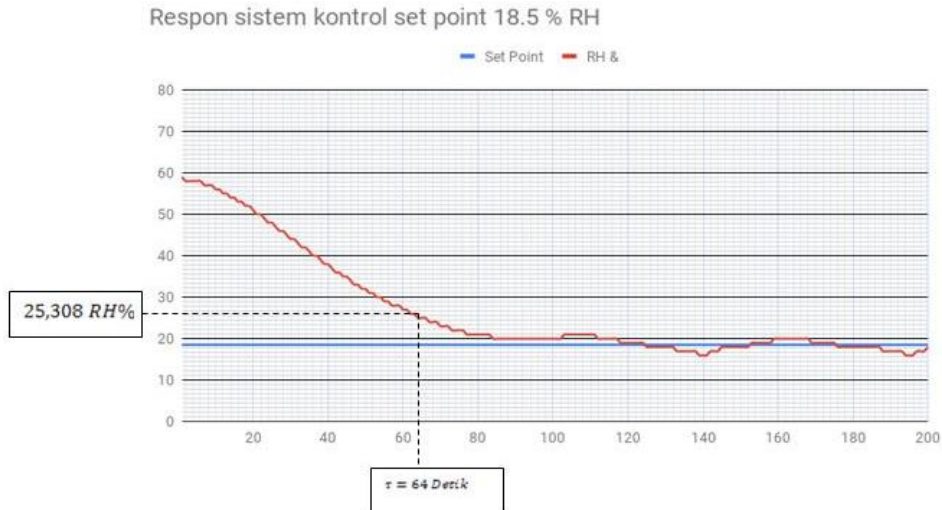
Grafik 1 Hasil respon pada set point 21.5 RH



Grafik2 Hasil respon pada set point 23,5 RH

Grafik 3 adalah hasil pengujian dengan sinyal referensi step. Pada respon step untuk set point 18,5 didapat nilai rata-rata rata-rata MEA (*Mean Absolute Error*) rata-rata 1,6% dan rata-rata RMSE (*Root Mean Square Error*) 1,8%, *rise timet*  $r = 6,8$  detik dan *setting timet*  $s = 143,52$  detik. hal ini terjadi karena untuk sensor yang dipakai adalah sensor kelembaban. Maksud dari pemakaian sensor tersebut adalah dikarenakan nilai kelembaban pada tiap detik tidak akan terus konstan pada titik yang diinginkan. Jadi nilai loncatan dari nilai kelembaban itu menyebabkan *steady state* tidak terus menerus ada pada titik yang diinginkan.





Grafik 3 Hasil respon pada set point 18.5 RH

#### 4.3. Hasil Pengujian Perbandingan Pengeringan Konvensional dan Alat Pengering Jagung Mikrokontroler

Pengukuran kadar air pada biji jagung sebelum dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 7. Pengukuran kadar air biji jagung menggunakan alat yang bernama *Hygrometer*.

Gambar 7. Pengukuran sebelum dikeringkan secara konvensional dengan *Hygrometer*

Dari hasil pengeringan konvensional di lapangan dengan berat jagung yang sama (2kg) dapat diketahui bahwa waktu pengeringan jagung dengan metode konvensional memerlukan waktu yang lebih lama dari pada menggunakan alat pengering jagung menggunakan Mikrokontroler (Tabel 4). Penggunaan pengering jagung konvensional harus dilakukan pemerataan pada tiap menit nya agar hasil pengeringan dapat lebih maksimal. Sementara, metode pengeringan dengan menggunakan alat pengering jagung dengan mikrokontroler akan memudahkan petani dalam mengeringkan hasil panennya. Hal tersebut disebabkan karena dengan adanya sistem kontrol pada alat ini membuat alat pengeringan dapat bekerja sama halnya dengan pengeringan konvensional. Pada alat pengering jagung pemanas yang digunakan menggunakan pemanas dengan *exhaust fan* sebagai penghantar panas dan dapat dikontrol sesuai *set point* referensi yang sudah didapat pada saat pengujian pertama berlangsung. Oleh karena itu alat pengering jagung yang diusulkan lebih baik daripada pengering jagung menggunakan cara konvensional. Hasil perbandingan pengujian pengeringan jagung dengan metode konvensional dan pengeringan menggunakan alat pengering jagung dengan menggunakan mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Hasil Pengeringan

Metode Pengeringan	Persentase RH (%)	Waktu Pengeringan (Menit)
Konvensional	13,6	60
Alat Pengering Jagung	14,0	25



