

BLOWER OTOMATIS PENGERING PIRING BERBASIS MIKROKONTROLER

Mario Sumarsono¹, Suzi Oktavia Kunang², Endah Fitriani³
Mahasiswa Universitas Bina Darma¹, Dosen Universitas Bina Darma^{2,3}
Jalan Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang
Sur-el : mariosumarsono65@gmail.com¹,
suzi_oktavia@binadarma.ac.id², nd4h_fitri4ni@binadarma.ac.id³

Abstract : The process of drying dishes is very time consuming when conventionally dried, with the help of this tool is expected to facilitate and ease the burden on the user in the process of drying dishes. The microcontroller used is Arduino Uno. Other components available in this device are blowers that function as air generators, water brick sensors that function to detect the presence of water, a limit switch that functions as a switch on the box, buzzer and LED function as an indicator when the drying process is complete, and a power supply that serves as a DC voltage source intended to supply all components of this tool.

Keywords: Mikrokontroler Arduino Uno, Blower, Sensor Water Brick, LED, Buzzer dan Limit Switch

Abstrak : Proses pengeringan piring sangat membutuhkan waktu apabila dikeringkan secara konvensional, dengan bantuan alat ini diharapkan dapat mempermudah serta meringankan beban pengguna pada proses pengeringan piring. mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Komponen lain yang ada pada alat ini adalah blower yang berfungsi sebagai penghasil udara, sensor water brick yang berfungsi untuk mendeteksi adanya air, limit switch yang berfungsi sebagai sakelar pada box, buzzer dan LED berfungsi sebagai indikator pada saat proses pengeringan selesai, dan catu daya yang berfungsi sebagai sumber tegangan DC yang ditujukan untuk menyuplai keseluruhan komponen alat ini.

Kata Kunci : Mikrokontroler Arduino Uno, Blower, Sensor Water Brick, LED, Buzzer dan Limit Switch

I. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini, semakin banyak pula memberikan kemudahan dalam melakukan pekerjaan manusia sehari-hari sehingga pekerjaan manusia dapat dikerjakan dengan mudah tanpa harus membuang tenaga serta dapat mempersingkat waktu.

Dikehidupan sehari-hari kegiatan mencuci piring sering kita temukan baik di rumah ataupun ditempat-tempat usaha. Seperti halnya dengan proses pengeringan piring. Proses ini sangatlah penting untuk menjaga kondisi tempat penyimpanan piring tetap kering dan bersih. Agar tempat penyimpanan tersebut dapat bertahan lebih lama. Proses pengeringan piring setelah dicuci selama ini masih dilakukan secara konvensional baik dengan udara maupun dengan kain. Hal ini dapat memakan waktu serta tenaga karena dilakukan secara satu persatu serta tidak menjamin kebersihan piring tersebut.

Seiring dengan kemajuan dan perkembangan teknologi maka proses pengeringan piring tidak lagi dilakukan dengan cara konvensional, akan tetapi dengan menggunakan alat yang dapat menghasilkan udara sebagai pengeringnya. Alat ini dapat mempermudah serta meringankan pekerjaan rumah tangga ataupun tempat-tempat usaha karena proses pengeringan dapat dilakukan sekaligus lebih dari satu piring. Dengan demikian beban pekerjaan akan sedikit berkurang.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk membuat alat yang dapat membantu pekerjaan rumah tangga dengan judul : **“Blower Otomatis Pengereng Piring Berbasis Mikrokontroler”**.

II. METODELOGI PENELITIAN

Komponen – komponen yang digunakan pada alat ini diketahui dengan cara membuat suatu perancangan terlebih dahulu baik perancangan *hardware* maupun *software*. Hal ini dilakukan agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pada penelitian “Blower Otomatis Pengering Piring Berbasis Mikrokontroler” hanyalah berupa *prototype* yang nantinya diharapkan bisa diterapkan pada kondisi sebenarnya.

A. Perancangan Hardware

Perancangan ini menggunakan komponen-komponen sebagai berikut :

1. Sensor

Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu sensor *water brick* yang berfungsi sebagai pendeteksi adanya air; (lihat gambar 1.)



