

PEMANFAATAN MIKROKONTROLER ATMEGA163 PADA PROTOTIPE MESIN PENETASAN TELUR AYAM

Lie Jasa

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: liejasa@ee.unud.ac.id

Kampus Bulit Jimbaran Bali

Abstrak

Untuk mendapatkan anak ayam dalam jumlah banyak saat yang bersamaan akan menjadi masalah kalau hanya didapatkan secara alami, dimana satu ekor induk ayam hanya bisa mengeram maksimal 10 butir telur, kalau kita inginkan dalam jumlah yang banyak dan saat bersamaan, akan menjadi kendala. Dengan masa mengeram yang tidak bisa ditentukan secara bersamaan sekian banyak induk ayam, sehingga kalau didaerah pedesaan hal ini akan menimbulkan masalah kalau ada penduduk yang ingin beternak ayam sebagai pekerjaan sampingan.

Dengan mempelajari cara-cara penetasan telur dengan memperhatikan pengaturan suhu ruang penetasan, dengan lama waktu pemanasan yang bisa diatur dan bisa bekerja menyerupai dengan kelakuan seekor induk ayam, maka ada ide pengembangan penetasan telur secara buatan, yang mana semua ini bisa diprogramkan pada mikrokontroler atmega163 sebagai pusat control yang diperlukan untuk diatur adalah suhu agar telur bisa menetas, berapa lama pemanasan, dan banyaknya anak ayam yang bisa didapatkan dapat direncanakan waktu penetasannya.

Dari penelitian ini bisa didapatkan suatu prototipe peralatan mesin penetas telur yang sederhana, yang dapat bekerja sesuai dengan rencana, dimana telur ayam yang dicobakan sebanyak 21 butir dan dapat menetas sebanyak 19 butir dimana telur ayam yang sudah diketahui sebagai telur ayam yang telah dibuahi dapat menetas dengan baik sehingga dapat menghasilkan anak ayam yang siap untuk ditenakkan.

Kata kunci: Mesin Penetas telur, mikrokontroler, ATMEGA163.

1. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produksi ternak maka anak ayam yang harus disediakan harus cukup banyak, juga untuk menghasilkan anak ayam yang penetasannya secara lama dimana memakai induk ayam dirasa kurang efektif karena satu induk ayam hanya bisa mengeram maksimal 10 butir telur, untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah prototipe mesin penetasan sebagai ganti induk ayam. Mesin penetasan yang baik harus memiliki daya tetas yang tinggi diatas 80%. Ada beberapa factor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dalam menetas telur yaitu :

2. DASAR TEORI

2.1 Suhu Udara di Dalam Penetasan

Embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal 70°F (21,11°C) namun perkembangan ini sangat lambat. Di bawah suhu udara ini praktis embrio tidak mengalami perkembangan, sehingga penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau dibawah suhu tersebut. Penyimpanan telur tetas dibawah titik beku tidak dianjurkan karena sewaktu telur dikeluarkan dari tempat penyimpanan akan terjadi pengembunan dan permukaan telur berair, sehingga kuman pada kulit telur akan masuk kedalam telur yang menyebabkan pembusukan telur sewaktu ditetaskan, akan sangat

menurunkan daya tetas. Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 35 – 37°C. Untuk mencapai suhu tersebut sehingga embrio dapat berkembang dengan baik maka suhu didalam ruang penetasan diatur dengan kisaran suhu 95 – 104°F tergantung dari jenis penetasan (*forced draft incubator*) untuk menjamin embrio mendapatkan suhu yang ideal untuk perkembangan yang normal. Kisaran suhu ini tergantung dari jenis penetasan yang didasarkan atas pengalaman dalam pembuatan penetasan untuk dapat mencapai daya tetas yang baik. Diatas ataupun dibawah kisaran suhu tersebut akan menurunkan daya tetas. Untuk model still air incubators suhu yang diperlukan 1°C diatas kisaran suhu tersebut (100 – 102°F atau 38 – 39°C), sedangkan *forced draft incubator* biasanya memerlukan suhu disekitar 100°F.

