



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**RANCANGAN BANGUN MODUL ALAT UKUR KELEMBABAN DAN  
TEMPERATUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52  
DENGAN SENSOR HSM-20G**

**SKRIPSI**



**WIRDALIZA  
0810442029**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2012**

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN MODUL ALAT UKUR KELEMBABAN DAN  
TEMPERATUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52  
DENGAN SENSOR HSM-20G**

disusun oleh:

**WIRDALIZA  
0810442029**

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 30 Oktober 2012**

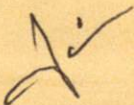
**Tim Penguji**

**Pembimbing**



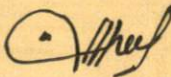
**Drs. Wildian, M.Si  
NIP. 196108121994031001**

**Penguji I**



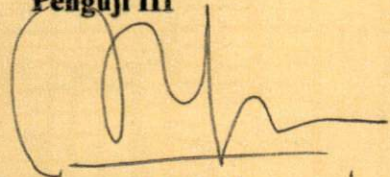
**Dr. Harmadi  
NIP. 197112221999031001**

**Penguji II**



**Dian Milvita, M.Si  
NIP.197401081999032001**

**Penguji III**



**Megorry Yusfi, M.Si  
NIP.198305312006032001**

# Bismillahirrahmaanirrahim

Allah aku meninggikan orang-orang  
Yang beriman diantara kamu  
Dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan  
Beberapa derajat  
(QS: Al Mujaadilah: 11)

Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah  
Bacalah, dan Tuhan mulah yang paling pemurah  
Yang mengajarkan manusia, dia yang mengajarkan kepada manusia  
Apa yang tidak di ketahuinya  
(QS: AL Alaq: 2-5)

Hai jamaah jin dan manusia,  
jika kamu sanggup menembus (melintasi)  
penjuru langit dan bumi maka lintasilah,,  
kamu tidak dapat menembusnya  
melainkan dengan kekuatan....  
(Ar Rahmaan: 33)

Allah..  
Ya Rahman... Ya Rahim...  
Rezeki dariMu sungguh tak terhitung..  
Meski sering ku mengeluh..  
namun kasihMu tetap selalu menyertai ku..  
Kau selalu menuntut langkahku..tetap dalam ridhoMu...

Hari ini sejuta beban telah sirna  
Kekuatan baru menghampiriku  
Syukur tiada henti ku pada mu yang maha agung  
Maha perencana  
Atas jalan hidup ku yang telah kau atur.....

Banyak angan di diriku  
Yang membutuhkan rahmat dan restu dari mu sang maha besar  
Kaki tlah terlangkah tuk jelang esok,  
Semoga karunia mu selalu menyertai hamba mu.....

Kupersembahkan semua untuk mu Mama, untuk mu papa..  
dan untuk Kekak-Kekak ku tercinta...♥♥

♥ ma....

Terima kasih atas pengorbanan mu selama ini  
Sehingga q bisa menyelesaikan studi q dengan baik  
Tanpa mu apalah jadinya aq...ma.....  
Tak akan q bisa membalas segala jasa mu  
Q hanya ingin memberikan yang terbaik untuk mu  
Senyum mu lah yang memberikan q kekuatan  
Impian q hanyalah untuk melihat mu bahagia

♥ pu....  
Papa memberikan pelajaran yang bearti  
Kelemahan mu itulah sumber kekuatan bagi ku  
Kau membuat q menjadi wanita mandiri n' tangguh  
Q tak akan pernah bisa membenci mu kerna q sayang papa  
Terima kasih pa.....

♥ my lovely sista (k' angga n k' tia)  
Begitu banyak kenangan indah yang qta ukir bersama  
Terima kasih kak atas nasihat n motivasi mu  
Kakak memberikan q kekuatan ketika q jatuh  
Tanpa mu hampa diri q.....  
Kakak adalah ibu kedua bagi q  
Tempat q mengadu keluh kesah  
You are the best sista in the world

♥ ponan q yang cantik (nabila n zaskia)  
Kalian bedua sumber senyum q selama ini  
Kalian seperti adik q yang slalu mengisi hari q  
Maafin bunda yah...kalo bunda membuat kalian sedih  
Bunda akan slalu sayang am kalian  
Akan bunda berikan yang terbaik buat kalian sayang

Buat semua anggota keluarga ku....  
Terima kasih untuk do'a, kasih sayang dan dukungannya

Buat Sahabat-sahabat Ku

- Anya, elsa, dinda, ria, sesa, ega, dila, tikus, warno, eko, kinca, ipoh, iman (Terima kasih selama ini telah setia mendengarkan keluh kesah ku, terus semangat.... de do'akan kelak qta bias menemukan impian qta masing-masing amieen.....)

ALL LAFTOLA..... makasih atas dukungan n kebersamaanya SUKSES  
buat qta semua.....luv u all

- Nana, nurul, k'ipi, k'ipa, uci, lia, yunda, k'wit, k'dina, devi, tacyama (Terima Kasih atas semangat dan dukungan yang diberikan)

ALL NENA BLUE KINGDOM makasih atas kebersamanya, kalian rumah  
kedua bagi q SUKSES buat qta semua.....luv u all

Untuk semua warga Fisika

Dek Bebz (tika'10, dimi'09, zaka'11)Mkasih atas semangat n dukunganya

Angkatan 10 n 11 kalian adeq q yang terbaik,.. makasih atas gelar kakak terkejam yang telah  
diberikan he...he....., sukses ya buat kalian semua.....

Buat b'zam, b'sumar, b'ijep, b'faisal, b' mamen, b' ega ,b' efri, b'roni, k'ani, k'ami (warga fisika  
instrumentasi) makasih atas bantuan n pelajaranya tanpa kalian de tak akan mungkin bisa  
menyelesaikan alat de he...he....., walau de banyak mengeluh tapi kalian slalu sabar buat ngajarin  
de, thank u so much.....

# RANCANG BANGUN MODUL ALAT UKUR KELEMBABAN DAN TEMPERATUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52 DENGAN SENSOR HSM-20G

## ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan dan pembuatan *prototype* alat ukur kelembaban dan temperatur berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan modul sensor HSM-20G. Di dalam modul sensor HSM-20G sudah tersedia dua buah sensor yaitu, sensor kelembaban udara dan sensor temperatur. Tegangan keluaran dari masing-masing sensor ini masih berupa sinyal-sinyal tegangan analog yang kemudian dikonversi menjadi sinyal-sinyal tegangan digital oleh ADC 0804. Sinyal keluaran dari ADC ini kemudian diolah oleh mikrokontroler AT89S52 dan hasilnya akan ditampilkan melalui dua buah LCD 2x16 yang berbeda. Pengujian alat hasil rancang bangun ini dilakukan di dalam ruangan tertutup (30 cm x 45 cm x 45 cm) dengan menggunakan dua alat ukur pembanding yaitu termometer *digital* dan *humidity* meter. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sensitivitas sensor HSM-20G untuk kelembaban adalah 0,011 V/% dan untuk temperatur adalah 0,098 V/°C. Error alat yang dihasilkan untuk kelembaban relatif udara rata-rata adalah 0,322% dan untuk temperatur adalah 0,329%.

Kata kunci : HSM-20G, mikrokontroler AT89S52, ADC 0804, LCD

**THE DESIGN OF HUMIDITY AND TEMPERATURE MEASUREMENT  
MODULE BASED ON MICROCONTROLLER AT89S52  
USING HSM-20G MODULE SENSOR**

**ABSTRACT**

The design of a humidity and temperature measurement system in a module has been performed. An HSM-20G module sensor that contains a humidity sensor and a temperature sensor was used to sense these two physical quantities. The output voltage of each sensor was converted to the digital form using ADC 0804. The output of this device is then fed to port 3 of microcontroller AT89S52 and the output of each measurement is displayed on each LCD 2x16 character. The performance of this measurement module has been tested in a closed room of 30 cm x 45 cm x 45 cm by comparing it to a digital humidity meter and a digital thermometer. The result of the test showed that the humidity sensor has sensitivity of 0.011 V /% and the temperature sensor has a sensitivity of 0.098 V / °C. The relative humidity measurement using this module has an error of 0.322% and the temperature measurement has an error 0.329%.

Key words: HSM-20G, microcontroller AT89S52, ADC 0804, LCD

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Rancang Bangun Modul Alat Ukur Kelembaban dan Temperatur Berbasis Mikrokontroler AT89S52 Dengan Sensor HSM-20G”**. Salawat dan salam terucap kepada Nabi Muhammad SAW. seorang pemimpin umat yang tiada tanding dan bandingnya dimuka bumi ini.

Terimakasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua, keluarga dan orang-orang terkasih yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini. Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs.Wildian, M.Si sebagai Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, saran dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Arif Budiman, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak memberikan bantuan selama ini.
3. Bapak Dr. Harmadi, Ibu Dian Milvita, M.Si dan Ibu Meqorry Yusfi, M.Si sebagai dosen penguji
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga bagi penulis selama ini. Semoga Allah SWT. memberikan nikmat dan rahmat yang berlimpah bagi bagi Bapak dan Ibu semua.

5. Bapak Ibu Karyawan dan Karyawati Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.
6. Teman-teman Lafiola'08, terimakasih atas hubungan pertemanan yang indah selama ini, atas pengalaman dan cerita yang tak akan pernah terlupakan semoga Allah SWT. merahmati kita semua.

Terakhir, penulis mohon maaf jika terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Terimakasih penulis ucapkan atas kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan pembelajaran bagi penulis ke depannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Padang, 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	
1.2.1 Tujuan Penelitian.....	4
1.2.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	
1.3.1 Ruang Lingkup Masalah.....	5
1.3.2 Batasan Masalah.....	5
1.4 Hipotesis .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Temperatur.....	7
2.2 Kelembaban .....	10
2.2.1 Kelembaban Mutlak dan Kelembaban Relatif.....	12
2.2.2 Metode pengukuran Kelembaban.....	13
2.3 Sensor HSM-20G ( <i>Humadity Sensor Module - 20G</i> ) .....	14

2.4 ADC ( <i>Analog Digital Converter</i> ) .....	18
2.5 Mikrokontroler AT89S52 .....	22
2.6 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	28
2.6.1 Struktur Memori LCD .....	28
2.6.2 Register Pada LCD .....	30
2.7 Pemrograman Bahasa C .....	31
2.8 Penentuan Kesalahan Relatif .....	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	33
3.2 Bahan Penelitian .....	33
3.3 Alat Penelitian .....	35
3.4 Teknik Penelitian .....	36
3.4.1 Perancangan Catu Daya .....	37
3.4.2 Perancangan Rangkaian Minimum Mikrokontroler AT89S52 .....	39
3.4.3 Perancangan Rangkaian Minimum dan Karakterisasi Sensor HSM-20G .....	40
3.4.4 Perancangan Rangkaian ADC 0804 .....	41
3.4.5 Perancangan Rangkaian LCD .....	42
3.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data .....	43
3.5.1 Diagram Alir .....	43
3.5.2 Penanaman Program .....	44

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras .....	46
---	----

4.1.1	Catu Daya.....	46
4.1.2	Karakteristik Sensor HSM-20G .....	47
4.1.3	Rangkaian LCD dan Mikrokontroler AT89S52.....	50
4.1.4	Rangkaian ADC .....	51
4.1.5	Persamaan Kelembaban dan Temperatur Pada <i>Software</i> .....	52
4.1.6	Hasil Pengujian Alat Ukur Kelembaban Dan Temperatur.....	56
4.2	Pengujian Perangkat Lunak .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	63
5.2	Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>		<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Hukum ke-nol Termodinamika .....	8
Gambar 2.2 Perbandingan skala temperatur C,F,R, dan K .....	10
Gambar 2.3 Grafik tingkat kejenuhan uap air terhadap temperatur .....	12
Gambar 2.4 Kontruksi sensor kelembaban resistif.....	14
Gambar 2.5 Bentuk fisik modul sensor HSM-20G.....	15
Gambar 2.6 Kurva respon HSM-20G pada 250 °C .....	17
Gambar 2.7 Pin – pin dan dimensi sensor HSM-20G.....	18
Gambar 2.8 Mikrokontroler AT89S52.....	22
Gambar 2.9 Susunan pin mikrokontroler AT89S52 .....	24
Gambar 2.10 Diagram blok mikrokontroler AT89S52.....	27
Gambar 2.11 LCD sebagai alat penampil hasil ukur .....	28
Gambar 2.12 Format penulisan program dalam bahasa C .....	31
Gambar 3.1 Diagram alir tata laksana penelitian.....	36
Gambar 3.2 Diagram blok alat ukur kelembaban dan temperatur.....	36
Gambar 3.3 Rangkaian catu daya 5 V.....	37
Gambar 3.4 Rangkaian catu daya 12 V.....	38
Gambar 3.5 Rangkaian minimum mikrokontroler.....	38
Gambar 3.6 Rangkaian minimum sensor HSM-20G.....	40
Gambar 3.7 Rangkaian minimum ADC.....	41
Gambar 3.8 Rangkaian dasar LCD .....	42

Gambar 3.9	Diagram alir program.....	43
Gambar 3.10	Tampilan awal perangkat-lunak AEC-ISP .....	44
Gambar 3.11	Tanda mikrokontroler telah terhubung dengan PC.....	45
Gambar 4.1	Catu daya.....	47
Gambar 4.2	<i>Prototype</i> ruangan uji.....	47
Gambar 4.3	Grafik karakteristik sensor HSM-20G (RH terhadap Tegangan keluaran sensor).....	48
Gambar 4.4	Grafik karakteristik sensor HSM-20G (Temperatur terhadap Tegangan keluaran sensor) .....	49
Gambar 4.5	Rangkaian mikrokontroler AT89S52 dengan LCD.....	51
Gambar 4.6	Grafik pengujian ADC 0804 .....	52
Gambar 4.7	Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap RH) .....	53
Gambar 4.8	Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap T) .....	55
Gambar 4.9	Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (temperatur).....	58
Gambar 4.10	Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (kelembaban).....	60

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tekanan uap air terhadap temperatur .....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor HSM-20G .....	16
Tabel 2.3 Karakteristik standar sensor HSM-20G.....	17
Tabel 2.4 Konfigurasi DDRAM LCD M1632 .....	28
Tabel 2.5 Konfigurasi pin LCD M1632.....	29
Tabel 2.6 Instruksi mikrokontroler ke register LCD untuk mengatur tampilan .....	30
Tabel 3.1 Bahan yang digunakan.....	33
Tabel 3.2 Alat yang digunakan.....	34
Tabel 4.1 Perbandingan pembacaan temperatur pada LCD (sensor HSM-20G) dengan pembacaan pada termometer <i>digital</i> .....	57
Tabel 4.2 Perbandingan pembacaan kelembaban pada LCD (sensor HSM-20G) dengan pembacaan pada <i>Humidity</i> meter .....	59

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PC	<i>Personal Computer</i> .....	2
AVR	<i>Alf (Egil Bogen) and Vegard (Wollan) 's Risc processor</i> ....	2
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> .....	3
IC	<i>Integrated Circuit</i> .....	4
FVC	<i>Frequency-to-Voltage Converter</i> .....	4
ADC	<i>Analog Digital Converter</i> .....	5
RH	<i>Relative Humadity</i> .....	12
TBB	Termometer Bola Basah.....	13
TBK	Termometer Bola Kering.....	13
PCB	<i>Printed Circuit Board</i> .....	17
LSB	<i>Least Significant Byte</i> .....	19
CS	<i>Chip Select</i> .....	22
CPU	<i>Central Processing Unit</i> .....	23
ISP	<i>In-System Programmable</i> .....	23
RAM	<i>Random Accses Memory</i> .....	23
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i> .....	24
EPROM	<i>Erasable Programmable Read Only Memory</i> .....	24
GND	<i>Ground</i> .....	26
PSEN	<i>Program Store Enable</i> .....	26

ALE	<i>Address latch Enable</i> .....	26
EA	<i>External Access</i> .....	26
ALU	<i>Arithmetic And Logic Unit</i> .....	28
DDRAM	<i>Display Data RAM</i> .....	28
ROM	<i>Read Only Memory</i> .....	30
GGRAM	<i>Character Generator RAM</i> .....	30
USA	<i>United State of America</i> .....	31
LED	<i>Light Emmiting Diode</i> .....	35

Lambang		Halaman
---------	--	---------

°C	Derajat Celsius .....	4
V	Tegangan keluaran .....	4
cm	Centimeter .....	5
°F	Derajat Fahrenheit .....	9
°R	Derajat Reamur .....	9
K	Kelvin .....	10
mmHg	Millimeter air raksa .....	11
Pa	Pascal .....	11
p	Tekanan .....	12
atm	Atsmosfer .....	13
mA	Milliampere .....	16
Vcc	Tegangan <i>cut off</i> .....	17
mV	Millivolt .....	19

s	Detik .....	19
$V_{in}$	Tegangan Masukan.....	20
MHz	Mega hertz.....	20
ns	Nanosecond.....	21
$V_{pp}$	Tegangan puncak ke puncak.....	25
RS	Pemilihan pengiriman data .....	29
E	<i>Enable clock</i> LCD .....	29
D0-D7	Jalur data .....	29
A	Satuan arus ( <i>ampere</i> ).....	29
K	<i>Ground</i> .....	29
$\mu\text{F}$	Mikrofarad.....	38
pF	Picofarad.....	40
K $\Omega$	Kilohm.....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A.1	Karakteristik sensor HSM-20G (RH terhadap tegangan).....	68
Lampiran A.2	Karakteristik sensor HSM-20G (T terhadap tegangan) dengan lampu 5 Watt.....	69
Lampiran A.3	Karakteristik sensor HSM-20G (T terhadap tegangan) dengan uap air .....	69
Lampiran A.4	Pengujian ADC 0804 (Desimal ADC terhadap RH).....	70
Lampiran A.5	Pengujian ADC 0804 (Desimal ADC terhadap T)) .....	71
Lampiran B.1	<i>Listing</i> program kelembaban.....	72
Lampiran B.2	<i>Listing</i> program temperatur.....	73
Lampiran C	Gambar kegiatan pengujian alat .....	75
Lampiran D	Contoh perhitungan % error.....	77

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelembaban udara (*humidity*) dan temperatur lingkungan (*ambient temperature*) merupakan dua faktor penting bagi kenyamanan makhluk hidup: manusia, hewan, dan tumbuhan. Pada beberapa kasus tertentu, kedua besaran fisis ini bahkan berperan sangat menentukan. Sebagai contoh, di bidang pertanian, ruang penyimpanan benih unggul tanaman tertentu memerlukan kelembaban dan temperatur dalam rentang tertentu; di luar rentang tersebut benih akan mengalami degradasi daya tumbuh atau bahkan menjadi rusak. Untuk mengatasinya, benih tanaman disimpan di dalam ruangan yang temperatur dan kelembaban udaranya dapat dikontrol. Perubahan kelembaban udara dan temperatur di dalam ruang penyimpanan benih itu dapat dipantau dengan sensor HS1101 (Katriani, 2011).

