

PENGOPERASIAN BEBAN LISTRIK FASE TUNGGAL TERKENDALI MELALUI *MINIMUM SYSTEM* BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SENSOR *VOICE RECOGNITION (VR)*

Arief Goeritno^{1*}, Sandy Ferdiansyah Ginting², Rakhmad Yatim³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jalan Sholeh Iskandar km.2 Kedung Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16162

Telepon: (0251) 8381993 INDONESIA

²PT Tirta Investama Plant Ciherang

Jalan Mayjend H.E. Sukma km.15, Desa Ciherang Pondok, Kecamatan Caringin,

Kabupaten Bogor 16730 Telepon: (0251) 8242982, 8242972

³Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jalan Cagak Satelit km.4, Rancabungur, Kabupaten Bogor 16310 Telepon: (0251) 8623010

*Email: arief.goeritno@ft.uika-bogor.ac.id

Abstrak

Minimum system berbasis mikrokontroler dan sensor voice recognition (VR) sebagai pengendali aktuator telah digunakan untuk pengoperasian beban listrik fase tunggal. Minimum system adalah suatu sistem yang tersusun melalui 2 (dua) tahapan, yaitu (a) diagram rangkaian dan bentuk fisis board dan (b) pengawatan terintegrasi terhadap minimum system pada sistem mikrokontroler ATmega16. Keberadaan sistem mikrokontroler pada minimum system perlu program tertanam melalui pemrograman berbasis bahasa BasCom AVR dengan sejumlah tahapan, yaitu (i) konfigurasi pin, (ii) deklarasi variabel (peubah), (iii) deklarasi konstanta (tetapan), (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) ambil dan kirim data, dan (vii) keluaran. Uji verifikasi terhadap sistem mikrokontroler dilakukan melalui simulasi berbantuan aplikasi Proteus, berupa pemberian 5 (lima) macam perintah terhadap sensor VR, yaitu "LAMPU", "NEON", "KIPAS", "HIDUP", dan "MATI". Hasil simulasi sesuai perintah terhadap sensor VR berupa tampilan pada Virtual Terminal. Kinerja minimum system berbasis mikrokontroler ATmega16 berbantuan sensor VR ditunjukkan, bahwa hasil pemantauan (i) saat sensor diberi perintah "LAMPU", maka lampu pijar menyala (on), (ii) saat sensor diberi perintah "NEON", maka lampu TL menyala (on), (iii) saat sensor diberi perintah "KIPAS", (iii) saat sensor diberi perintah "KIPAS", maka kipas angin beroperasi (on), (iv) saat sensor diberi perintah "HIDUP", maka lampu pijar dan lampu TL menyala (on) dan kipas angin beroperasi (on), dan (v) saat sensor diberi perintah "MATI", maka lampu pijar dan lampu TL padam (off) dan kipas angin tidak beroperasi (off). Pemberian perintah masukan terhadap sensor VR telah memberikan kinerja yang diharapkan.

Kata Kunci: beban listrik fase tunggal, mikrokontroler ATmega16, sensor voice recognition.

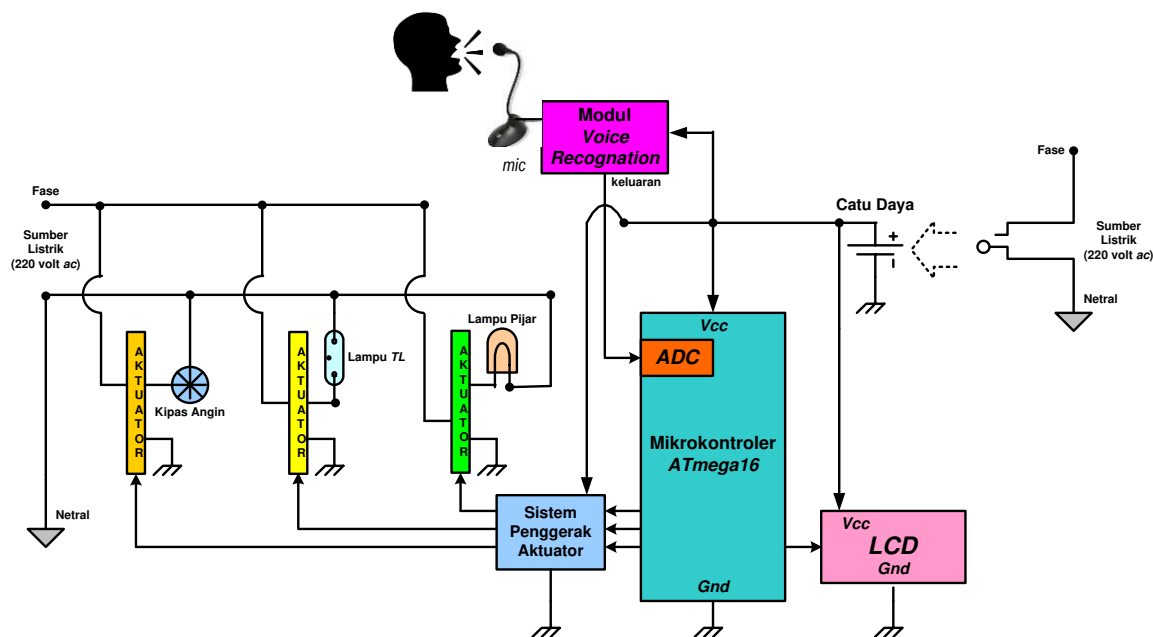
1. PENDAHULUAN

Beban-beban listrik fase tunggal pada rumah tinggal atau skala rumah tangga yang dihubungkan atau diputus dari instalasi listrik (**Kitcher, 2008**) fase tunggal rumah tinggal sebagai sumber daya listrik yang tersambung ke jaringan listrik PT (Persero) PLN, melalui alat proteksi arus lebih berupa *miniature circuit breaker (MCB)* kutub (*pole*) tunggal (**Warne, 2005; Bayliss, 2007; Smeet, 2014**) dan kWh-meter. Ketersambungan beban-beban listrik ke sumber listrik, dapat dilakukan secara manual melalui saklar (*switch*) atau dengan bantuan tusuk kontak (*stecker*) yang disesuaikan dengan keberadaan kotak kontak (stop kontak) pada instalasi listrik fase tunggal pada rumah tinggal. Mekanisme penyambungan atau pemutusan secara otomatis dapat dilakukan dengan bantuan rangkaian elektronis yang dipadukan dengan sebuah *time switch* (saklar terkendali pewaktu) atau dipadukan dengan sensor-transduser berdasarkan keberadaan cahaya matahari yang dikenal dengan *photocell* (**Boylestad, 2013**). Saat kondisi ruangan terang oleh keberadaan sinar matahari, sensor cahaya beroperasi dan rangkaian ke lampu listrik otomatis terputus. Rangkaian lampu dipasang dari dua sumber listrik berbeda, rangkaian sensor cahaya beroperasi dengan sumber tegangan dari baterai (sumber arus searah, *direct current, dc*), sedangkan rangkaian lampu langsung terhubung ke sumber tegangan dari listrik PLN (sumber arus bolak-balik, *alternating current, ac*).

Sistem berbasis sensor *Voice Recognition (VR)* adalah suatu sistem identifikasi terhadap seseorang melalui suara (**Wang, 2003; Takiguchi et al, 2008; Zhu, 2007; Srinivasan, 2010**),

dimana sistem ini berfungsi sebagai pengenalan perintah kata dari suara manusia, kemudian diterjemahkan menjadi suatu data yang dimengerti komputer (Park, 2009). Keuntungan sistem ini terletak pada kecepatan dan kemudahan dalam penggunaan. Kata-kata yang ditangkap dan dikenali dapat dijadikan sebagai hasil akhir untuk sebuah aplikasi, seperti *command and control*, permasukan data, dan persiapan dokumen. Parameter terbandingkan, adalah tingkat penekanan suara yang kemudian dicocokkan dengan *template database* yang tersedia, sedangkan sistem pengenalan suara didasarkan kepada orang berbicara dinamakan *speaker recognition* (Takiguchi et al, 2008; Zhu, 2007; Srinivasan, 2010). Sensor *speech recognition* (Park, 2009; Srinivasan, 2010; Zhou, 2009), perlu kompleksitas algoritma yang diimplementasikan lebih sederhana dari *speaker recognition*. Algoritma terimplementasi pada proses *speech recognition*, adalah algoritma *Fast Fourier Transform (FFT)*. Algoritma *FFT* cukup efisien dalam pemrosesan sinyal digital (dalam hal ini suara) dalam bentuk diskret. Algoritma *FFT* berupa implementasi algoritma *Divide and Conquer* untuk pemrosesannya. Konsep utama algoritma ini adalah perubahan sinyal suara yang berbasis waktu menjadi berbasis frekuensi dengan pembagian masalah menjadi beberapa masalah yang lebih kecil, kemudian setiap masalah diselesaikan dengan cara pencocokan pola digital suara (Zhou, 2009).