Bila suhu penetasan lebih tinggi dari suhu yang dianjurkan maka akan dicapai keadaan :

1. Keadaan ini akan memacu pertumbuhan embrio lebih cepat sehingga sering terjadi perlengketan embrio terutama pembuluh darah dengan selaput dalam kulit telur yang menyebabkan kematian embrio. Walaupun menetas, anak ayam akan menetas lebih cepat dari jadwal menetas (anak ayam menetas < 21 hari atau anak itik menetas < 28 hari).

- Kematian embrio cukup tinggi terutama menjelang menetas.
2. Saat menetas kantong kuning telur belum masuk dengan sempurna kedalam rongga perut anak unggas saat menetas. Keadaan ini akan menyebabkan kematian anak unggas beberapa hari setelah menetas.
 3. Anak unggas yang menetas akan lebih ringan dari yang normal, ini menyebabkan menurunnya daya hidup atau pertumbuhan rendah.
 4. Secara keseluruhan akan menurunkan daya tetas

Bila suhu penetasan lebih rendah dari yang dianjurkan maka akan dicapai keadaan :

1. Pertumbuhan embrio akan lebih lambat, anak unggas akan sangat basah dan kelihatan agak besar saat menetas akibat terjadinya gangguan penguapan air. Kalaupun anak unggas menetas, daya hidupnya sangat rendah.
2. Anak unggas sering mengalami kesulitan saat menetas, bahkan sering terjadi kematian akibat kemasukan air pada hidungnya.
3. Anak unggas akan menetas melebihi jadwalnya (> 21 hari bagi anak ayam atau > 28 hari bagi anak itik).
4. Secara keseluruhan sangat menurunkan daya tetas (*hatchability*).

2.2 Kelembaban Relatif Penetasan

Kelembaban relatif di dalam penetasan adalah sangat penting untuk menjaga kandungan air di dalam telur, yaitu untuk mencegah air di dalam telur melalui pori – pori telur. Penguapan air dari telur sangat erat dengan suhu ruang di dalam penetasan. Semakin tinggi suhu di dalam ruang penetasan semakin banyak air di dalam telur yang menguap dan sebaliknya. Semakin tinggi kelembaban di dalam telur semakin rendah penguapan air di dalam telur. Kelembaban yang baik di dalam penetasan adalah berkisar antara 60% untuk menetas telur ayam atau 5 – 10% lebih tinggi untuk menetas telur itik atau saat akan menetas kelembaban dinaikkan menjadi 70% untuk menetas telur itik. Kelembaban dapat diukur dengan *hygrometer* atau dengan menggunakan thermometer basah (*wet-bulb temperature*) yaitu pada kisaran suhu 75 – 95% akan menunjukkan kelembapan diantara 33 – 70% untuk daerah dingin.

Pengaruh kelembaban terlalu tinggi

1. Akan mempersulit penguapan air dari dalam telur, dan mengganggu pengeluaran CO₂ dari dalam telur sehingga kandungan CO₂ yang banyak di dalam telur dapat membunuh embrio.

2. Kulit telur akan lembab sehingga mempermudah tumbuh jamur ataupun kuman *salmonella* yang masuk kedalam telur dan membunuh embrio.
3. Anak ayam akan menjadi gemuk namun tak sehat, ataupun anak ayam akan mengalami kesulitan di dalam mematak kulit telur dan bahkan air masuk kedalam hidung dan dapat mematikan anak ayam.
4. Secara keseluruhan akan menurunkan daya tetas.

