

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah metode eksperimen, yaitu dengan melakukan penelitian berupa perancangan dan pembuatan sistem keseluruhan serta menguji alat secara keseluruhan dengan sistem yang sudah dibuat

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi (LEI) Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI, jln Dr Setiabudhi no 229 Bandung 40154 serta Kumbung Jamur Tradisional yang terletak di daerah Cisarua, Bandung. Penelitian mengambil waktu selama 7 bulan (Maret-September 2011) yang terdiri dari persiapan, perancangan, pembuatan, pengambilan data penelitian dan penulisan laporan akhir.

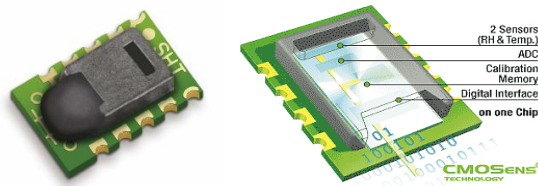
3.3 Parameter Penelitian

Parameter pada penelitian ini adalah temperatur dan kelembaban relatif yang akan dikendalikan pada nilai 24°C dan 85 % RH. Nilai ini diambil dari rentang nilai temperatur dan kelembaban relatif optimum pertumbuhan jamur. Untuk nilai temperatur dan kelembaban relatif awal yang digunakan pada penelitian ini mengikuti temperatur dan kelembaban relatif lingkungan

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Sensor Temperatur dan Kelembaban SHT11

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor SHT11. Sensor SHT11 (Datasheet SHT11 *dalam* Darjat, 2008) merupakan sensor kelembaban relatif sekaligus sensor temperatur. Sensor ini merupakan pasangan yang sudah dilengkapi dengan 14 bit *analog to digital converter* dan *serial interface circuit*. Sensor ini menghasilkan sinyal yang berkualitas dengan respon yang cepat dan tidak sensitif dengan gangguan luar. Bentuk fisik dalam dan luar sensor temperatur dan kelembaban SHT11 ditunjukkan oleh gambar 3.2.



(Gambar a)

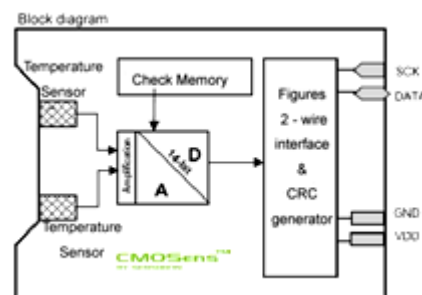
(Gambar b)

Gambar 3.1 Bentuk fisik sensor SHT 11 (gambar a) dan bentuk fisik dalam sensor SHT11 (gambar b) (Sumber: sensirion.com)

Spesifikasi sensor SHT11

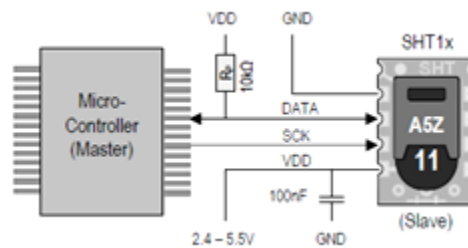
- *Energy consumption* : 80uW (at 12bit, 3V, 1 *measurement / s*)
- *RH operating range* : 0 – 100% RH
- *T operating range* : -40 – +125°C (-40 – +257 °F)
- *RH response time* : 8 sec (tau63%)
- *Output* : *digital (2-wire interface)*
- *Accuracy* : ±3,5% RH, ±0,4°C

Dalam pengukuran kelembaban, elemen sensor dibuat dengan kapasitor. *Dielektrik* terbuat dari polimer yang menyerap atau melepaskan sejumlah air terhadap kelembaban relatif lingkungan sehingga menyebabkan perubahan nilai kapasitansi dari kapasitor. Perubahan kapasitansi ini kemudian diukur oleh sirkuit elektronik yang terdapat pada sensor. Sedangkan pengukuran temperatur menggunakan sensor *gap-type*. perubahan temperatur menyebabkan perubahan nilai resistansi dari material yang digunakan. Nilai kelembaban dan temperatur langsung dikonversi menjadi data digital oleh ADC yang sudah terdapat pada sensor. Data ADC ini dikalibrasi dan kemudian dikirimkan menuju kontroler melalui *serial interface circuit*. Blok diagram sensor SHT11 ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sensor SHT11 (Sumber: sensirion .com)

Sensor SHT11 memiliki tegangan input antara 2.4 V dan 5.5 V namun direkomendasikan menggunakan tegangan 3,3 V. Pin catu daya (VDD dan GND) dapat dihubungkan dengan kapasitor 100 nF (gambar 3.3). SCK digunakan untuk menyinkronisasikan komunikasi antara mikrokontroler dengan SHT11. Sedangkan pin DATA digunakan untuk transfer data masukan dan keluaran dari sensor.



Gambar 3.3 Rangkaian aplikasi sensor SHT11 (Sumber: sensirion.com)

1. Proses Pengiriman Data

Pengiriman data dimulai dari '*program Transmission Start*'. *Program transmission start* terdiri dari pulsa DATA rendah sementara SCK tinggi yang di ikuti oleh sebuah pulsa rendah pada SCK dan pulsa DATA naik kembali sementara pulsa SCK sudah naik terlebih dahulu seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.5.



Gambar 3.4 Program '*Transmission Start*' (Sumber: sensirion.com)

Sub program perintah terdiri atas tiga bit alamat (hanya '000' ini yang di *support*) dan lima bit perintah (daftar pengiriman perintah terdapat pada tabel 3.1). SHT11 mengenali kumpulan perintah dengan menarik DATA pin rendah (ACK bit) setelah SCK *clock* turun kedelapan kalinya. Garis DATA naik kembali (menjadi tinggi) Setelah *clock* SCK turun kesembilan kalinya.

Tabel 3.1 Daftar Perintah SHT 11 (Sumber: sensirion.com)

Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	00011
Measure Relative Humidity	00101
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x
Soft reset , resets the interface, clears the status register to default values. Wait minimum 11 ms before next command	11110

2. Konversi Nilai RH

Pengukuran kelembaban relatif diawali dengan pengiriman perintah ‘00000101’ (tabel 3.1) terhadap pengontrol. Untuk mengkompensasi ketidaklinieran sensor kelembaban dan untuk mendapatkan ketelitian yang baik, hasil yang terbaca dikonversi dengan formula berikut:

$$RH_{\text{linier}} = c_1 + c_2 \cdot SO_{RH} + c_3 \cdot SO_{RH}^2 (\%RH) \quad \dots (3.1)$$

Untuk perbedaan temperatur yang signifikan dari 25 °C (~77 °F) sinyal kelembaban meminta adanya kompensasi temperatur. Koefisien temperatur dari sensor RH bergantung dari resolusi pengukuran yang digunakan seperti ditunjukkan pada tabel 3.2. Sehingga nilai kelembaban relatif dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$RH_{\text{true}} = (T_{\text{°C}} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{\text{linier}} \quad \dots(3.2)$$

Tabel 3.2 Kompensasi koefisien temperatur t_1 dan t_2 pada resolusi nilai kelembaban yang digunakan (sumber:sensirion.com)

SO_{RH}	t_1	t_2
12Bit	0.01	0.00008
8Bit	0.01	0.00128

3. Konversi Nilai Temperatur

Pengukuran temperatur diawali dengan pengiriman perintah '00000011'. Digunakan formula berikut untuk mengubah data digital yang terbaca ke temperatur:

$$\text{Temperatur} = d_1 + d_2 \cdot \text{SO}_{\text{RH}} \quad \dots(3.3)$$

Nilai d_1 dan d_2 dapat bervariasi tergantung dari tegangan yang digunakan (VDD) dan resolusi SO_T seperti yang ditunjukkan oleh tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai koefisien d_1 dan d_2 untuk harga VDD (Tabel A) dan Resolusi yang digunakan (Tabel B). (Sumber: sensirion.com)

Tabel A

VDD	d_1	d_2
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.8	-39.6
3.5V	-39.7	-39.5
3V	-39.6	-39.3
2.5V	-39.4	-38.9

Tabel B

SO_T	$d_1(^{\circ}\text{C})$	$d_2(^{\circ}\text{F})$
14 bit	0,01	0,018
12 bit	0,04	0,072

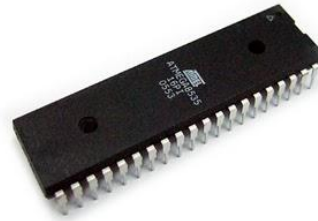
3.4.2 Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Mikrokontroler Atmega8535. Mikrokontroler ini merupakan mikrokontroler AVR 8 bit buatan ATMEL yang memiliki arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computing*). Instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan dijalankan hanya dengan satu siklus *clock*. Struktur I/O (*Input/Output*) yang baik dengan sedikit komponen tambahan diluar. Fasilitas internal yang terdapat pada mikrokontroller ini adalah *oscillators*, *timers*, UART, SPI, *pull-up resistors*, *pulse width modulation* (PWM), ADC, *analog comparator*, dan *watch-dog timers*. AVR merupakan kependekan dari *Alf* (*Egil Bogen*) and

Vegard (Wollan) 's Risc Processor. Bentuk fisik dan konfigurasi pin mikrokontroler Atmega8535 ditunjukkan pada gambar 3.5 (atmel.com, 2005).