Berkaitan dengan uraian-uraian tersebut, telah dilakukan pengukuran terhadap kinerja sistem pengontrolan berbasis *voice recognition sensor* dan mikrokontroler ATmega16 untuk pengoperasian *actuator* (Ginting, 2016) dan telah dirancang sebuah prototipe sistem pengontrolan berbasis *voice recognition sensor* dan mikrokontroler untuk pengoperasian *actuator* (Goeritno, 2016) berbasis bahasa *BasCom AVR* (The MCS Electronics Team, 2008). Berdasarkan keberadaan *minimum system* tersebut, perlu dilakukan pabrikan sebuah *minimum system* berbasis mikrokontroler ATmega16 (ATMEL Corporation, 2010) dan sensor VR. Diagram skematis *minimum system* berbasis mikrokontroler ATmega16 dan sensor VR sebagai pengendali *actuator* untuk pengoperasian beban listrik fase tunggal, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



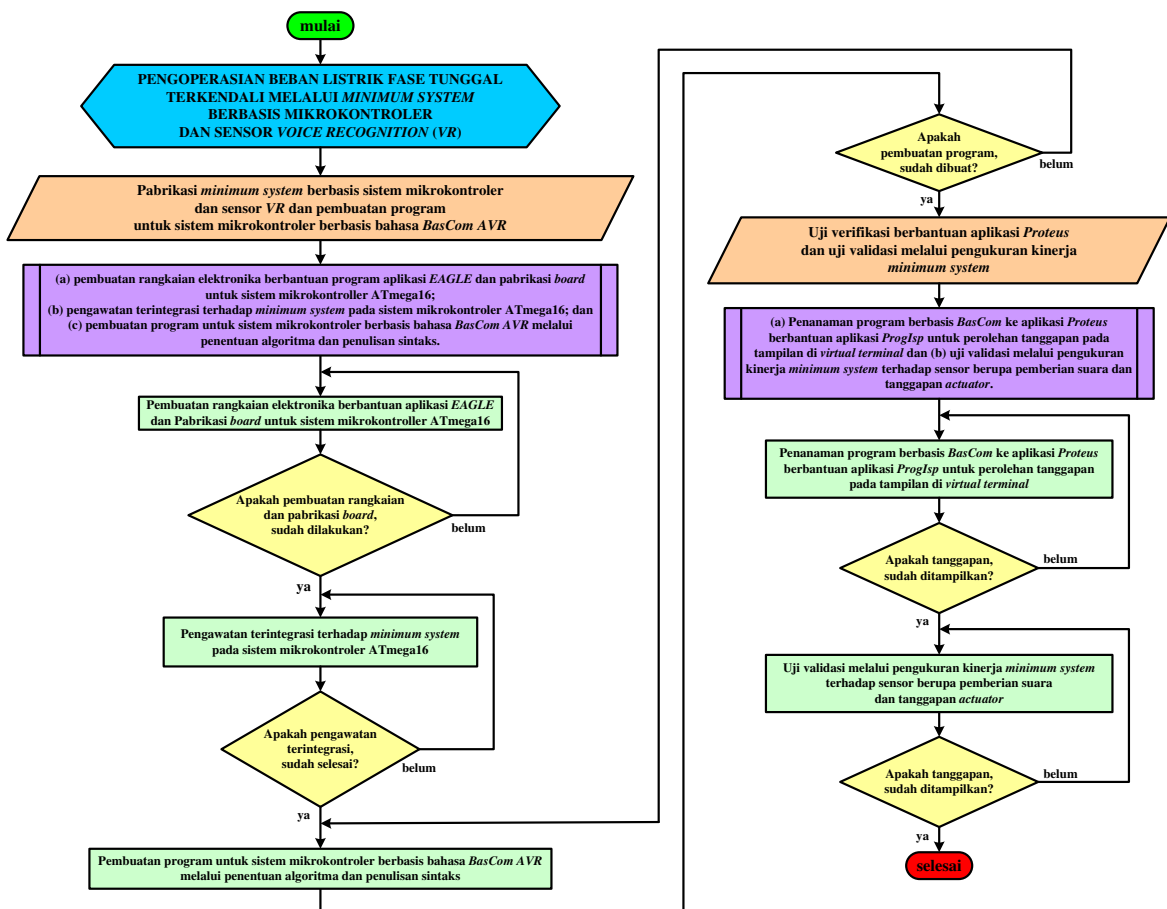
Gambar 1 Diagram skematis *minimum system* berbasis mikrokontroler ATmega16 dan sensor VR sebagai pengendali *actuator* untuk pengoperasian beban listrik fase tunggal

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan, bahwa pembuatan *minimum system* berbasis mikrokontroler ATmega16 (ATMEL Corporation, 2010) dan VR sebagai sebagai pengendali *actuator* untuk pengoperasian beban listrik fase tunggal dilakukan melalui (i) pabrikan *minimum system* berbasis sistem mikrokontroler dan sensor VR dan pembuatan program tertanam untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa *BasCom AVR* (The MCS Electronics Team, 2008) dan (ii) uji verifikasi berbantuan aplikasi *Proteus* dan pengukuran kinerja *minimum system* melalui uji validasi dengan 5 (lima) kondisi.

2. METODOLOGI

Untuk keberlangsungan metode penelitian, sejumlah bahan penelitian diperlukan, yaitu: i) sensor *voice recognition* (VR), ii) *chip AVR* ATmega16 (ATMEL Corporation, 2010), iii) sejumlah resistor, kapasitor, transistor, dan diode, iv) rangkaian terintegrasi (*Integrated Circuit, IC*) regulator 7805, v) lempeng *Printed Circuit Board (PCB)*, vi) *Liquid Crystal Display (LCD)* 2x16, vii) transformator, viii) antarmuka (*interface*) downloader mikrokontroler, ix) *Light Emitting Diode (LED)*, x) beberapa aplikasi, yaitu *Easily Applicable Graphycal Layout Editor* atau *EAGLE* (Clark, 2008; CadSoft Computer, 2010; Aono, 2010), *Proteus* (Proteus2000, 1998), dan *ProgIsp* (AC-PG-USBASP USBASP AVR Programmer, 2012), dan bahasa pemrograman *BasCom AVR* (The MCS Electronics Team, 2008). Selain bahan penelitian tersebut, diperlukan alat-alat penelitian, berupa: (i) satu set *tools* elektronika, (ii) multimeter, (iii) setrika listrik, dan (iv) bor listrik (*minidril*).