Kelembaban udara juga merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian peralatan-peralatan tertentu seperti rangkaian-rangkaian elektronik berimpedansi-tinggi, komponen-komponen yang peka terhadap listrik-statis, piranti-piranti tegangan-tinggi, dan lain sebagainya. Kelembaban udara yang tinggi dapat menyebabkan terkumpulnya air pada peralatan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan rangkaian itu terhubung-singkat, terhubung ke *ground*, atau berkarat, yang pada gilirannya dapat merusak komponen-komponen pada rangkaian tersebut. Selain itu, kelembaban udara juga mempengaruhi kinerja

sensor-sensor semikonduktor ketika molekul-molekul air terserap pada permukaan sensor tersebut.

Informasi tentang kerapatan uap air di udara juga diperlukan dalam memprediksi cuaca dan dalam pemodelan iklim global. Begitu pula di sejumlah laboratorium penelitian, kedua besaran fisis ini biasanya dijadikan acuan saat melakukan penelitian.

Untuk mengukur kelembaban udara di suatu ruangan diperlukan alat ukur yang disebut hygrometer, dan untuk temperatur digunakan termometer. Permatasari (2005) telah merancang-bangun suatu alat ukur temperatur dan kelembaban dengan menggunakan PC (*personal computer*) sebagai basis sistem. Dalam penelitian tersebut digunakan sensor LM35DZ untuk mengindera temperatur dan sensor RH14AN untuk mengindera kelembaban udara. Limantoro (2005) juga telah membuat alat ukur kelembaban udara berbasis AVR dan sensor RHK1AN, sementara Adi dan Tia (2008) membuat alat ukur temperatur dan kelembaban udara pada alat uji pengkondisian udara dengan menggunakan sensor SHT11 dan mikrokontroler ATmega 8535 dan hasil pengukurannya ditampilkan pada monitor PC.

Penggunaan PC sebagai alat pemroses dan penampil memang cocok untuk pengukuran yang berkesinambungan dan dalam rentang waktu yang lama—lazim disebut sistem akuisisi data dimana data hasil pengukuran dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau disimpan. Namun demikian, untuk keperluan-keperluan praktis, seperti untuk mengetahui temperatur dan kelembaban udara pada saat suatu peristiwa atau perubahan terjadi, maka penggunaan mikrokontroler (sebagai

pemeroses) dan LCD (sebagai penampil data temperatur dan kelembaban udara saat itu) lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan menggunakan PC.

Hygrometer dan termometer digital memang tersedia di pasaran dalam bentuk portabel, tetapi harganya relatif mahal. Kedua alat ukur ini biasanya dikemas dalam modul yang terpisah, padahal penggunaannya seringkali diperlukan bersamaan. Oleh sebab itu perlu dirancang-bangun suatu alat ukur terpadu (dengan mikrokontroler sebagai *embedded computer*) yang dapat mengukur kelembaban udara dan sekaligus juga temperatur.

Penelitian tugas akhir dengan judul "*Rancang-bangun Modul Alat Ukur Kelembaban dan Temperatur Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Sensor HSM-20G*" ini dimaksudkan untuk mengatasi masalah yang telah dipaparkan sebelumnya. Sensor HSM-20G digunakan sebagai pengindera kelembaban dan sekaligus temperatur karena keluarannya sudah dalam bentuk tegangan. Hal ini lebih memudahkan dalam perancangan dan perakitan dibandingkan dengan menggunakan sensor HS1101 atau pun sensor SHT11.

Kedua sensor yang disebut terakhir merupakan sensor dalam bentuk modul yang di dalamnya sudah terdapat sensor kelembaban dan sensor temperatur, namun sensor kelembabannya bersifat kapasitif. Itu berarti, perubahan kapasitansi pada sensor-sensor tersebut harus diubah terlebih dahulu ke bentuk perubahan frekuensi dengan menggunakan rangkaian RC. Rangkaian tersebut diterapkan sebagai osilator pada rangkaian *astable* berbasis IC 555 sebelum keluarannya diumpankan ke kaki masukan *timer* mikrokontroler, atau dikonversi lagi ke bentuk tegangan dengan menggunakan IC pengubah frekuensi-ke-

tegangan (*frequency-to-voltage converter*, FVC). Selain itu, karakteristik linieritas keluaran HSM-20G cukup tinggi (Sasmito, 2010) dan persentase kesalahannya kecil yaitu sebesar 6% - 7% (Hermawan, 2009). Pada beberapa penelitian terdahulu, sensor HSM-20G diterapkan dalam rangkaian sistem kontrol, seperti pada alat kotak pengering material plastik (Vivaldy, 2009) dan pada alat kontrol penetas telur unggas (Misrianto, 2011), sedangkan pada penelitian tugas akhir ini sensor tersebut diterapkan dalam rangkaian sistem pengukuran.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.2.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan atau sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah dihasilkannya suatu modul alat ukur kelembaban udara dan temperatur lingkungan menggunakan sensor HSM-20G sebagai pengindera kelembaban dan temperatur, LCD 2x16 sebagai penampil, dan mikrokontroler AT89S52 sebagai pemroses dan pengontrol sistem secara keseluruhan.

### **1.2.2 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan dan pengembangan modul alat ukur kelembaban udara dan temperatur yang lebih representatif sehingga dapat digunakan di berbagai bidang seperti bidang-bidang industri (ruang penyimpanan bahan kimia atau bahan makanan), pertanian (ruang penyimpanan benih/bibit unggul), peternakan (ruang penetasan telur), dan juga di

berbagai laboratorium penelitian (untuk mengetahui temperatur dan kelembaban udara saat suatu eksperimen dilakukan).

### **1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

#### **1.3.1 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi karakterisasi sensor, karakterisasi ADC, perancangan sistem minimum mikrokontroler, perancangan sistem penampil data, perancangan program akuisisi data dengan bahasa pemrograman C, perakitan alat secara keseluruhan dan pengujiannya, serta analisis hasil pengujian tersebut.

#### **1.3.2 Batasan Penelitian**

1. Pembahasan tentang komponen dibatasi pada penggunaan komponen-komponen tertentu seperti sensor HSM-20G, LCD 2x16 sebagai penampil data hasil pengukuran, dan mikrokontroler AT89S52 sebagai pengontrol sistem.
2. Penelitian ini tidak mengkaji proses yang berlangsung di dalam masing-masing komponen secara rinci.
3. Pembahasan tentang bahasa pemrograman C dibatasi hanya untuk masalah yang terkait dengan format dan instruksi-instruksi yang diperlukan untuk menjalankan sistem pengukuran temperatur dan kelembaban udara.

#### **1.4 Hipotesis**

1. Sensor HSM-20G dapat mengindera kelembaban (20% s/d 95%) dan temperature (0 °C s/d 50 °C).
2. Sensor HSM-20G dapat bekerja dengan baik dan dapat didigitalisasikan ke ADC dan diproses oleh mikrokontroler AT89S52 sehingga dapat ditampilkan di LCD.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Temperatur**

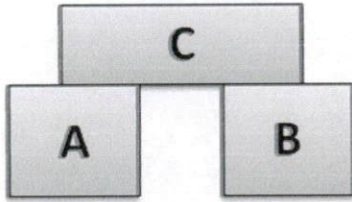
Temperatur merupakan parameter atau besaran yang menjelaskan kondisi termal suatu benda. Temperatur seringkali disamakan dengan panas. Padahal, temperatur adalah kondisi termal sebuah benda, sementara panas adalah suatu bentuk energi yang sifatnya mengalir, dan aliran panas ini disebabkan adanya perbedaan temperatur.

Temperatur merupakan suatu fenomena termal yang banyak terkait dengan kehidupan manusia. Secara kuantitatif temperatur adalah besaran yang menentukan apakah suatu sistem berada dalam keadaan setimbang termal dengan sistem lainnya (Zemansky dan Dittman, 1986).

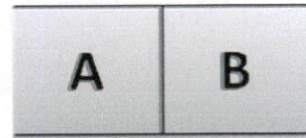
Temperatur dapat dinyatakan sebagai kemampuan benda dalam memberi atau menerima panas. Bila suatu benda dipanaskan maka gerakan-gerakan molekulnya semakin kuat, sehingga kandungan energi kinetiknya bertambah. Dengan demikian temperatur dari benda itu akan naik. Menurut hukum termodinamika, panas adalah energi total dari gerakan-gerakan molekul suatu benda. Makin kuat gerakan molekul-molekul di dalamnya, makin tinggi panas benda itu.

Untuk mengukur temperatur dan menyatakan hasilnya dalam bentuk angka diperlukan suatu alat ukur yang disebut termometer. Proses pengukuran

temperatur tidak terlepas dari landasan hukum termodinamika. Hukum ke-nol termodinamika menyatakan bahwa jika dua benda berada dalam kesetimbangan termal dengan benda ketiga, maka ketiga benda itu berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain (Tipler, 1991).



(a) Jika A dan B masing-masing dalam kesetimbangan termal dengan C



(b) A dan B dalam kesetimbangan termal satu sama lain

Gambar 2.1 Hukum ke-nol Termodinamika  
(Sumber : Tipler, 1991)

Untuk memahami konsep kesetimbangan termal secara lebih mendalam, ditinjau 3 sistem, yaitu sistem A, sistem B, dan sistem C. Sistem A dan sistem B tidak saling bersentuhan, tetapi sistem A dan sistem B bersentuhan dengan sistem C seperti pada Gambar 2.1, karena bersentuhan, maka setelah beberapa saat sistem A dan sistem C berada dalam kesetimbangan termal. Demikian juga sistem B dan sistem C berada dalam kesetimbangan termal. Oleh karena sistem A dan sistem C berada dalam kesetimbangan termal, berarti temperatur sistem A = temperatur sistem C. Sistem B dan sistem C juga berada dalam kesetimbangan termal, berarti temperatur sistem B = temperatur sistem C. Karena  $A = C$  dan  $B = C$ , maka  $A = B$ . Dalam hal ini, temperatur sistem A = temperatur sistem B. Jadi walaupun sistem A dan sistem B tidak bersentuhan, tapi karena keduanya

bersentuhan dengan sistem C, maka sistem A dan sistem B juga berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain. Sistem C dianggap sebagai termometer.

Pengukuran temperatur biasanya dinyatakan dalam skala Celcius, Reamur, Fahrenheit, atau Kelvin.

a. Skala Celsius

Skala Celsius merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Skala Celsius ditetapkan oleh fisikawan swedia yang bernama Andreas Celcius (1701 – 1744). Skala temperatur Celsius menggunakan satuan ‘derajat Celsius’ (simbol:  $^{\circ}\text{C}$ ). Pada skala Celsius, titik beku air ditetapkan sebagai titik tetap bawah, yaitu sebesar  $0^{\circ}\text{C}$  dan titik didih air ditetapkan sebagai titik tetap atas yaitu sebesar  $100^{\circ}\text{C}$ . Jarak antara kedua titik dibagi 100 skala.

b. Skala Fahrenheit

Pada skala temperatur Fahrenheit menggunakan satuan ‘derajat Fahrenheit’ (simbol:  $^{\circ}\text{F}$ ). Pada skala Fahrenheit, titik tetap bawah yaitu sebesar  $32^{\circ}\text{F}$  dan titik tetap atas yaitu sebesar  $212^{\circ}\text{F}$ . Jarak antara kedua titik dibagi atas 180 skala.

c. Skala Reamur

Pada Skala temperatur Reamur menggunakan satuan ‘derajat Reamur’ (simbol:  $^{\circ}\text{R}$ ). Pada skala Reamur, titik tetap bawah yaitu sebesar  $0^{\circ}\text{R}$  dan titik tetap atas yaitu sebesar  $80^{\circ}\text{R}$ . Jarak antara kedua titik dibagi atas 80 skala.

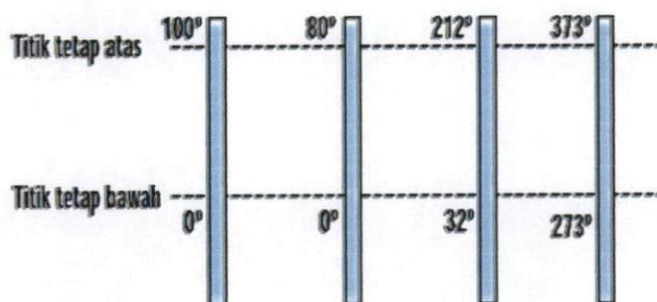
d. Skala Kelvin

Pada skala temperatur kelvin menggunakan satuan ‘derajat Kelvin’ (simbol: K). Pada skala Kelvin tidak ada skala negatif kerana titik beku air



ditetapkan sebesar 273 K dan titik didih air ditetapkan sebesar 373 K. Hal ini berarti temperatur 0 K sama dengan  $-273^{\circ}\text{C}$ . Temperatur ini dikenal sebagai temperatur mutlak.

Perbandingan skala temperatur untuk keempat skala temperatur itu diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perbandingan skala temperatur C, F, R, dan K.  
(Sumber: Smufy, 2011)

## 2.2 Kelembaban

Secara umum, istilah kelembaban (*moisture*) mengacu pada kandungan air di sebarang material baik padat, cair, maupun gas. Namun, untuk alasan-alasan praktis, istilah “*moisture*” digunakan hanya untuk zat cair (*fluids*) dan zat padat (*solids*), sedangkan untuk gas digunakan istilah “*humidity*” (Fraden, 1996). Menurut Fraden (1996) *moisture* adalah banyaknya air yang terkandung di dalam zat cair atau zat padat melalui peristiwa absorpsi atau adsorpsi yang dapat dihilangkan tanpa mengubah sifat-sifat kimia zat tersebut.