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

(a)

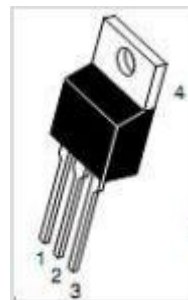


(b)

Gambar 3.5 Konfigurasi pin Atmega8535 (a) Bentuk kemasan IC Atmega8535 (Sumber: google.image.com)

3.4.3 Transistor TIP41

Transistor TIP41 (gambar 3.6) merupakan NPN *Epitaxial Silicon Transistor*. Spesifikasi transistor ini ditunjukkan pada tabel 3.4. Transistor tipe TIP41 biasanya digunakan sebagai saklar elektronik dalam rangkaian elektronika dengan daya yang besar.



Gambar 3.6 Bentuk Kemasan Transistor TIP41 (sumber: Datashhet TIP41)

Tabel 3.4 Spesifikasi Transistor TIP41 (Sumber: Datasheet TIP41)

Karakteristik	Simbol	Nilai	Satuan
<i>Collector Base Voltage</i>	VCBO	100	V
<i>Collector Emitter Voltage</i>	VCEO	100	V
<i>Emitter-Base Voltage</i>	VEBO	5	V
<i>Collector Current (DC)</i>	IC	6	A
<i>Collector Current (Pulse)</i>	IC	10	A
<i>Base Current</i>	IB	2	A
<i>Collector Dissipation (TC=25°C)</i>	PC	65	W
<i>Collector Dissipation (TA=25°C)</i>	PC	2	W
<i>Junction Temperature</i>	TJ	150	°C
<i>Storage Temperature</i>	TSTG	-65 ~ 150	°C

3.4.4 Triac BT139

Triac BT139 merupakan sebuah saklar elektronik yang biasanya digunakan dalam pensaklaran dua arah dan kontrol fase. Komponen ini dibungkus dalam kemasan Plastik (gambar 3.7). Triac ini mampu bekerja pada tegangan 800 V dan dipicu oleh arus yang sangat kecil (maksimal 10 mA) serta dapat teraliri arus hingga 16 A pada kedua terminalnya.

**Gambar 3.7** Bentuk Kemasan Triac BT139 (sumber: Datasheet Triac BT139)

3.4.5 MOC3021

MOC3021 tersusun dari kombinasi dua komponen yang berbeda yaitu *transmitter optic* yang terbuat dari *gallium arsenide* (GaAs) LED (*Light Emitting Diode*) dan *receiver optic light-triggered diac*. IC ini telah dilengkapi dengan rangkaian *zero crossing detector*. Rangkaian *zero crossing detector* mempunyai kemampuan untuk membuat optocoupler ini mulai

menghantar pada sesaat setelah tegangan masukannya berada pada nol volt. Hal ini akan mencegah terjadinya lonjakan arus yang besar secara tiba-tiba pada beban yang dikendalikannya.



Gambar 3.8 Bentuk Kemasan MOC3021 (sumber: google.image.com)

IC ini dikemas dalam *dual-in-line package* (gambar 3.8) dan dapat memblok tegangan hingga 400 V. selain itu IC ini hanya membutuhkan arus kecil untuk memicunya (maksimal 15 mA) dan dapat mengisolasi tegangan antara masukan dan keluarannya hingga 5300 Vrms.

3.4.6 Optocoupler Tipe 4N25

Optocoupler tipe 4N25 tersusun dari kombinasi dua komponen yang berbeda yaitu *transmitter optic* yang terbuat dari *gallium arsenide* (GaAs) LED (*Light Emitting Diode*) dan *receiver optic phototransistor*. IC ini dikemas dalam *dual-in-line package* (gambar 3.9). IC ini dapat mengisolasi tegangan antara masukan dan keluarannya hingga 5300 Vrms. Arus LED yang dibutuhkan sebagai masukannya sangat kecil, yaitu sebesar 80 mA dan dapat menghantarkan tegangan hingga 7 V (V_{CE}).



Gambar 3.9 Bentuk Kemasan 4N25 (sumber: google.image.com)

3.4.7 Pompa Aquarium

Pompa aquarium (gambar 3.10) digunakan untuk memompa air pada pendingin dan pelembab sistem. Tipe pompa yang digunakan Aquila P1000. Pompa air dengan kemampuan mengalirkan air sebanyak 400 liter/jam, dengan konsumsi listrik 6 watt, tinggi pancuran maksimum 0,6 meter.



Gambar 3.10 Pompa air akuarium (sumber : aquarium99.com)

3.4.8 Kipas DC

Kipas DC (gambar 3.11) digunakan pada Pelembab, Pemanas, dan Pengering Sistem. Untuk Pemanas dan Pelembab, digunakan kipas dengan tegangan Kerja 12V dan arus 0,14 A. Sedangkan Untuk Pengering digunakan arus yang lebih besar yaitu 0,25 A.



Gambar 3.11 kipas DC (sumber : google.image.com)

3.4.9 Lampu Bohlam

Lampu bohlam (gambar 3.12) digunakan untuk memanaskan miniatur. Lammpu yang digunakan mempunyai tegangan kerja 220-240 Vac dengan

daya 60 watt. Pada sistem digunakan 2 buah lampu agar intensitas panas yang dihasilkan lebih besar.



Gambar 3.12 lampu Bohlam (sumber : google.image.com)

3.4.10 LCD 16×2 Character

LCD (*liquid cristal display*) Modul LCD *Character* dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroller. LCD yang akan di pergunakan mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor (gambar 3.13).



Gambar 3.13 LCD 16×2 karakter (sumber: google.image.com)

3.4.11 BASCOM-AVR

BASCOM adalah singkatan dari *Basic Compiler* yang merupakan sejenis *software* (perangkat lunak) yang bekerja sesuai dengan sintak bahasa *basic*. Alasan penggunaan bahasa basic adalah kemudahan dalam pemahaman pemrograman. *Compiler* memiliki makna bahwa sistem ini juga nantinya akan mengubah program *assembly* yang kita buat kedalam kode heksa atau

biner yang kemudian nantinya akan di *downloadkan* sebagai program ke mikrokontroler.

3.4.12 Alat dan Bahan Lainnya

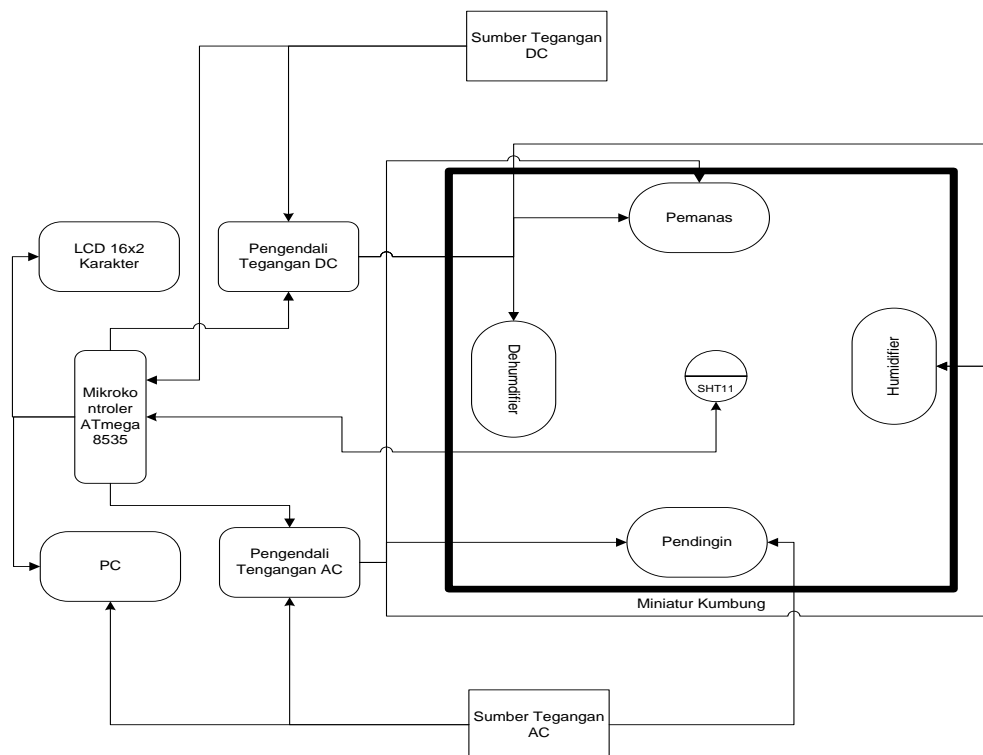
1. Selang Plastik
2. *Dispenser* Pendingin
3. Pipa Tembaga
4. Kayu Triplek
5. Kayu Reng
6. *Fiberglass*
7. Kaca
8. Bak Air
9. *Power Supply* 12V
10. *Software Eagle Skematik & Layout*
11. *Software Proteus*
12. *Software Hyperterminal*
13. 1 Unit PC
14. Resistor
15. Kapasitor
16. LED
17. PCB
18. *Soldering* KIT
19. Larutan FeCl₃
20. *Carpenter* Kit
21. Bibit Jamur Tiram

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, mulai tahap Persiapan yang merupakan ide desain awal sistem. Kemudian dilanjutkan dengan tahap perancangan keseluruhan sistem, dan terakhir pembuatan sistem secara keseluruhan.