Gambar 1. Sensor *water brick*

2. Arduino Uno

Arduino UNO R3 adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/ output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO R3 memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 2. Mikrokontroler Arduino Uno

Tabel I. Spesifikasi Modul ArduinoUno

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Mikrokontroler | ATmega328 |
| Tegangan pengoperasian | 5V |
| Tegangan input yang disarankan | 7-12V |
| Batas tegangan input | 6-20V |

| | |
|-------------------------|---|
| Jumlah pin I/O digital | 14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM) |
| Jumlah pin input analog | 6 |
| Arus DC tiap pin I/O | 40 mA |
| Arus DC untuk pin 3.3V | 50 mA |
| Memori Flash | 32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader |
| SRAM | 2 KB (ATmega328) |
| EEPROM | 1 KB (ATmega328) |
| Clock Speed | 16 Hz |

3. Blower

Blower dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. Kipas angin secara umum dibedakan atas kipas angin tradisional antara lain kipas angin tangan dan kipas angin listrik yang digerakkan menggunakan tenaga listrik.

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsi. Ukuran kipas angin mulai kipas angin mini (Kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin Kipas angin digunakan juga di dalam Unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan *processor*, kartu grafis, *power supply*.

Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta remote control. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu *centrifugal* (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan *Axial* (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas).



Gambar 3. Blower

4. Buzzer

Buzzer adalah perangkat elektronika yang terbuat dari elemen *piezoceramics* pada suatu

diafragma yang mengubah getaran/vibrasi menjadi gelombang suara. Buzzer menggunakan resonansi untuk memperkuat intensitas suara.

Buzzer memiliki dua tipe yaitu :

- Resonator sederhana yang disupply suber AC.
- Melibatkan transistor sebagai *micro-oscillator* yang yang membutuhkan sumber DC.



Gambar 4. Buzzer

5. LED (Light Emitting Diode)

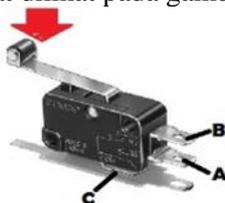
LED (*Light Emitting Diode*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*) yang menggunakan *dopping* galium, arsenic dan fosforus. LED (*LighthEmitting Diode*) memiliki fungsi utama dalam dunia elektronika sebagai indikator atau sinyal indikator atau lampu indikator, contohnya dapat dijumpai pada rangkaian-rangkaian elektronika LED digunakan sebagai indikator *ON* atau *OFF*.



Gambar 5. LED

6. Limit Switch

Adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas *aktuator* sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open/No* ke *Close* atau sebaliknya dari *Normally Close/NC* ke *Open*). Pada rangkaian ini *limit switch* berfungsi sebagai saklar *On/Off*, bentuk fisik limit switch dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Limit Swich

7. Perancangan rangkaian *power supply*

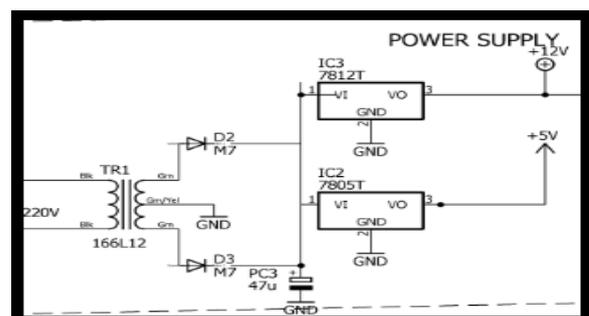
Power supply (catu daya) berfungsi sebagai penyedia sumber tegangan dan arus listrik untuk rangkaian yang merubah arus AC menjadi arus DC. Tegangan inpu (masukan) catu daya adalah 12Vac sedangkan tegangan output (keluaran) adalah 12Vdc dan 5Vdc. Rangkaian catu daya

terdiri dari komponen – komponen sebagai berikut:

TABEL 11. Komponen dan fungsinya

| No | Komponen | Fungsi |
|----|-----------------------|---|
| 1 | Transformator CT | Menurunkan tegangan 220V dari jala-jala PLN menjadi 12V |
| 2 | Dioda | Menyearahkan tegangan AC menjadi DC |
| 3 | Kapsitor 1000 μ F | Memperkecil tegangan ripple dari dioda |
| 4 | IC regulator 7812 | Menstabilkan tegangan keluaran sebesar 12 V |

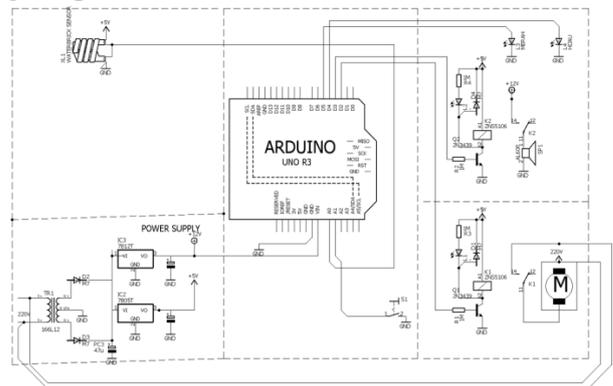
Rangkaian *power supply* dapat dilihat pada gambar 7.