Kelembaban dapat ditambah dengan menambah jumlah uap air diudara pada temperatur tertentu, atau pun dengan menurunkan temperatur dan dengan

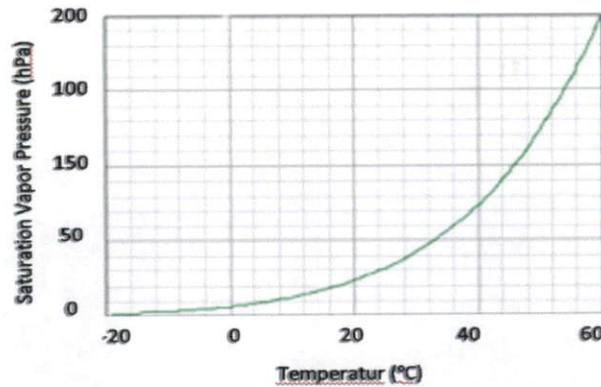
demikian menurunkan uap air. Dilihat dari pernyataan tersebut ternyata kelembaban sangat berkaitan erat dengan temperatur, yaitu semakin menurun temperatur maka tekanan uap akan berkurang, jumlah uap air diudara bertambah sehingga kelembaban akan bertambah dan sebaliknya. Tabel hubungan tekanan uap air terhadap temperatur yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Tekanan uap air terhadap temperatur.**

Temperatur °C	P (mmHg)	P (kPa)
0	4,581	0,611
10	9,209	1,23
15	12,653	1,69
20	17,535	2,34
30	31,827	4,24
40	55,335	7,38
50	92,55	12,3
60	149	19,9
70	233,8	31,2
80	355	47,4
90	526	70,1
100	760	101,3

(Sumber : Tipler, 1991)

Keseimbangan air dan uap air bergantung pada temperatur sistem. Naiknya temperatur akan menyebabkan naiknya tekanan uap jenuh seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Grafik tingkat kejenuhan uap air terhadap temperatur  
(Sumber :Ikraman, 2011)

### 2.2.1 Kelembaban Mutlak dan Kelembaban Relatif

Kelembaban udara (*humidity*) selanjutnya disebut “kelembaban” saja dapat dibedakan atas kelembaban mutlak dan kelembaban relatif (*relative humidity*). Kelembaban mutlak (*absolute humidity*) adalah massa uap air per satuan volume udara basah (*wet air*). Kelembaban mutlak dapat diukur dengan cara melewati besaran udara yang diukur melalui material penyerap (contohnya: gel silika) yang ditimbang sebelum dan setelah absorpsi. Kelembaban relatif (*relative humidity*) adalah perbandingan tekanan uap air pada sembarang temperatur terhadap tekanan uap jenuh maksimumnya pada temperatur yang sama. Kelembaban relatif dinyatakan dalam persen dan dirumuskan dalam bentuk Persamaan (2.1).

$$RH = \frac{P_{\text{uap\_air}}}{P_{\text{uap\_jenuh}}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Nilai RH (*relative humidity*) tersebut menyatakan kandungan uap air pada sebarang temperatur sebagai persentase konsentrasi yang diperlukan untuk

menyebabkan uap itu jenuh (yaitu kondisi dimana uap air berubah menjadi butir-butir air/embun) pada temperatur yang sama. Nilai tekanan uap air ( $p_{\text{uap\_air}}$ ) bersama dengan tekanan parsial udara kering ( $p_{\text{udara\_kering}}$ ) sama dengan tekanan udara di dalam ruang tertutup, atau sama dengan tekanan atmosfer jika ruang tertutup itu dibuka terhadap atmosfer. Tekanan atmosfer ditunjukkan pada Persamaan (2.2).

$$p_{\text{uap\_air}} + p_{\text{udara\_kering}} = p_{\text{atm}} \quad (2.2)$$

dengan  $p_{\text{atm}}$  adalah tekanan atmosfer.

### 2.2.2 Metode Pengukuran Kelembaban

Ada beberapa metode pengukuran kelembaban:

#### a. Metode pertambahan panjang

Pada metode ini, peningkatan kelembaban (nisbi) berkorelasi dengan pertambahan panjang benda higroskopis (contohnya: rambut).

#### b. Metode termodinamika

Pada metode termodinamika ini alat ukur yang digunakan adalah dua buah thermometer yaitu termometer bola basah (TBB) dan termometer bola kering (TBK). TBK digunakan untuk mengukur suhu udara, sedangkan TBB sebenarnya adalah TBK yang dibungkus kain basah.

#### c. Metode absorpsi

Metode ini memanfaatkan pengaruh banyaknya kandungan air di dalam suatu bahan terhadap sifat kelistrikan, misalnya konduktivitas atau tahanan



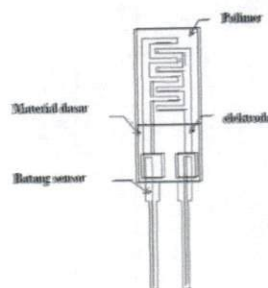
listriknnya. Alat yang digunakan pada metode ini disebut higrometer absorpsi listrik.

#### d. Metode titik embun

Kondensasi atau pengembunan pada suatu permukaan benda terjadi pada temperatur sama atau lebih rendah dari titik embun udara yang menyentuhnya. Dengan mengukur titik embun dapat ditentukan besarnya tekanan uap air sebagai ukuran kelembaban. Alat yang digunakan pada metode ini disebut higrometer titik embun.

### 2.3 Sensor HSM-20G (*Humidity Sensor Module - 20G*)

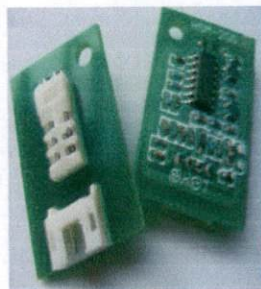
Dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik sensor merupakan piranti yang dapat mengubah besaran fisis (seperti cahaya, temperatur, tekanan, regangan dan lain-lain) menjadi besaran listrik (tegangan atau arus). Sensor HSM-20G merupakan sensor resistif dimana alat ukur tipe resistif terdiri dari lapisan tipis yang mengandung polimer, dan di dalamnya terdapat pasangan elektroda. Gambar 2.4 menunjukkan bentuk fisik dari sensor kelembaban resistif.



Gambar 2.4 Kontruksi sensor kelembaban resistif  
(Sumber: Maesyaroeh, 2008)

Ketika uap air menyentuh sensor, menyebabkan terjadinya ionisasi pada garam dan menjadi mudah digerakkan pada *polymer resin*. Sehingga akan mengakibatkan terjadinya pergerakan arus AC dan resistansi pada sensor terukur. Perubahan resistansi pada sensor mengindikasikan perubahan kelembaban. Semakin besar kelembaban maka ionisasi akan semakin besar pula sehingga pada hasilnya konsentrasi pergerakan ion naik. Sebaliknya ketika kelembaban menurun, ionisasi berkurang dan konsentrasi pergerakan ion menurun. Sehingga resistansi listrik dari lapisan sensitif merespon penyerapan kelembaban ataupun sebaliknya.

Begitu pula kerja sensor HSM-20G dalam mengindera temperatur. Bila sebuah benda dipanaskan atau didinginkan, sebagian dari sifat fisisnya berubah. Gas akan memuai bila dipanaskan. Jadi bila konduktor listrik dipanaskan, resistansi listriknya berubah. Sifat fisis yang berubah dengan temperatur dinamakan sifat termometrik, perubahan termometrik menunjukkan perubahan temperatur. Pengukuran kelembaban relatif dan temperatur yang didasarkan pada perubahan resistansi, dimana perubahan resistansi tersebut akan dikonversi ke bentuk tegangan.



Gambar 2.5 Bentuk fisik modul sensor HSM-20G  
(Sumber: Indoware, 2012)

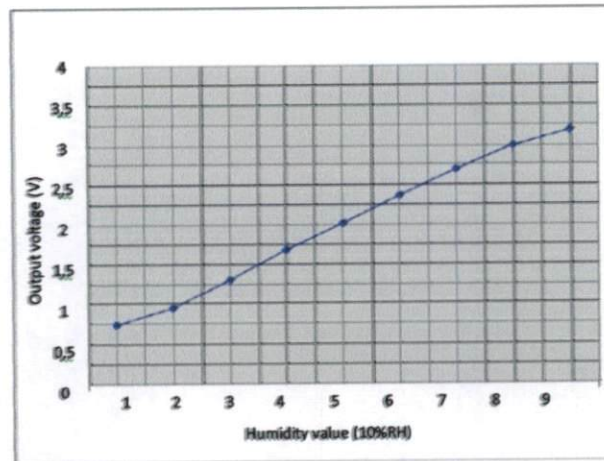
Sensor HSM-20G pada Gambar 2.5 merupakan produk buatan *citron technology* yang dikemas dalam satu komponen. Sensor ini terbuat dari bahan plastik khusus yang sifat kelistrikanya akan berubah sesuai kelembaban udara. Sensor ini memiliki kelebihan dimana kelembaban relatif bisa dikonversi ketegangan keluaran yang standar. Adapun spesifikasi dari sensor tersebut diperlihatkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor HSM-20G

Karakteristik	HSM-20G
Batas input tegangan DC	5 ± 0.2 volt
Batas output tegangan DC	1-3 volt
Akurasi pengukuran	± 5% RH
Operasi arus maksimum	2mA
Batas storage RH	0-99% RH
Batas operasi RH	20-95% (100% RH intermiten)
Kondensasi transient	< 5% RH
Batas storage temperatur	-20 °C - 70 °C
Batas operasi temperatur	0 °C - 50 °C
Hysteresis (RH @ 25°C) maksimal	2% RH
Respon waktu	(62% perubahan step) 1 menit
Sangat linear	

(Sumber: *Datasheet* HSM-20G)

Kurva respon sensor HSM-20G diperlihatkan pada Gambar 2.6. Pada kurva tersebut terlihat hubungan yang linier antara nilai kelembaban dan tegangan keluaran sensor.



Gambar 2.6 Kurva respon HSM-20G pada 250 °C  
(Sumber: *Datasheet* HSM-20G)

Berdasarkan *datasheet* yang dikeluarkan untuk HSM-20G *Humidity Sensor Module*, diketahui bahwa rentang nilai kelembaban yang dapat diindera oleh sensor tersebut adalah dari 10%RH (batas kelembaban minimum) hingga 90 %RH (batas kelembaban maksimum) dan dengan tegangan 0,74 volt (minimum) dan 3,19 volt (maksimum), seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3.

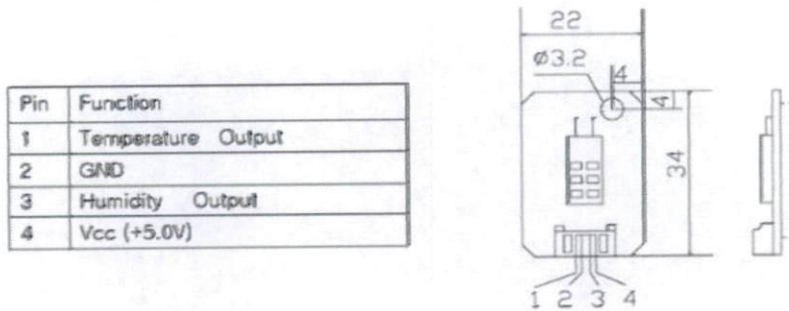
Tabel 2.3 Karakteristik standar sensor HSM-20G

%RH	10	20	30	40	50	60	70	80	90
output V	0.74	0.95	1.31	1.68	2.02	2.37	2.69	2.99	3.19

(Sumber: *Datasheet* HSM-20G)

Untuk dapat menggunakan sensor ini pengguna harus membangun kabel konektor untuk menghubungkan sensor dengan PCB sirkuit. Sambungkan header 4-pin untuk rangkaian sehingga pin (-) terhubung ke ground dan pin (+) terhubung ke Vcc. Pin H dan pin T terhubung ke pin I/O mikrokontroler. Pin I/O mikrokontroler harus diatur ke modus ADC (Analog Digital Converter). Adapun

contoh rangkaian sensor HSM-20G, pin dengan fungsi masing-masingnya diperlihatkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pin-pin dan dimensi sensor HSM-20G  
(Sumber: *Datasheet HSM-20G*)

## 2.4 ADC

ADC (*analog-to-digital converter*) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal atau informasi-informasi yang bersifat analog menjadi sinyal-sinyal digital sehingga bisa diproses dengan mikrokontroler atau pun komputer.

Dalam melakukan konversi yang perlu diperhatikan adalah bagaimana menyatakan besaran itu dengan besaran lain harus betul-betul mewakili nilai yang sebenarnya. Sistem mikroprosesor hanya dapat mengolah (memproses) data dalam bentuk biner saja, atau lebih sering disebut besaran digital, oleh sebab itu setiap data analog yang akan diproses oleh mikrokomputer harus diubah terlebih dahulu kedalam bentuk kode biner (digital). Ada 3 karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC:

- Resolusi.

Merupakan spesifikasi terpenting untuk ADC, yaitu jumlah langkah dari sinyal skala penuh yang dapat dibagi, dan juga ukuran dari langkah-langkah. Boleh juga dinyatakan dalam jumlah bit yang ada dalam satu kata (*digital word*), ukuran LSB (langkah terkecil) sebagai persen dari skala penuh atau dapat juga LSB dalam mV (untuk skala penuh yang diberikan).

- Akurasi.

Adalah jumlah dari semua kesalahan, misalnya kesalahan non linieritas, skala penuh, skala nol dll. Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut.

- Waktu konversi.

Waktu yang dibutuhkan untuk mendigitalkan setiap sampel atau yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu konversi. Waktu konversi yang dibutuhkan untuk ADC0804 adalah 100 s.

Menurut cara pengkonversiannya, ADC dapat dikelompokkan kedalam beberapa jenis yaitu :

- ❖ Tipe *Integrating*

Tipe *integrating* menawarkan resolusi tertinggi dengan biaya terendah. ADC tipe ini tidak dibutuhkan rangkaian *sample hold*. Tipe ini memiliki kelemahan yaitu waktu konversi yang agak lama, biasanya beberapa milidetik.

❖ Tipe *Tracking*

Tipe *tracking* menggunakan prinsip *up down counter* (pencacah naik dan turun). Pencacah biner (*binary counter*) akan mendapat masukan *clock* secara kontinyu dan hitungan akan bertambah atau berkurang tergantung pada kontrol dari pencacah apakah sedang naik (*up counter*) atau sedang turun (*down counter*). ADC tipe ini tidak menguntungkan jika dipakai pada sistem yang memerlukan waktu konversi masukan keluaran singkat, sekalipun pada bagian masukan pada tipe ini tidak memerlukan rangkaian *sample hold*. ADC tipe ini sangat tergantung pada kecepatan *clock* pencacah, semakin tinggi nilai *clock* yang digunakan, maka proses konversi akan semakin singkat.

❖ Tipe *flash* atau paralel

Tipe ini dapat menunjukkan konversi secara lengkap pada kecepatan 100 MHz dengan rangkaian kerja yang sederhana. Sederetan tahanan mengatur masukan *inverting* dari tiap-tiap konverter menuju tegangan yang lebih tinggi dari konverter sebelumnya, jadi untuk tegangan masukan  $V_{in}$ , dengan *full scale range*, komparator dengan bias. Di bawah  $V_{in}$  akan mempunyai keluaran rendah. Keluaran komparator ini tidak dalam bentuk biner murni. Suatu dekoder dibutuhkan untuk membentuk suatu keluaran yang biner. Beberapa komparator berkecepatan tinggi, dengan waktu tunda (*delay*) kurang dari 6 ns banyak digunakan, karena itu dihasilkan kecepatan konversi yang sangat tinggi. Jumlah komparator yang dibutuhkan untuk suatu konversi  $n$  bit adalah  $2^n - 1$ .

❖ Tipe *successive approximation*

Tipe *successive approximation* merupakan suatu konverter yang paling sering ditemui dalam desain perangkat keras yang menggunakan ADC. Tipe ini memiliki kecepatan konversi yang cukup tinggi, meskipun dari segi harga relatif mahal. Prinsip kerja konverter tipe ini adalah dengan membangkitkan pertanyaan-pertanyaan yang pada intinya berupa tebakan nilai digital terhadap nilai tegangan analog yang dikonversikan. Apabila resolusi ADC tipe ini adalah  $2^n$  maka diperlukan maksimal  $n$  kali tebakan.

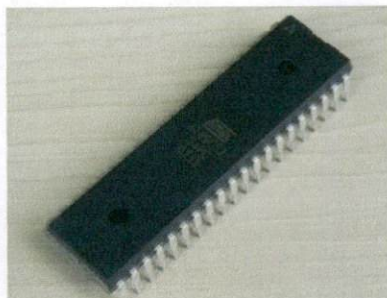
IC ADC 0804 mempunyai dua masukan analog,  $V_{in} (+)$  dan  $V_{in} (-)$ , sehingga dapat menerima masukan diferensial. Masukan analog sebenarnya ( $V_{in}$ ) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan ke dua pin masukan yaitu  $V_{in} = V_{in} (+) - V_{in} (-)$ . Kalau masukan analog berupa tegangan tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan  $V_{in} (+)$ , sedangkan  $V_{in} (-)$  di-*ground*-kan. Untuk operasi normal ADC 0804 menggunakan  $V_{cc} = +5$  Volt sebagai tegangan referensi. Dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 Volt sampai 5 Volt (skala penuh), karena IC ini adalah SAC 8-bit, resolusinya akan sama dengan ( $n$  menyatakan jumlah bit keluaran biner ADC).

IC ADC 0804 memiliki *generator clock internal* yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan *ground* digital. Frekuensi *clock* yang diperoleh di pin CLK OUT. Untuk sinyal *clock* ini dapat juga digunakan sinyal eksternal yang dihubungkan ke pin CLK IN. ADC 0804 memiliki 8 keluaran digital sehingga dapat langsung dihubungkan dengan saluran

data mikrokomputer. Masukan CS (*chip select*, aktif rendah) digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804. Jika berlogika tinggi, ADC 0804 tidak aktif (*disable*) dan semua keluaran berada dalam keadaan impedansi tinggi. Masukan (*write* atau *start conversion*) digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu harus diberi pulsa logika 0. Sedangkan keluaran (*interrupt* atau *end of conversion*) menyatakan akhir konversi. Pada saat dimulai konversi, akan berubah ke logika 1. Di akhir konversi akan kembali ke logika 0.

## 2.5 Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 pada Gambar 2.8 adalah salah satu anggota dari keluarga MCS-51/52 yang dilengkapi dengan internal 8 *KbyteFlash* PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), yang memungkinkan memori program untuk dapat diprogram kembali. AT89S52 dirancang oleh Atmel sesuai dengan instruksi standar dan susunan pin 80C51.