3.5.1 Persiapan

Secara garis besar pengendalian nilai temperatur dan kelembaban pada miniatuur kumbung jamur ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Blok diagram prosedur sistem pengendalian temperatur dan kelembaban pada kumbung jamur

Pada penelitian ini, jenis sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol *loop* tertutup. Temperatur diatur oleh pemanas, pendingin dan kelembaban miniatuur kumbung diatur oleh pelembab ruangan (*humidifier*), dan pengering kelembaban (*dehumidifier*). Sensor SHT11 sebagai elemen pengukuran nilai temperatur dan kelembaban ruang miniatuur. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Atmega8535 sebagai elemen pembanding sistem dan pengendali tegangan AC dan DC sebagai konverter tegangan logika mikrokontroler menuju aktuator. Seluruh elemen

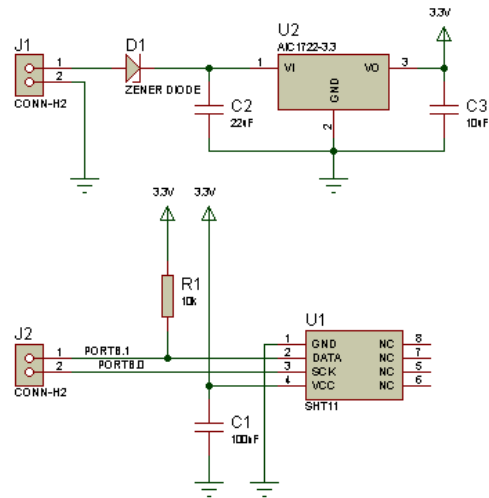
tersebut (elemen pengukuran, elemen pembanding dan pengendali tegangan AC dan DC) diletakkan di luar miniatur kumbang. Seluruh kegiatan aktuator dikendalikan oleh mikrokontroler secara *on-off* melalui pembacaan nilai temperatur dan kelembaban oleh sensor SHT11. Selain itu, nilai pembacaan temperatur dan kelembaban relatif pada miniatur kumbang ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Untuk pengumpulan data secara otomatis maka digunakan PC.

3.5.2 Perancangan Sistem

3.5.2.1 Sensor

1. Rangkaian Sensor SHT11

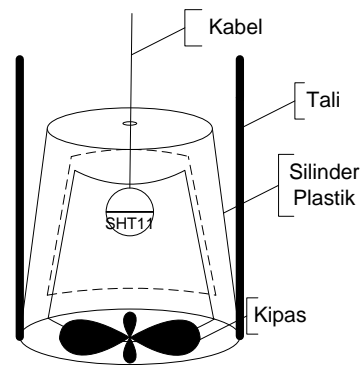
Rangkaian sensor SHT11 umumnya terdiri dari satu buah resistor 10 k Ω yang dipasang secara paralel dengan pin DATA dan kapasitor 100 nF pada VDD (*datasheet* SHT1x, 2007). Resistor 10 k Ω berfungsi mengatur sinyal data pada sensor agar tidak drop. SHT11 menghasilkan pembacaan yang baik pada tegangan 3,3V sehingga pada VDD ditambahkan regulator tegangan 3,3V. Diode zener 3,6V berfungsi untuk menurunkan tegangan masukan pada regulator agar pada IC tidak terjadi pemanasan berlebih pada regulator. Dalam pengaksesan sensor, pin SCK dihubungkan dengan PORTB.0 mikrokontroler dan pin DATA dihubungkan dengan PORTB.1 mikrokontroler. Skematik rangkaian keseluruhan sensor ditunjukkan pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Skematik rangkaian sensor SHT11

2. Rumah Sensor

Pada penelitian ini, sensor yang digunakan berjumlah satu buah dan diletakkan di tengah miniatur dengan digantung tali pada kedua sisi sensor kumbang jamur. Untuk menjaga sensor agar tidak terkena oleh percikan (*nozzle*) air yang disebabkan oleh *humidifier*, sensor di tempatkan dalam silinder plastik (gambar 3.16) yang telah dilubangi. Pelubangan ini dimaksudkan agar terjadi pertukaran udara antara silinder dan udara miniatur kumbang. Selain itu, pada bagian alas silinder juga ditempatkan sebuah kipas kecil dengan tegangan kerja 12 Vdc yang berfungsi untuk mempercepat respon sensor dalam mengukur temperatur dan kelembaban ruang miniatur kumbang.

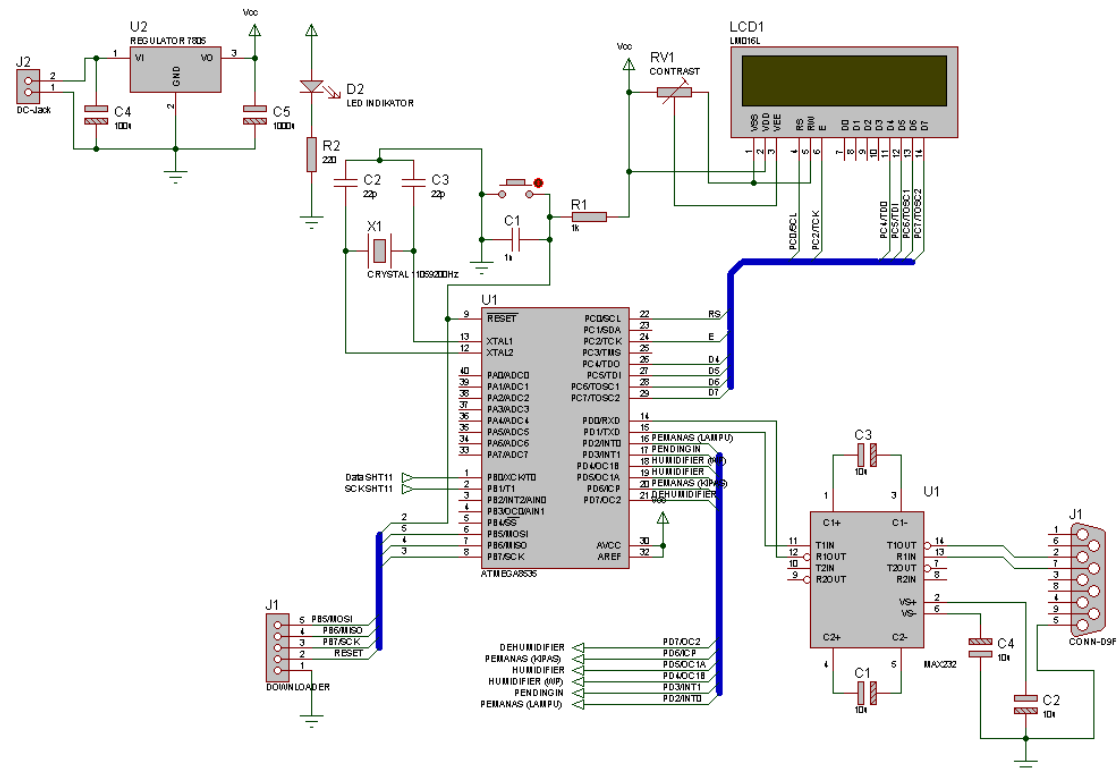


Gambar 3.16 Bentuk rumah sensor

3.5.2.2 Rangkaian Mikrokontroler Atmega8535

Sistem minimum mikrokontroler terdiri dari *crystal* yang dipasangkan dengan 2 buah kapasitor 22 nF yang berfungsi sebagai osilator eksternal dan sebuah tombol *reset*. Tombol *reset* terdiri dari sebuah tombol yang dirangkai secara seri dengan resistor 1K dan diparalelkan dengan kapasitor 1 nF yang berfungsi untuk *me-reset* seluruh kegiatan mikrokontroler.