Pengaruh kelembaban terlalu rendah

1. Air terlalu banyak menguap dari dalam telur sehingga sering terjadi perlengketan embrio atau pembuluh darah embrio lengket dengan selaput kulit telur yang dapat menyebabkan kematian anak unggas.
2. Embrio mengalami kesulitan berotasi dalam mencari posisi memecah kulit telur.
3. Anak unggas yang menetas akan kelihatan kurus sehingga akan mengalami gangguan pertumbuhan.
4. Sangat menurunkan daya tetas.

2.3 Kesegaran Udara

Dalam perkembangan embrio akan banyak memerlukan oksigen (O₂) dan memerlukan gas CO₂. Konsentrasi ke-2 gas ini akan sangat mempengaruhi perkembangan embrio ataupun daya tetas. Kandungan O₂ di udara yang baik adalah sekitar 21% yang baik bagi perkembangan embrio di dalam penetasan. Penurunan O₂ sebanyak 1% akan menurunkan daya tetas sebanyak 5%. Kelebihan O₂ didalam udara juga akan menurunkan daya tetas, akan tetapi embrio akan lebih toleran kelebihan O₂ dari pada kekurangan. Dengan membuat ventilasi ataupun menggunakan kipas angin, kesegaran udara di dalam penetasan dapat dijamin. Penetasan yang dilakukan di daerah pegunungan yang kandungan oksigennya rendah sering mengalami kesulitan didalam mendapatkan O₂ yang cukup.

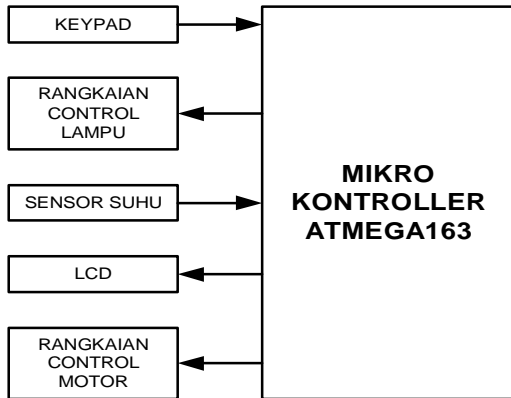
Kandungan CO₂ dalam penetasan jangan lebih dari 0,5%. Kandungan CO₂ sampai 2% akan sangat menurunkan daya tetas dan bila mencapai 5% akan menyebabkan anak ayam tidak menetas. Untuk menghindarkan terjadinya tersebut (CO₂ lebih dari 0,5%), hendaknya penetasan jauh dari jalan raya atau jauh dari jalan yang ramai kendaraan bermotor.

3. PERANCANGAN MESIN

Mesin yang baik harus meliputi faktor– faktor tersebut sehingga dalam perancangan mesin penetas telur menggunakan mikrokontroler ATMEGA163 yang dapat mengontrol suhu ruang penetas dengan menggunakan sensor LM335Z, menggerakkan rak telur dengan menggunakan motor DC, sumber panas berasal dari lampu bolam serta dilengkapi kipas dan tempat air untuk memberikan kelembaban yang merata serta kesegaran udara dalam ruang penetasan.

Mesin penetasan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu :

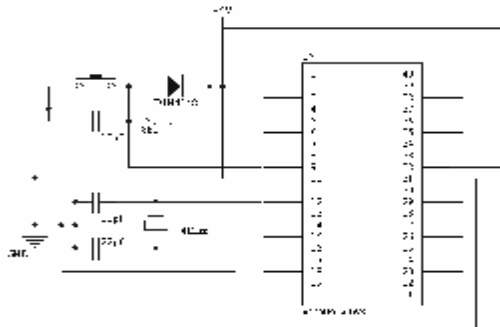
1. Rangkaian sensor
2. Rangkaian switching lampu
3. Rangkaian switching motor
4. LCD
5. Keypad
6. Minimum system



Gambar 1. Perancangan hardware

3.1 Minimum System

Gambar 2 adalah skema minimum ATMEGA163. Tegangan yang diberikan adalah 5 volt dan terhubung dengan pin 10. Pin 9 didefinisikan sebagai reset sistem minimum yang dirangkai dengan kapasitor C1 = 10 μ F, resistor R1 = 8K2, dioda D1N4148 dan switch push on.