Dapat dilihat pada Tabel 4 bahwa waktu yang dibutuhkan pada sistem pengeringan konvensional dengan sistem pengeringan menggunakan Mikrokontroler berbeda jauh. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa menggunakan pengering konvensional membutuhkan waktu 60 menit untuk menghasilkan RH = 13,6 %, dan apabila menggunakan pengering dengan mikrokontroler cukup membutuhkan waktu 25 menit untuk menghasilkan RH=14%. Oleh karena itu alat pengering jagung dengan mikrokontroler mampu mengeringkan jagung lebih cepat dan merata dibandingkan dengan cara konvensional.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Respon step kontrol elemen pemanas dengan sensor SHT11 berjalan dengan konstan dengan set point RH 21.5%, Dengan ini didapat nilai rata-rata MEA (*Mean Absolute Error*) rata-rata 0,611% dan rata-rata RMSE (*Root Mean Square Error*) 0,687%, *time constan*  $t = 55$  detik, *rise timet*  $r = 6,95$  detik dan *setting timet*  $s = 164,45$  detik. Semakin rendahnya kelembaban dari ruang pengering maka pengatur on-off akan bekerja secara otomatis sesuai nilai RH referensi. Sistem kontrol terdiri dari rangkaian sensor, LCD, Rangkaian *Zero Crossing Detector*, Pengaktifan rangkaian-rangkaian tersebut dilakukan dengan menyusun perintah dalam bahasa "C+" yang ditulis menggunakan Software Arduino IDE.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Sampaikan ucapan terima kasih kepada editor dan reviewer atas segala saran, masukan dan telah membantu dalam proses penerbitan naskah. Ucapan terima kasih juga ditunjukkan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moral dan material.

## REFERENSI

- [1] Indonesia, S, B, 2015, Produksi Jagung Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/868/produksi-jagung-menurut-provinsi-ton-1993-2015.html>.
- [2] B. Indarto, S. Puspitasari and H. Sunarno, "Pemanfaatan Panas Buang Air Conditioner (AC) Pada Lemari Pengering benih Padi," *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 13, no. 3, 2017. DOI: [10.12962/j24604682.v13i3.3101](https://doi.org/10.12962/j24604682.v13i3.3101)
- [3] Syahminan, "Prototype Pengering Biji Jagung Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Smatika*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8, 2018. DOI: [10.32664/smatika.v8i01.193](https://doi.org/10.32664/smatika.v8i01.193)
- [4] N. Suprapti, A. Purwanto, "Sistem Kontrol Pengaduk Pada Alat Pengering Gabah Berbasis Mikrokontroler Atmega 8," *E-Journal Fisika*, vol. 6, no. 1, pp. 30-38, 2017. [Online](#)
- [5] Kunarso, L. Rancang Bangun Sistem Kontrol Listrik Berbasis Web Menggunakan Server Online Mini PC Raspberry PI," *Skripsi*. Universitas STIKUBANK, Semarang. 2015. [Online](#)
- [6] Y. Sulistyawan, "Kendali Kelembaban Otomatis Dengan Sensor Kelembaban Sht11 Berbasis Mikrokontroler," *Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, 2011. [Online](#)
- [7] I. N. Rifai, P. S. G. Asa, "Penerapan Algoritma Kendali Proportional Integral Derivative Pada Sistem Real Time Untuk Mempelajari Tanggapan Transien," *Prosiding SENTIA*, vol. 6, no. 2, pp. A37-A41, 2014. [Online](#)
- [8] R. Rizeki, B. Setiyono, and M. Riyadi, "Perancangan Sistem Kontrol Motor Berbasis Kontrol PID Dengan Menggunakan Mikrokontroller Atmega8535 Pada Sizing Process Sistem Weaving I Greige di PT. APAC INTI CORPORA," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 771-779, Nov. 2015. DOI: [10.14710/transient.4.3.771-779](https://doi.org/10.14710/transient.4.3.771-779)
- [9] F. Syarisda, Perancangan Pengendali Model Reference Adaptive Control (MRAC) Kombinasi PID Untuk Mengendalikan Kecepatan Pada Brushless Direct Current (BLDC) Motor, *Skripsi thesis*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2018. [Online](#)
- [10] I. Larasati, "Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Pada Penetas Telur Ayam Berbasis Java Menggunakan Fuzzy Logic Control," *Skripsi Sarjana Thesis*, Universitas Muria Kudus, 2018. [Online](#)

**BIOGRAFI PENULIS****Syaiful Hasan**

Lahir di Lumajang, pada tanggal 13 Februari 1997. Penulis adalah mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid. Penulis memiliki bidang minat *Control*.

**Amalia Herlina**

Lahir di Surabaya, pada tanggal 19 Oktober 1976, Penulis adalah Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid. Penulis fokus pada bidang manajemen industri.

**Muhammad Hasan Basri**

Lahir di Sumenep, pada tanggal 14 Agustus 1983, Penulis adalah Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid. Penulis mengajar mata kuliah Fisika Teknik, dan fokus pada bidang instrumen.