Dalam penggunaannya, disini peneliti hanya memanfaatkan 3 port mikrokontroler Atmega8535 yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD. PORTB dimanfaatkan sebagai port pengaksesan sensor, PORTC difungsikan dalam pengaksesan LCD dan PORTD sebagai output menuju pengendali tegangan DC dan AC. Selain itu, pada PORTD juga terdapat 2 buah pin (pin Tx dan Rx) yang dimanfaatkan sebagai komunikasi antara komputer dan mikrokontroler dalam hal penyimpanan data nilai temperatur dan kelembaban. Bentuk keseluruhan rangkaian yang dirancang ditunjukkan pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Skematik rangkaian Mikrokontroler Atmega8535 dengan tambahan rangkaian regulator 5V, LCD dan Komunikasi serial RS232

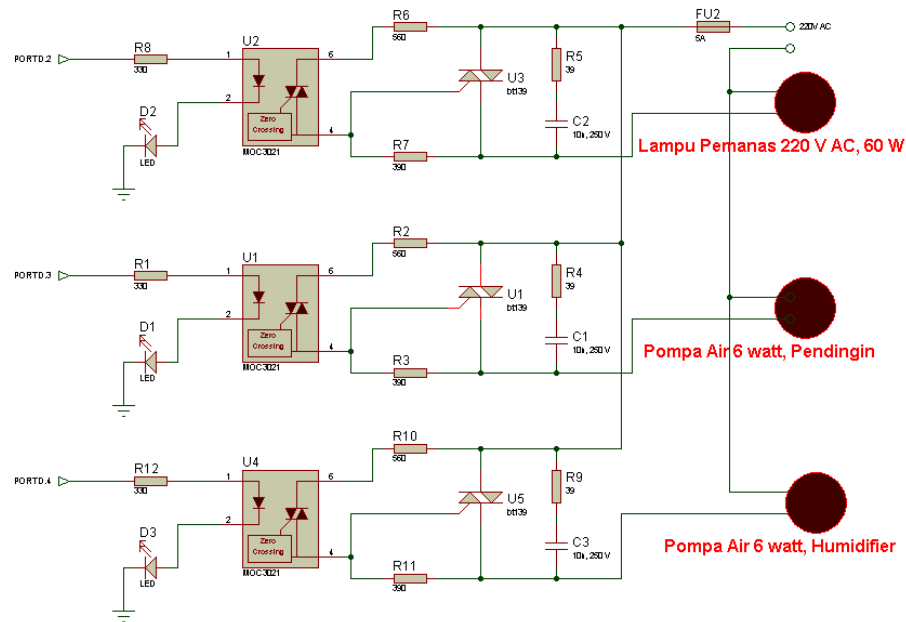
Untuk menampilkan data kelembaban, maka pada sistem digunakan satu buah modul LCD 16×2 karakter. Alasannya, modul LCD relatif jauh lebih sedikit memerlukan daya ketimbang modul-modul *display* berbasis LED. Selain itu, desain LCD lebih kompak dan dimensinya juga lebih kecil. Modul LCD ini dihubungkan pada PORTC mikrokontroler seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.9. Pin D4, D5, D6, D7 LCD dihubungkan pada PORTC.4, PORTC.5, PORTC.6 dan PORTC.7 AVRDBS sebagai jalur data yang akan ditampilkan. Pin *Enable* dan R/S LCD dihubungkan dengan PORTC.2 dan PORTC.0 sebagai jalur komunikasi pengaksesan LCD.

Komunikasi mikrokontroler dengan PC dilakukan secara serial melalui pin Tx dan Rx yang terdapat pada PORTD.1 dan PORTD.0 mikrokontroler. Standar sinyal serial RS232 antara PC dan mikrokontroler memiliki ketentuan *level* tegangan yang berbeda dengan *level* keluaran logika mikrokontroler. Oleh karena itu, adanya perbedaan tegangan logika antara mikrokontroler ini mengakibatkan mikrokontroler tidak bisa secara langsung berkomunikasi dengan PC sehingga ditambahkan *converter level* logika yaitu IC MAX232 dengan *connector* DB9 sebagai konektor komunikasi dengan PC.

3.5.2.3 Perancangan Pengendali Tegangan

1. Pengendali Tegangan AC

Semua *output* keluaran mikrokontroler mempunyai tegangan dan arus yang kecil sehingga tidak dapat secara langsung menghidupkan beban, terutama beban yang membutuhkan tegangan sumber AC yang memiliki arus besar seperti pemanas (Lampu) dan pompa Air (*Water Pump*). Untuk dapat mengendalikan tegangan AC beban, harus adanya sebuah pengendali (*driver*) sehingga keluaran mikrokontroler dapat menghidupkan beban tegangan AC tanpa merusak mikrokontroler.



Gambar 3.18 Skematik rangkaian pengendali tegangan AC

Rangkaian pengendali tegangan AC seperti yang ditunjukkan gambar 3.18 mengacu pada penelitian Darjat (2008). Rangkaian pengendali tegangan AC (gambar 3.11) akan aktif jika menerima masukan berupa tegangan dengan logika tinggi yang berasal dari mikrokontroler (PORTD.2, PORTD.3, PORTD.4) dengan arus 10 mA. Oleh karena itu ditambahkan resistor sebagai penahan masukan arus yang berasal dari mikrokontroler. Pada LED dalam IC terdapat jatuh tegangan sekitar 0,4 V dan pada LED indikator D1, D2, dan D3 terdapat jatuh tegangan sekitar 1,5 V sehingga perhitungan nilai resistansinya:

$$\begin{aligned} V_{Res} &= V_{CC} - V_{IC} - V_{LED} \\ &= 5V - 0,4V - 1,5V \\ &= 3,1V \end{aligned}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3,1V}{10mA} = 310\Omega$$

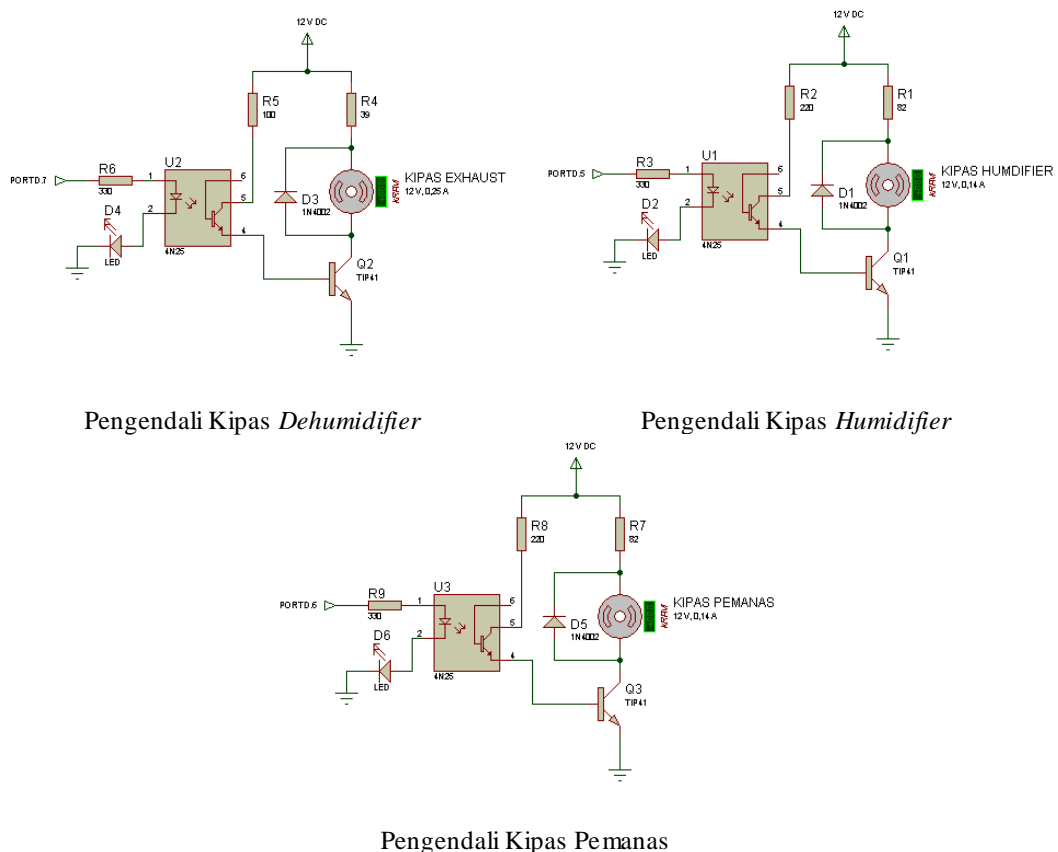
Maka nilai R1, R8, dan R12 yang digunakan adalah 330Ω disesuaikan dengan nilai resistor yang terdapat di pasaran. Prinsip kerjanya, sinyal logika yang berlogika tinggi (keluaran mikrokontroler) sebagai masukan dari rangkaian pengendali tegangan AC akan melalui R1, R8, dan R12 mengakibatkan arus mengalir pada LED dalam kemasan IC. Menyalnya LED di dalam IC ini menyebabkan triac dalam IC aktif (sebagai saklar) sehingga mampu melewatkan arus dalam dua arah. Arus keluaran ini digunakan untuk memicu triac tambahan U1, U3, dan U5. Tipe triac yang digunakan adalah BT139 yang mampu mengalirkan arus lebih besar sehingga sumber tegangan 220 Vac terhubung dengan lampu dan pompa air yang digunakan sebagai elemen koreksi. Resistor R2, R6 dan R10 sebesar 560Ω dipasang sebagai pembatas arus pada *optodiode* IC dan R3, R7, dan R11 berfungsi untuk membatasi arus *gate* pada triac.

2. Pengendali Tegangan DC

Pengendali DC digunakan untuk menghidupkan kipas 12 Vdc yang terdapat pada pemanas, *humidifier*, dan *dehumidifier* yang digunakan pada penelitian ini. Sama halnya dengan rangkaian pengendali tegangan AC, pengendali tegangan DC menggunakan *optocoupler* dengan tipe 4N25 sebagai pembatas optik antara tegangan mikrokontroler dengan tegangan beban.

Rangkaian pengendali tegangan DC (gambar 3.19) akan aktif jika menerima masukan berupa tegangan dengan logika tinggi yang berasal dari mikrokontroler (PORTD.5, PORTD.6 dan PORTD.7) dengan arus 10 mA.