Metode penelitian berupa tahapan pelaksanaan penelitian, agar diperoleh setiap tujuan penelitian. Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir metode penelitian

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan, bahwa langkah-langkah terkait dengan tujuan penelitian pabrikasi *minimum system* berbasis sistem mikrokontroler dan sensor VR dan pembuatan program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa *BasCom AVR*, yaitu (a) pembuatan rangkaian elektronika berbantuan program aplikasi *EAGLE* dan pabrikasi *board* untuk sistem mikrokontroler, (b) pengawatan terintegrasi terhadap *minimum system* pada sistem mikrokontroler ATmega16, dan (c) pembuatan program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa pemrograman *BasCom AVR* melalui penentuan algoritma dan penulisan sintaks; sedangkan terkait dengan pencapaian tujuan penelitian uji verifikasi berbantuan aplikasi *Proteus* dan uji validasi melalui pengukuran kinerja *minimum system* berupa (a) penanaman program berbasis *BasCom* ke aplikasi *Proteus* berbantuan aplikasi *ProgIsp* untuk perolehan tanggapan pada tampilan di *virtual terminal* dan (b) pengukuran

kinerja *minimum system* melalui uji validasi terhadap sensor berupa pemberian suara dan tanggapan *actuator*. *Actuator* difungsikan untuk penyambungan atau pemutusan pasokan daya listrik ke beban listrik fase tunggal. Dipilih 3 (tiga) macam beban listrik fase tunggal, yaitu: lampu pijar, lampu *Tube Luminescent (TL)*, dan kipas angin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

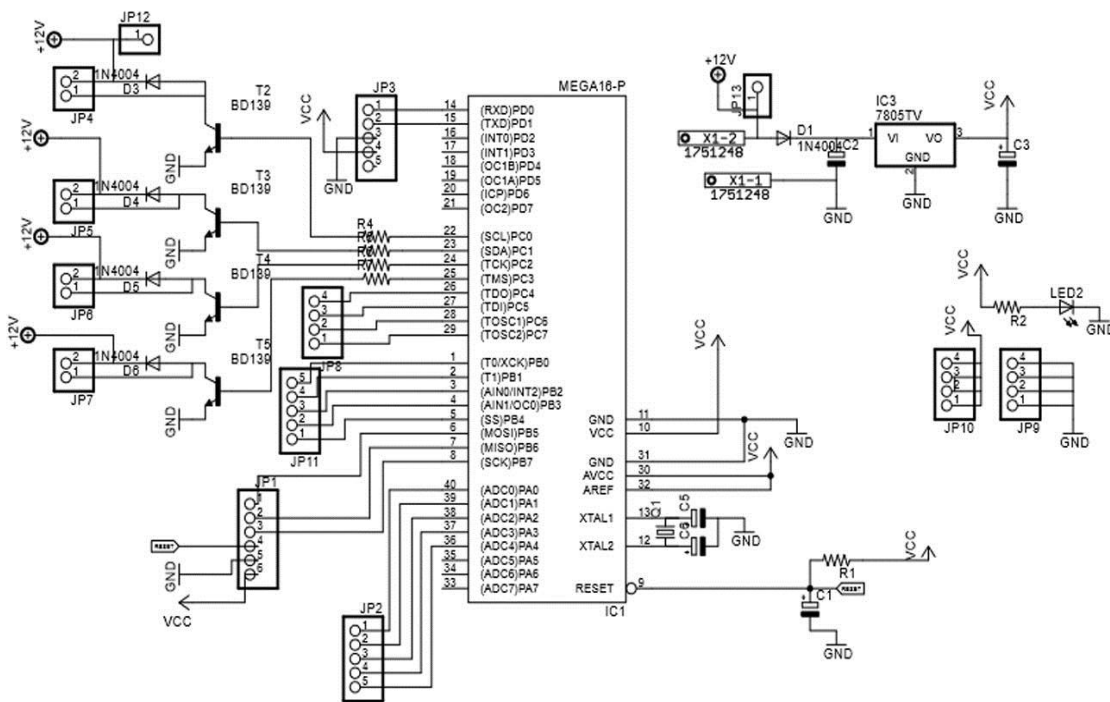
Hasil dan bahasan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah disebutkan, yaitu pabrikasi *minimum system* berbasis sistem mikrokontroler dan sensor *VR* dan pembuatan program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa pemrograman *BasCom AVR* dan uji verifikasi berbantuan aplikasi *Proteus* dan pengukuran kinerja *minimum system* melalui uji validasi.

3.1 Pabrikasi *Minimum System* Berbasis Sistem Mikrokontroler dan Sensor *VR* dan Pembuatan Program untuk Sistem Mikrokontroler Berbasis Bahasa *BasCom AVR*

Dalam subbab ini, dijelaskan tentang: (a) pembuatan rangkaian elektronika berbantuan program aplikasi *EAGLE*, (b) pabrikasi *board* untuk sistem mikrokontroller ATmega16 dan subsistem lain, (c) pengawatan terintegrasi terhadap *minimum system* pada sistem mikrokontroler ATmega16, dan (d) pembuatan program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa pemrograman *BasCom AVR* melalui penentuan algoritma dan penulisan sintaks.

3.1.1 Rangkaian elektronika berbantuan aplikasi *EAGLE* dan pembuatan *board* untuk sistem mikrokontroller ATmega16

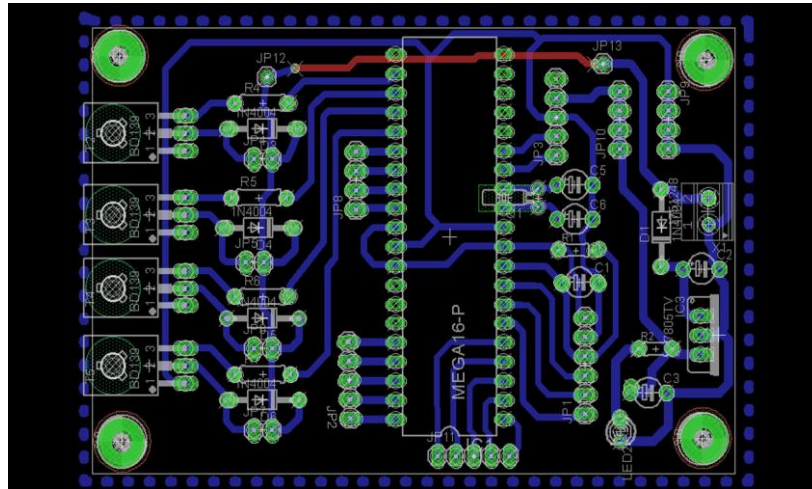
Untuk studi eksperimental pengoperasian aktuator (berupa saklar elektromagnetis) untuk penyambungan/pemutusan aliran listrik beban-beban listrik (berupa lampu dan kipas). Diagram skematis rangkaian elektronika untuk *minimum system*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram skematis rangkaian elektronika untuk *minimum system*

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan, bahwa rangkaian elektronika untuk *minimum system* sebagai dasar untuk pembuatan *board* sistem mikrokontroler ATmega16. Pembuatan *board* dilakukan melalui tahapan penyetricaan, pelarutan, dan pengeboran lubang-lubang untuk kaki-kaki komponen-komponen elektronika.

Penampang tampak bawah *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega16 dan subsistem lain, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

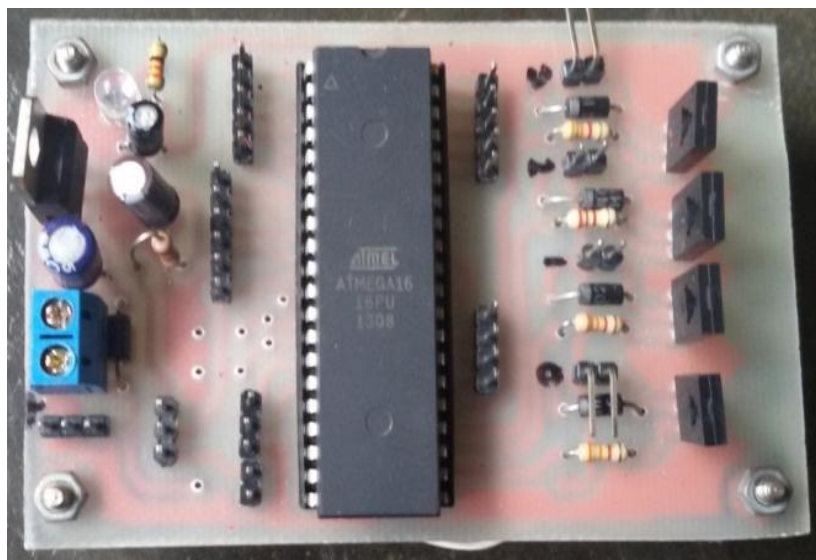


Gambar 3 Penampang tampak bawah *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega16 dan subsistem lain

Berdasarkan Gambar 3 ditunjukkan, bahwa *pin* serial data terhubung ke mikrokontroler untuk pemberian perintah pengalamatan pada *pin* data sensor VR untuk pantauan terhadap data yang masuk. *Pin-pin* yang digunakan pada modul sensor VR, adalah *GND*, *VCC*, *RXD*, dan *TXD*. *Pin-pin* tersebut kemudian dihubungkan dengan *pin-pin* bersesuaian yang terdapat pada mikrokontroler.

