

RANCANG BANGUN ROTARY DRYER SEBAGAI PENERING PADI BERBASIS MIKROKONTROLLER

Andri Korniwani¹, Endro Wahjono², Era Purwanto³

¹Mahasiswa D4 Jurusan Teknik Elektro Industri

²Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

³Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email: andri_korniwani@yahoo.co.id

Abstrak

Pada saat ini masih banyak petani dalam memanfaatkan hasil paska panen dengan cara menjemur padi di tempat terbuka menggunakan bantuan dari sinar matahari dengan waktu yang cukup lama. Pada umumnya kadar air padi basah (baru dipanen) masih cukup tinggi sekitar 23-26%. Padi perlu dikeringkan hingga mencapai kadar air keseimbangan yaitu sekitar 14%. Dalam perancangan pengering padi buatan ini digunakan heater dan blower fan sebagai sumber pemanas. Untuk menjaga agar suhu dalam ruangan dalam pengering padi tetap konstan sesuai set point 43⁰ celcius maka digunakan dengan cara mengatur tegangan pada elemen pemanas. Untuk mengatur tegangan keluaran AC to AC Converter tergantung pada sudut penyulutan yang dibangkitkan rangkaian IC TCA. Besarnya sudut penyulutan diatur dengan tegangan kontrol yang dibangkitkan oleh DAC R/2R Ladder yang yang mengkonversi data digital yang dikeluarkan mikrokontroler menjadi tegangan analog. Serta digunakan LCD karakter (16x2) yang berfungsi menampilkan kondisi suhu di dalam ruang pengering. Pengeringan padi dari kadar air 19,7% sampai dengan 14,1% memerlukan waktu sekitar 150 menit dengan laju pengeringan mencapai 2,24 % per jam.

Kata kunci: Mikrokontroler ATmega 16, IC LM 35, IC TCA 785, AC to AC Converter, Lcd karakter(16x2)

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini masih banyak petani di Indonesia terutama petani padi masih menggunakan cara konvensional dalam memanfaatkan hasil paska panen. Hal ini dapat dilihat dalam pengolahan paska panen dilakukan dengan cara menjemur padi di tempat terbuka menggunakan bantuan dari sinar matahari dengan waktu yang cukup lama. Hal ini dikarenakan pada waktu pengeringan juga sangat tergantung pada kondisi cuaca. Padahal suhu panas dari sinar matahari tidak selalu stabil/berubah-ubah, maka perlu adanya inovasi untuk mengefisienkan proses pengeringan dengan cara yang modern dan efisien. Sehingga dapat memanfaatkan hasil paska panen dengan mudah, efisien dan tidak tergantung pada cuaca (waktu).

Secara nasional kehilangan hasil pasca panen masih sangat tinggi. Menurut data BPS tahun 1994/1995, tingkat kehilangan hasil pasca panen padi mencapai 20,51%.

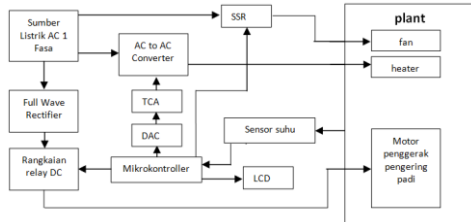
Pada umumnya kadar air padi basah (baru dipanen) masih cukup tinggi sekitar 23-26%.^{[1][2]} Pada tingkat kadar air tersebut, padi tidak aman disimpan karena sangat mudah terserang jamur. Sehingga agar aman disimpan, padi perlu dikeringkan hingga mencapai kadar air keseimbangan, yaitu sekitar 14%. Hal ini sesuai dengan pedoman pengolahan hasil paska panen padi yaitu hasil tanaman padi yang telah dilepas dari tangkainya dengan cara perontokkan, dikeringkan, dan dibersihkan yang memiliki kadar air maksimum 14 %.