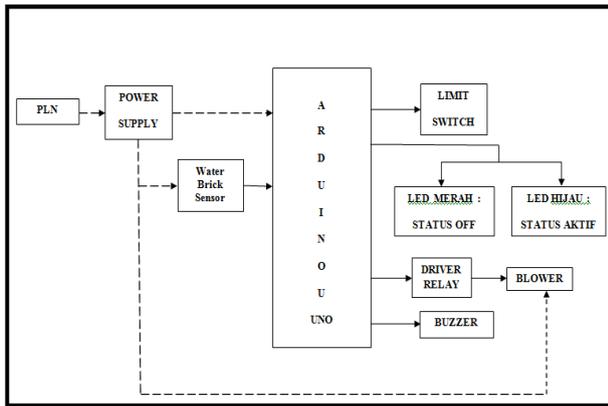
Gambar 7. Rangkaian *power supply*

B. Skema Rangkaian

Skema rangkaian "*Blower* otomatis pengering piring berbasis mikrokontroler" dapat dilihat pada gambar 8.



C. Blok Diagram

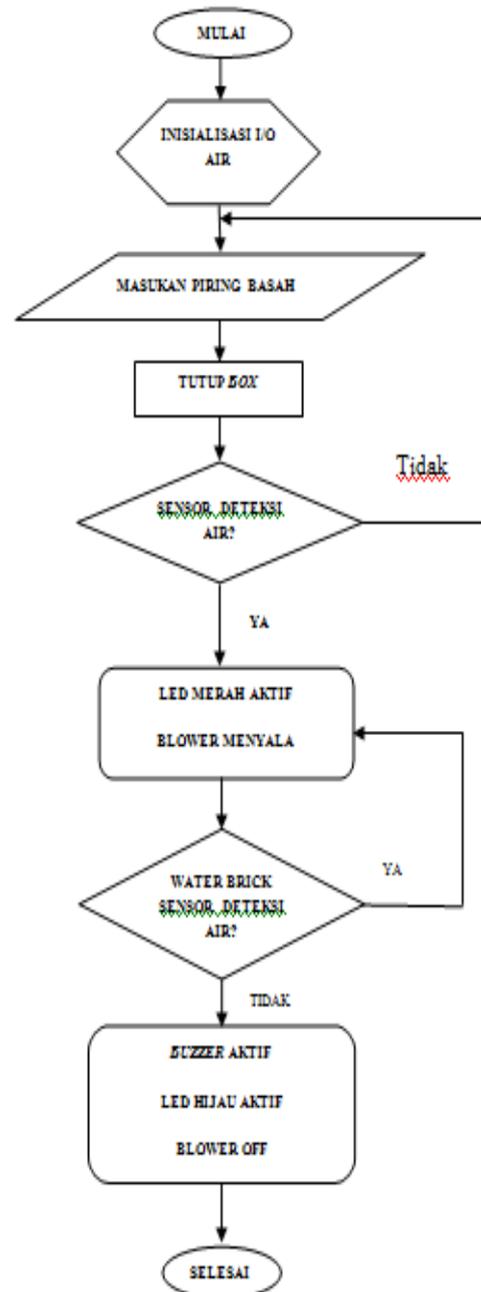


Gambar 9. Blok Diagram

Dari blok diagram diatas dapat dilihat bahwa rangkaian *power supply* (catu daya) mendapatkan sumber 220V dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) untuk menghasilkan tegangan 12 Vdc sebagai sumber yang mana diteruskan kepada arduino uno, buzzer, sensor water brick dan komponen lainnya. Namun berbeda dengan blower yang mendapatkan sumber tegangan dari PLN.