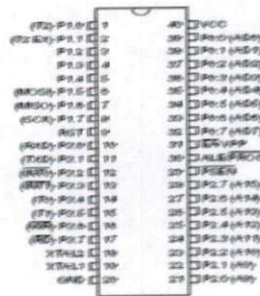
Gambar 2.8 Mikrokontroler AT89S52  
(Sumber: <http://www.atmel.com>)

Jenis mikrokontroler ini pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengolah data per bit ataupun data 8 bit secara bersamaan. Sebuah mikrokontroler dapat bekerja bila di dalam mikrokontroler tersebut terdapat sebuah program yang berisi instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem mikrokontroler tersebut. Instruksi-instruksi sebuah program dari setiap jenis mikrokontroler mempunyai beberapa perbedaan. Pada prinsipnya program pada mikrokontroler memiliki beberapa set instruksi dan tiap instruksi itu dijalankan secara bertahap atau berurutan. Berikut adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler tipe AT89S52:

1. Mengandung sebuah CPU ( *Central Processing Unit* ) 8 Bit.
2. Kompatibel dengan semua jenis mikrokontroler keluarga MCS-51/52.
3. 8 Kbyte *In-system Programmable* (ISP) *flash* memori.
4. Tegangan kerja 4-5,5 volt.
5. Bekerja dengan rentang frekuensi 0-33 MHz.
6. 256 byte RAM ( *Random Acces Memory* ) internal.
7. Empat buah *port* I/O, yang masing masing terdiri dari 8 bit
8. Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
9. Tiga buah timer/*counter* 16 bit
10. Delapan buah jalur interupsi.
11. Sebuah *port* serial dengan *full duplex* UART ( *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* ).
12. Mampu melaksanakan proses perkalian, pembagian, dan Boolean.
13. EPROM yang besarnya 8 KByte untuk memori program.

14. Kecepatan maksimum pelaksanaan instruksi per siklus adalah 0,5  $\mu$ s pada frekuensi *clock* 24 MHz.

Mikrokontroler AT89S52 memiliki 40 pin dengan 32 pin diantaranya digunakan sebagai *port* paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 pin, sehingga jumlah *port* pada mikrokontroler AT89S52 adalah 4 *port*, yaitu *port* 0, *port* 1, *port* 2 dan *port* 3. Susunan pin mikrokontroler AT89S52 ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Susunan pin mikrokontroler AT89S52  
(Sumber: <http://www.atmel.com>)

Penjelasan dari pin-pin mikrokontroler AT89S52 tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pin 1 sampai pin 8

Pin 1 sampai dengan pin 8 merupakan pin dari port1. Port 1 sendiri merupakan *port input output* dua arah yang dilengkapi dengan *pull-up* internal yang mampu untuk memberikan atau menyerap arus dari empat input TTL sebesar 1,6 mA.

2. Pin 9

Merupakan input *reset* yang berfungsi untuk membuat mikrokontroler memulai pembacaan program dari alamat awal. Fungsi *reset* akan aktif bila mikrokontroler menerima *input* dengan logika 1 pada pin 9

### 3. Pin 10 sampai pin 17

Pin 10 sampai dengan pin 17 merupakan pin dari *port 3*. *Port 3* merupakan *port input-output* dua arah dengan internal *pull-up* yang memiliki fungsi pengganti.

### 4. Pin 18 dan pin 19

Mikrokontroler AT89S52 telah memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada *chip*, kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi dari osilator. Untuk menggunakannya, maka resonator kristal atau keramik dihubungkan diantara kaki-kaki XTAL1 (Pin18) dan XTAL2 (Pin 19) dari mikrokontroler AT89S52.

### 5. Pin 20

Merupakan pin *ground* yang dihubungkan dengan *ground* dari sumber tegangan. Pada beberapa gambar rangkaian, simbol *ground* sering disingkat dengan GND.

### 6. Pin 21 sampai pin 28

Pin 21 sampai dengan pin 28 merupakan *port 2* yang merupakan *port input output* dua arah yang telah dilengkapi dengan internal *pull-up*.

### 7. Pin 29

Pin 29 adalah pin *Program Store Enable* (PSEN) yang merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori eksternal yang masuk ke dalam jalur data selama proses pemberian atau pengambilan instruksi.

#### 8. Pin 30

Pin 30 adalah pin *Address Latch Enable* (ALE/PROG) yang berfungsi sebagai penahan alamat memori eksternal. Selain itu pin ini juga dapat berfungsi sebagai sinyal *input* program selama proses pemrograman. Pin ALE dapat dinon-aktifkan dengan menset bit 0 dari SFR pada lokasi alamat 8EH.

#### 9. Pin 31

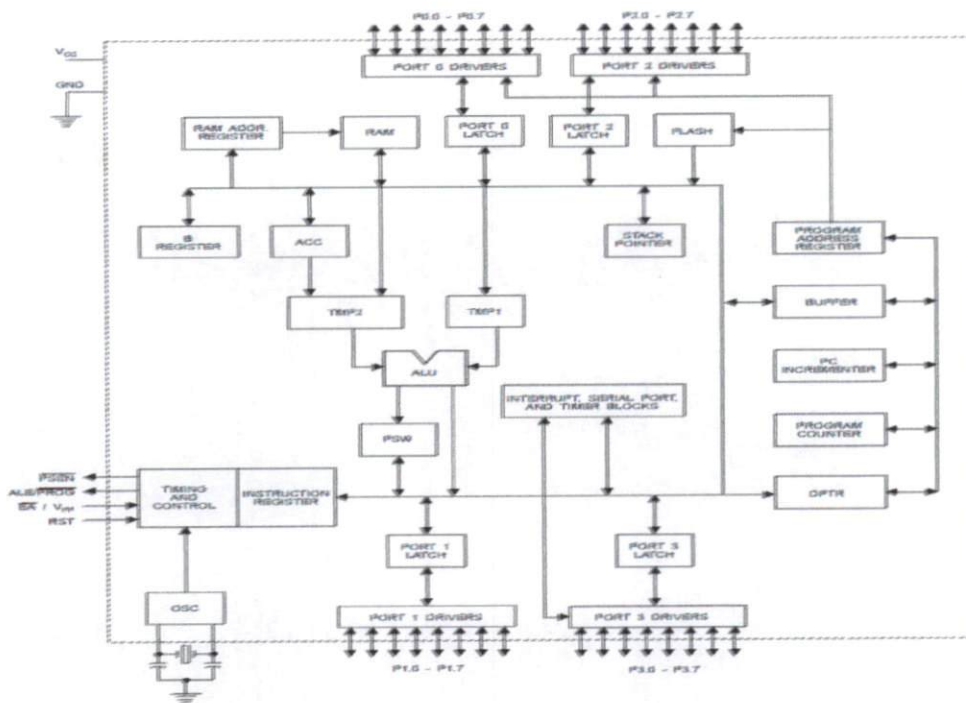
Pin 31 adalah pin EA/Vpp yang merupakan *External Access Enable*. Jika mikrokontroler akan mengeksekusi program dari memori eksternal, maka pin 31 yaitu pin/Vpp harus dihubungkan dengan *ground*. Jika mikrokontroler akan mengeksekusi program dari memori internal AT89S52, maka pin EA/Vpp harus dihubungkan dengan Vcc.

#### 10. Pin 32 sampai 39

Pin 32 sampai dengan pin 39 adalah *port 0* yang merupakan port input output dengan tipe *open drain bidirectional*. Sebagai port *output*, masing-masing kaki dapat menyerap arus hingga delapan *input* TTL (arus sekitar 3,8 mA). Sedangkan pada saat *port 0* diberi logika '1', maka pin-pin pada *port 0* dapat digunakan sebagai *input* berimpedansi tinggi.

#### 11. Pin 40

Merupakan pin Vcc untuk menerima tegangan sumber (+) yang dibutuhkan oleh mikrokontroler AT89S52 (Budiharto, 2005).



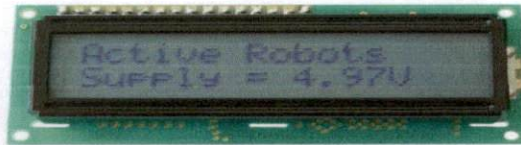
Gambar 2.10 Diagram blok mikrokontroler AT89S52  
(Sumber: <http://www.atmel.com>)

Pada Gambar 2.10 terlihat bahwa terdapat 4 port untuk input/output data serta tersedia pula Akumulator, Register, RAM, Stack Pointer, *Arithmetic Logic Unit* (ALU), Latch dan rangkaian osilasi yang membuat AT89S52 dapat beroperasi hanya dalam satu keping IC (Budiharto, 2005).

## 2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu komponen yang banyak dipakai untuk dipergunakan sebagai tampilan karena kemudahannya dalam mengatur tampilan agar lebih menarik. Dalam penelitian ini penulis menggunakan LCD bertipe

M1632, LCD jenis ini terdiri atas 16 kolom dan 2 baris. LCD jenis ini memiliki 16 pin.



Gambar 2.11 LCD sebagai alat penampil hasil ukur.  
(Sumber :Reehok, 2010)

### 2.6.1 Struktur Memori LCD

#### a. DDRAM

*Display Data RAM (DDRAM)* merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Untuk LCD M1632 memiliki kapasitas memori DDRAM ini sebesar 32 x 8 bit. Setiap tampilan karakter pada layar memiliki alamat tersendiri, maka karena jumlah karakter yang bisa ditampilkan oleh LCD 2 x 16 ini adalah 32 karakter, maka itu kapasitas DDRAM ini sebesar 32 x 8 bit. Pada Tabel 2.4 disajikan struktur dan alamat dari DDRAM LCD M1632.

Tabel 2.4 Konfigurasi DDRAM LCD M1632

Posisi tampilan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Alamat DDRAM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0A	0B	0C	0D	0E	0F	baris pertama
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	baris kedua

b. CGRAM

*Character Generator* RAM (CGRAM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.

Tabel 2.5 Konfigurasi pin LCD M1632

Pin	Simbol	Fungsi
1	V <sub>SS</sub>	Ground
2	V <sub>DD</sub>	Masukan <i>power supply</i> +5V
3	V <sub>LCD</sub>	Tegangan masukan pengontrol kontras layar LCD
4	RS	Pemilihan pengiriman data atau instruksi
5	R/W	Pin masukkan baca atau tulis
6	E	<i>Enable clock</i> LCD, logika 1 diberikan pada kaki ini pada saat penulisan dan pembacaan data
7-14	DO – D7	Jalur data
15	A	Untuk tegangan positif <i>backlight</i> modul LCD
16	K	GND

c. CGROM

*Character Generator* ROM (CGROM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dan pola karakter tersebut sudah ditentukan secara permanen, pola karakter ini tidak akan hilang walaupun sumber tegangan tidak aktif.

### 2.6.2 Register-Register Pada LCD

HD44780 terdapat dalam modul M1632 mempunyai 2 buah register yang pengaksesannya dapat diatur melalui pin RS. Jika pin RS diberi logika 0 maka itu

berarti pengaksesan ke register instruksi (perintah), jika pin RS diberi logika 1 maka itu berarti pengaksesan ke register data yang ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Instruksi mikrokontroler ke register LCD untuk mengatur tampilan.

Perintah	7	6	5	4	3	2	1	0	Penjelasan
Hapus <i>display</i>									Hapus <i>display</i> dan DDRAM
Posisi awal									Set alamat DDRAM di 00h
Set mode							/D		Atur arah pegeseran kursor dan <i>display</i>
<i>Display On/Off</i>									Atur <i>display</i> (D) On/Off, Kursor (C) On/Off, <i>Blinking</i> (B)
Geser Kursor / <i>Display</i>					/C	/L			Geser kursor atau <i>display</i> tanpa mengubah alamat DDRAM
Set Fungsi				L					Atur panjang data, jumlah baris yang tampil dan <i>font</i> karakter
Set Alamat CGRAM			CG	CG	CG	CG	CG	CG	Data dapat dibaca atau dapat ditulis setelah alamat diatur
Set Alamat DDRAM		DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	Data dapat dibaca atau dapat ditulis setelah alamat diatur

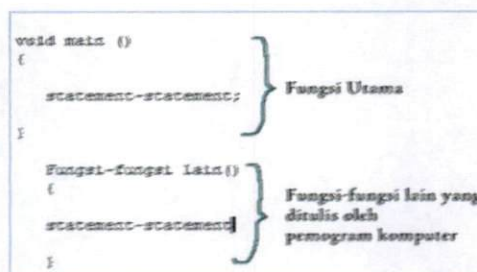
**Keterangan :**

- X : Diabaikan
- I/D : 1 = *Increment*, 0 = *Decrement*
- S : 1 = *Display* bergeser, 0 = *Display* tidak bergeser
- S/C : 1 = *Display shift*, 0 = Geser kursor
- R/L : 1 = Geser kiri, 0 = Geser kanan
- DL : 1 = 8 bit, 0 = 4 bit
- N : 1 = 2 baris, 0 = 1 baris
- F : 1 = 5 x 10, 0 = 5 x 8
- D : 1 = *Display on*, 0 = *Display off*

## 2.7 Pemrograman Bahasa C

Untuk dapat menjalankan mikrokontroler sebagai pengontrol, perlu ditanamkan suatu program. Salah satu bahasa program yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler ini adalah bahasa C. Bahasa C dikembangkan di Laboratorium Bell (USA) sekitar tahun 1972 oleh Dennis Ritchie yang adalah seorang pakar pemrograman. Program C dan C++ ialah *compiler* untuk membuat aplikasi yang umum dan juga merupakan bahasa tingkat menengah yang sering digunakan untuk membuat aplikasi *interfacing* komputer maupun mikrokontroler. Kedua bahasa ini dikategorikan sebagai bahasa tingkat menengah karena terkadang kita perlu mengetahui juga Bahasa Assembly untuk pemrograman yang berhubungan dengan perangkat keras atau peralatan computer

Komentar dapat diberikan dengan menggunakan tanda // atau /\*.....\*/, dengan catatan tanda // hanya dapat digunakan untuk komentar 1 baris. Program C minimal harus memiliki satu fungsi yaitu fungsi main. *Void* di depan main menandakan bahwa fungsi main tidak memiliki nilai balik. Struktur pemrograman dalam bahasa C diperlihatkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Format penulisan program dalam bahasa C  
(Sumber: Kusriyadi, 2010)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Perancangan alat ukur kelembaban udara berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor HSM-20G terdiri atas 2 bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian minimum sensor HSM-20G, Rangkaian minimum ADC 0804, rangkaian minimum mikrokontroler, rangkaian minimum LCD dan juga rangkaian catu daya. Sementara perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa C.

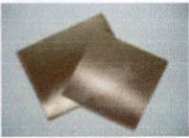
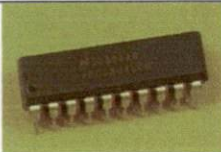


#### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika Universitas Andalas, dimulai dari bulan Juni 2012 sampai dengan bulan Oktober 2012.


#### **3.2 Bahan Atau Materi Penelitian**

Dalam rencana penelitian ini digunakan beberapa bahan, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1.	PCB	Untuk perakitan rangkaian secara permanen	
2.	Modul sensor HSM-20G	Untuk mendeteksi kelembaban udara.	
3.	Mikrokontroler AT89S52	Untuk mengontrol sistem	
4.	ADC0804	Untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital	
5.	Trafo step-down 1A	Untuk menurunkan tegangan AC 220 V menjadi tegangan AC yang lebih kecil.	
6.	Resistor	Untuk memperkecil arus listrik	
7.	Kapasitor	Untuk menyimpan muatan listrik	
8.	Dioda	Untuk mengubah arus AC menjadi DC	


Tabel 3.1 Bahan yang digunakan (lanjutan)

No	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
9.	LED	Untuk lampu indikator	
10.	IC regulator	Untuk mengatur tegangan DC agar stabil.	
11.	Larutan FeCl <sub>3</sub>	Untuk melarutkan tembaga pada PCB	
12.	Timah	Untuk merekatkan komponen pada PCB	




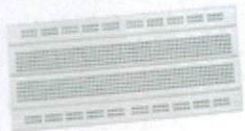
### 3.3 Alat Penelitian

Alat penelitian digunakan diperlihatkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat yang digunakan

No.	Nama Alat	Fungsinya	Gambar
1.	Komputer PC/desktop	Untuk menulis <i>listing</i> program, meng- <i>compile</i> , dan menanamkan program ke mikrokontroler.	

Tabel 3.2 Alat yang digunakan (lanjutan)

No.	Nama Alat	Fungsinya	Gambar
2.	Multimeter	Untuk mengukur resistansi, tegangan, dan arus	
3.	Solder	Untuk melelehkan timah saat memasang komponen ke PCB	
4.	Pencabut timah	Untuk menyedot /membersihkan timah yang berada pada tempat yang tidak semestinya di PCB	
5.	<i>Breadboard</i>	Untuk pengujian awal blok rangkaian.	