Oleh karena itu dalam keadaan ini dibutuhkan proses pengeringan dengan waktu yang relatif lebih cepat dengan kadar air yang merata. maka dibutuhkan pemanas untuk mengatur suhu panas yang digunakan sebagai mesin pengering padi yang dapat dikontrol. Dan diatur secara otomatis untuk mempermudah dalam pemakaian alat tersebut.

2. Konfigurasi Sistem

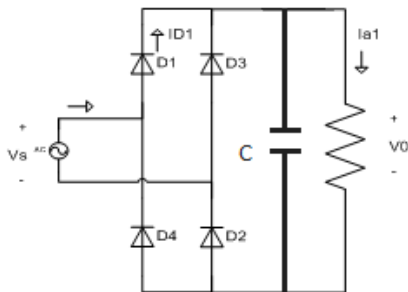
Blok diagram secara keseluruhan dari sistem ditunjukkan pada Gambar 1 sumber tegangan dari jala-jala PLN 220 volt merupakan sumber tegangan utama dari plan yang akan dibuat. Sumber tegangan dari jala-jala digunakan untuk mensupply blower secara ON/OFF menggunakan SSR yang dikontrol oleh mikrokontroler. Sumber jala-jala PLN 220 volt juga digunakan untuk mensupply motor DC 24 volt sebagai pemutar pengering padi dimana sumber tegangan jala-jala diturunkan dengan trafo step down kemudian disearahkan menggunakan rectifier, untuk menjalankan motor DC tersebut digunakan relay DC yang dikontrol oleh mikrokontroler. Selain itu sumber tegangan jala-jala juga digunakan sebagai sumber inputan pada AC to AC Converter yang digunakan sebagai pengontrol tegangan yang disupply ke element pemanas. AC to AC Converter digunakan untuk mengatur tegangan inputan pada elemen pemanas dari 0-220 volt. Untuk mengatur tegangan tersebut dilakukan dengan cara mengatur sudut penyulutan pada TRIAC. Untuk mengatur sudut penyulutan

tersebut digunakan rangkaian driver IC TCA 785 yang di bandingkan dengan tegangan kontrol yang merupakan keluaran dari mikrocontroller secara digital yang diubah menjadi tegangan analog menggunakan rangkaian DAC R/2R Leader.



Gambar 1 Blok diagram sistem pengering padi

3.1. Rangkaian Rectifier sebagai penggerak motor DC 24 volt



Gambar 2. Rangkaian rectifier

Pada Gambar merupakan rangkaian rectifier. Rectifier tersebut memperoleh masukan dari tegangan jala-jala PLN 220 Volt yang sudah diturunkan dengan trafo step down yaitu dari 220volt ac menjadi 20 volt ac. Berikut ini parameter - parameter perencanaan rectifier:

- Tegangan Input (V_{in}) = 20 Vac
- Resistansi beban = 29,59 Ohm
- filter $C = 4700\mu F$

Berikut ini adalah hasil perhitunagn V_o

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_r(pp)}{2} = V_m - \frac{V_m}{4fRC}$$

$$V_{dc} = 20,6 \times \sqrt{2} - \frac{20,6 \times \sqrt{2}}{4 \times 50 \times 29,59 \times 2200\mu}$$

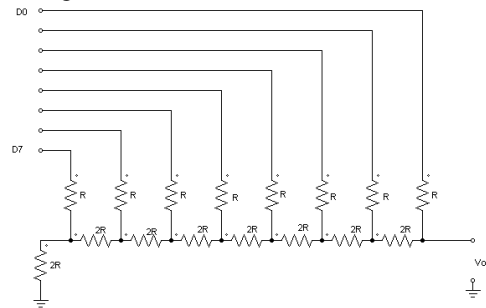
$$V_{dc} = 29,13 - \frac{29,13}{13,02}$$

$$V_{dc} = 26,89 \text{ volt}$$

3.2. Rangkaian DAC R/2R Leader

DAC (Digital Analog Converter) merupakan salah satu jenis rangkaian yang berfungsi untuk merubah nilai dari suatu besaran digital menjadi besaran analog. Pada tugas akhir ini rangkaian Digital to Analog converter digunakan untuk mengubah data digital yang dihasilkan oleh mikrocontroller

agar dapat dimanfaatkan untuk menjadi kontrol tegangan rangkaian PWM dengan menggunakan IC TCA 785. Gambar 3 merupakan gambar dari Rangkaian Digital to Analog Converter R/2R.