Cara pengoperasian alat pengerin piring ini adalah pertama sambungkan terlebih dahulu steker ke jala-jala PLN setelah itu masukan piring basah dan menutup *box*. Setelah *box* ditutup switch yang terletak pada *box* akan berfungsi untuk mengirim sinyal ke arduino, lalu sensor *water brick* akan mendeteksi adanya *input* apabila sensor tersebut mendapatkan *input* maka mikrokontroler akan mengaktifkan *blower* melalui *driver* rele dan lampu indikator merah menyala. Selama proses berlangsung sensor akan terus mendeteksi masuknya *input* setelah sensor tidak lagi mendapatkan *input* secara otomatis *blower* berhenti (*off*), *buzzer* akan menyala dan lampu indikator berubah menjadi hijau.

D. Flowchart



Gambar 10. Flowchart

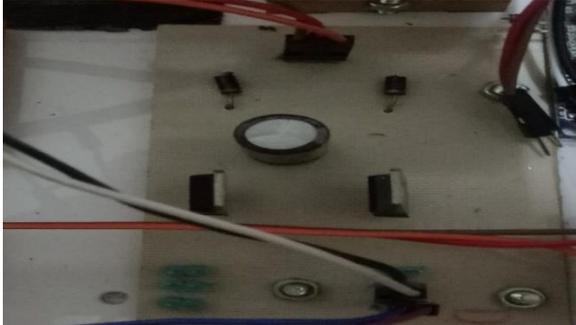
E. Pemasangan Komponen

1. pemasangan rangkaian utama dapat dilihat pada gambar 10. Yang terdiri dari mikrokontroler, rangkaian power supply dan rangkaian driver rele.



Gambar 11. Komponen utama

2. Pemasangan rangkaian power supply



Gambar 12. Power supply

3. Pemasangan Driver Rele



Gambar 13. Driver rele

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Titik Pengukuran

Titik pengukuran pada alat ini terdiri dari beberapa bagian dimana pada setiap bagian titik uji memiliki fungsi masing-masing dan seperti yang terlihat pada gambar 14.

B. Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali untuk memperoleh dan mengetahui nilai yang optimal, yang terdiri dari 6 titik pengukuran yang memiliki fungsi spesifik dan tujuan, yaitu :

1. Titik pengukuran pada catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan yang diteruskan ke mikrokontroler arduino UNO. Hasil

pengukuran pada catu daya dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. Hasil Pengukuran Catu Daya

| No | Pengukuran | Banyaknya Pengukuran | | | | | \sum | \bar{X} |
|----|--------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | TP1 $V_{rms}(V_a)$ | 12,65 | 12,65 | 12,64 | 12,64 | 12,63 | 63,21 | 12,64 |
| 2 | TP2 (V_{ac}) | 15,38 | 15,38 | 15,37 | 15,36 | 15,36 | 76,85 | 15,37 |
| 3 | TP3 (V_{ac}) | 11,76 | 11,76 | 11,77 | 11,77 | 11,76 | 58,82 | 11,76 |
| 4 | TP4 (V_{ac}) | 4,95 | 4,95 | 4,94 | 4,94 | 4,94 | 24,72 | 4,94 |
| 5 | TP5 I_{dc} (mA) | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 3,45 | 0,85 |

2. Titik pengukuran pada mikrokontroler arduino UNO R3 bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan yang digunakan Arduino pada rangkaian alat ini. Hasil pengukuran pada arduino dapat dilihat pada Tabel IV.

Tabel IV. Hasil Pengukuran Mikrokontroler

| No | Titik Pengukuran | Banyaknya Pengukuran | | | | | \sum | \bar{X} |
|----|------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | Input (Volt) | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 58,74 | 11,74 |
| 2 | Output (Volt) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |

3. Titik pengukuran pada blower bertujuan untuk mengetahui kecepatan putaran baling-baling blower saat kondisi on. Hasil pengukuran pada blower dapat dilihat pada Tabel V.

Tabel V. Hasil Pengukuran Blower

| No | Titik Pengukuran | Banyaknya Pengukuran | | | | | \sum | \bar{X} |
|----|------------------|----------------------|------|------|------|------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | Rpm Blower | 2675 | 2665 | 2665 | 2665 | 2675 | 13345 | 2669 |

4. Titik pengukuran pada sensor water brick bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan pada sensor water brick. Pengukuran dilakukan pada saat Sensor dalam keadaan aktif. Hasil pengukuran pada sensor water brick dapat dilihat pada Tabel VI.