3.1.2 Pengawatan terintegrasi terhadap *minimum system* pada sistem mikrokontroler ATmega16

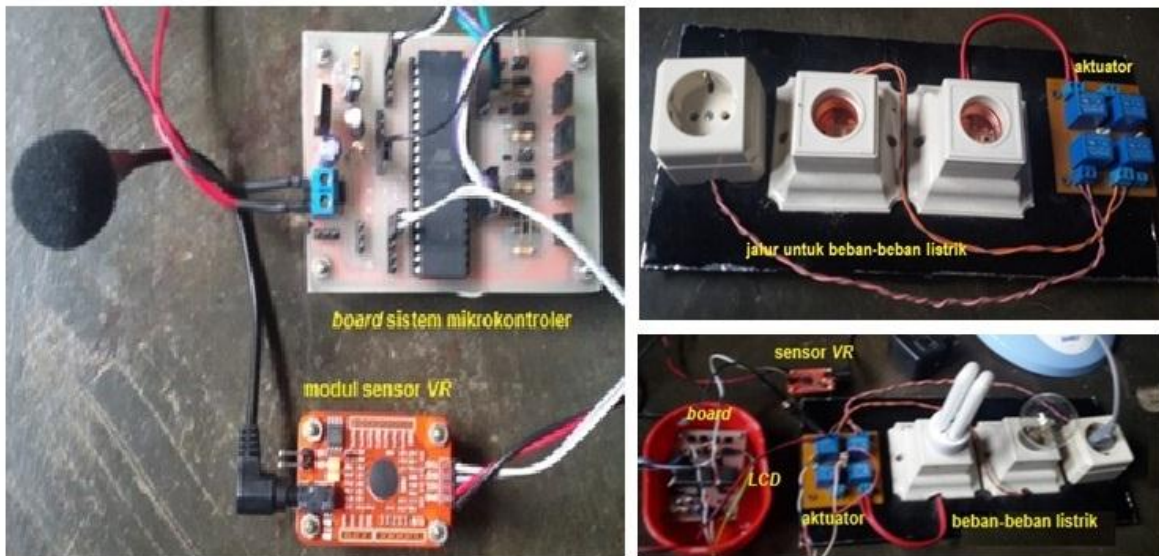
Pengawatan terintegrasi terhadap prototipe sistem pada sistem mikrokontroler ATmega16 berupa penyambungan terhadap semua komponen elektronika pada *board*. Penempatan dan pemasangan komponen-komponen elektronika pada *board* sistem mikrokontroler, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar. 4 Penempatan dan pemasangan komponen-komponen elektronika pada *board* sistem mikrokontroler

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa lima *pin* utama disediakan pada *board* untuk mikrokontroler ATmega16 dengan peruntukan, yaitu: konektor catu daya (*power supply*) 12 volt dc, sensor voice recognition, antarmuka downloader, dan keluaran ditambah 1 *pin* untuk ground. Lima *port* tersebut merupakan masukan dan keluaran yang berasal dari *pin* mikrokontroler ATmega16.

Perolehan *minimum system* terintegrasi berbasis mikrokontroler ATmega16 untuk pengoperasian aktuator. Penampang fisis *minimum system* terintegrasi, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

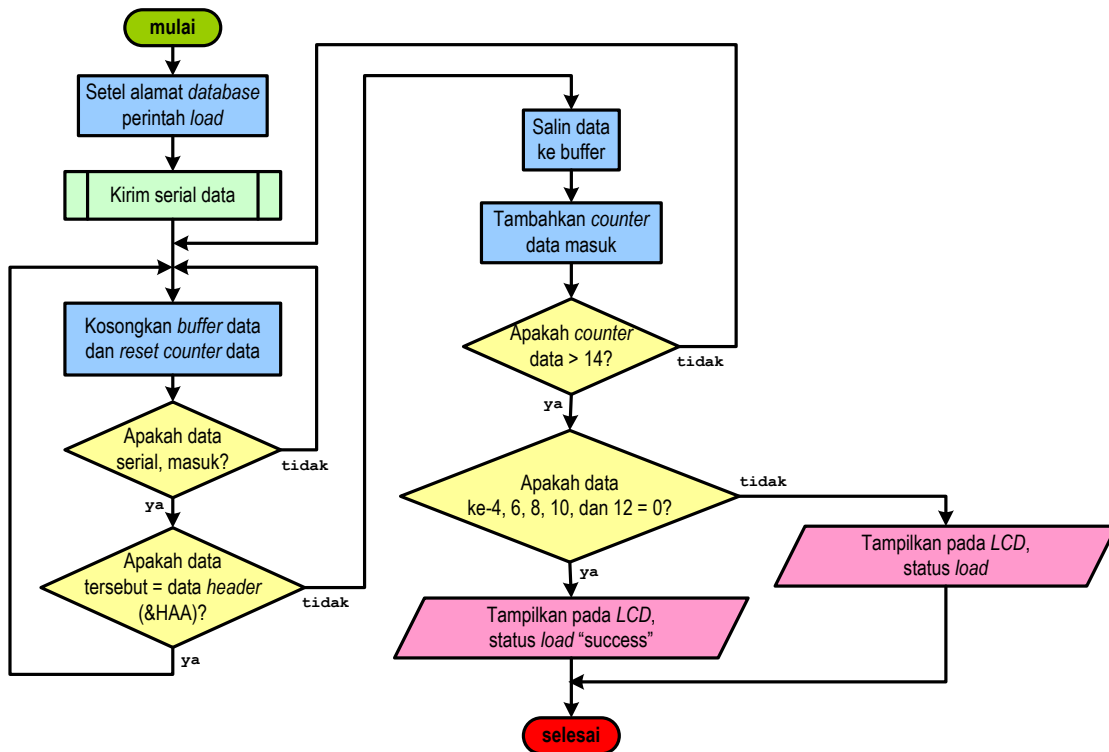


Gambar 5 Penampang fisis *minimum system* terintegrasi

Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan, bahwa relai elektromekanik sebagai aktuator dikendalikan oleh transistor BD139 sebagai penggerak aktuator dengan perolehan sinyal keluaran dari mikrokontroler ATmega16. Transistor BD139 sebagai saklar untuk pemberian pasokan daya ke koil relai elektromekanik. Untuk kondisi dimana terdapat perintah dari mikrokontroler ATmega16 berupa sinyal yang sudah dipilih atau disetel, pemberian tegangan 5 volt dc yang kemudian terhubung ke kaki basis transistor. Pasokan tegangan pada kaki basis transistor, berakibat *ground* pada koil relai kontak terhubung. Kondisi sebaliknya, apabila kaki basis transistor tidak dapat pasokan tegangan, maka koil relai tidak ter-energi-kan. Kontak bantu (*auxiliary contact*) pada relai elektromekanik digunakan untuk penyambungan dan pemutusan pasokan daya listrik arus bolak-balik 220 volt ke beban-beban listrik berupa lampu dan kipas. Kelebihan penggunaan relai, adalah dapat untuk pemberian tegangan dan arus yang diinginkan dan digunakan untuk pengoperasian beban listrik terkontrol.