Gambar 2. Minimum sistem

3.2 Keypad

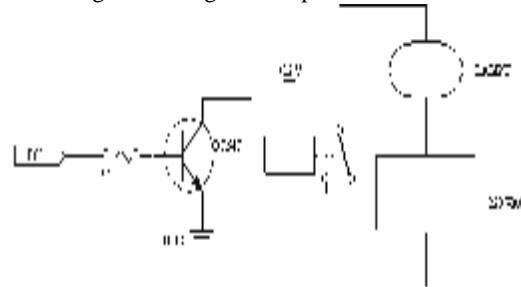
Pada mesin ini menggunakan keypad 4x4 yang terdiri dari angka 0 sampai 9, CAN, ENT, DOWN, UP, MEN dan COR. keypad ini dihubungkan dengan 8 pin pada mikrokontroler yaitu pada PD0 sampai PD7.

Pembacaan nilai keypad dilakukan dengan metode scanning. Scanning pada keypad digunakan untuk membaca tombol keypad yang ditekan, pada

system ini nilai keypad didapat dengan menggunakan fungsi GETKBD().

3.3 Rangkaian switching lampu

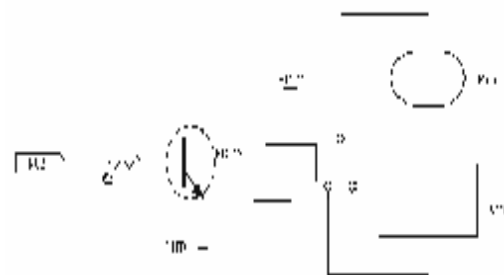
Rangkaian *switching* lampu ini dirancang menggunakan komponen resistor 6KOhm, Lampu bohlam, transistor BC 547, dan relay DC 12 Volt. Pada saat switch dalam kondisi *normaly open* lampu akan menyala dan sebaliknya jika relay dalam kondisi *normaly close* lampu akan padam. Hidup dan matinya lampu diatur oleh mikrokontroler berdasarkan kondisi suhu yang terbaca oleh ADC, saat suhu diruang penetasan lebih rendah dari pada suhu yang telah ditentukan maka lampu akan menyala. Apabila suhu ruang penetasan lebih tinggi dari pada suhu yang telah ditentukan maka lampu akan padam sehingga suhu ruang akan turun sampai suhu ruang sama dengan suhu penetasan.



Gambar 3. Rangkaian Switching Lampu

3.4 Rangkaian Switching Motor

Rangkaian switching motor menggunakan *relay normaly open* yang berfungsi sebagai switch control untuk system *on/off* pada motor.



Gambar 4. Rangkaian Switching Motor

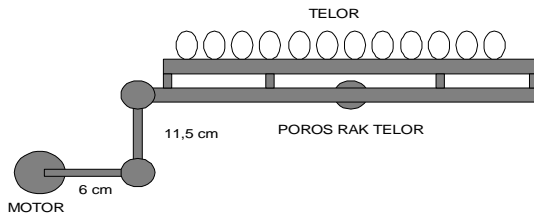
Pada hari ke 3 dan 3 hari sebelum hari penetasan berakhir, mikrokontroler akan menghidupkan motor penggerak rak telur dalam selang waktu setiap 3 jam dan motor ini akan hidup dalam waktu 2 detik. Saat 3 hari menjelang telur menetas motor ini tidak diaktifkan lagi agar tidak mengganggu anak ayam berotasi mencari posisi untuk mulai memecah kulit telur.

```

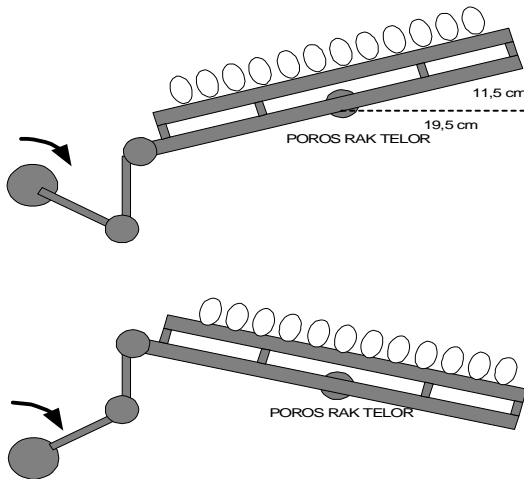
Akhirmotor = Lama - 3
If Hari >= 3 And Hari < Akhirmotor Then
If M = 3 Then
Set Portc.2
Wait 2
Reset Portc.2
M = 0
End If
Else
M = 0
End If
    
```