Gambar 3. Digital to Analog Converter

Agar rangkaian DAC menghasilkan tegangan pada kondisi maksimal, maka rangkaian DAC diberi input maksimal yaitu pada kondisi maksimalnya = FF H dan data pada saat tersebut didapatkan tegangan output sesuai perhitungan dibawah ini:

$$V_o = V_{ref} \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right)$$

$$FF H = 11111111$$

$$V_o = 5 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \frac{1}{256} \right)$$

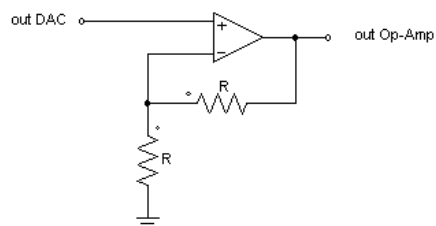
$$V_o = 5 \left(\frac{255}{256} \right)$$

$$V_o = 4,98 \text{ Volt}$$

$$V_o \approx 5 V$$

3.3. Rangkaian Op Amp non inverting

Rangkaian Op-Amp digunakan agar tegangan keluaran DAC mencapai nilai 10 V pada kondisi FF H, maka dibutuhkan penguat tegangan sebesar 2 kali. Pada tugas akhir ini digunakan rangkaian penguat tegangan non-inverting amplifier. Rangkaian non-inverting amplifier yang digunakan dapat dilihat melalui gambar 4 berikut:



Gambar 4 Rangkaian non-inverting amplifier

Apabila DAC mengeluarkan tegangan sebesar 5 volt maka tegangan tersebut dapat dikuatkan menjadi:

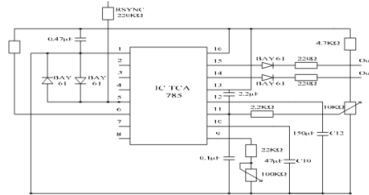
$$V_o = 5 \times \left(1 + \frac{R}{R} \right)$$

$$V_o = 5 \times 2$$

$$V_o = 10 V$$

3.4. Rangkaian IC TCA 785

Rangkaian driver IC TCA 785 ini berfungsi sebagai rangkaian pembangkit pulsa, dimana pulsa yang dibangkitkan sebesar 10 volt tersebut digunakan untuk mentrigger komponen Triac yang terdapat dalam rangkaian Ac to Ac konverter 1 phasa

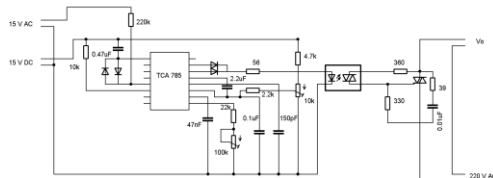


Gambar 5 rangkaian TCA 785

Keluaran IC pada kaki (no 14) untuk pulsa penyalaan tegangan siklus negatif jala-jala sedangkan kaki (no 15) untuk penyalaan dari siklus positif jala-jala.

3.5. Rangkaian AC to AC Converter

Pada tugas akhir ini rangkaian AC to AC converter digunakan untuk mengatur besar tegangan dari masukan heater. Rangkaian AC to AC converter digunakan untuk mengatur tegangan AC dengan metode kontrol sudut fasa. Maksud dari metode kontrol sudut fasa adalah menahan sebagian gelombang sinusoidal setiap setengah periode. Rangkaian TCA 785 dan AC to AC Converter dapat dilihat dari gambar 6 berikut:



Gambar 6 Rangkaian TCA 785 dan AC to AC converter

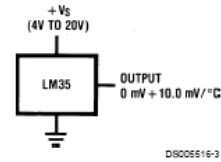
Komponen utama dari rangkaian AC to AC converter adalah thyristor. Jenis thyristor yang digunakan pada rangkaian AC to AC converter pada tugas akhir ini adalah TRIAC. TRIAC adalah jenis thyristor yang dapat disetarakan dengan dua buah SCR yang dipasang paralel dengan arah yang berlawanan. Untuk menghitung besar tegangan hasil penyulutan dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$V_{RMS} = (E_s) \sqrt{\left(1 - \frac{a}{\pi} + \frac{(\sin 2a)}{2\pi}\right)}$$

3.6. Rangkaian sensor suhu

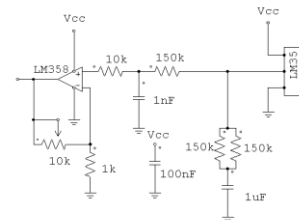
Sensor suhu yang dipakai menggunakan komponen LM 35 tipe DZ. Fungsi dari komponen LM 35 ini adalah mengubah data yang diterima dalam bentuk besaran suhu menjadi besaran elektrik yaitu tegangan. Sensor suhu ini mengeluarkan perubahan tegangan sebesar 10 mV

setiap kenaikan suhu 1°C. LM 35 dapat dicatu dengan tegangan DC sebesar 4 Volt sampai 30 Volt. Rangkaian dari sensor suhu dengan menggunakan LM 35 dapat dilihat melalui gambar 7 berikut.



Gambar 7. Sensor suhu LM 35

Dengan hanya menggunakan LM 35 saja maka tegangan keluaran dari sensor belum stabil. Oleh karena itu untuk menstabilkan tegangan keluaran dari sensor digunakan rangkaian tambahan dengan menggunakan IC LM 358. Rangkaian tambahan dari sensor suhu dapat dilihat melalui gambar 8 berikut.

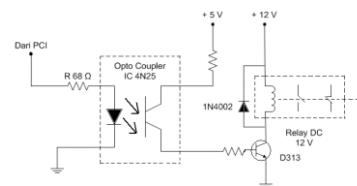


Gambar 8. Rangkaian tambahan sensor suhu

3.7. Perancangan Rangkaian Driver Relay

Rangkaian ini berfungsi sebagai on/off dari magnetik kontaktor dan juga sebagai pengaman dari Personal Computer yang berfungsi sebagai on/off motor DC pada system pengering padi. Rangkaian ini terdiri dari Opto Coupler.

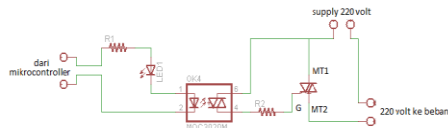
Transistor dan relay dc serta magnetic kontaktor. Secara lengkap gambar rangkaian driver seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. Rangkaian driver relay

3.8. Solid State Relay (SSR)

SSR dirangkai dengan menggunakan optotriac-coupler jenis MOC3021 yang difungsikan sebagai saklar AC sebagai pengganti relay mekanis. Rangkaian terpadu ini dilengkapi dengan Zero Crossing Detector yang digunakan untuk menyulut triac setiap terjadi perpindahan dari siklus positif ke negatif atau sebaliknya, tepatnya pada saat tegangan nol dari sumber AC.



Gambar 10. Rangkaian SSR dengan MOC 3021

3. Hasil pengujian sistem

Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap system yang telah dikerjakan agar mendapatkan kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang mengalami kekurangan saat melakukan pengujian. Metode pengujian dilakukan menjadi dua tahap yaitu pengujian parsial dan pengujian integrasi.

5.1. Rangkaian Rectifier

Pengujian rangkaian penyearah jembatan penuh dilakukan dengan cara pemberian tegangan sumber dari jala-jala PLN yaitu 220 Volt 50 Hz, kemudian tegangan tersebut diturunkan menggunakan trafo step down menjadi 20,6 Volt. Dalam pengujian yang telah dilakukan penyearah jembatan penuh 1 fase dibebani dengan lampu pijar 220 Volt 25 Watt didapatkan tegangan Output 27,2 Volt.