Tabel VI. Hasil Pengukuran Sensor

| No | Pengukuran | Banyaknya Pengukuran | | | | | \sum | \bar{X} |
|----|--------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | Sensor Water Brick | 4,95 V | 4,9 5V | 4,9 5V | 4,9 5V | 4,9 5V | 24, 75 | 4,9 5V |

5. Titik pengukuran pada LED bertujuan untuk mengetahui besar tegangan pada saat LED keadaan aktif. Hasil pengukuran pada LED dapat dilihat pada Tabel VII.

Tabel VII. Hasil Pengukuran LED

| No | WARNA | Banyaknya Pengukuran | | | | | $\sum X_i$ | \bar{X} |
|----|-------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | MERAH | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 11 | 2,2 |
| 2 | HIJAU | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 11 | 2,2 |

6. Titik pengukuran pada *buzzer* berfungsi untuk mengetahui besarnya tegangan *buzzer* pada saat aktif. Hasil pengukuran pada *buzzer* dapat dilihat pada Tabel VIII.

Tabel VIII. Hasil Pengukuran *Buzzer*

| No | Pengukuran | P1 Vo lt | P2 Vo lt | P3 Vo lt | P4 Vo lt | P5 Vo lt | $\sum X_i$ | \bar{X} Vo lt |
|----|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------------------|
| 1 | TP 11 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 24 | 4,8 V |

C. Hasil Perhitungan

1. TP 1 Catu Daya

Terdapat dua titik perhitungan pada catu daya, setiap titik pengukuran dilakukan dengan mengetahui besar tegangan searah yang masih terdapat *ripple*-nya hingga menghasilkan tegangan searah murni dan hampir tidak terdapat *ripple*-nya.

a. Perhitungan P1

Output tegangan dari dioda penyearah gelombang penuh sebelum melewati kapasitor sebagai *filter* pada P1 yang di berikan tegangan *input* dari trafo dapat di ketahui nilainya dengan menggunakan persamaan:

$$[V_{dc} = 0,636 \cdot (V_m)]$$

Dimana:

$$V_m = V_{rms} \cdot \sqrt{2} = 12,64 \cdot \sqrt{2} = 17,87 \text{ V}$$

Maka V_{dc} adalah :

$$\begin{aligned} V_{dc1} &= 0,636 \cdot (V_m) \\ &= 0,636 \cdot (17,87) \\ &= 11,36 \text{ V} \end{aligned}$$

Besarnya *ripple* tegangan sebelum kapasitor pada penyearah gelombang penuh dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} V_r(\text{rms}) &= 0,308 \cdot V_m \\ &= 0,308 \cdot 17,87 = 5,5 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Perhitungan P2

P2 adalah *output* tegangan searah dari dioda penyearah yang telah melewati kapasitor (1000 μ F) sebagai filter untuk memperkecil tegangan riak (*ripple*). Perhitungan titik 2 pada catu daya didapat hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{dc2} &= V_m - \frac{4,17 \cdot I_{dc}}{C} \\ &= 17,87 \text{ V} - \frac{(4,17) \cdot 0,00085}{0,001} \\ &= 17,87 \text{ V} - 3,54 \\ &= 14,24 \text{ V} \end{aligned}$$

Besarnya *ripple* tegangan pada rangkaian catu daya (*power supply*) setelah kapasitor didapat hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{r2}(\text{rms}) &= \frac{2,8867 \cdot I_{dc}}{C} \cdot \frac{V_{dc2}}{V_m} \\ &= \frac{2,8867 \cdot 0,85}{1000} \cdot \frac{14,24}{17,87} \\ &= (2,45 \times 10^{-3}) \cdot (0,80) \\ &= 0,00196 \text{ V} \end{aligned}$$

Tegangan V_{dc2} setelah *ripple* adalah :

$$V_{dc2} = 14,24 - 0,00196 \text{ V} = 14,23 \text{ V}$$

Persentase kesalahan pada pengukuran dan perhitungan tegangan V_{dc2} , yaitu :

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan} &= \left| \frac{\text{pengukuran} - \text{perhitungan}}{\text{pengukuran}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{11,76 - 14,23 \text{ V}}{11,76 \text{ V}} \right| \times 100\% \\ &= 0,021 \times 100\% = 2,1\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan kesalahan pada P2 didapat kesalahan sebesar 2,1 % hal tersebut dikarenakan oleh *ripple* tegangan.