'M merupakan variable yang tiap jam akan terus bertambah dan m akan di nol kan pada saat program mengeksekusi program di atas'

Motor ini akan menggerakkan rak sehingga rak ini akan berubah posisi sejauh 15° dengan perhitungan sebagai berikut :



Gambar-5. Sistem pemutar rak telur



Gambar 6. Sistem Pergerakan rak telur

Yang menyebabkan perubahan sudut adalah tuas dari poros motor. Sehingga perubahan sudutnya adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Perubahan sudut } q &= \sin^{-1} \frac{6}{19,5} \\
 &= \sin^{-1} 0,3077 \\
 &= 17,9^\circ
 \end{aligned}$$

Dengan demikian sistem pemutar rak telur sudah sesuai, yaitu perubahannya lebih dari 15°.

3.5 Rangkaian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah LM 335Z karena ada perubahan suhu, maka LM 335Z menghasilkan tegangan yang berbanding lurus dengan suhu tersebut, yaitu sebesar +10 mV/°K. Pada suhu 0°C, misalnya, tegangan yang dikeluarkan dari sensor ini adalah (273+0) x 0,01 = 2,73 V, jadi pada suhu 0°C akan terdeteksi dengan adanya keluaran dari sensor berupa tegangan sebesar 2,73V.

Dengan cara ini dapat diketahui bahwa tiap kenaikan 1°C akan menghasilkan kenaikan tegangan keluaran pada sensor juga sebesar 10mV. Output LM335Z berupa sinyal analog yang akan dikonversikan menjadi sinyal digital oleh ADC yang terdapat pada pin port A yang telah tersedia pada mikrokontroler ATMEGA163. IC 723 digunakan sebagai penghasil tegangan referensi, tegangan referensi ini tidak boleh berubah sebab jika berubah maka data keluaran sensor tidak akan akurat sehingga perlu diperhatikan kestabilannya.



Gambar 7. Rangkaian Sensor Suhu

Untuk lebih jelasnya listing program akan diperlihatkan dibawah ini :

```

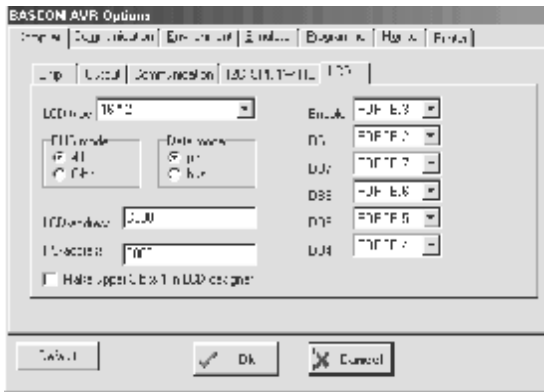
Nilaiadc = Getadc(0)
Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
Nilaiadc = Nilaiadc / 4

Oldadc = Oldadc + Nilaiadc
I = I + 1
Home Upper
Lcd "TEMPERATUR ="
If I = 8 Then
Nilaiadc = Oldadc / 8
Hitung = 0.4743 * Nilaiadc
Hitung = Hitung - 269.24
Hasiladc = Hitung
Lcd Hitung
Lcd " "
Hasiladc = Hitung
Oldadc = Nilaiadc
I = 1
End If
    
```