3.1.3 Program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa *BasCom AVR*

Pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega16 digunakan bahasa *Basic Compiler (BasCom)*. Tahapan pemrograman terdiri atas penentuan algoritma dan penulisan sintaks. Algoritma berbentuk diagram alir untuk pemrograman terhadap sistem mikrokontroler ATmega16 secara keseluruhan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Algoritma berbentuk diagram alir untuk pemrograman terhadap sistem mikrokontroler ATmega16 secara keseluruhan

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan, bahwa struktur program terdiri atas beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut, yaitu: (i) konfigurasi *pin*, (ii) deklarasi variabel, (iii) deklarasi konstanta, (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) ambil dan kirim data, dan (vii) keluaran.

i) Konfigurasi *pin*

Konfigurasi *pin* merupakan penentuan *pin* yang digunakan, baik sebagai keluaran dan/atau masukan. *Pin* tersebut dijadikan sebagai parameter dalam setiap pengalamatan program untuk penentuan *pin* pada ATmega16 yang digunakan untuk jalur masukan dari sensor VR dan jalur keluaran untuk pengkonduksian transistor sebagai penggerak aktuator. Sintaks program untuk konfigurasi *pin* pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```

$regfile = "m16def.dat"          ' specify the used micro def
$crystal = 8000000
$baud = 9600
'=====
' pengaturan port
'-----

Relay1 Alias Portc.0
Relay2 Alias Portc.1
Relay3 Alias Portc.2
Relay4 Alias Portc.3
Config Portc.0 = Output
Config Portc.1 = Output
Config Portc.2 = Output
Config Portc.3 = Output
    
```

ii) Deklarasi variabel

Tahapan deklarasi variabel dilakukan untuk pendeklarasian jenis dari data yang harus dikerjakan. Sintaks program untuk deklarasi variabel pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```

Dim Temp1 As Byte , Temp2 As Byte , Temp3 As Byte
Dim Data_serial As Byte
Dim Datas As String * 30
Dim Temp1_string As String * 20
Dim Buff_datas As String * 30
    
```

```
Dim Sta_relay1 As Byte , Sta_relay2 As Byte , Sta_relay3 As Byte ,
Sta_relay4 As Byte
```

iii) Deklarasi konstanta

Deklarasi konstanta merupakan pemberian nilai konstanta pada program berdasarkan *datasheet* dari sensor yang merupakan *input* dari prototipe sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega16. Deklarasi konstanta langsung menyebutkan nilainya. Deklarasi konstanta tidak menggunakan tanda titik dua (:) seperti pada deklarasi variabel tetapi menggunakan tanda sama dengan (=). Sintaks program untuk deklarasi konstanta pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```
Sta_relay1 = 0
Sta_relay2 = 0
Sta_relay3 = 0
Sta_relay4 = 0
Sta_relay1 = 1
Sta_relay2 = 1
Sta_relay3 = 1
Sta_relay4 = 1
```

iv) Inisialisasi

Tahapan inisialisasi berupa pemberian inisial terhadap program yang dibuat, agar status dari setiap perintah pada program diketahui, sehingga perintah pada program selanjutnya dapat dipersingkat. Sintaks program untuk inisialisasi pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```
Config Portc.0 = Output
Config Portc.1 = Output
Config Portc.2 = Output
Config Portc.3 = Output
Set Relay1
Waitms 500
Set Relay2
Waitms 500
Set Relay3
Waitms 500
Set Relay4
Waitms 500
Reset Relay1
Reset Relay2
Reset Relay3
Reset Relay4
```

v) Program utama

Program utama merupakan sumber dari pengontrolan program, karena semua perintah pada program diurutkan dari tampilan awal, pengambilan data, penampilan data. Sintaks program untuk program utama pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```
Mulai:
Tunggu_vr1:
Sbis Usr , Rxc
Rjmp Tunggu_vr1
Data_serial = Udr
If Data_serial = &H0A Then Goto Filter_data
Buff_datas = Buff_datas + Chr(data_serial)
Goto Tunggu_vr1
Filter_data:
Datas = Buff_datas
Buff_datas = ""
```

vi) Ambil dan kirim data

Data perintah atau ketentuan yang sesuai dengan masukan pada sensor dikirim untuk dan selanjutnya digunakan sebagai isyarat ke penggerak aktuator. Sintaks program untuk ambil dan kirim data pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```
Exec_relay1:
If Sta_relay1 = 1 Then
Reset Relay1
Sta_relay1 = 0
```



```

Else
  Set Relay1
  Sta_relay1 = 1
End If
Goto Mulai
Exec_relay2:
If Sta_relay2 = 1 Then
  Reset Relay2
  Sta_relay2 = 0
Else
  Set Relay2
  Sta_relay2 = 1
End If
Goto Mulai
Exec_relay3:
If Sta_relay3 = 1 Then
  Reset Relay3
  Sta_relay3 = 0
Else
  Set Relay3
  Sta_relay3 = 1
End If
Goto Mulai
Exec_relay4:
If Sta_relay4 = 1 Then
  Reset Relay4
  Sta_relay4 = 0
Else
  Set Relay4
  Sta_relay4 = 1
End If
Goto Mulai

```

vii) Keluaran

Keluaran program merupakan reaksi yang diakibatkan oleh masukan sensor. Sintaks program untuk keluaran pada mikrokontroler ATmega16, yaitu:

```

Temp1 = Instr(datas , "ay1")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_relay1
Temp1 = Instr(datas , "ay2")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_relay2
Temp1 = Instr(datas , "ay3")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_relay3
Temp1 = Instr(datas , "ay4")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_relay4
Temp1 = Instr(datas , "on")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_onall
Temp1 = Instr(datas , "of")
If Temp1 <> 0 Then Goto Exec_offall

```

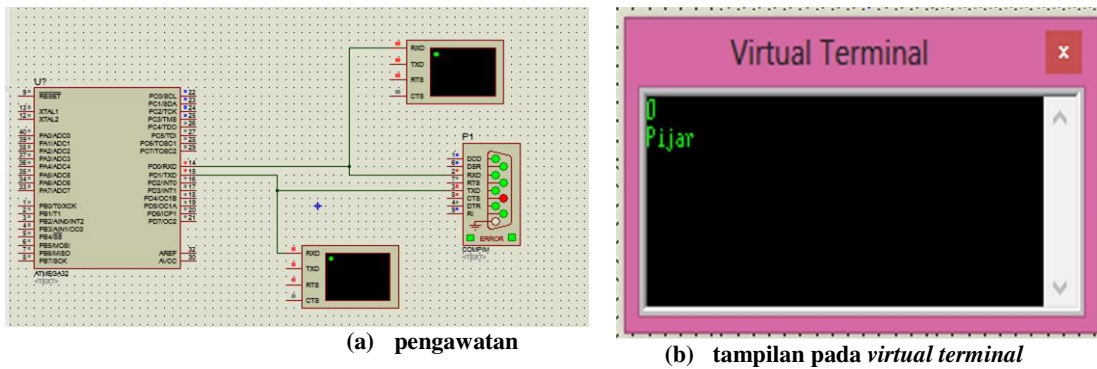
3.2 Uji Verifikasi Berbantuan Aplikasi *Proteus* dan Uji Validasi melalui Pengukuran Kinerja *Minimum System*

3.2.1 Uji verifikasi berbantuan aplikasi *Proteus*

Untuk kesesuaian hasil pemrograman diperlukan uji verifikasi, yaitu berupa simulasi terhadap program berbasis bahasa *BasCom* yang di-*download*-kan ke aplikasi *Proteus* berbantuan aplikasi *ProgISP*. Pengkondisi dilakukan terhadap: (a) pemijaran lampu pijar, (b) pemendaran lampu *TL* (neon), (c) pengoperasian kipas angin, (d) pemijaran lampu pijar, pemendaran lampu *TL*, dan pengoperasian kipas angin, dan (e) penonaktifan lampu pijar, lampu *TL*, dan kipas angin.

i) Simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar

Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

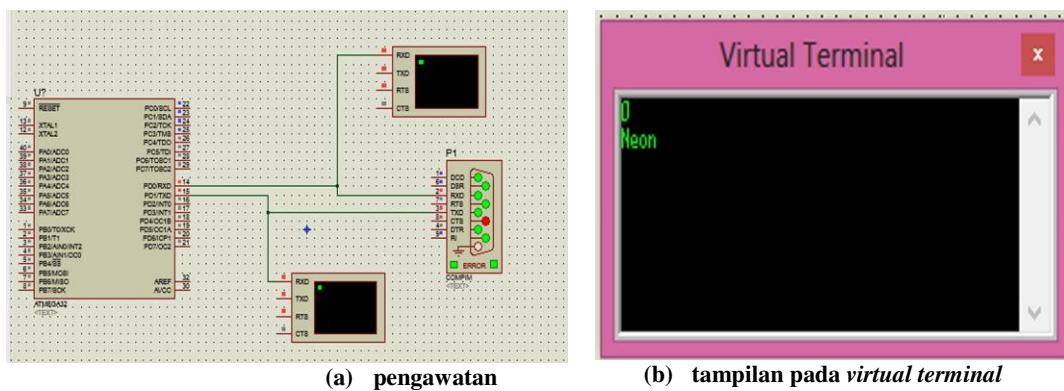


Gambar 7 Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan, bahwa simulasi untuk pengkondisian pemijaran lampu pijar dilakukan dengan pemberian masukan dari sensor VR ke sistem mikrokontroler dengan kabel RS232. Masukan RXD disambungkan ke kaki 14 mikrokontroler dan untuk masukan TXD disambungkan ke kaki 15 mikrokontroler, kemudian dilakukan simulasi dengan pemberian perintah pijar ke sensor *voice recognition*, maka tertampilkan “pijar” pada *Virtual Terminal*.

ii) Simulasi pengkondisian pemendaran lampu TL (neon)

Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemendaran lampu TL (neon), seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

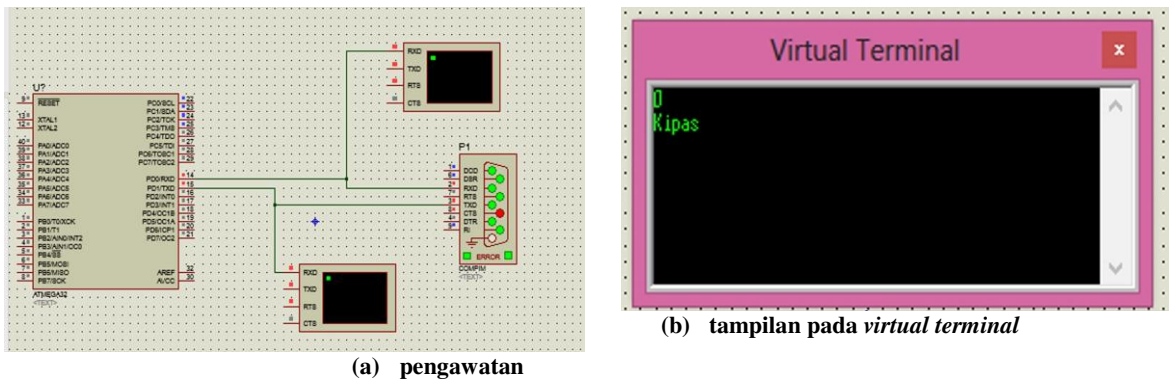


Gambar 8 Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemendaran lampu TL (neon)

Berdasarkan Gambar 8 ditunjukkan, bahwa simulasi untuk pengkondisian pemendaran lampu TL (neon) dilakukan dengan pemberian masukan dari sensor VR ke sistem mikrokontroler dengan kabel RS232. Masukan RXD disambungkan ke kaki 14 mikrokontroler dan untuk masukan TXD disambungkan ke kaki 15 mikrokontroler, kemudian dilakukan simulasi dengan pemberian perintah “NEON” ke sensor VR, maka tertampilkan “Neon” *Virtual Terminal*.

iii) Simulasi pengkondisian pengoperasian kipas angin

Tampilan hasil simulasi pengkondisian pengoperasian kipas angin, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.

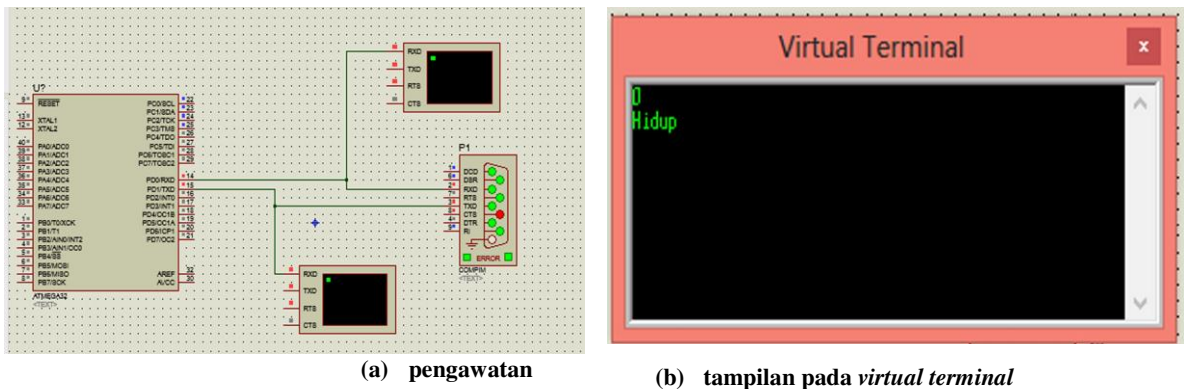


Gambar 9 Tampilan hasil simulasi pengkondisian pengoperasian kipas angin

Berdasarkan Gambar 9 ditunjukkan, bahwa simulasi untuk pengkondisian pengoperasian kipas angin dilakukan dengan pemberian masukan dari sensor VR ke sistem mikrokontroler dengan kabel RS232. Masukan RXD disambungkan ke kaki 14 mikrokontroler dan masukan TXD disambungkan ke kaki 15 mikrokontroler, kemudian dilakukan simulasi dengan pemberian perintah “KIPAS” ke sensor VR, maka tertampilkan “Kipas” pada *Virtual Terminal*.

iv) Simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar, pemendaran lampu TL, dan pengoperasian kipas angin

Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar, pemendaran lampu TL, dan pengoperasian kipas angin, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.

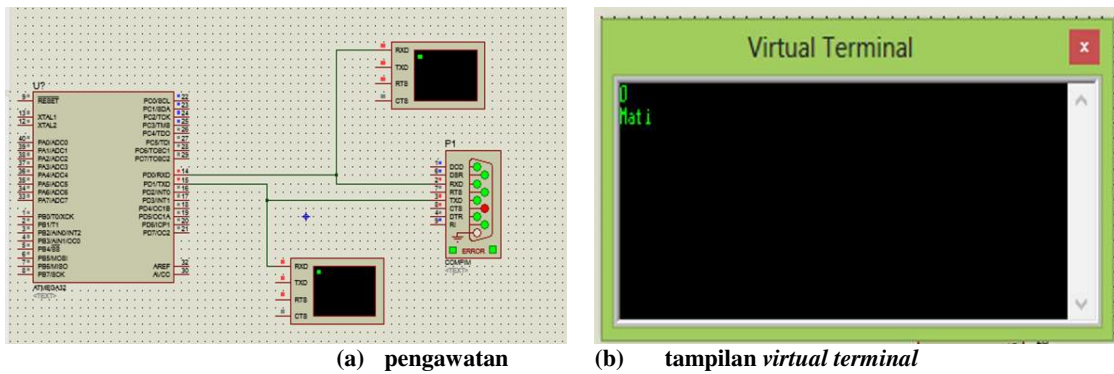


Gambar 10 Tampilan hasil simulasi pengkondisian pemijaran lampu pijar, pemendaran lampu TL, dan pengoperasian kipas angin

Berdasarkan Gambar 10 ditunjukkan, bahwa simulasi untuk penyalaan lampu pijar dan lampu TL dan pengoperasian kipas angin dilakukan dengan pemberian masukan dari sensor VR ke sistem mikrokontroler dengan kabel RS232. Masukan RXD disambungkan ke kaki 14 mikrokontroler dan masukan TXD disambungkan ke kaki 15 mikrokontroler, kemudian dilakukan simulasi dengan pemberian perintah “hidup” ke sensor VR, maka tertampilkan “hidup” pada *Virtual Terminal*.

v) Simulasi pengkondisian penonaktifan lampu pijar, lampu TL, dan kipas angin

Tampilan hasil simulasi pengkondisian penonaktifan lampu pijar, lampu TL, dan kipas angin, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.