2. TP 3 Blower

TP 3 adalah pengukuran *blower* yang berfungsi sebagai penghasil udara pada proses pengeringan piring. Berikut adalah hasil perhitungan pada TP 3 *blower* :

$$P = V \cdot I$$

Dimana :

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Maka hasil yang di dapat yaitu :

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220 \cdot 0,85$$

$$P = 187 \text{ Watt}$$

D. Hasil Percobaan

Percobaan yang dilakukan berfungsi untuk mengetahui kemampuan alat dalam proses pengeringan. percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan. Hasil dari percobaan dapat dilihat pada Tabel IX.

Tabel IX. Hasil Percobaan

| NO | PIRING BASAH | WAKTU YANG DIPERLUKAN |
|----|--------------|-----------------------|
| 1 | 1 PIRING | 30 Detik |
| 2 | 2 PIRING | 45 detik |
| 3 | 3 PIRING | 60 detik |

E. Analisa

Dari hasil pengukuran dan perhitungan pada alat “Blower Otomatis Pengeri Piring Berbasis Mikrokontroler”, maka dapat diambil analisa :

1. Pada pengukuran catu daya (*power supply*) yang menjadi sumber tegangan untuk alat ini, trafo yang digunakan yaitu trafo *center tap 1 ampere*. Kemudian menggunakan 2 buah dioda, kapasitor, ic regulator 7812 dan ic regulator 7805. Dari hasil pengukuran ketika *power supply* diberi tegangan 12 V didapat hasil pengukuran rata – rata 11,76 V dengan persentase kesalahannya 2,1%, dengan demikian catu daya (*power supply*) masih dianggap baik dikarenakan tidak melebihi batas toleransi yaitu 5%.
2. Pada pengukuran *Arduino UNO R3*. Mikrokontroler ini dipasang pada kotak disamping alat ini. Mikrokontroler ini sebagai bagian yang melakukan proses untuk memerintahkan *driver relay* untuk mengaktifkan blower serta komponen lainnya. Dari pengukuran pada tegangan *output* pada arduino didapat nilai tegangan rata-rata sebesar 5 V sedangkan pada *datasheet* sebesar 5 V dan tegangan *input* pada arduino dengan rata rata 11,47 V sedangkan *datasheet* arduino 12V. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, maka arduino uno dalam kondisi baik.
3. Pada pengukuran *blower* yang digunakan sebagai pengering pada alat ini. hasil pengukuran kecepatan *blower* didapat nilai rata-rata sebesar 2669 sedangkan pada *datasheet* sebesar 2800. Dari hasil tersebut kecepatan pada *blower* dalam kondisi yang stabil.
4. Pengukuran pada sensor *water brick* yang diberi input 5V mendapatkan hasil rata-rata

4,95%. Dari hasil pengukuran tersebut sensor dianggap masih dalam keadaan baik.

5. Pengukuran pada LED Merah didapat nilai rata-rata sebesar 2,2V sedangkan pada LED hijau sebesar 2,2V. Pada alat ini LED mendapatkan input sebesar 3V. Dari hasil pengukuran tersebut LED masih dianggap baik.
6. Pengukuran pada *buzzer* yang berfungsi sebagai pertanda bahwa proses pengeringan telah selesai, didapat nilai rata-rata 4,8V sedangkan *datasheet buzzer* sebesar 5V, maka dari hasil pengukuran tersebut keadaan *buzzer* masih dianggap baik.
7. Pada percobaan yang telah dilakukan sebanyak tiga kali dan hasil yang telah didapat, maka dapat di analisa bahwa semakin banyak piring yang akan dikeringkan maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada “Blower Otomatis Pengeri Piring Berbasis Mikrokontroler” ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Alat pengering piring dapat bekerja dengan baik. Blower bekerja secara otomatis pada saat sensor menerima input serta akan berhenti apabila sensor tidak lagi menerima input. Pada alat ini mikrokontroler berfungsi sebagai pengatur kerja *blower*, LED, *buzzer* dan lainnya.
- b. Dari percobaan yang telah dilakukan pada alat pengering piring dapat disimpulkan bahwa semakin banyak piring yang akan dikeringkan maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan.

REFERENSI

1. Abdul, 1998. “Transformator”. Jakarta Pusat: Pradnya Paramita
2. Malvino, 1999. “Prinsip-prinsip Elektronika” Jilid II. Jakarta: Erlangga
3. Silaban, P. 1999. “Rangkaian Listrik”. Jilid II. Edisi IV. Jakarta: Erlangga
4. Richard Blcoher, 2003. “Dasar elektronika”. Yogyakarta: Penerbit Andi