Nilai R3, R6, dan R9 yang digunakan adalah 330 Ω (sama halnya dengan perhitungan pada rangkaian pengendali tegangan AC). LED D2, D4, dan D6 berfungsi sebagai indikator adanya masukan yang dilakukan mikrokontroler.



Gambar 3.19 Skematik rangkaian pengendali tegangan DC

Prinsip kerjanya, sinyal logika tinggi yang berasal dari mikrokontroler sebagai masukan dari IC yang melalui R1, R8, dan R12 mengakibatkan arus mengalir pada LED dalam kemasan IC. LED akan menyala dan menyebabkan transistor dalam IC aktif (sebagai saklar) sehingga mampu melewatkan arus. Arus keluaran ini digunakan untuk memicu transistor tambahan Q1, Q2, dan Q3. Tipe transistor yang digunakan adalah TIP41 yang mampu mengalirkan arus lebih besar sehingga sumber tegangan 12 Vdc dapat

terhubung dengan kipas pemanas, *humidifier*, dan *dehumidifier*. Besar arus yang dapat mengalir pada kolektor maksimal 50 mA sehingga nilai Resistor R2, R5 dan R8 sebesar 220 Ω . Diode D1, D2, D3 berfungsi menahan arus balik kipas yang dapat merusak transistor. R1, R4, dan R7 berfungsi untuk membatasi arus sumber dengan beban. Beban hanya membutuhkan arus 0,14 A (kecuali kipas *dehumidifier* membutuhkan arus 0,25 A) sehingga perhitungan nilai resistor R1 dan R7 adalah:

$$V_{CC} = I_C R_C$$

$$R_C = \frac{V_{CC}}{I_C} = \frac{12V}{0,14A} = 85,7\Omega \approx 82\Omega$$

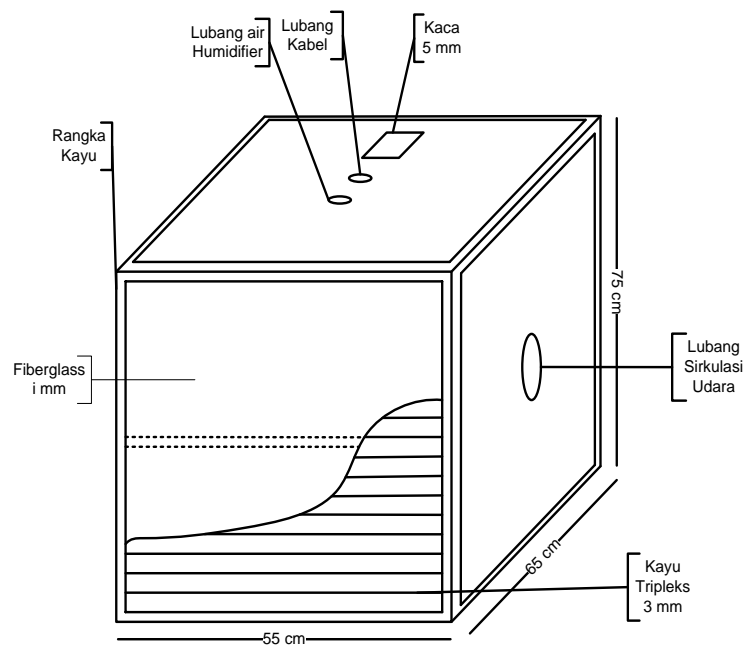
Dari perhitungna diatas didapat bahwa besar R1 dan R7 adalah 82 Ω .

Dengan perhitungan yang sama, nilai resistor pada *dehumidifier* didapatkan sebesar 39 Ω .

3.5.2.4 Miniatur Kumbung Jamur

Dimensi Model ruang miniatur kumbung pada penelitian ini berukuran 65×55×75 cm sehingga volume ruang miniaturnya adalah 261.825 cm³. Dinding terbuat dari *fiberglass* dengan tebal 1 mm (Paramita dalam Setiawan, 2006). Untuk memperkecil laju konduksi lingkungan luar terhadap miniatur secara konduksi, konveksi, dan radiasi, pada dinding *fiberglass* ditambahkan kayu dengan tebal 3 mm. Rangka miniatur kumbung terbuat dari dengan lebar 2,5 cm dan mempunyai tebal 2 cm. Dalam perancangan miniatur kumbung jamur ini, peneliti menggunakan bahan yang tersedia di pasaran dan mudah didapat.

Pada sisi dinding sebelah kanan dan kiri dari pintu miniatur kumbang terdapat dua buah lubang yang difungsikan sebagai sirkulasi udara dengan diameter ± 12 cm. Lubang tersebut disesuaikan dengan diameter kipas yang akan digunakan sebagai aktuator pada miniatur. Deskripsi perancangan model miniatur kumbang ini ditunjukkan pada gambar 3.20. Pada bagian atap miniatur kumbang, terdapat lubang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 11×9 cm. Lubang ini ditutup dengan kaca dengan tebal 5 mm. Lubang persegi yang ditutupi kaca ini berfungsi memberikan cahaya pada miniatur kumbang.



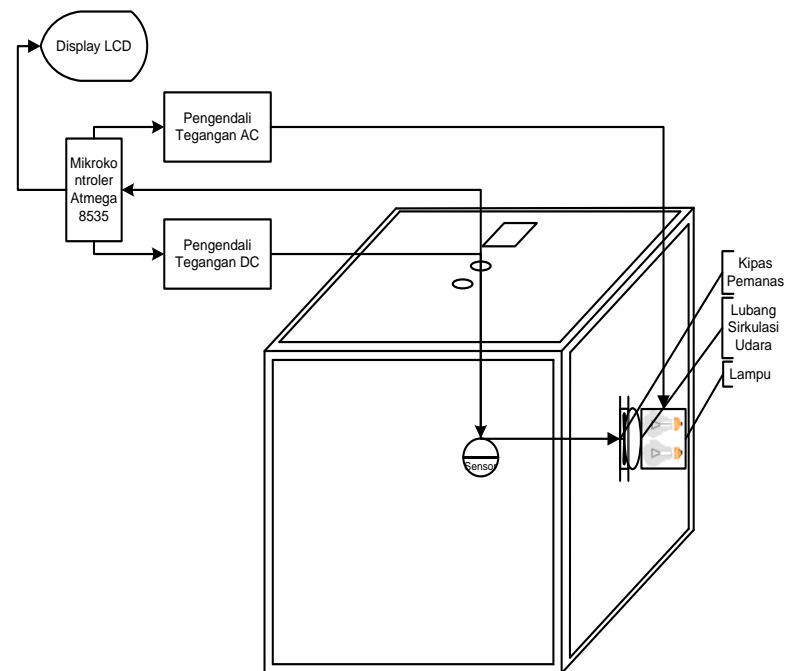
Gambar 3.20 Model ruang miniatur kumbang jamur

3.5.2.5 Perancangan Aktuator

1. Sistem Pemanas Miniatur Kumbang

Pemanas yang digunakan adalah dua buah lampu dengan daya 60 watt dan kipas 12 Vdc 0,14 A. Selain mudah didapat, lampu juga mempunyai panas yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak menyebabkan *overshoot* yang

signifikan pada miniatur. Pemanas (lampu) ditempatkan di luar miniatur kumbung menutupi salah satu lubang sirkulasi udara dan ditutup dengan sebuah kotak plastik yang telah dilubangi agar terjadi pertukaran udara lingkungan dengan udara dalam kotak pemanas. Panas ditransfer secara konveksi oleh kipas melalui lubang sirkulasi ke dalam miniatur. Pemanas ini berfungsi untuk menghangatkan miniatur kumbung ketika suhu miniatur kumbung yang dibandingkan oleh kontroler dibawah *setpoint*. Blok diagram pemanas yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.21.

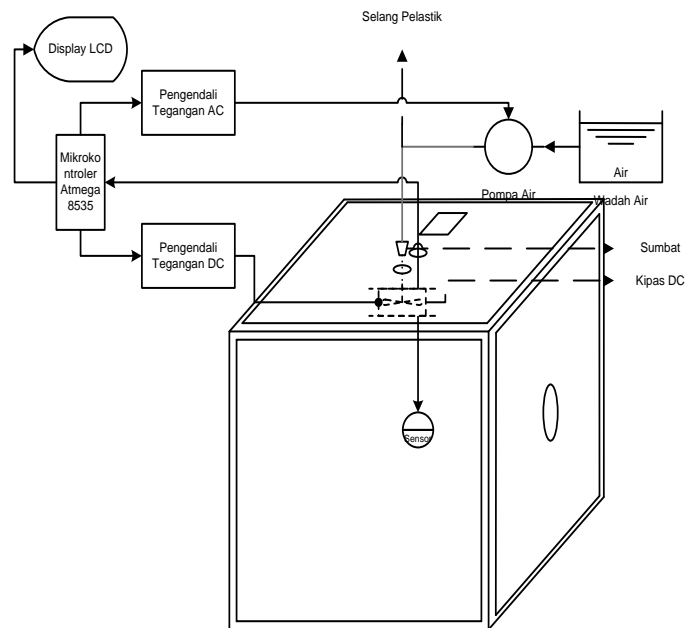


Gambar 3.21 Blok diagram sistem pemanas

2. Sistem Pelembab Miniatur Kumbung (*Humidifier*)

Humidifier yang dirancang pada penelitian ini menggunakan satu buah kipas 12 Vdc dengan arus 0,14 A, satu buah *water pump* (pompa air) dengan daya 6 watt dan sebuah kotak sebagai wadah air. Kotak dan pompa air

ditempatkan pada atap miniatur kumbang (di luar miniatur kumbang). Sedangkan kipas ditempatkan di dalam miniatur kumbang (di bawah atap miniatur kumbang).