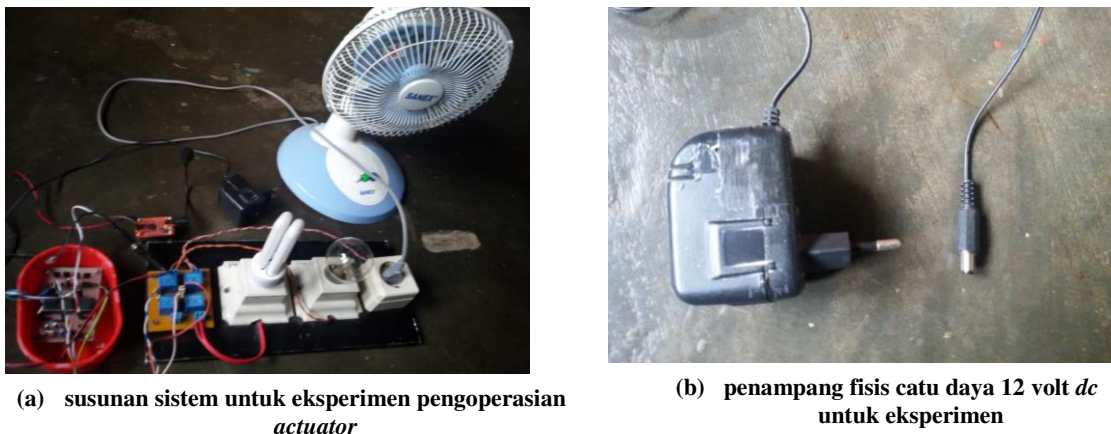


Gambar 11 Tampilan hasil simulasi pengkondisian penonaktifan lampu pijar, lampu TL, dan kipas angin

Berdasarkan Gambar 11 ditunjukkan, bahwa simulasi untuk peenkondisian penonaktifan lampu pijar, lampu TL, dan kipas angin dilakukan dengan pemberian masukan dari sensor VR ke sistem mikrokontroler dengan kabel RS232. Masukan RXD disambungkan ke kaki 14 mikrokontroler dan masukan TXD disambungkan ke kaki 15 mikrokontroler, kemudian dilakukan simulasi dengan pemberian perintah “MATTI” ke sensor VR, maka tertampilkan “Mati” pada *Virtual Terminal*.

3.2.2 Kinerja minimum system untuk pengoperasian actuator

Pengukuran kinerja sistem dan mikrokontroler ATmega16 dan sensor VR untuk pengoperasian aktuator dilakukan dengan pemberian beban listrik ke setiap aktuator. Susunan sistem untuk eksperimen pengoperasian *actuator* dan catu daya, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Susunan sistem untuk eksperimen pengoperasian actuator dan catu daya

Berdasarkan Gambar 12 ditunjukkan, bahwa catu daya sangat penting dalam pemberian pasokan daya untuk pengoperasian sejumlah komponen elektronika. Terdapat satu catu daya untuk keperluan mikrokontroler maupun komponen pendukung lain, yaitu berupa catu daya dengan sistem tegangan 12 volt dc yang diturunkan menjadi 5 volt dc dengan IC regulator. Tegangan keluaran regulator sebesar 5 volt dc digunakan untuk catu daya sistem mikrokontroler ATmega16, sensor, dan LCD 2x16, sedangkan catu daya untuk pengoperasian aktuator dicatu langsung dari mikrokontroler. Hasil pengukuran terhadap catu daya sistem 5 volt dc dari regulator diketahui, bahwa tegangan keluaran tanpa beban pada nilai rata-rata 4,94 volt dc, sedangkan tegangan keluaran dengan beban pada nilai rata-rata 4,93 volt dc. Berdasarkan hal tersebut ditunjukkan, bahwa tegangan pada catu daya untuk mikrokontroler relatif tetap stabil.

i) Pemantauan kondisi dan pengukuran nilai tegangan listrik pada lampu pijar melalui pemberian perintah “LAMPU” terhadap sensor

Tampilan hasil pemijaran lampu pijar, seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Tampilan hasil pemijaran lampu pijar

Berdasarkan Gambar 13 ditunjukkan, bahwa hasil dari pemberian perintah “LAMPU” terhadap sensor, maka mikrokontroler memberi sinyal pengoperasian aktuator untuk pemijaran lampu pijar, sedangkan lampu TL dan kipas angin dalam keadaan *off*. Kondisi dan nilai tegangan pada lampu pijar dengan pemberian perintah “pijar”, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kondisi dan nilai tegangan pada lampu pijar dengan pemberian perintah “LAMPU”

Perintah “LAMPU” terhadap Sensor	Lampu Pijar		Kondisi Lampu TL	Kondisi Kipas Angin
	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)		
“pertama”	<i>ON</i> (berpijar)	216	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
“kedua”	<i>OFF</i>	0	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>

ii) Pemantauan dan pengukuran nilai tegangan listrik pada lampu TL melalui pemberian perintah “NEON” terhadap sensor

Tampilan hasil pemendaran lampu TL, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Tampilan hasil pemendaran lampu TL

Berdasarkan Gambar 14 ditunjukkan, bahwa hasil dari pemberian perintah “NEON” terhadap sensor, maka mikrokontroler memberi sinyal pengoperasian aktuator untuk pemendaran lampu TL, sedangkan lampu pijar dan kipas angin dalam keadaan *off*. Kondisi dan nilai tegangan pada lampu TL dengan pemberian perintah “NEON”, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kondisi dan nilai tegangan pada lampu tl dengan pemberian perintah “NEON”

Perintah “NEON” terhadap Sensor	Lampu TL		Kondisi Lampu Pijar	Kondisi Kipas Angin
	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)		
“pertama”	<i>ON</i> (berpendar)	214	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
“kedua”	<i>OFF</i>	0	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>

iii) Pemantauan dan pengukuran nilai tegangan listrik pada terminal masukan kipas angin melalui pemberian perintah “KIPAS” terhadap sensor

Tampilan hasil pengoperasian kipas angin, seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Tampilan hasil pengoperasian kipas angin

Berdasarkan Gambar 15 ditunjukkan, bahwa hasil dari pemberian perintah “KIPAS” terhadap sensor, maka mikrokontroler memberi sinyal pengoperasian aktuator untuk pengoperasian kipas angin, sedangkan lampu pijar dan lampu TL dalam keadaan *off*. Kondisi dan nilai tegangan pada kipas angin dengan pemberian perintah “KIPAS”, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kondisi dan nilai tegangan pada lampu pijar dengan pemberian perintah “KIPAS”

Perintah “KIPAS” terhadap Sensor	Kipas Angin		Kondisi Lampu Pijar	Kondisi Lampu TL
	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)		
“pertama”	ON (berputar)	216	OFF	OFF
“kedua”	OFF	0	OFF	OFF

iv) Pemantauan kondisi dan pengukuran nilai tegangan listrik pada beban listrik melalui pemberian perintah “HIDUP” terhadap sensor

Hasil pemberian perintah “HIDUP” terhadap sensor, maka mikrokontroler memberi sinyal pengoperasian aktuator untuk pengkondisian lampu pijar berpijar, lampu TL berpendar, kipas angin berputar. Kondisi dan nilai tegangan pada masing-masing terminal masukan beban listrik dengan pemberian perintah “HIDUP”, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kondisi dan nilai tegangan pada masing-masing beban listrik dengan pemberian perintah “HIDUP”

Perintah terhadap Sensor	Lampu Pijar		Lampu TL		Kipas Angin	
	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)
“HIDUP”	ON	216	ON	216	ON	216

v) Pemantauan kondisi dan pengukuran nilai tegangan listrik pada beban listrik melalui pemberian perintah “MATI” terhadap sensor pada saat lampu pijar berpijar, lampu TL berpendar, dan kipas angin berputar

Hasil dari pemberian perintah “MATI” terhadap sensor, maka mikrokontroler memberi sinyal penon-operasian aktuator untuk pemadaman lampu pijar dan lampu TL dan penonoperasian kipas angin. Kondisi dan nilai tegangan pada masing-masing terminal masukan beban listrik dengan

pemberian perintah “MATTI” terhadap sensor pada saat lampu pijar berpijar, lampu TL berpendar, dan kipas angin berputar, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kondisi dan nilai tegangan pada masing-masing beban listrik dengan pemberian perintah “MATTI” terhadap sensor pada saat lampu pijar berpijar, lampu TL berpendar, dan kipas angin berputar

Perintah terhadap Sensor	Lampu Pijar		Lampu TL		Kipas Angin	
	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)	Kondisi	Nilai Tegangan (volt)
“MATTI”	OFF	0	OFF	0	OFF	0

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian.