Gambar 11. rangkaian rectifier

5.2. Rangkaian Relay (EMR)

Penggunaan EMR dipilih dikarenakan EMR dapat mengontrol beban arus-tinggi dengan rangkaian kontrol arus rendah. Hal ini dapat ditunjukkan dalam hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 12 Pada rangkaian tersebut sinyal kontrol didapatkan dari output mikrocontroller yaitu tegangan sebesar 5 Volt yang digunakan untuk mengaktifkan transistor untuk melewati tegangan 12 volt untuk mensupply coil sehingga kontak pada relai berubah dari open menjadi close.



Gambar 12. kontak EMR close

5.3. Rangkaian SSR

SSR mempunyai fungsi yang sama dengan relai pengendali mekanis (EMR). Tetapi mempunyai perbedaan dalam sisi penggerak kontak. Dalam hal ini SSR hanya digunakan sebagai mengaur kerja kipas AC (blower) yang bekerja secara ON atau OFF. Gambar 13 merupakan gambar pengujian rangkaian SSR. Dalam pengujian tersebut beban yang digunakan yaitu lampu hemat energi 220 Volt AC 7 Watt. Untuk menyalakan lampu SSR diaktifkan dengan menggunakan tegangan 5 Volt dc untuk mengaktifkan semi konduktor sehingga tegangan 220 Volt dapat terhubung ke beban.



Gambar 13. pengujian rangkaian SSR

5.4. Rangkaian DAC R/2R Leader

Dalam pengujian DAC R/2R juga dilakukan dengan menggunakan penguat oprasional (Op-Amp) yaitu menggunakan LM 324. Penguat oprasional (Op-Amp) dibuat dengan penguatan sebesar 2 kali dikarenakan secara perhitungan tegangan output DAC hanya 4,98 Volt dan tegangan kontrol yang digunakan dalam AC to AC converter mempunyai range antara 0 sampai dengan 10 Volt. Pengujian rangkaian DAC dengan penguat oprasional ditunjukkan pada Gambar 14 Sedangkan data hasil pengujian rangkaian DAC dengan menggunakan penguatan terdapat pada Tabel 1.



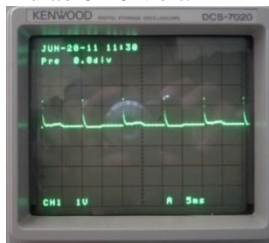
Gambar 14. pengujian rangkaian DAC R/2R

Tabel 1. data pengujian DAC R/2R

| desimal | Vout tanpa op-amp (Volt) | Vout dengan op-amp (Volt) |
|---------|--------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0,28 | 0,56 |
| 30 | 0,57 | 1,15 |
| 45 | 0,86 | 1,72 |
| 60 | 1,14 | 2,29 |
| 75 | 1,43 | 2,88 |
| 90 | 1,72 | 3,44 |
| 105 | 2,01 | 4,03 |
| 120 | 2,3 | 4,6 |
| 135 | 2,58 | 5,18 |
| 150 | 2,86 | 5,77 |
| 165 | 3,16 | 6,32 |
| 180 | 3,44 | 6,9 |
| 195 | 3,73 | 7,46 |
| 210 | 4,02 | 8,03 |
| 225 | 4,31 | 8,63 |
| 240 | 4,6 | 9,22 |
| 255 | 4,9 | 9,89 |

5.5. Rangkaian TCA 785

Pengujian rangkaian IC TCA 785 dilihat dari kaki pin 14 dan pin 15 apabila sudah bisa digeser maka dapat dipastikan bahwa rangkaian penyulutan IC TCA 785 sudah dapat digunakan untuk menyulut sebuah triac. Pengaturan besar kecilnya penyulutan dengan cara mengatur melalui tegangan kontrol yang masuk pada kaki pin 11 yaitu mulai 0-10 Volt.