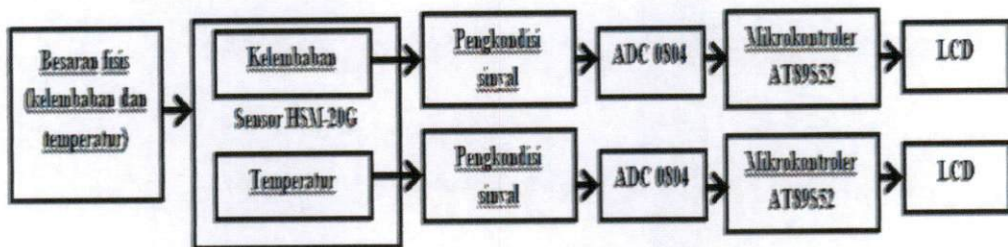
### 3.5 Teknik Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan kerja seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir tata laksana penelitian

Diagram blok alat ukur temperatur dan kelembaban udara diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram blok alat ukur kelembaban dan temperatur

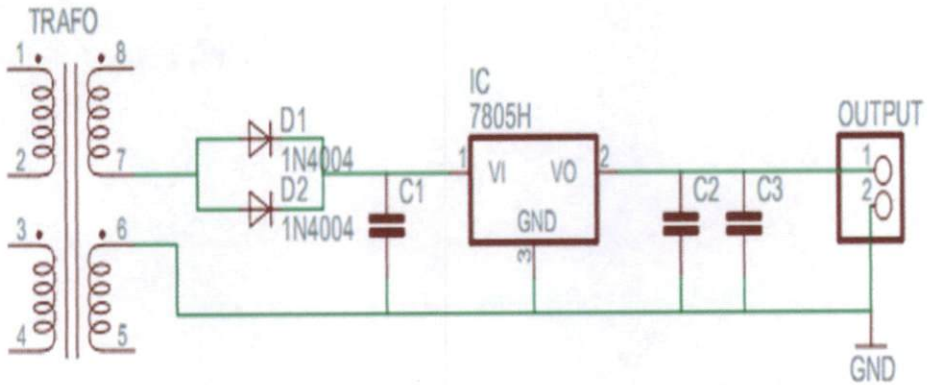
### 3.5.1 Perancangan Catu Daya

Rangkaian catu daya berfungsi sebagai penyedia tegangan bagi rangkaian-rangkaian lain dalam sistem. Dalam penelitian ini dirancang 2 buah catu daya

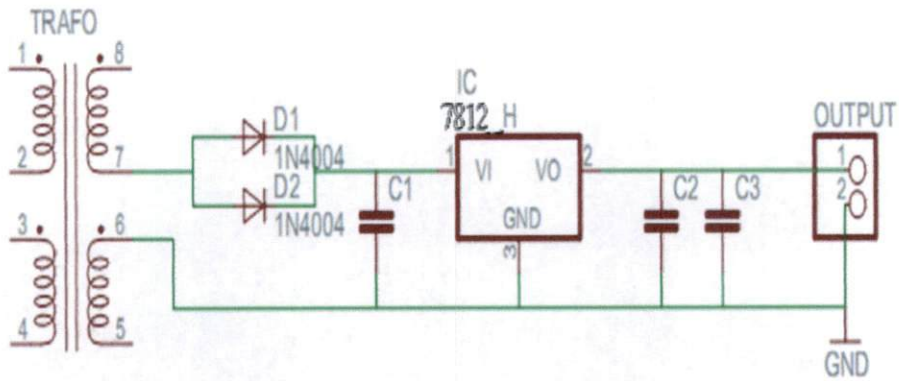
+5V DC dan +12V DC yang berfungsi untuk sumber tegangan bagi rangkaian minimum mikrokontroler dan rangkaian LCD. Adapun komponen yang dibutuhkan adalah :

- Transformator *stepdown* 220 V, 1 A : 1 buah
- Dioda tipe 1N4001,1 A : 2 buah
- Kapasitor 470  $\mu$ F dan 1000  $\mu$ F, 25 V : 3 buah
- IC regulator LM 7805 : 1 buah
- IC regulator LM 7812 : 1 buah
- LED : 1 buah

Diagram rangkaian skematik catudaya 5 V dan 12 V seperti Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



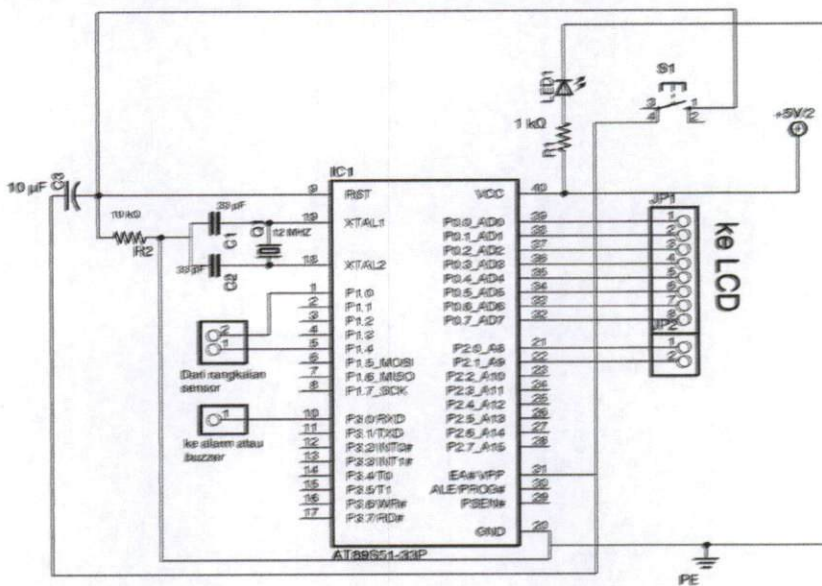
Gambar 3.3 Rangkaian catudaya 5 V



Gambar 3.4 Rangkaian catudaya 12 V

### 3.5.2 Perancangan Rangkaian Minimum Mikrokontroler AT89S52

Rangkaian minimum mikrokontroler merupakan pusat dari sistem yang dirancang. Seluruh proses yang terjadi dalam sistem alat ukur ini berjalan atas kendali (perintah) dari rangkaian ini yang diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian minimum mikrokontroler

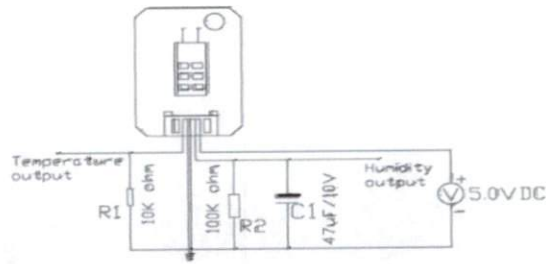
Komponen yang digunakan:

- |  |          |
|--|----------|
| 1. IC dan soket mikrokontroler AT89S52   | : 1 buah |
| 2. Kristal quartz 12 MHz                 | : 1 buah |
| 3. Kapasitor 33 pF                       | : 2 buah |
| 4. Kapasitor 10 $\mu$ F, 16V             | : 1 buah |
| 5. Resistor 10 k $\Omega$ , 1 k $\Omega$ | : 1 buah |
| 6. Tombol Reset                          | : 1 buah |
| 7. Pin head 4 pin                        | : 2 buah |
| 8. Pin head 2 pin                        | : 2 buah |
| 9. LED indikator                         | : 1 buah |

### **3.5.3 Perancangan Rangkaian Minimum dan karakterisasi Sensor HSM-20G**

#### **1. Perancangan Rangkaian Minimum Sensor HSM-20G**

Sensor kelembaban HSM-20G ini merupakan sensor yang bisa mendeteksi kelembaban dan juga temperatur. Agar output yang dihasilkan dari sensor tersebut linear maka perlu ditambahkan pengkondisi sinyal filter berupa filter lolos rendah. Berikut adalah gambar rangkaian sensor HSM-20G yang sudah ditambahkan filter yang diperlihatkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian minimum sensor HSM-20G

Komponen yang digunakan:

1. Resistor 10 k $\Omega$  : 1 buah
2. Resistor 100 k $\Omega$  : 1 buah
3. Kapasitor 47  $\mu$ F/10V : 1 buah

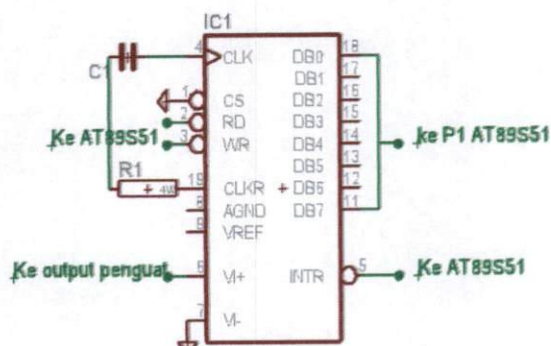
## 2. Karakterisasi Sensor HSM-20G

Rangkaian karakterisasi sensor HSM-20G diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari sensor. Dalam penelitian ini kemampuan sensor HSM-20G yang dibutuhkan adalah respon sensor terhadap kehadiran objek pada kelembaban dan temperatur tertentu. Respon tersebut berupa perubahan resistansi sensor yang menghasilkan tegangan keluaran. Untuk mengetahui tegangan keluaran sensor, dibutuhkan tegangan DC 5 volt. Sensor HSM-20G memiliki empat pin yaitu pin untuk VCC, pin *ground*, pin sensor temperatur dan pin sensor kelembaban.

### 3.5.4 Perancangan Rangkaian ADC 0804

Keluaran dari rangkaian minimum sensor HSM-20G adalah berupa tegangan yang merupakan sinyal analog. Agar sinyal ini dapat diproses oleh

mikrokontroler maka terlebih dahulu harus dikonversi menjadi sinyal digital. Pada perancangan alat ini yang diperlihatkan pada Gambar 3.7, rangkaian ADC ini bertugas mengkonversi sinyal keluaran rangkaian minimum sensor menjadi sinyal digital.



Gambar 3.7 Rangkaian minimum ADC

Adapun komponen-komponen yang dibutuhkan dalam perancangan rangkaian ADC ini adalah :

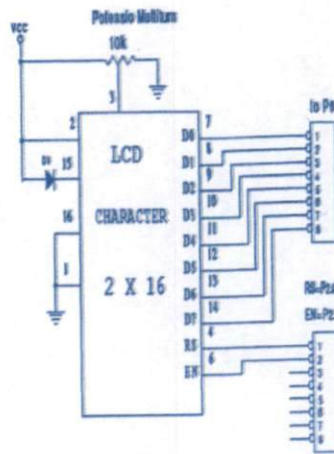
1. ADC 0804 : 1 buah
2. Resistor 10 K $\Omega$  : 1 buah
3. Kapasitor 150 pF : 1 buah

### 3.5.5 Perancangan Rangkaian LCD

Rangkaian LCD berguna untuk menampilkan hasil pendeteksian suhu oleh sensor HS1101 yang terukur. Jenis LCD yang penulis gunakan dalam penelitian ini membutuhkan catu daya +5V DC untuk mengaktifkan *backlight*nya. Catu daya

ini dihubungkan dengan pin 15 LCD. Pada Gambar 3.8 dapat dilihat rangkaian dasar LCD. Komponen yang digunakan :

1. Modul LCD 2 x16 karakter : 1 buah
2. Potensiometer (Resistor variabel) : 1 buah
3. Dioda 1N4001 : 1 buah



Gambar 3.8 Rangkaian dasar LCD

### 3.6 Teknik Pengelolaan dan Analisis Data

#### 3.6.1 Diagram Alir

Perancangan perangkat lunak berkaitan dengan program yang diisikan pada mikrokontroler. Hal ini dikarenakan mikrokontroler tidak dapat mengendalikan alat lain, kecuali program sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Pada penelitian ini digunakan bahasa pemrograman C untuk memprogram mikrokontroler AT89S52. Sebelum program mengendalikan rangkaian maka dibutuhkan *flowchart* atau diagram alir program untuk

menentukan langkah-langkah atau alur penulisan program yang akan diisikan pada mikrokontroler.

Langkah pertama, mengaktifkan mikrokontroler dengan mempersiapkan *Timer1*, *Counter 1* dengan *Mode 1*. Kemudian diberikan sinyal masukan dari rangkaian osilator sensor HSM-20G. Tegangan yang disesuaikan dengan RH acuan dan temperatur acuan pada LCD yang ditampilkan. Selanjutnya memeriksa sistem terkontrol yaitu apakah kelembaban dan temperatur berada pada 20%-95% dan 0°C-50°C. Diagram alir program sistem pengukuran temperatur dan kelembaban udara ini ditunjukkan pada Gambar 3.9.

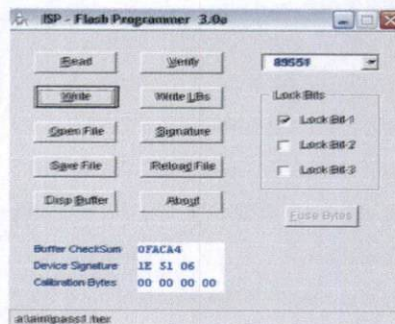


Gambar 3.9 Diagram Alir Program

### 3.6.2 Penanaman Program

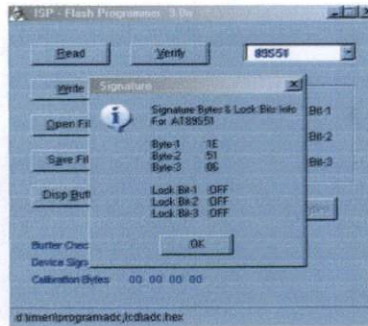
Sebuah mikrokontroler tidak akan berguna atau tidak akan berfungsi jika tidak ada instruksi-instruksi untuk dijalankan. Sebelum mikrokontroler digunakan maka perlu ditanamkan atau dipasang instruksi-instruksi yang telah dibuat. Untuk menanamkan program ini penulis menggunakan sebuah *software* yaitu ISP-Flash Programmer 3.0a. Berikut ini cara menanamkan program ke dalam mikrokontroler:

1. *Chip* mikrokontroler rangkaian dipasang pada sistem minimum yang telah dibuat. Kemudian rangkaian dihubungkan pada komputer dengan menggunakan kabel DB 25 atau port *printer* dan tegangan 5 V. Tampilan *software* dari AEC-ISP ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Tampilan awal perangkat-lunak AEC-ISP

2. Tentukan tipe mikrokontroler yang digunakan dengan memilih tipe mikrokontroler misalnya menggunakan mikrokontroler tipe AT89S52.
3. Klik tombol *signature* untuk menandai apakah rangkaian sudah terhubung atau belum dengan komputer yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Tanda mikrokontroler telah terhubung dengan PC

4. Setelah rangkaian terhubung dengan baik kemudian klik tombol *openfile* untuk memilih program mana yang akan ditanamkan ke *chip* mikrokontroler. Secara *defaultsoftware* akan menampilkan program dengan *file* berekstensi \*.Hex, ini dikarenakan mikrokontroler hanya mengenal bilangan ini.
5. Kemudian tombol *write* di klik untuk menuliskan program ke mikrokontroler hingga muncul kotak *verify ok*.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

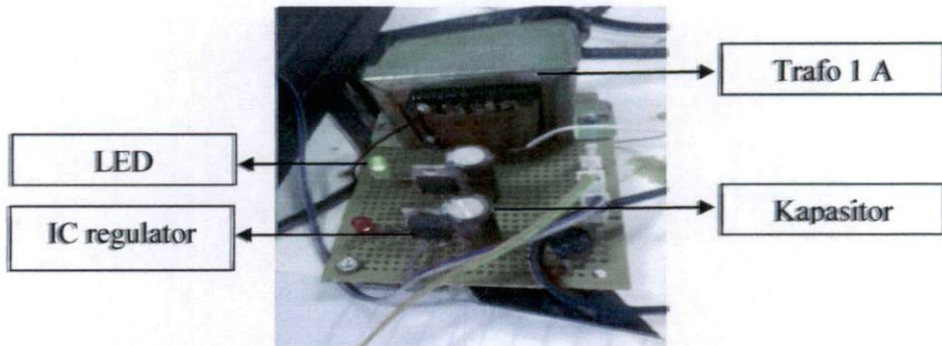
Di dalam BAB III telah dibicarakan tentang proses rancang-bangun dan prosedur pengambilan data karakterisasi modul alat ukur kelembaban dan temperatur berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor HSM-20G. Data hasil pengontrolan dan analisis yang berkaitan dengan itu dipaparkan sebagai berikut:

#### 4.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras

##### 4.1.1 Catu Daya

Rangkaian catu daya membutuhkan tegangan masukan dari PLN sebesar 220 V AC dan tegangan keluaran sekitar 5 V DC. Untuk dapat menghasilkan tegangan 5 V DC, digunakan transformator *step-down* 1 ampere yang akan menurunkan tegangan 220 V AC. Tegangan yang dihasilkan oleh transformator masih berupa tegangan AC oleh karena itu dibutuhkan penyearah tegangan agar keluarannya berupa tegangan DC yang keluarannya sebesar 12 V DC. Untuk menghasilkan tegangan 5 V DC maka dibutuhkan IC regulator LM 7805 untuk menghasilkan tegangan keluaran 5 V DC. Dari Hasil pengujian terhadap rancangan catudaya 5 volt menunjukkan keluaran sebesar 4,90 volt. Keluaran tegangan tersebut masih layak digunakan untuk mencatu komponen yang

digunakan dalam penelitian ini. Catudaya 5 volt digunakan untuk mencatu rangkaian mikrokontroler AT89S52, rangkaian ADC 0804 dan rangkaian sensor.