1. Prototipe sistem berstruktur minimalis berbasis sistem mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan, bahwa: (a) diagram rangkaian skematis dibuat dengan program aplikasi EAGLE sebagai pembentukan jalur antar komponen, agar *pin-pin* pada *board* dapat diketahui penggunaannya, baik sensor-transduser, mikrokontroler, atau LCD dan bentuk fisis *board* diperoleh melalui tahapan penyetricaan, pelarutan, dan pengeboran PCB terfabrikasi dan diakhiri dengan pemasangan komponen; (b) pengawatan terintegrasi terhadap sistem berupa lima *port* masing-masing untuk konektor catu daya 5 volt *dc*, sensor VR, LCD 2x16, antarmuka *downloader*, dan keluaran; dan (c) penempatan sensor VR dan LCD pada sistem mikrokontroler ATmega16 sebagai upaya penataletakan semua subsistem sebagai komponen utama prototipe sistem untuk kemudahan saat uji validasi. Program untuk sistem mikrokontroler berbasis bahasa *BasCom AVR* dilakukan penanaman program dalam tujuh tahapan, yaitu: (i) konfigurasi *pin*, (ii) deklarasi variabel (peubah), (iii) deklarasi konstanta (tetapan), (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) ambil dan kirim data, dan (vii) keluaran.
2. Simulasi berupa pemberian 5 (lima) macam perintah terhadap sensor VR, yaitu “LAMPU”, “NEON”, “KIPAS”, “HIDUP”, dan “MATTI”. Hasil simulasi sesuai perintah terhadap sensor VR berupa tampilan pada *Virtual Terminal*. Kinerja prototipe sistem berbasis mikrokontroler ATmega16 berbantuan sensor VR ditunjukkan, bahwa hasil pemantauan (i) saat sensor diberi perintah “LAMPU”, maka lampu pijar menyala (*on*) dan tegangan terukur pada lampu pijar sebesar 216 volt, sedangkan lampu TL dan kipas angin berada dalam keadaan *off*; (ii) saat sensor diberi perintah “NEON”, maka lampu TL menyala (*on*) dan sedangkan lampu pijar dan kipas angin berada dalam keadaan *off* dan tegangan terukur pada lampu pijar sebesar 214 volt, sedangkan lampu pijar dan kipas angin berada dalam keadaan *off*; (iii) saat sensor diberi perintah “KIPAS”, maka kipas angin beroperasi (*on*) dan tegangan yang terukur pada kipas angin sebesar 216 volt, sedangkan lampu pijar dan lampu TL berada dalam keadaan *off*; (iv) saat sensor diberi perintah “HIDUP”, maka lampu pijar dan lampu TL menyala (*on*) dan kipas angin beroperasi (*on*) dan tegangan terukur pada lampu pijar, lampu TL dan kipas angin sebesar 216 volt, dan (v) saat sensor diberi perintah “MATTI”, maka lampu pijar dan lampu TL padam (*off*) dan kipas angin tidak beroperasi (*off*) dan tegangan terukur pada lampu pijar, lampu TL dan kipas angin sebesar 0 volt. Pemberian perintah masukan terhadap sensor VR telah memberikan kinerja yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- AC-PG-USBASP USBASP AVR Programmer, (2012), *User Guide Version 2.0*, AC-PG-USBASP-UG. [Online]. Available: <http://eecs.oregonstate.edu/education/docs/ece375/USBASP-UG.pdf>, tanggal akses 11 September 2016.
- Aono, Kenji, (2011), “*Application Note: PCB Design with EAGLE*”, ECE480 Design Team 5, Department of Electrical & Computer Engineering, Michigan State University, pp. 1-33.

- ATMEL Corporation, (2010), *8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash*. [Online]. Available: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>, (accessed: September, 11 2016), pp. 1-5.
- Axelsson, Jan, (1997), *The Microcontroller Idea Book Circuits, Programs, & Applications featuring the 8052-BASIC Microcontroller*, Lakeview Research, Madison, pp. 1-10.
- Barret, S.F. and Pack, D.J., (2008), *Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing*, Morgan & Claypool, San Rafael, CA, pp. 3-5.
- Bayliss, Colin R. and Brian J. Hardy (editor), (2007). *Fuse and Miniature Circuit Breakers in Transmission and Distribution Electrical Engineering*. Oxford: Elsevier Inc., pp. 363-373.
- Boylestad, Robert L., Louis Nashelsky, (2013). *Electronic Devices and Circuit Theory*, pp. 810-838. New York: Pearson Education, Inc.
- CadSoft Computer, (2010), “*Eagle Easily Applicable Graphical Layout Editor Manual Version 5*”, CadSoft Computer Inc., pp. 37-80.
- Clarke, T., (2008), “*The EAGLE Schematic & PCB Layout Editor - A Guide*”, Course Material, Department of Electrical & Electronic Engineering, Imperial Collage London, pp. 1-17.
- Ginting, S.F., Goeritno, A., Yatim, R., (2016), “Kinerja Sistem Pengontrolan Berbasis *Voice Recognition Sensor* dan Mikrokontroler Atmega16 Untuk Pengoperasian Aktuator,” pada *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V 2016*, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti Jakarta, 18 Mei 2016, hlm. 359-365
- Goeritno, A., Sandy, F.G., (2016), “Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis *Voice Recognition Sensor* Dan Mikrokontroler Untuk Pengoperasian Aktuator,” pada *JUTEKS Jurnal Teknik Elektro dan Sains*, Vol 3, No 2, 2016, hlm. 7-15.
- Kitcher, Christopher. 2008. *Practical Guide to Inspection, Testing and Certification of Electrical Installations* (pp. 149-156). Oxford: Elsevier Ltd.
- Maier, Andreas, (2015), *Speech Recognizer Adaptation: Recognizer Adaptation by Acoustic Model Interpolation*, Saarbrücken, Germany: AV Akademiker Verlag.
- Park, K., Lee, S.J., Jung, H.Y., Lee, Y., (2009), “Human-robot interface using robust speech recognition and user localization based on noise separation device,” in *Proc. The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2009, pp. 328-333.
- Proteus2000, (1998), “*Proteus 2000 Operations Manual*”, E-MU Systems, Inc., Scotts Valley, CA, pp. 131-164.
- Smeets, Rene, et.el. (2014). *Switching in Electrical Transmission and Distribution Systems* (pp. 8). New Jersey: Wiley.
- Srinivasan, S., Raj, B., Ezzat, T., (2010), “Ultrasonic sensing for robust speech recognition,” in *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2010, pp. 5102-5105.
- Takiguchi, T., et al., (2008), “Human-Robot Interface Using System Request Utterance Detection Based on Acoustic Features,” in *International Journal of Hybrid Information Technology*, 1(3), pp. 81-90, 2008.
- The MCS Electronics Team, (2008), “*BASCOM-AVR User Manual Introduction*”, MCS Electronics, pp. 222-252.
- Wang, Z., Schultz, T., Waibel, A., (2003), “Comparison of Acoustic Model Adaptation Techniques on Non-Native Speech,” in *IEEE Signal Processing Society: ICASSP (the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing)* 2003, Hong Kong, pp. I-540-I-543.
- Warne, D.F. ,(2005). *Newnes Electrical Power Engineer's Handbook* (pp. 180-189). Oxford: Elsevier Inc. – Newnes.
- Zhou, H., Han, X., (2009), “Design and Implementation of Speech Recognition System Based on Field Programmable Gate Array,” in *Modern Applied Science*, Vol.3, No.8, August 2009, pp. 106-111.
- Zhu, B., Hazen, T.J., Glass, J.R., (2007), “Multimodal Speech Recognition with Ultrasonic Sensors,” in *INTERSPEECH*, Antwerp, Belgium, August 27-31, 2007, pp. 662-665.