Gambar 3.22 Blok diagram Sistem Pelembab (*humidifier*)

Prinsip kerjanya, ketika kelembaban relatif miniatur kumbang berada dibawah *setpoint*, maka mikrokontroler akan memberi logika tinggi pada pengendali tegangan AC dan DC sehingga pompa air dan kipas akan *on*. Air yang terdapat di dalam wadah dikirimkan oleh pompa air melalui selang plastik yang ujungnya telah disumbat oleh *Styrofoam*. Penyumbatan ini dimaksudkan agar air yang keluar pada selang berbentuk tetesan. Tetesan ini diteteskan pada lubang yang telah dibuat pada atap miniatur kumbang kemudian dipecah oleh kipas sehingga menghasilkan tetesan yang lebih kecil (*nozzle*). Selain memecah air, kipas juga berfungsi untuk meratakan

kelembaban keseluruhan miniatur kumbung. Secara garis besar blok diagram *humidifier* ditunjukkan pada gambar 3.22.

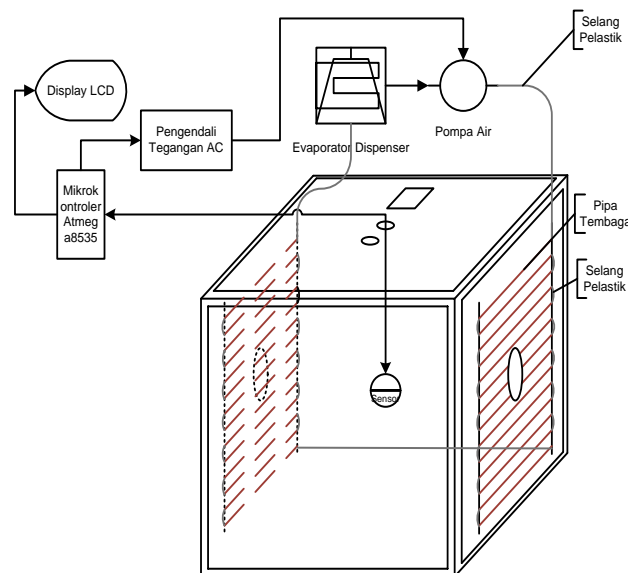
3. Sistem Pendingin Miniatur Kumbung.

Pendingin Miniatur kumbung yang dirancang terdiri dari *dispenser* uchida dengan daya pendinginan air 60W, selang plastik dan pipa tembaga ukuran $\frac{1}{4}$ inch serta satu buah pompa air dengan daya 6W. Dalam pembuatan pendingin miniatur ini, peneliti memanfaatkan pendingin yang terdapat di tempat tinggal peneliti dengan bahan yang telah tersedia di pasaran. *Dispenser* pendingin terdapat di luar miniatur kumbung. Dispenser ini berfungsi mendinginkan air yang digunakan sebagai pendingin miniatur kumbung. Pada *evaporator* terdapat *thermostat* yang menjaga suhu air pada kisaran suhu tertentu. *Evaporator* dispenser ini dapat mendinginkan air hingga $<10^{\circ}\text{C}$.

Pendingin miniatur ini mendinginkan ruangan secara konduksi melalui pipa tembaga. Pipa tembaga dipotong sepanjang 25 cm dan disusun secara horizontal pada bagian dinding. Jumlah pipa tembaga yang digunakan adalah sebanyak 14 buah pada dinding sebelah kiri dan kanan miniatur. Agar dapat dialiri air, pada ujung pipa tembaga satu dan lainnya dihubungkan dengan selang plastik.

Prinsip kerjanya, ketika temperatur miniatur kumbung berada diatas *setpoint*, maka mikrokontroler akan segera menyalakan pompa air melalui pengendali tegangan AC (blok diagram pendingin ditunjukkan pada gambar 3.23). Pompa air memompakan air yang telah didinginkan oleh *evaporator*

dispenser melalui selang palstik kecil menuju pipa tembaga yang terdapat di dalam miniatur kumbung. Pipa tembaga kemudian akan menjadi dingin sesuai dengan suhu air yang dialirkan. Panas ruangan kemudian diserap oleh pipa pendingin secara konduksi dan kemudian dikonduksikan kembali oleh pipa tembaga menuju air dan kemudian disuplai kembali menuju *dispenser* pendingin untuk didinginkan, begitu seterusnya hingga *setpoint* yang diinginkan tercapai.

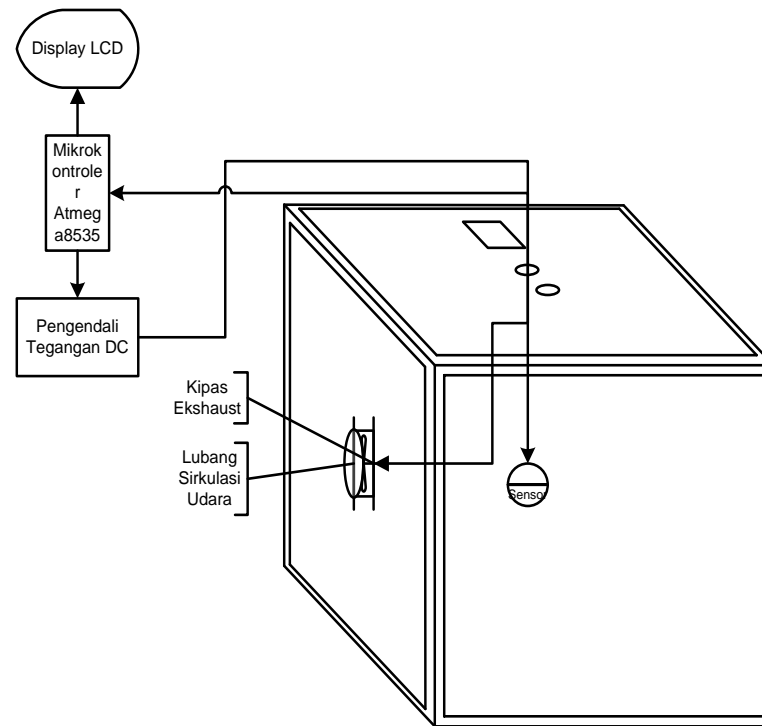


Gambar 3.23 Blok diagram sistem pendingin

4. Pengering Kelembaban (*Dehumidifier*)

Dehumidifier pada miniatur kumbung menggunakan kipas 12 Vdc dengan arus kerja 0,14 A. Kipas ini berfungsi mengurangi nilai kelembaban di atas *setpoint*. Udara lembab (di atas *setpoint*) yang terdapat pada miniatur akan dikeluarkan oleh Kipas menuju lingkungan. Secara bersamaan, udara yang mengandung sedikit uap air (udara kering lingkungan) dimasukkan melalui lubang sirkulasi yang terdapat pada celah kotak pemanas dan celah-celah lainnya pada miniatur (tanpa menghidupkan kipas yang terdapat pada

pemanas sistem). Hal ini dimaksudkan agar mengurangi gerakan udara acak dan tidak meratanya kelembaban udara pada miniatur. Blok diagram *dehumidifier* ditunjukkan pada gambar 3.24.



Gambar 3.24 Blok diagram Sistem Pengering (*dehumidifier*)

3.5.3 Pembuatan Sistem

3.5.3.1 Pembuatan *Hardware*

Skematik rangkaian sensor kemudian direalisasikan ke dalam PCB menggunakan *Software Eagle Skematik and PCB Layout*. Hasil pembuatan *hardware* seluruh sistem ini dapat dilihat pada lampiran 3.2