Gambar 4.1 Catu daya

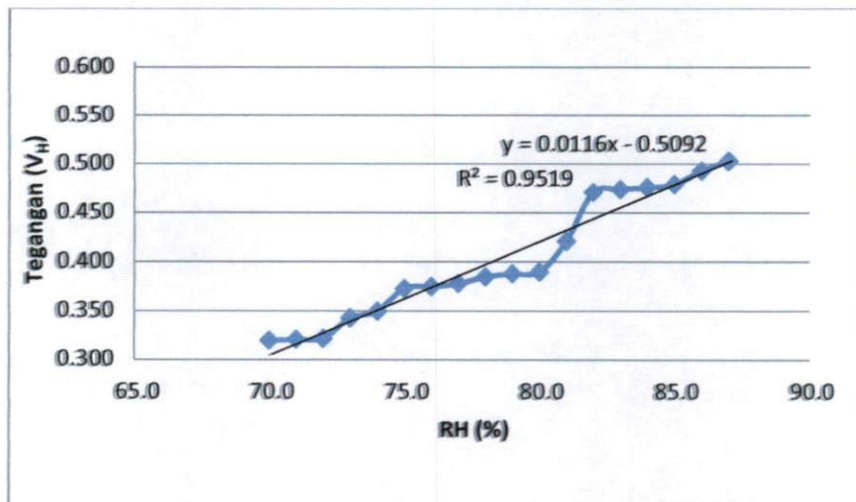
#### 4.1.2 Karakteristik Sensor HSM-20G

Pengujian rangkaian sensor kelembaban (%) dan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) ini dilakukan dengan cara menggandeng sensor HSM-20G dengan alat ukur acuan *humidity* meter (tipe HT-3005HA) dan termometer *digital* (tipe H198509-1) yang diletakkan didalam ruangan tertutup (berukuran 30 cm x 45 cm x 45 cm).



Gambar 4.2 *Prototype* ruangan uji

Untuk pengukuran besarnya tegangan kelembaban yang di deteksi oleh sensor HSM-20G dilakukan dengan cara memanaskan air (89,5 °C) yang kemudian uap air tersebut dialiri melalui selang yang kemudian di masukan kedalam ruangan tertutup tersebut. Untuk menjaga temperatur didalam ruangan tetap stabil, selang tersebut didinginkan dengan cara merendam sebagian selang di dalam wadah yang berisi air dingin (25,6 °C). Data tegangan keluaran sensor HSM-20G diambil setiap kenaikan *humidity* meter. Hubungan antara kelembaban pada *humidity* meter dan tegangan keluaran kelembaban HSM-20G dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan data dalam bentuk tabel dapat dilihat pada Lampiran A pada Tabel A.1.

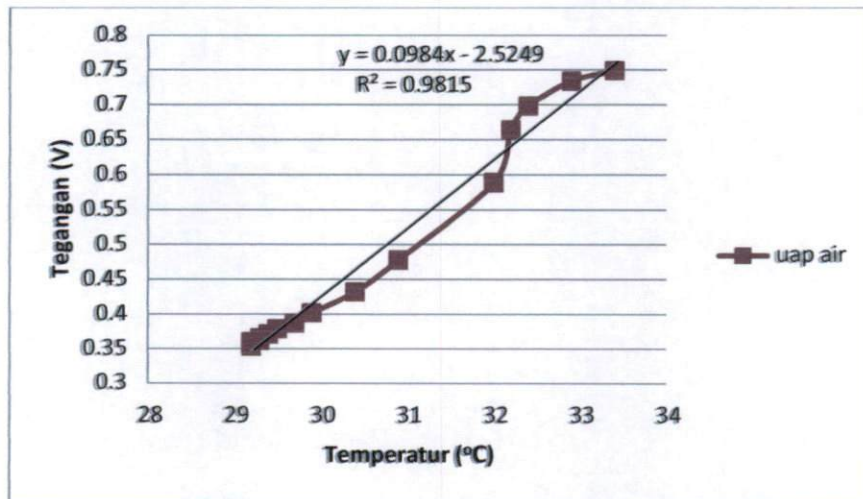


Gambar 4.3 Grafik karakteristik sensor HSM-20G (RH terhadap Tegangan keluaran sensor)

Dari Gambar 4.3 diperoleh fungsi regresi linier, yaitu:  $y = 0,0116x - 0,5092$  dimana  $x$  adalah kelembaban relatif (*relative humidity*, RH) dan  $y$  adalah

tegangan keluaran kelembaban ( $V_H$ ). Fungsi tersebut memperlihatkan bahwa tegangan keluaran kelembaban sensor HSM-20G berbanding lurus dengan kelembaban relatif yang dideteksi oleh *humidity* meter. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik, yaitu  $R^2 = 0,9519$ , angka 0,9519 V/% menyatakan sensitivitas sensor, sedangkan 0,0116 menyatakan tegangan keluaran awal dari sensor dengan kelembaban relatif awal -0,5092 %.

Untuk pengukuran besarnya tegangan temperatur yang dideteksi oleh sensor HSM-20G dilakukan dengan cara memanaskan air (89,5 °C) di dalam ruangan tertutup tersebut. Data tegangan keluaran sensor HSM-20G diambil setiap kenaikan temperatur pada termometer *digital*. Berikut ini adalah gambar hubungan antara temperatur pada termometer *digital* dan tegangan keluaran temperatur sensor HSM-20G dapat dilihat pada pada Gambar 4.4 dan untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran A yaitu Tabel A.2.



Gambar 4.4 Grafik karakteristik sensor HSM-20G (Temperatur terhadap Tegangan keluaran sensor)

Dari Gambar 4.4 diperoleh fungsi regresi linier, yaitu :  $y = 0,0984x - 2,5249$  untuk pemanasan dengan uap air. Dimana  $x$  adalah temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan  $y$  adalah tegangan keluaran temperatur ( $V_T$ ). Fungsi tersebut juga memperlihatkan bahwa tegangan keluaran temperatur sensor HSM-20G berbanding lurus dengan temperatur yang dideteksi oleh termometer *digital*. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik yaitu  $R^2 = 0,9815$ . Angka  $0,9815V/^{\circ}\text{C}$  menyatakan sensitivitas sensor sedangkan  $0,0984$  menyatakan tegangan keluaran awal dari sensor dengan temperatur awal  $-2,5249^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.3 Rangkaian LCD dan mikrokontroler AT89S52

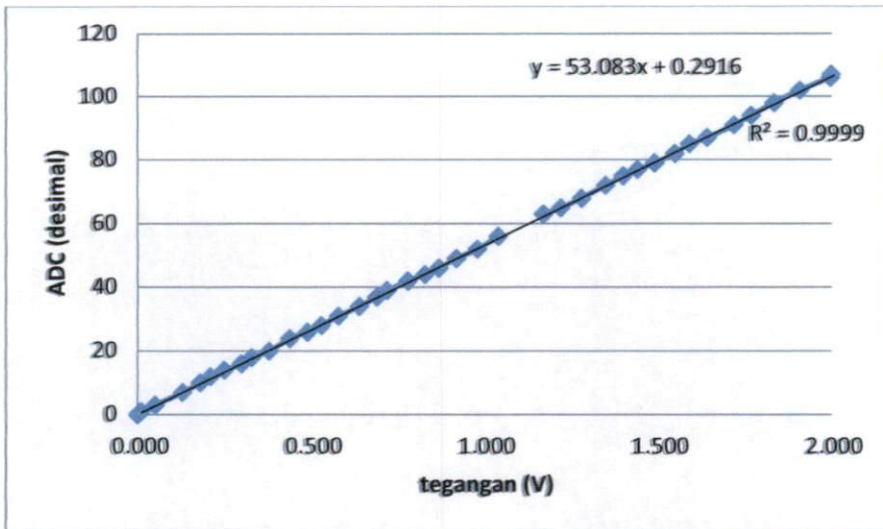
Rangkaian mikrokontroler AT89S52 dirancang sekaligus dengan tampilan LCD. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah program yang dituliskan dalam mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Program ditulis menggunakan MIDE 51, dalam bahasa pemrograman C. Selanjutnya program ditanamkan ke dalam mikrokontroler menggunakan *softwareIsp pgm*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memanggil salah satu prosedur pada program utama, selanjutnya ditanamkan kemikrokontroler dan dilihat hasilnya. Kemudian pengujian diulangi untuk prosedur yang lain sampai semua prosedur diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat menuliskan data ke LCD yang diperlihatkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian mikrokontroler AT89S52 dengan LCD

#### 4.1.4 Rangkaian ADC

Pengujian rangkaian ADC dilakukan dengan menanamkan program pengujian ADC kedalam mikrokontroler yang terhubung di P2 dan P3 mikrokontroler tersebut. Hasil dari pembacaan tersebut kemudian akan ditampilkan melalui LCD. Setelah itu dilakukan pengujian ADC 0804 dengan *input* masukan berasal dari potensiometer (10 Kohm) yang dicatu dengan tegangan 4,90 V. Setelah itu dilihat besarnya tegangan potensiometer pada multimeter untuk setiap kenaikan data desimal ADC yang tertera pada layar LCD. Potensiometer diputar dari batas minimumnya hingga batas maksimumnya. Tabel hasil pengujian ADC dapat dilihat pada Lampiran A pada Tabel A.3, sedangkan hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara tegangan dan data desimal yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



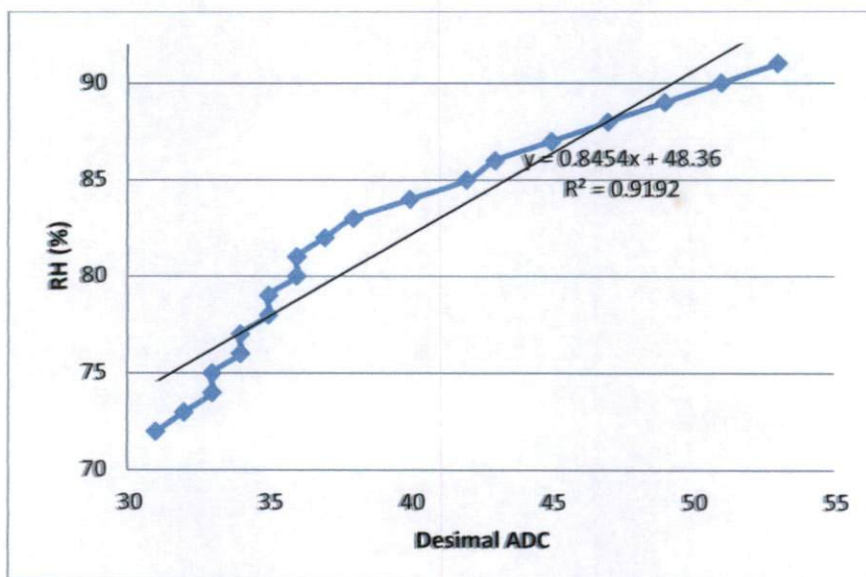
Gambar 4.6 Grafik pengujian ADC 0804

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6 diperoleh persamaan regresi linear yang menghubungkan antara masukan dan keluaran ADC 0804 dengan persamaan  $y = 53,083 + 0,2916x$ , dimana  $x$  adalah tegangan masukan ADC (V) dan  $y$  adalah keluaran ADC (desimal). Angka 53,083 merupakan besarnya faktor konversi ADC 0804 dan 0,2916 merupakan *offset* ADC 0804. Dari grafik diperoleh koefisien determinasi tegangan masukan ADC terhadap data desimal sebesar  $R^2 = 0,9999$  yang hampir mendekati 1 yang berarti memiliki korelasi linear yang cukup baik.

#### 4.1.5 Persamaan kelembaban dan temperatur pada *software*

Keluaran tegangan kelembaban dan tegangan temperatur akan menjadi masukan pada rangkaian ADC 0804. Dibutuhkan persamaan garis regresi linear yang terbentuk dari pembacaan desimal ADC pada LCD terhadap kelembaban

relatif (RH) yang terbaca pada *humidity* meter dan temperatur yang terbaca pada termometer *digital*. Persamaan yang didapatkan akan dimasukkan kedalam program sebagai hasil pembacaan dari sensor HSM-20G terhadap perubahan kelembaban dan temperatur disekitarnya. Untuk mengurangi kesalahan pembacaan kelembaban dan temperatur oleh sensor maka perlu dilakukan pengujian dengan cara menghubungkan sensor dengan mikrokontroler dan membandingkan dengan hasil pembacaan dari *humidity* meter dan termometer *digital* dengan hasil tampilan desimal ADC pada LCD. Berikut ini adalah grafik dan persamaan yang didapat antara desimal ADC yang terbaca pada LCD terhadap perubahan kelembaban dan temperatur pada *humidity* meter dan termometer *digital* yang dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dan tabel dapat dilihat pada Lampiran A pada Tabel A.4 dan Tabel A.5.

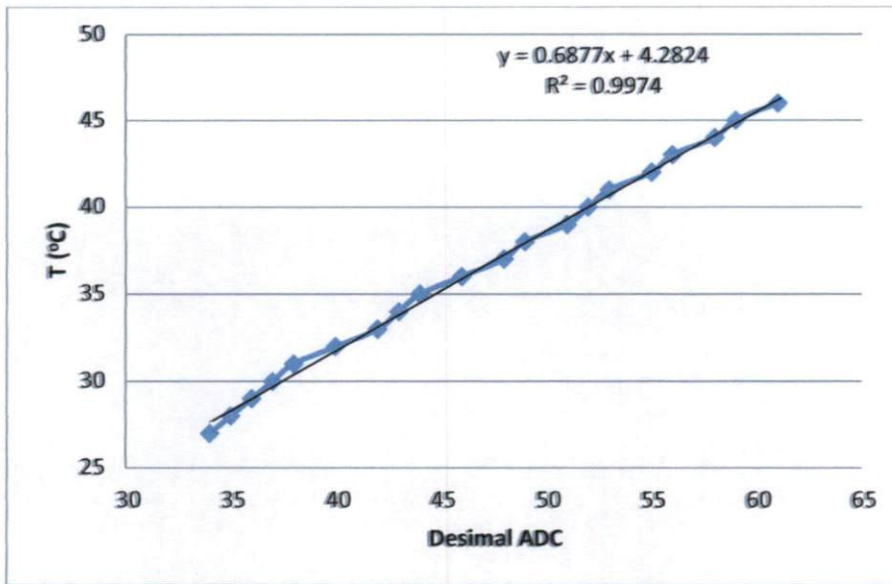


Gambar 4.7 Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap RH)

Pengujian pertama ini dilakukan dengan melihat angka desimal ADC pada LCD dan melihat besar pembacaan kelembaban pada *humidity* meter. Hasil persamaan yang diperoleh  $y = 0,8454x + 48,36$ . Dan hasil tersebut terlihat bahwa pembacaan kelembaban oleh sensor HSM-20G sebanding dengan pembacaan desimal ADC 0804. Dengan menggunakan pendekatan garis linear didapatkan hubungan antara pembacaan kelembaban sensor dengan data desimal dalam bentuk Persamaan 4.1.

$$\text{Kelembaban} = 0,8454\text{desimal} + 48,36 \text{ (}^{\circ}\text{C)} \quad (4.1)$$

Dari persamaan 4.1 dapat dijelaskan bahwa kenaikan kelembaban pembacaan sensor berbanding secara linear dengan kenaikan keluaran data desimal ADC 0804. Dari pengujian diperoleh nilai koefisien linearnya sebesar 0,9192, serta tingkat sensitifitas dalam mendeteksi perubahan desimal sebesar 0,8454 dan *offset* kelembabannya sebesar 48,36. Artinya terjadi perubahan kelembaban setiap perubahan data desimal sebesar 0,8454 dengan kelembaban awal 48,36. Nilai persamaan linear ini yang akan dimasukkan kedalam program untuk mengukur kelembaban.



Gambar 4.8 Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap T)

Pengujian kedua ini dilakukan dengan melihat angka desimal ADC pada LCD dan melihat besar pembacaan temperatur pada termometer *digital*. Hasil persamaan yang diperoleh  $y = 0,6877x + 4,2824$  dan hasil tersebut terlihat bahwa pembacaan temperatur oleh sensor HSM-20G sebanding dengan pembacaan desimal ADC 0804. Dengan menggunakan pendekatan garis linear didapatkan hubungan antara pembacaan temperatur sensor dengan data desimal dalam bentuk Persamaan 4.2.

$$\text{Temperatur} = 0,6877\text{desimal} + 4,2824 \quad (\%) \quad (4.2)$$

Dari Persamaan 4.2 dapat dijelaskan bahwa kenaikan temperatur pembacaan sensor berbanding secara linear dengan kenaikan keluaran data desimal ADC 0804. Dari pengujian diperoleh nilai koefisien linearnya sebesar

0,9974 serta tingkat sensitifitas dalam mendeteksi perubahan desimal sebesar 0,687 dan *offset* temperaturnya sebesar 4,2824. Artinya terjadi perubahan temperatur setiap perubahan data desimal sebesar 0.6877 dengan temperatur awal 4.282. Nilai persamaan linear ini yang akan dimasukkan kedalam program untuk mengukur temperatur.