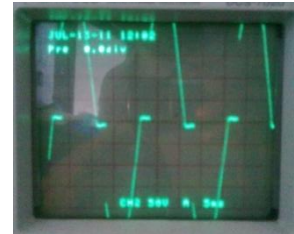
Gambar 15. Gelombang sebelum masuk MOC 3021

MOC 3021 sebagai rangkaian pemisah antara rangkaian kontrol dengan rangkaian daya agar tidak terjadi arus balik yang mengakibatkan rusaknya rangkaian kontrol. Sebelum masuk ke MOC 3021 sinyal pinyutan melewati resistor 220 ohm sebelum masuk ke MOC 3021 sehingga sinyal menjadi seperti pada Gambar 15.

5.6. Rangkaian AC to AC Converter

Pengujian rangkaian AC to AC Converter dilakukan dengan menggunakan beban lampu

pijar 25 Watt dengan tegangan masukan sebesar 220 volt. Pengujian rangkaian AC to AC Converter dilakukan dengan memberikan sudut penyulutan secara bertahap dari 0°-180° dengan step . Gambar gelombang output dari rangkaian AC to AC Converter seperti pada Gambar 16. Sedangkan pada Tabel 2 merupakan data pengujian rangkaian AC to AC Converter.



Gambar 16. Gelombang output dengan penyulutan $\alpha = 36^\circ$

Tabel 2 Pengujian Rangkaian AC to AC Converter

| sudut penyulutan (derajat) | data pengujian | |
|----------------------------|----------------|-------------|
| | Vin (Volt) | Vout (Volt) |
| 36 | 213 | 193,6 |
| 72 | 213 | 147,1 |
| 108 | 212,4 | 78,6 |
| 144 | 211,4 | 18,7 |
| 166,5 | 211 | 2,3 |

5.7. Sensor Suhu

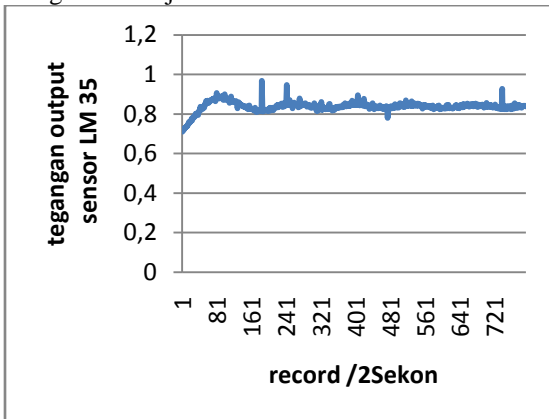
Dalam pengujian sensor suhu tersebut dilakukan pengambilan data secara langsung pada miniatur pengering padi yang telah dibuat. Sebagai pembandingan atau referensi dari data suhu dipergunakan sensor suhu LM- 35 dan thermometer analog. Tabel 3 merupakan data pengukuran suhu dan kelembaban yang telah dilakukan.

Tabel 3. Hasil pengukuran suhu didalam pengering

| No. | Pembacaan Termometer | | No. | Pembacaan Termometer | |
|-----|----------------------|-----------|-----|----------------------|-----------|
| | Analog (°C) | LM 35 (V) | | Analog (°C) | LM 35 (V) |
| 1 | 29 | 1,23 | 15 | 42 | 1,87 |
| 2 | 30 | 1,27 | 16 | 43 | 1,91 |
| 3 | 31 | 1,33 | 17 | 44 | 1,95 |
| 4 | 32 | 1,39 | 18 | 45 | 2 |
| 5 | 33 | 1,45 | 19 | 46 | 2,04 |
| 6 | 34 | 1,5 | 20 | 47 | 2,08 |
| 7 | 35 | 1,55 | 21 | 48 | 2,12 |
| 8 | 36 | 1,60 | 22 | 49 | 2,16 |
| 9 | 37 | 1,65 | 23 | 50 | 2,2 |
| 10 | 38 | 1,7 | 24 | 51 | 2,24 |
| 11 | 39 | 1,74 | 25 | 52 | 2,28 |
| 12 | 39 | 1,78 | 26 | 53 | 2,33 |
| 13 | 40 | 1,82 | 27 | 54 | 2,37 |
| 14 | 41 | 1,87 | 28 | 55 | 2,41 |