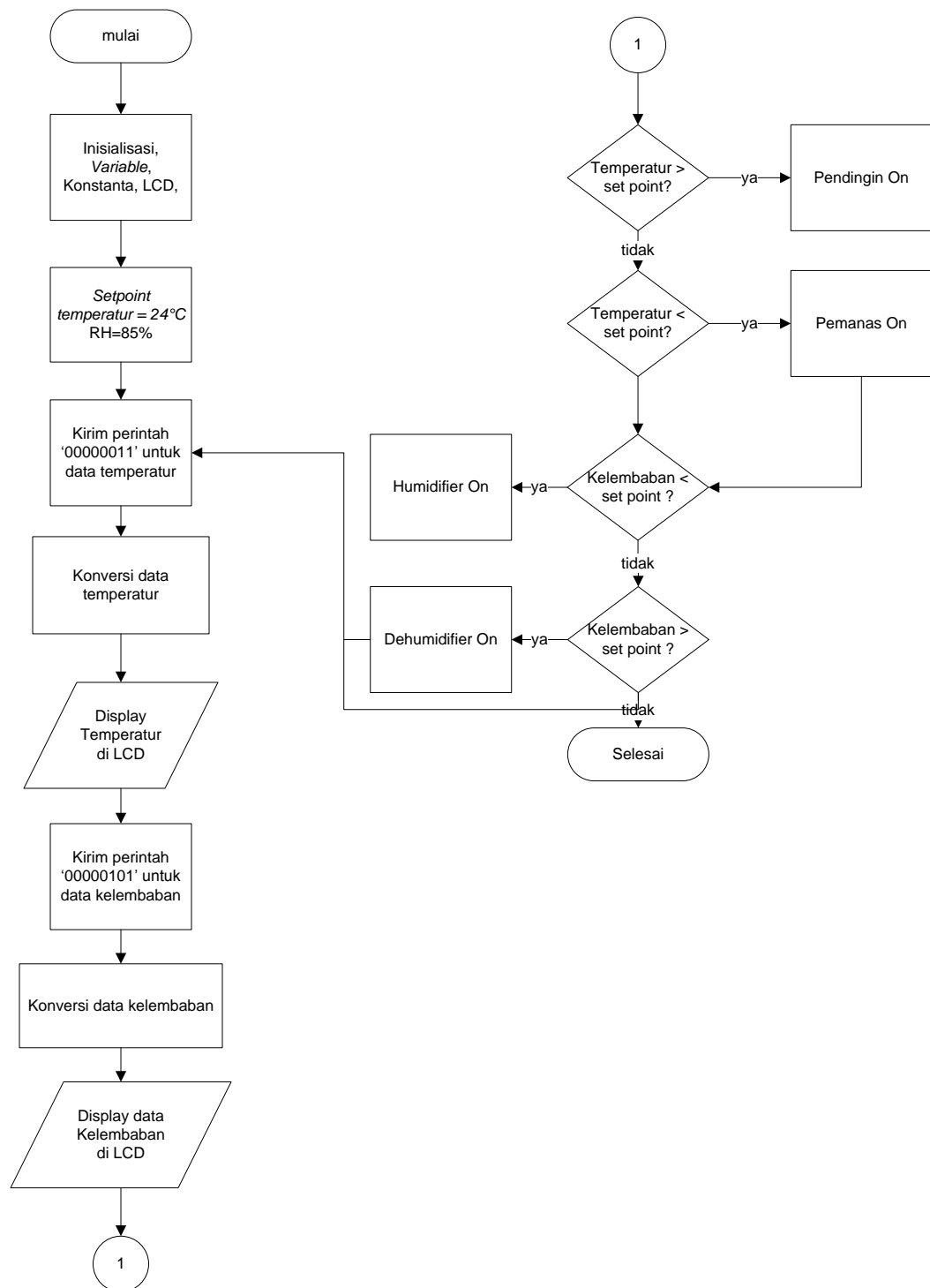
3.5.3.2 Pemrograman Mikrokontroler

1. Diagram Alir Pemrograman

Diagram alir pemrograman sistem pengendalian temperatur dan kelembaban relatif pada miniatur kumbung jamur ditunjukkan pada gambar

3.25. Diagram alir ini menunjukkan pola alur program yang akan di implementasikan ke dalam mikrokontroler. Berikut penjelasan diagram alir pemrogramannya.

1. Tahap awal pemrograman diawali dengan pendeklarasian tipe *chip*, kristal yang digunakan, *baud rate* (kecepatan transfer data), variabel dan konstanta. Setelah itu, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi perangkat tambahan yang digunakan seperti LCD dan port-port yang akan dijadikan masukan dan keluaran mikrokontroler untuk mengontrol elemen kontrol. Pada tahap ini juga ditentukan *setpoint* awal sistem kontrol.
2. Pemrograman kemudian dilanjutkan dengan pengukuran nilai temperatur dan kelembaban relatif. Proses pengukuran pertama diawali dengan perintah pengukuran nilai temperatur, nilai temperatur ini kemudian ditampilkan pada LCD dan PC serta menjadi elemen koreksi oleh mikrokontroler untuk menghidupkan kontroler (pemanas dan pendingin). Pengukuran kedua adalah pengukuran kelembaban relatif, sama halnya dengan temperatur, data kelembaban relatif ditampilkan pada LCD dan PC yang kemudian menjadi koreksi oleh mikrokontroler untuk menghidupkan *humidifier* atau *dehumidifier*.



Gambar 3.25 Diagram Alir pemrograman sistem pengendalian temperatur dan kelembaban pada miniatur kumbung jamur tiram

2. Program Pengendali Suhu dan Kelembaban

Untuk dapat mengukur nilai temperatur dan kelembaban relatif, serta membuat keputusan, pada mikrokontroler harus diisikan program. Bagian program merupakan bagian utama karena merupakan induk sistem kendali yang akan dibuat. Pemrograman mikrokontroler menggunakan *software* BASCOM-AVR versi 1.11.9.8.

Pemrograman mikrokontroler dibagi beberapa tahap diantaranya bagian deklarasi dan konfigurasi, bagian proses, bagian pengukuran temperatur dan kelembaban, dan bagian kontrol. Program lengkap pengendali suhu dan kelembaban dapat dilihat pada lampiran 3.3.

a. Bagian Deklarasi dan Konfigurasi

Bagian deklarasi dan konfigurasi merupakan tahap awal dari pemrograman. Pada bagian ini, tipe *chip*, *crystal*, *baudrate*, konstanta, variabel, *hardware* tambahan seperti LCD yang digunakan dikenali oleh mikrokontroler. Disini juga dideklarasikan nilai *setpoint* awal temperatur dan kelembaban. Berikut *listing* program bagian deklarasi dan konfigurasi:

```
regfile = "m8535.dat"
$crystal = 11059200
$baud = 9600

'Konfigurasi LCD
'-----
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E = Portc.2 , Db4 =
Portc.4 ,
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portc.5 , Db6 = Portc.6 , Db7
= Portc.7
Config Lcd = 16 * 2
Cls
Cursor Off
'-----
'Deklarasi Sub Program
'-----
Declare Sub Kondisi()
```

```

Declare Sub Getit()

'-----
'Dimensii Variable dan konstanta Kontrol
'-----
Dim Settemp As Single , Setrh As Single

Config Pind.2 = Output , Pind.3 = Output , Pind.4 =
Output , Pind.5 = Output
Config Pind.6 = Output , Pind.7 = Output
'-----

'Dimensi dan konstanta pengukuran suhu dan kelembaban
'-----
Dim Ctr As Byte
Dim Dataword As Word
Dim Command As Byte
Dim Dis As String * 20

Dim Calc As Single
Dim Calc2 As Single
Dim Rhlinear As Single
Dim Rhlintemp As Single
Dim Tempc As Single
Dim Datavalue As Word
Dim Databyte As Byte

Const C1 = -4
Const C2 = 0.0405
Const C3 = -0.0000028
Const T1c = 0.01
Const T2 = 0.00008
'-----

Port Pengukuran temperatur dan kelembaban
'-----
Sck Alias Portb.0
Dataout Alias Portb.1
Datain Alias Pinb.1
'-----

'port sistem kontrol
'-----
Pemanas Alias Portd.2
Pendingin Alias Portd.3
Kipas_pemanas Alias Portd.6
Kipas_exhaust Alias Portd.7
Kipas_uap Alias Portd.5
Pompa_uap Alias Portd.4
'-----

'deklarasi port pengukuran temperatur dan kelembaban
'-----

Ddrb = &B11111111

```



```

Config Pinb.0 = Output
Config Pinb.1 = Output

...

\-----
Deklarasi setpoint dan deadband sistem control
\-----
Kondisi:
Settemp = 24
Setrh = 85
\-----
...

```

b. Bagian Proses

Bagian proses pemrograman berfungsi sebagai induk kendali. Pada bagian proses ini terdapat dua buah subrutin yang dieksekusi terus menerus (*looping*), yaitu `datemprh` dan `kontrol`. Subrutin `datetemprh` merupakan proses pengukuran nilai temperatur dan kelembaban relatif miniatur kumbang, sedangkan subrutin `kontrol` merupakan proses keluaran logika mikrokontroler untuk menghidupkan pengontrol seperti pemanas, pendingin, *humidifier*, dan *dehumidifier*. Listing programnya sebagai berikut:

```

...
Do
  Gosub Datatemprh
  Gosub Kontrol
Loop
...

```

c. Bagian pengukuran temperatur dan kelembaban

Pengukuran temperatur dan kelembaban berada pada bagian subrutin `datatemprh`. Berikut penjelasan program pengukuran temperatur dan kelembaban relatif.