#### **4.1.6 Hasil pengujian alat ukur kelembaban dan temperatur**

Pengujian hasil pembacaan sensor ini dilakukan untuk melihat seberapa akuratnya tingkat ketelitian dari alat untuk mendeteksi kelembaban dan temperatur yang dibandingkan dengan hasil pembacaan dari *humidity* meter dan termometer *digital*. Gambar-gambar dalam melakukan pengujian alat dapat dilihat pada Lampiran C sedangkan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dan besarnya persen error yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

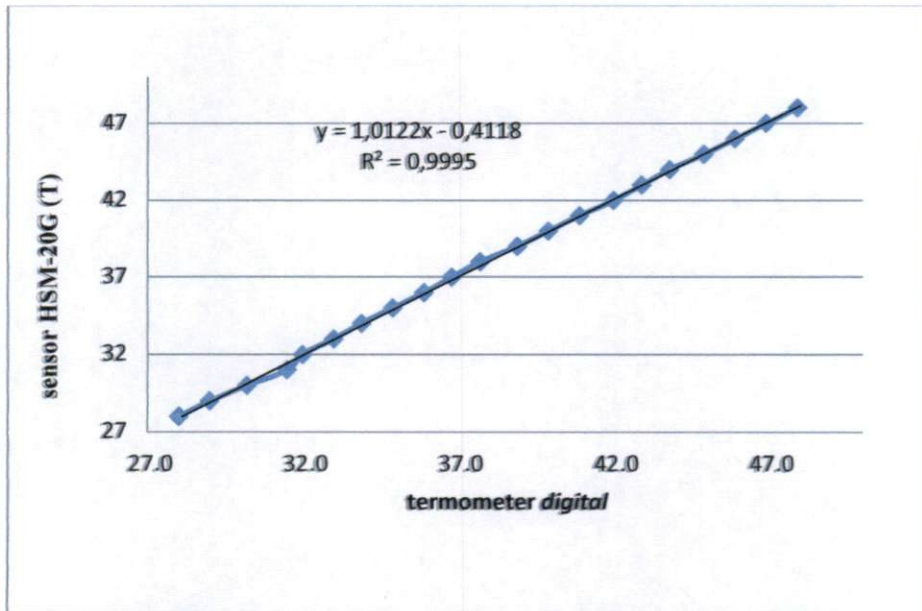


Tabel 4.1 Perbandingan pembacaan temperatur pada LCD (sensor HSM-20G) dengan pembacaan pada termometer *digital*

T (°C) termometer <i>digital</i>	T (°C) HSM-20G	Error	% Error
28.0	28	0.0	0.000
29.0	29	0.0	0.000
30.2	30	0.2	0.662
31.5	31	0.5	1.587
32.0	32	0.0	0.000
33.0	33	0.0	0.000
33.9	34	-0.1	0.295
34.9	35	-0.1	0.287
35.9	36	-0.1	0.279
36.8	37	-0.2	0.543
37.7	38	-0.3	0.796
38.9	39	-0.1	0.257
39.9	40	-0.1	0.251
40.9	41	-0.1	0.244
42.0	42	0.0	0.000
42.9	43	-0.1	0.233
43.8	44	-0.2	0.457
44.9	45	-0.1	0.223
45.9	46	-0.1	0.218
46.9	47	-0.1	0.213
47.9	48	-0.1	0.209

Dari Tabel 4.1 dapat terlihat ada ketidaksesuaian nilai pembacaan temperatur sensor HSM-20G pada LCD dengan hasil pembacaan oleh termometer *digital*. Hal ini disebabkan kerana mikrokontroler tidak dapat mendeteksi angka berkoma sehingga nilai hasil konversi desimal ke temperatur terindera dibulatkan ke bawah (bilangan di belakang koma dihilangkan). Selisih pembacaan tidak terlalu besar dan nilai ini masih dapat ditolerir dengan persentase kesalahan relatif maksimum 1,587% dengan rata-rata persentase 0,322%. Untuk perhitungan % error dapat dilihat pada Lampiran D. Namun kesalahan ini dapat diminimalkan dengan melakukan pengkaliberasian hasil pembacaan sensor ini dengan

termometer standar dengan menganggap hasil pembacaan termometer *digital* yang digunakan sebagai acuan.



Gambar 4.9 Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (temperatur)

Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa hasil pembacaan sensor cukup linear dengan besar linearitasnya 0,9995, sedangkan kemiringan garis sebesar 1,0122 dan nilai awalnya sebesar -0,4118. Persamaan linear ini menjadi nilai pembacaan temperatur sensor, dimana nilai ini merupakan nilai pembacaan sensor setelah dilakukan linearisasi yang ditunjukkan pada Persamaan 4.3.

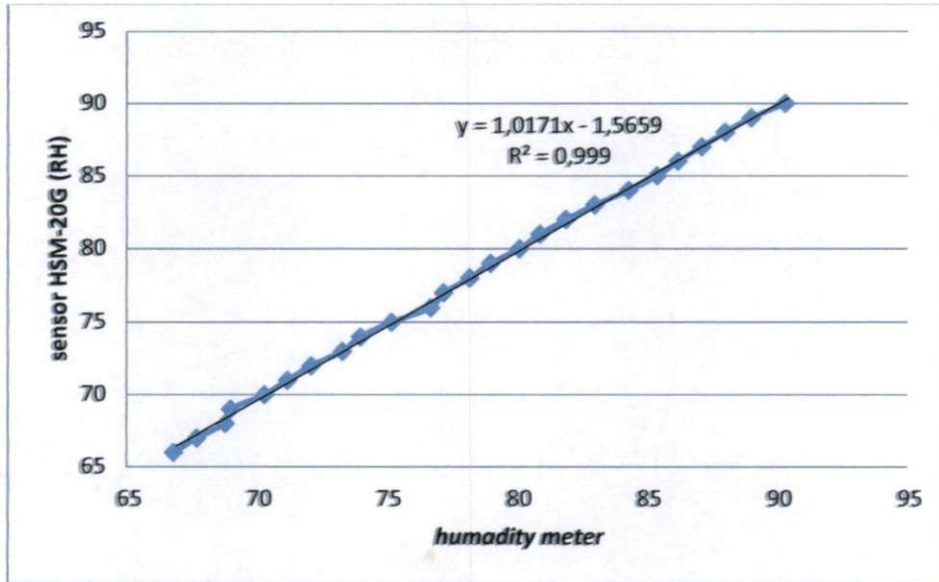
$$T_{\text{sensor}} = 1,0122 T_{\text{termometer digital}} - 0,4118 \quad (4.3)$$

Tabel 4.2 Perbandingan pembacaan kelembaban pada LCD (sensor HSM-20G) dengan pembacaan pada *humidity* meter

RH (%) <i>humidity meter</i>	RH b(%) HSM-20G	Error	% Error
66.8	66	0.8	1.198
67.7	67	0.7	1.034
68.8	68	0.8	1.163
69.0	69	0	0.000
70.3	70	0.3	0.427
71.2	71	0.2	0.281
72.1	72	0.1	0.139
73.3	73	0.3	0.409
74.0	74	0	0.000
75.2	75	0.2	0.266
76.7	76	0.7	0.913
77.2	77	0.2	0.259
78.2	78	0.2	0.256
79.0	79	0	0.000
80.1	80	0.1	0.125
80.9	81	-0.1	0.124
81.9	82	-0.1	0.122
83.0	83	0	0.000
84.3	84	0.3	0.356
85.4	85	0.4	0.468
86.2	86	0.2	0.232
87.1	87	0.1	0.115
88.0	88	0	0.000
89.0	89	0	0.000
90.3	90	0.3	0.332

Dari Tabel 4.2 terlihat ada ketidaksesuaian nilai pembacaan kelembaban sensor HSM-20G pada LCD dengan hasil pembacaan oleh *humidity* meter. Hal ini disebabkan kerana mikrokontroler tidak dapat mendeteksi angka berkoma sehingga nilai hasil konversi desimal ke temperatur terindera dibulatkan kebawah (bilangan dibelakang koma dihilangkan). Selisih pembacaan tidak terlalu besar dan nilai ini masih dapat ditolerir dengan persentase kesalahan maksimum 1,198%

dengan rata-rata persentase 0,329%. Untuk perhitungan % error dapat dilihat pada lampiran D.



Gambar 4.10 Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (kelembaban)

Berdasarkan Gambar 4.10 terlihat bahwa hasil pembacaan sensor cukup linear dengan besar linearitasnya 0,999, sedangkan kemiringan garis sebesar 1,017 dan nilai awalnya sebesar -1,5659. Persamaan linear ini menjadi nilai pembacaan kelembaban sensor, dimana nilai ini merupakan nilai pembacaan sensor setelah dilakukan linearisasi. Persamaan linear ini menjadi nilai pembacaan kelembaban sensor, dimana nilai ini merupakan nilai pembacaan sensor setelah dilakukan linearisasi yang ditunjukkan pada Persamaan 4.4.

$$RH_{\text{sensor}} = 1,0171RH_{\text{humidity meter}} - 1,5659 \quad (4.4)$$

## 4.2 Hasil pengujian perangkat lunak

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah program yang dituliskan dalam mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Program ditulis dengan menggunakan MIDE 51, dengan menggunakan bahas pemrograman C dan *Listing program* dapat dilihat pada Lampiran B. Program tersebut ditulis secara lengkap kemudian dikompile dan kemudian ditanamkan kedalam mikrokontroler AT89S52 dengan menggunakan *software* ISP pgm.

Awalnya kerana keluaran dari sensor HSM-20G memiliki dua buah keluaran analog sehingga dibutuhkan dua buah ADC 0804 untuk mengkonverternya dalam bentuk digital dan dihubungkan ke mikrokontroler AT89S52 sehingga terbaca pada LCD. Namun program dengan dua buah ADC dan satu buah mikrokontroler tidak ada tampilan apa-apa pada LCD sehingga pengujian program terhadap dua buah keluaran dari sensor HSM-20G dilakukan terpisah, artinya pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 buah ADC 0804 dan 2 buah mikrokontroler AT89S52 yang dipasang terpisah. Masing-masing mikrokontroler ditanamkan program-program yang berlainan yaitu program pembacaan keluaran temperatur dan program pembacaan keluaran kelembaban.

Pengujian ini dilakukan dengan cara memanggil salah satu prosedur percobaan pada program utamanya dan ditanamkan kedalam mikrokontroler dan dilihat hasilnya. Dan hasil pengujian menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat menuliskan data ke LCD dan dapat menampilkan pembacaan ADC 0804. Pengujian dari keluaran sensor berupa tegangan analog dan dikonverter ke

ADC 0804 dan diproses melalui mikrokontroler AT89S52 dapat menampilkan besarnya kelembaban (%) dan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) di LCD yang terpisah.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan, realisasi, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ukur kelembaban udara dan temperatur lingkungan berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor HSM-20G ini dapat bekerja dan berfungsi dengan baik sesuai seperti yang diharapkan.
2. Sensor kelembaban pada modul sensor HSM-20G memiliki sensitivitas 0,011 V/%, dengan nilai awal (*offset*) pada -0,509 V, dan derajat korelasi linier  $R^2 = 0,951$ .
3. Sensor temperatur pada modul sensor HSM-20G memiliki sensitivitas 0,098 V/ $^{\circ}$ C, dengan nilai awal pada -0,065 V (untuk pemanasan dengan lampu 5 W), dan derajat korelasi linier  $R^2 = 0,981$ .
4. ADC0804 yang digunakan memiliki resolusi 52,96 desimal/V dengan nilai awal 0,157 desimal.
5. Untuk pengukuran temperatur, alat hasil rancangan ini memiliki persentase kesalahan relatif maksimum 1,587% dengan rata-rata kesalahan 0,322%..
6. Untuk pengukuran kelembaban udara, alat hasil rancangan ini memiliki persentase kesalahan relatif maksimum 1,198% dengan rata-rata kesalahan 0,329%.

7. Mikrokontroler AT89S52 pada penelitian ini tidak dapat digunakan untuk mengontrol dan menampilkan hasil pengukuran dua sensor sekaligus.

## 5.2 Saran

Untuk mengatasi penggunaan dua buah mikrokontroler dan dua buah ADC 0804, maka perlu pembelajaran lebih lanjut dalam penggunaan bahasa pemrograman C. Pada penelitian ini juga disarankan untuk menggunakan mikrokontroler tipe Atmega 8535 (produksi Atmel Corporation) yang di dalamnya telah dilengkapi dengan ADC jadi tidak diperlukan lagi pembuatan rangkaian ADC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A.N. dan Tia, U.A., 2008, Perancangan system Pengukuran Temperatur dan Kelembaban Pada Alat uji Pengkondisian Udara, *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, Yogyakarta.
- Bishop, O., 2004, *Dasar-Dasar Elektronika*, Jilid 1, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Budiharto, W., 2005, *Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroler Perancangan dan Aplikasi Mikrokontroler*, Jilid 1, Edisi Kedua, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Fraden, J., 1996, *Modern Sensor*, Jilid 1, Edisi Kedua, AIP Pres, California.
- Hermawan, H., 2012, Rancang bangun Jejaring Sensor Berbasis Modul RCM4510W Pada akuisisi Data Cuaca, *Skripsi*, Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- Ikraman, N., 2011, Sistem Pengendalian Temperatur dan Kelembaban Pada Miniatur Kumbung Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroler, *FMIPA Fisika, Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Katriani, L., 2011, Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Udara Dengan Sensor HS1101 Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Untuk Ruang Penyimpanan Benih Padi, *Tesis*, FMIPA Fisika, Universitas Andalas, Padang.
- Limantoro, D., 2005, Alat Pengukur Kelembaban Berbasis AVR Menggunakan Sensor RHK14AN, *Skripsi*, Teknik Elektro, Universitas Kristen Putra, Surabaya.
- Maesyaroeh, S., 2008, Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Kelembaban an Suhu Berbasis Mikrokontroler AVR Dengan Tampilan LCD, *FMIPA Fisika, Skripsi*, Universitas pendidikan Indonesia, Bandung.
- Missrianto, 2011, Aplikasi HSM-20G Sebagai Sensor Suhu Pada Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler AtMega 8535, *Skripsi*, FMIPA Fisika Instrumentasi, USU, Medan.
- Permatasari, 2005, Rancang Bangun Alat Pengukur Temperatur dan Kelembaban Berbasis PC dengan Menggunakan Sensor LM35DZ dan Sensor RHK1AN, *Skripsi*, FMIPA Fisika, Universitas Andalas, Padang.

- Putra, A. E., 2003, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi Edisi 2*, Gava Media, Yogyakarta.
- Sasmito, A. I., 2010, Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengendalian Temperatur dan Pengukuran Kelembaban Pada Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler AT89S51, *Skripsi*, FMIPA Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tipler, P. A., 1991, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Jilid 1, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Tooley, M., 2002, *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*, Jilid 1, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Vivaldy, R., 2009, Pembuatan Sistem Monitoring Temperatur Kotak Pengering Material plastic Menggunakan Mikrokontroler, *Skripsi*, Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Zemansky, dan Dittman, 1986, *Kalor dan Termodinamika*, Jilid 1, Edisi Keenam, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Atmel, "Flash Microcontroller: Architectural Overview", USA: Atmel Inc. (<http://www.atmel.com>), 1997, diakses Mai 2012.
- <http://kusriyadi.blogspot.com/2011/11/tugas-struktur-bahasa-pemrograman.html>, diakses Mai 2012.
- <http://blajar-pintar.blogspot.com/2012/06/pengertian-suhu-dan-perbandingannya.html>, diakses Mai 2012.
- <http://indo-ware.com/produk-1851-humidity-hsm20g-sensor.html>, diakses Mai 2012.
- <http://reehokstyle.blogspot.com/2010/03/akses-lcd-16x2.html>, diakses Mai 2012.
- <http://learn--something.blogspot.com/2010/12/format-penulisan-bahasa-c.html>, diakses Mai 2012.
- <http://www.delta-electronic.com>, data sheet HSM-20G, diakses Mai 2012.