3.6 LCD

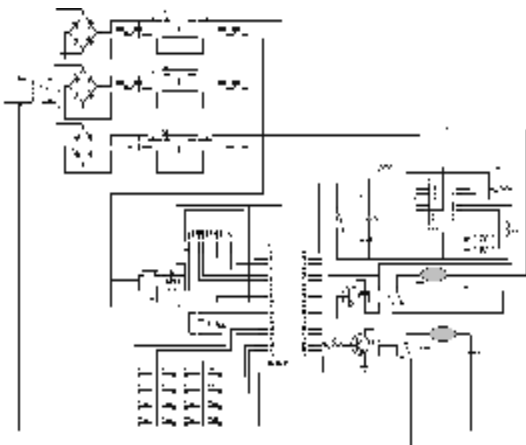
LCD digunakan untuk menampilkan input dari keypad, pesan dan output berupa suhu ruang penetasan dan hari ke dari proses penetasan. LCD dihubungkan dengan mikrokontroler pada PORTB yaitu untuk jalur control menggunakan PB2, PB3 dan jalur data menggunakan PB4 sampai PB7.

Pengiriman data menggunakan mode 4 bit yaitu pengiriman 1 byte data sebanyak 2 kali. pengiriman pertama 4 bit atas dan pengiriman kedua 4 bit bawah. Pada dasarnya prosedur pengiriman data dibagi 2 yaitu prosedur pengiriman perintah dan prosedur pengiriman karakter, yang membedakan dari kedua prosedur hanya pada perintah RS, untuk prosedur pengiriman perintah RS diset 0 dan untuk prosedur pengiriman karakter RS diset 1. Pada program ini digunakan fungsi Config Lcd untuk mendeklarasikan jenis Lcd yang digunakan, dan untuk menentukan port yang digunakan dengan mengatur pada menu options lcd simulator. Untuk menampilkan pesan yang ingin cukup dengan perintah lcd (pesan yang di inginkan).