1. Akses sensor SHT11 dimulai dengan melakukan *Connection Reset Sequence* dengan cara memberikan pin DATA berstatus *high* dan

menjalankan *clock* SCK sebanyak 9 kali atau lebih dan diikuti dengan sekuen '*transmission start*' pada sensor seperti yang ditunjukkan pada *listing* kode program dibawah.

```
...
For Ctr = 1 To 12
  Set SCK
  Waitus 2
  Reset SCK
  Waitus 2
Next Ctr
...
```

2. Pengambilan data diawali dengan mengisi nilai biner '00000011' untuk temperatur dan '00000101' untuk kelembaban pada variabel `command` pada program seperti *listing* kode program dibawah.

```
...
Command = &B00000011 `perintah temperatur
...
...
Command = &B00000101 `perintah kelembaban
...
```

3. Proses kemudian dilanjutkan dengan pemanggilan subrutin `getit` untuk pengukuran nilai temperatur dan kelembaban relatif. Setiap pengambilan data harus dimulai dengan sekuen '*transmission start*' seperti *listing* kode program di bawah.

```
...
Sub Getit():
  Set SCK
  Reset Dataout
  Reset SCK
  Set SCK
  Set Dataout
  Reset SCK
...
```

4. Kemudian, perintah yang diisikan pada variabel `command` dikirimkan secara serial yaitu melalui pin DATA dan SCK sensor. Sintaks penulisan perintah menggunakan perintah `shiftout Dataout, SCK, Command, 1.`

Sintaks tersebut berfungsi untuk merubah nilai biner pada variabel `command` melalui pin DATA dengan pin SCK sebagai sumber *clock*. Angka 1 pada akhir sintaks merupakan sebuah perintah yang berarti nilai MSB pada variabel `command` dikirim terlebih dahulu ketika pulsa *clock* dalam keadaan '*high*'. Proses perintah pengambilan data diakhiri dengan proses ACK yaitu dengan *set SCK* dan *reset SCK* seperti *listing* kode program di bawah.

```

...
Shiftout Dataout , SCK , Command , 1
Ddrb = &B11111101
Config Pinb.1 = Input
Set SCK
Reset SCK
Waitus 10

```

5. Data dari hasil perhitungan memiliki besar 1 *word* (12 bit untuk kelembaban dan 14 bit untuk temperatur), karena data yang besar ini maka perlu dilakukan pembagian data 8 bit sebanyak dua kemudian dilakukan penggabungan data. Pembagian data dibagi *Most Significant Byte* (MSB) dan *Left Significant Byte* (LSB). Pengambilan nilai MSB pada sensor menggunakan sintaks `shiftin`. Pengambilan nilai temperatur dan kelembaban relatif yang terbaca pada sensor diawali dengan mendefinisikan ulang PINB.1 mikrokontroler sebagai masukan. Setelah proses penggabungan data ini selesai PINB.0 diubah menjadi *output*. Proses ACK dilakukan kembali dengan memberi pin DATA *low* kemudian *set SCK* dan *reset SCK*. Berikut *listing* kode program pengambilan MSB data sensor.

```

...
Shiftin Databin , SCK , Databyte , 1

```

```

Datavalue = Databyte

Ddrb = &B11111111
Config Pinb.1 = Output

Reset Dataout
Set SCK
Reset SCK
...

```

6. PINB.0 diubah kembali menjadi pin *input* untuk pengambilan data LSB.

Bit ACK sebanyak 8 bit diambil dengan perintah `shiftin` sama halnya dengan pengambilan data MSB dan disimpan ke dalam variabel `databyte`. Proses penggabungan data MSB dan LSB dilakukan dengan menggeser sebanyak 8 bit ke kiri di daerah MSB dengan perintah “`shift Datavalue, left, 8`”. Proses penggabungan dilakukan dengan logika OR. Variabel `datavalue` kemudian diubah menjadi variabel `dataword` untuk konversi nilai temperatur dan kelembaban relatif sebenarnya. Pengambilan data diakhiri dengan proses ACK. *Listring* kode programnya sebagai berikut:

```

...
Ddrb = &B11111101
Config Pinb.1 = Input

Shiftin Datain , SCK , Databyte ,
Shift Datavalue , Left , 8
Datavalue = Datavalue Or Databyte
Dataword = Datavalue

Ddrb = &B11111111
Config Pinb.1 = Output

Set Dataout
Set SCK
Reset SCK
...

```

7. Sesuai dengan persamaan (3.3), nilai temperatur dikonversi dengan *listing* kode program sebagai berikut.

```
...
Tempc = T1c * Dataword
Tempc = Tempc - 39.7
...
```

8. Konversi data kelembaban relatif ditentukan dengan persamaan (3.1) dan (3.2). *Listing* kode programnya sebagai berikut.

```
...
Calc = C2 * Dataword
Calc2 = Dataword * Dataword
Calc2 = C3 * Calc2
Calc = Calc + C1
Rhlinear = Calc + Calc2

Calc = T2 * Dataword
Calc = Calc + T1c
Calc2 = Tempc - 25
Calc = Calc2 * Calc
Rhlintemp = Calc + Rhlinear
...
```

9. Untuk menampilkan nilai temperatur dan kelembaban relatif yang terbaca pada LCD 2×16 karakter pada baris dan kolom maka digunakan perintah “locate” dan “Lcd”. Sedangkan dalam tampilan monitor PC digunakan perintah “print”. Sintaks “Fusing” pada *listing* berfungsi untuk membulatkan nilai temperatur dan kelembaban relatif 1 digit dibelakang koma. Sintaks deflcdchar berfungsi untuk menampilkan karakter derajat temperatur (°) pada LCD. Berikut *listing* kode programnya:

```
...
Dis = Fusing(tempc , "###.#")
Locate 1 , 1
Lcd "Temp : " ; Dis ; Chr(0) ; "C"
Print Fusing(tempc ,
Deflcdchar 0 , 2 , 5 , 2 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32
...
Dis = Fusing(rhlintemp , "###.#")
Print Fusing(rhlintemp , "###.#")
```

```

Locate 2 , 1
Lcd " RH : " ; Dis ; " %"
...

```

d. Bagian Kontrol

Sistem program I/O yang digunakan untuk menghidupkan elemen kontrol terdapat pada subrutin `Kontrol` pada tubuh program. Kode program berisi pin yang akan mengeluarkan logika ‘*high*’ atau ‘*low*’ yang dipicu oleh perubahan nilai temperatur dan kelembaban relatif miniatur kumbang yang terbaca oleh sensor. *Listing* kode programnya sebagai berikut:

```

...
Kontrol:
  If Tempc < Settemp Then
    Pemanas = 1
    Pendingin = 0
    Kipas_pemanas = 1
    Locate 1 , 16
    Lcd Chr(2)
  End If
  If Tempc > Settemp Then
    Pendingin = 1
    Pemanas = 0
    Kipas_pemanas = 0
    Locate 1 , 16
    Lcd Chr(1)
  End If
  If Tempc > Settemp And Tempc < Settemp Then
    Pemanas = 0
    Pendingin = 0
    Kipas_pemanas = 0
    Locate 1 , 16
    Lcd " "
  End If
  If Rhlintemp < Setrh Then
    Pompa_uap = 1
    Kipas_uap = 1
    Kipas_exhaust = 0
    Locate 2 , 16
    Lcd Chr(2)
  End If
  If Rhlintemp > Setrh Then
    Kipas_uap = 0
    Pompa_uap = 0
    Kipas_exhaust = 1
    Lcd Chr(1)
  End If
  If Rhlintemp > Setrh And Rhlintemp < Setrh Then
    Kipas_uap = 0

```

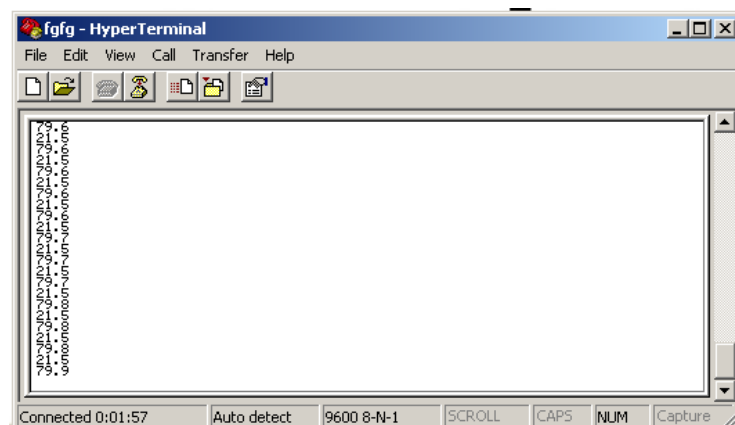
```

        Pompa_uap = 0
        Kipas_exhaust = 0
        Locate 2 , 16
        Lcd " "
    End If
    Deflcdchar 1 , 4 , 10 , 17 , 32 , 4 , 10 , 17 , 32
    Deflcdchar 2 , 32 , 17 , 10 , 4 , 32 , 17 , 10 , 4
Return
...

```

3.6 Analisis Data

Pengambilan data nilai teperatur dan kelembaban dilakukan setiap kali pengukuran yang dilakukan oleh mikrokontroler. Data hasil pengukuran kemudian disimpan dalam *hardisk* PC. Pada penelitian ini, Peneliti memanfaatkan konektor data serial RS232 yang terdapat pada PC dan memanfaatkan *software* Microsoft hyperterminal. *Software* ini dapat menampilkan dan menyimpan data yang masuk melalui port serial PC. Tampilan *software* hyperterminal ditunjukkan pada gambar 3.26 Data ini kemudian disimpan dalam ekstensi file “.txt”.



Gambar 3.26 Tampilan *software* Hyperterminal dalam pengambilan data tempratur dan kelembaban

Data yang telah disimpan kemudian disaring menggunakan *Software* Microsoft Office Excel dan diolah menjadi grafik dengan menggunakan

software Microcal Origin. Hasil grafik yang telah dibuat kemudian di analisis dan disimpulkan. Analisis yang dilakukan berupa analisa deskriptif terhadap respon dan kestabilan sistem yang dibuat.