Lampiran A. Data Hasil Pengujian Alat

Lampiran A.1 Tabel karakteristik sensor HSM-20G (RH terhadap tegangan)

<b>Kelembaban relatif(RH)</b>	<b>Tegangan keluaran (<math>V_H</math>)</b>
70.0	0.320
71.0	0.321
72.0	0.322
73.0	0.343
74.0	0.350
75.0	0.373
76.0	0.375
77.0	0.378
78.0	0.385
79.0	0.388
80.0	0.390
81.0	0.421
82.0	0.471
83.0	0.474
84.0	0.476
85.0	0.479
86.0	0.493
87.0	0.503

Lampiran A.2 Tabel karakteristik sensor HSM-20G (T terhadap tegangan) dengan uap air

<b>Temperatur (<math>^{\circ}C</math>)</b>	<b>Tegangan (<math>V_T</math>)</b>
29.2	0.353
29.2	0.355
29.2	0.356
29.2	0.357
29.2	0.360
29.3	0.362
29.3	0.366
29.4	0.371
29.5	0.379
29.7	0.387
29.9	0.402
30.4	0.432
30.9	0.478

Lampiran A.2 Tabel karakteristik sensor HSM-20G (T terhadap tegangan) dengan uap air (lanjutan)

Temperatur (°C)	Tegangan (V <sub>T</sub> )
32.0	0.589
32.2	0.664
32.4	0.698
32.9	0.734
33.4	0.749

Lampiran A.3 Tabel pengujian ADC 0804 (Vin terhadap desimal ADC)

tegangan (volt)	adc (desimal)
0.000	0
0.010	1
0.050	3
0.130	7
0.180	10
0.210	12
0.250	14
0.300	16
0.330	18
0.380	20
0.440	24
0.490	26
0.530	28
0.580	31
0.640	34
0.690	37
0.720	39
0.780	42
0.830	44
0.870	46
0.920	49
0.980	52
1.040	56
1.170	63
1.220	65
1.280	68
1.350	72
1.400	75
1.441	77
1.491	79

Lampiran A.3 Tabel pengujian ADC 0804 (Vin terhadap desimal ADC)  
(lanjutan)

tegangan (volt)	adc (desimal)
1.549	82
1.591	85
1.642	87
1.719	91
1.768	94
1.835	98
1.908	102
1.996	106
1.999	107

Lampiran A.4 Tabel pengujian ADC 0804 (Desimal ADC terhadap RH)

desimal ADC	RH
31	72
32	73
33	74
33	75
34	76
34	77
35	78
35	79
36	80
36	81
37	82
38	83
40	84
42	85
43	86
45	87
47	88
49	89
51	90

Lampiran A.5 Tabel pengujian ADC 0804 (Desimal ADC terhadap T)

<b>Desimal ADC</b>	<b>T</b>
34	27
35	28
36	29
37	30
38	31
40	32
42	33
43	34
44	35
46	36
48	37
49	38
51	39
52	40
53	41
55	42
56	43
58	44
59	45
61	46

Lampiran B. Listing program alat ukur kelembaban dan temperatur

---

Lampiran B.1 *Listing* program kelembaban

```
#include "at89x52.h"

#define LCDRS P2_0

#define LCDEN P2_1

#define LCDBUS P0

#define ADCBUS P3

#define WR P1_3 // KAKI 3 adc DI PIN pin1_3

#define INTR P1_2 // kaki 5 adc di pin1_2

#include "lcdangka.h"

unsigned char desimal;

float kelembaban;

void main()

{ // mulai

inisialisasi();

while (1) //ulangi selalu

    { //begin while

        //hitung desimal

WR = 0; // memulai baca ADC

        delay(1000); //tunda 10 us

WR = 1; // baca nilai adc

        while(INTR == 1)
```

```

    {      ;}

    desimal = ADCBUS;

    kelembaban = (desimal* 0.845+48.36);// hasil karakteristik

    xy(1,1);

    tulisstring("nilai kelembaban ");

    xy(2,5);

    tulisangka(kelembaban);// menuliskan nilai RH di LCD

    tulisstring(" ");// menuliskan nilai kelembaban di LCD

    xy(2,10);tulisstring("%");

} // end while

} // end main

```

Lampiran B.2 *Listing* program temperatur

```

#include "at89x52.h"

#define LCDRS P2_0

#define LCDEN P2_1

#define LCDBUS P0

#define ADCBUS P3

#define WR P1_3 // KAKI 3 adc DI PIN pin1_3

#define INTR P1_2 // kaki 5 adc di pin1_2

#include "lcdangka.h"

unsigned char desimal;

```

```

float temperatur;

void main()

{ // mulai

inisialisasi();

while (1) //ulangi selalu

    { //begin while

        //hitung desimal

        WR = 0; // memulai baca ADC

        delay(1000); //tunda 10 us

        WR = 1; // baca nilai adc

        while(INTR == 1)

            {

                ;

            }

        desimal = ADCBUS;

        temperatur = (desimal* 0.687 + 4.282); // hasil karakteristik temperatur

        xy(1,1);

        tulisstring("nilai temperatur ");

        xy(2,5);

        tulisangka(temperatur); // menuliskan nilai RH di LCD

        tulisstring(" "); // menuliskan nilai kelembaban di LCD

        xy(2,9); tulisstring("C"); \

    } // end while

} // end main

```

Lampiran C. Gambar kegiatan pengujian alat



Termometer *digital*



*Humadity* meter acuan



Pemanas air



Pengujian nilai desimal ADC 0804



Besar tegangan terbaca



Pengujian kelembaban pada LCD



Kelembaban pada *humadity* meter



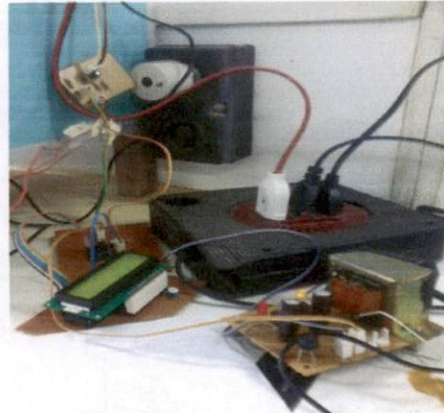
Pengujian temperatur pada LCD



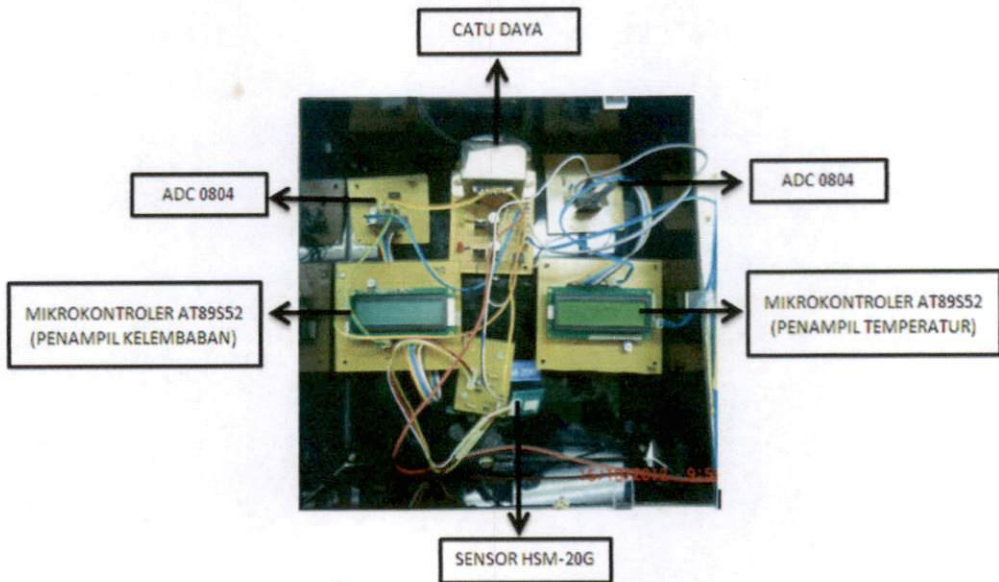
Temperatur pada termometer *digital*



Karakterisasi sensor HSM-20G



Pengujian akhir sensor HSM-20G



Gambar alat keseluruhan

Lampiran D. Contoh perhitungan % error

---

Contoh D.1 Perhitungan % error kelembaban

$$\% \text{error kelembaban} = \frac{(RH_{\text{acuan}} - RH_{\text{praktek}})}{RH_{\text{acuan}}} \times 100 \%$$

Data :

$$RH_{\text{acuan}} (\text{humidity meter}) = 30,2 \%$$

$$RH_{\text{praktek}} (\text{HSM-20G}) = 30\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{error kelembaban} &= \frac{30,2 - 30}{30,2} \times 100\% \\ &= 0,662 \% \end{aligned}$$

Contoh D.2 Perhitungan % error temperatur

$$\% \text{error temperatur} = \frac{(T_{\text{acuan}} - T_{\text{praktek}})}{T_{\text{acuan}}} \times 100 \%$$

Data :

$$T_{\text{acuan}} (\text{termometer digital}) = 66,8^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{praktek}} (\text{HSM-20G}) = 66^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \% \text{error temperatur} &= \frac{66,8 - 66}{66,8} \times 100\% \\ &= 1,198 \% \end{aligned}$$

# HSM-20G HUMIDITY SENSOR MODULE

The module of HSM-20G is essential for those applications where the relative humidity can be converted to standard voltage output.

## 1. Applications

- ⌚ Humidifiers & dehumidifiers
- ⌚ Air-conditioner
- ⌚ Humidity data loggers
- ⌚ Automotive climate control
- ⌚ Other applications

## 2. Specifications

Characteristics		HSM-20G
Input voltage range		DC 5.0±0.2V
Output voltage range		DC 1.0—3.0 V
Measurement Accuracy		±5% RH
Operating Current (Maximum)		2mA
Storage RH Range		0 to 99% RH
Operating RH Range		20 to 95% (100% RH intermittent)
Transient Condensation		< 3%RH
Temperature Range	Storage	-20 °C to 70 °C
	Operating	0 °C to 50 °C
Hysteresis (RH @ 25 °C)		MAX 2%RH
Long Term Stability (typical drift per year)		±1.5%
Linearity		Linearity
Time Response (63% step change)		1 min
Dimensions (L*W)		34mm*22mm

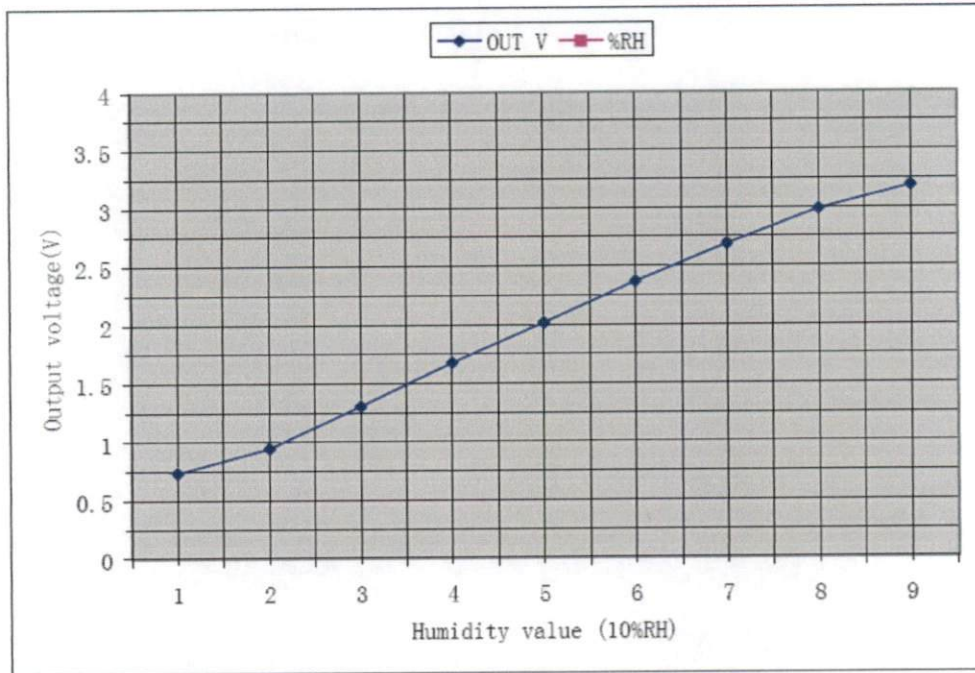
### 3. Reliability Test

No	Item	Method	Requirement
1	Impact test	To drop module 3 times at random on to a hard wooden plate from 1 meter above high	No breakage, nor racks Should be electrically normal
2	Vibration test	Vibration test in X-Y-Z axis for 30 min. under 10 – 55 Hz frequency, 1.5 mm (10-55-10 Hz)	Within $\pm$ 5% RH
3	Heat Resistance	To leave module in an ambient of 55 °C and 30% RH max. for 48 hours.	Within $\pm$ 5% RH
4	Cool Resistance	To leave module in an ambient of -10 °C and 30% RH max. for 48 hours.	Within $\pm$ 5% RH
5	Humidity Resistance	To leave in an ambient of 40 °C and 95% RH for 48 hours.	Within $\pm$ 5% RH
6	Temperature cycle test	5 cycles. 1 cycle stands for leaving module under -10 °C for next 1 hour. Then, leave it another 1 hour, and lower temp. to -10 °C for next 1 hour.	Within $\pm$ 5% RH

**Remark :**

- All standard figures are based on humidity variation under 60% RH (at 25 °C)
- Upon completion of all test, module will be left over under nominal environment
- And humidity for 24 hours.

#### 4. Typical Response of HSM-20G at 25 °C



#### STANDARD CHARACTERISTICS

%RH	10	20	30	40	50	60	70	80	90
OutputV	0.74	0.95	1.31	1.68	2.02	2.37	2.69	2.99	3.19

## 5.0 Temperature Output Signal (HSM—20G)

$R(25^{\circ}\text{C}) = 47\text{k}\Omega \pm 1\%$ ,  $B(25/85) = 3950 \pm 1\%$

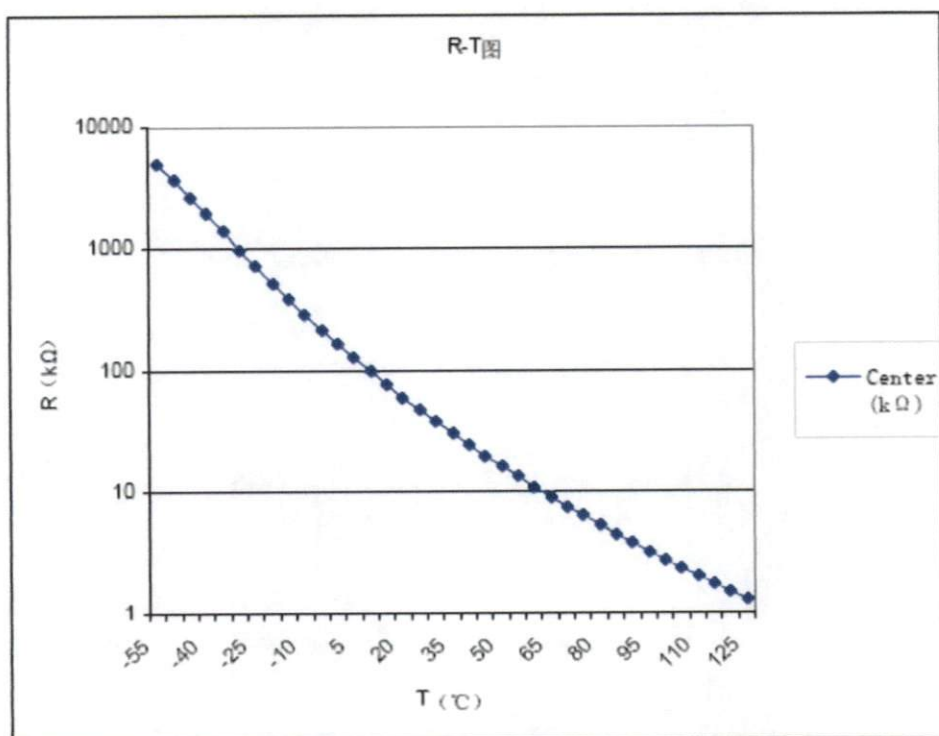
Temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	0	10	20	25	30	40	50	60
Resistance( $\text{k}\Omega$ )	158.02	94.82	58.92	47.00	37.78	24.92	16.86	11.69

### •Temperature Dependence (Reference)

$\pm 5\%$  RH( $V_{\text{in}}=5\text{V DC}$ , 40~80%RH, Temp Range 10~40 $^{\circ}\text{C}$  (based on 25 $^{\circ}\text{C}$ ))

### •Voltage Dependence (Reference)

$\pm 5\%$  RH( $V_{\text{in}}=5\text{V DC}$ , 40~80%RH, Voltage Range 4.75~5.25V (based on 5V DC))



## 5.1 Temperature Output Signal (HSM—20G)

$R(25^{\circ}\text{C}) = 47\text{k}\Omega \pm 1\%$ ,  $B(25/85) = 3950 \pm 1\%$

Temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	0	10	20	25	30	40	50	60
Resistance( $\text{k}\Omega$ )	158.02	94.82	58.92	47.00	37.78	24.92	16.86	11.69

## 5.2 Temperature Output Signal (HSM-20S)

$R(25^{\circ}\text{C}) = 50\text{k}\Omega \pm 1\%$ ,  $B(25/85) = 4000 \pm 1\%$

Temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	0	10	20	25	30	40	50	60
Resistance( $\text{k}\Omega$ )	170.70	101.78	62.86	50.00	40.08	26.30	17.71	12.21