5.8. Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian integrasi yang dilakukan suhu dalam ruang pengering padi dikondisikan pada suhu 43⁰ Celcius sesuai dengan pengeringan padi dengan pengering buatan yaitu tipe bak datar. Menurut data yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia pengeringan padi dengan pengering buatan tipe bak datar, suhu dalam ruangan diatur 43⁰ Celcius. Pengaturan suhu dalam ruang pengering padi dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang disupply pada elemen pemanas. Dalam pengaturan tegangan tersebut menggunakan rangkaian AC to AC Converter. Pada pengujian pengeringan padi dilakukan dengan cara memasukkan padi seberat 5 Kg kedalam ruang pengering. Setelah itu power supply dimasukkan untuk menjalankan pengering dengan set point suhu 43⁰C. Gambar 17 merupakan suhu dalam ruang pengering padi dengan set point 43⁰ Celcius. Tabel 4 merupakan data hasil pengujian kadar air padi dengan menggunakan pengering padi buatan. Sedangkan Tabel 5 merupakan data hasil pengeringan padi dengan cara dijemur sinar matahari.



Gambar 17 suhu dalam ruang pengering padi

Tabel 4 Data hasil pengujian kadar air padi menggunakan pengering padi buatan

| No. | Waktu (menit) | Kadar air (%) |
|-----|---------------|---------------|
| 1 | 0 | 19,7 |
| 2 | 15 | 19,2 |
| 3 | 30 | 18,9 |
| 4 | 50 | 17,7 |
| 5 | 80 | 16,7 |
| 6 | 115 | 15,7 |
| 7 | 150 | 14,1 |

5.9. Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari semua pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Pengeringan padi dari kadar air 19,7% sampai dengan 14,1% memerlukan waktu sekitar 150 menit.

2. Laju pengeringan menggunakan pengering padi buatan mencapai 2,24 % per jam.
3. Perbandingan laju pengeringan antara pengering buatan dengan pengeringan dengan cara dijemur yaitu 2,6 berbanding 1,06.

5.10. Saran

Saran-saran untuk pengaturan tegangan eksitasi adalah sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan sistem perangkat keras untuk pengaturan suhu dengan mengatur tegangan pada heater pemilihan komponen harus mempunyai rating yang jauh lebih tinggi dari rating heater.
2. Dalam membandingkan kinerja alat pengering buatan dengan pengeringan menggunakan cara konvensional harus dibandingkan dengan jumlah atau ukuran yang sebanding.
3. Dalam pengujian pengeringan padi digunakan padi yang belum pernah dikeringkan atau baru diambil dari sawah yang baru dipanen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rhasid, Muhammad H, "POWER ELECTRONICS: CIRCUITS, DEVICE, AND APPLICATIONS, 2ND ED.", PT Prenhallindo, Jakarta, 1999
2. Petruzella, Frank D., "ELEKTRONIK INDUSTRI.", ANDY Yogyakarta, Yogyakarta, 2002
3. Paper Agung S. Majid, "Pengontrolan Temperatur Menggunakan Metode Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler AT90S8515", Universitas Diponegoro, 2002
4. Paper Arif Jumari, "DESIGN OF ROTARY DRYER FOR IMPROVING THE QUALITY OF PRODUCT OF SEMI ORGANIC PHOSPHATE FERTILIZER", Jurusan Teknik Kimia F.T UNS, 2005
5. Atmel, "8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash", Atmega16 datasheet, 2002
6. Denis Fewson, "Introduction To Power Electronic", Arnold, 1998
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Digital-to-analog_converter, pada tanggal 16 Januari 2011