Gambar 8. Menu options BASCOM-AVR

3.8 Rancangan Skema keseluruhan



Gambar 9. Schema gambar rangkaian

3.9. Listing Program

```

$crystal = 4000000
Config Lcd = 16 * 2
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Config Kbd = Portd , Debounce = 100 , Delay = 150ms
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024 , Edge = Rising
Config Portc = Output
    
```

```

Dim Nilaiadc As Word , Key As Byte , Oldadc As Word
Dim Hari As Byte , Jam As Byte , Menit As Byte , Detik As Byte
Dim Waktu As Byte, Hitung As Single
Dim Akhirmotor As Byte, Hasiladc As Word, Suhu ruang As Byte
Dim Lama As Integer, Suhu As Integer
Dim M As Byte , B As Byte , I As Byte
    
```

```

Cls
Lcd " 1=ayam, 2= lain"
Lowerline
Lcd "Pilih:"
Start Adc
Enable Interrupts
    
```

```

Nilaiadc = Getadc(0)
Oldadc = 0
I = 0
Hari = 1
    
```

```

'loop for ever
Do
    B = Getkbd()
    Key = Lookup(b , Nilaikey )
Loop Until Key = 1 Or Key = 2
Lcd Key
Waitms 10
If Key = 1 Then
    Lama = 21
    Suhu = 38
Else
    Cls
    Key = 16
    Lcd "Lama ="
    Do
        B = Getkbd()
        Key = Lookup(B, Nilaikey )
    Loop Until B <> 16 And Key < 10
    I = Key * 10
    Lcd Key
    Waitms 10
    Do
        B = Getkbd()
        Key = Lookup(B, Nilaikey )
    Loop Until B <> 16 And Key < 10
    Lama = I + Key
    Lcd Key
    Lowerline
    Waitms 10
    Lcd "Suhu ="
    Do
        B = Getkbd()
        Key = Lookup(B, Nilaikey )
    Loop Until B <> 16 And Key < 10
    Suhu = I + Key
    
```

```

Lcd Key
Waitms 30
End If

Cls
Akhirmotor = Lama - 3
I = 0
Start Timer0
Do
  Nilaiadc = Getadc(0)
  Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
  Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
  Nilaiadc = Nilaiadc + Getadc(0)
  Nilaiadc = Nilaiadc / 4

  Oldadc = Oldadc + Nilaiadc
  I = I + 1
  Home Upper
  Lcd "TEMPERATUR ="
  If I = 8 Then
    Nilaiadc = Oldadc / 8
    Hitung = 0.4743 * Nilaiadc
    Hitung = Hitung - 269.24
    Hasiladc = Hitung
    Lcd Hitung
    Lcd " "
    Hasiladc = Hitung
    Oldadc = Nilaiadc
    I = 1
  End If

  If Hasiladc < Suhu Then
    Reset Portc.1
  End If
  If Hasiladc > Suhu Then
    Set Portc.1
  End If

  Waitms 20
  If Tcnt0 > 160 Then
    Tcnt0 = 0
    Waktu = Waktu + 1
    If Waktu = 23 Then
      Detik = Detik + 1
      Waktu = 0
    End If
    If Detik = 60 Then
      Menit = Menit + 1
      Detik = 0
    End If
    If Menit = 60 Then
      Jam = Jam + 1
      M = M + 1
      Menit = 0
    End If
    If Jam = 24 Then
      Hari = Hari + 1
      Jam = 0
    End If
  End If

  If Hari >= 3 And Hari < Akhirmotor Then
    If M = 3 Then
      Set Portc.2
      Wait 2
      Reset Portc.2
      M = 0
    End If
  Else
    M = 0
  End If

  Lowerline
  Lcd "HARI KE ="

```

```

Lcd Hari
Lcd " "

Waitms 30

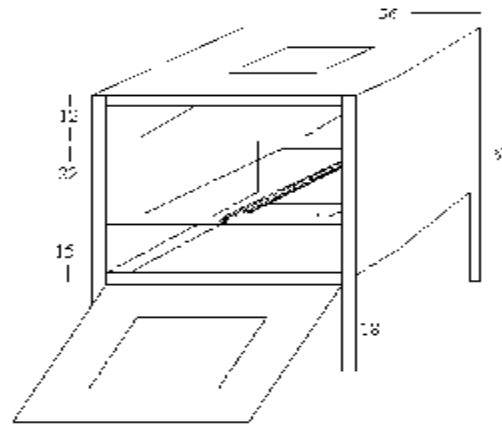
Loop
End

Nilaikey:
Data 1, 4, 7, 10, 2, 5, 8, 0, 3, 6, 9, 11, 12, 13, 14,
15 'end program

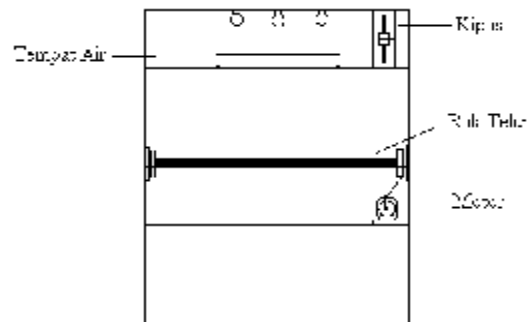
```

4. RANCANGAN KOTAK PENETASAN

Mesin penetasan ini berkapasitas 100 butir telur. Mesin ini dilengkapi dengan lampu bolam 3 buah, kipas 1 buah dan rak telur dapat berputar secara otomatis yang digerakkan oleh motor. Bentuk kotak mesin penetasan dapat dilihat gambar dibawah ini :



Gambar 10 Kotak Penetasan



Gambar 11 Kotak Penetasan dari samping

5. HASIL DAN PENGUJIAN

5.1 Cara pengoperasian Mesin Penetas.

Panduan cara pengoperasian mesin :

1. Masukkan dan tata telur pada rak telur

2. Isikan air pada bak sampai penuh, pengisian air berikutnya adalah setiap 24 jam.
3. Hubungkan mesin ke supply tegangan AC.
4. Tekan tombol ON untuk mengaktifkan mesin.
5. Masukkan pilihan
6. Jika memilih 1 mesin langsung bekerja dan jika memilih 2, maka masukkan suhu batas penetasan dan lama waktu penetasan.
7. Apabila masukkan lama dan suhu batas penetasan salah tekan tombol reset, untuk kembali ke awal.
8. Biarkan alat bekerja sampai telur yang ada dalam rak penetasan menetas.

5.2 Hasil Uji Coba

1. Pada hari pertama diletakkan sebanyak 21 telur pada rak telur dengan posisi telur bagian yang tumpul pada posisi atas.
2. Aktifkan mesin dan akan tampil pesan pada LCD 1 pilihan, pilihan 1 untuk ayam dan pilihan 2 untuk unggas lainnya. Jika pilihan 2 akan muncul pesan perintah untuk memasukkan lama dan suhu penetasan. Karena yang ditetaskan telur ayam maka dipilih 1.
3. pada hari ke-1 sampai hari ke-2 rak telur tidak bergerak.
4. Pengisian air dilakukan sekali dalam 24 jam.
5. Pada hari ke-3 rak telur akan mulai bergerak. Dan akan bergerak lagi dalam selang waktu 3 jam.
6. Pada hari ke-8 dilakukan peneropongan telur ayam untuk memilih telur yang fertile dan yang tidak fertile. Pada peneropongan ini semua telur fertile.
7. Pada hari ke-18 rak telur akan berhenti bergerak sampai telur menetas.
8. Pada hari ke-20 akan mulai menetas. Dan ayam yang sudah keluar dari cangkang dipindahkan ke tempat penampungan ayam.
9. Pada hari ke-24 telur yang tidak menetas dinyatakan gagal.
10. pada hari ke-2 telur yang menetas sebanyak 19 butir dan 2 telur tidak menetas.

6. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil suatu kesimpulan antara lain :

1. Dari hasil pengujian keseluruhan perangkat mesin penetas telur telah sesuai dengan yang direncanakan.
2. Mesin penetas telur yang direncanakan ini memiliki daya tetas tinggi dari 21 butir telur yang ditetaskan, anak ayam yang berhasil menetas sebanyak 19 (90%) butir dan yang gagal sebanyak 2 (10%) butir.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mikrokontrollers AVR ATMEGA163. www.atmel.com
- [2]. BASCOM-AVR. www.atmel.com
- [3]. LM135/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensor. www.national.com
- [4]. HD44780U (LCD-II). www.semiconductor.hitachi.com
- [5]. Ferry, B, Paimin, Membuat dan mengelola mesin tetas, Penebar Swadaya, Jakarta 2003.
- [6]. Nuryanthi, Tutik, Ir, M.P, Dkk. Menetaskan Telor Penebar Swadaya, Jakarta, 2000.
- [7]. Soedjarwo, Edwin. Membuat Mesin Tetas Sederhana. Penebar Swadaya, Jakarta 1995.
- [8]. Suwindra. I Nyoman Dr. Ir. M.Agr, Hanbook Penetasan
- [9]. Syaikul Abid, Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Udayana, Perancangan Mesin Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler ATMEGA163, Juli 2006