

**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR SUHU DAN KELEMBABAN
UDARA BERBASIS DIGITAL DENGAN DATA TERSIMPAN
MENGUNAKAN SENSOR SHT75**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



NOFRI HARDISAL

12767 / 2009

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Judul : **Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75**

Nama : Nofri Hardisal

Nim/Bp : 12767/2009

Jurusan : Fisika

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

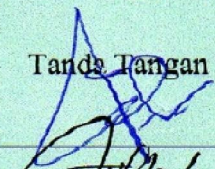
Padang, Agustus 2013

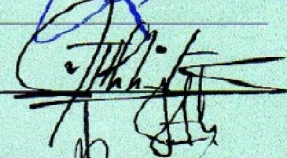
Tim Penguji

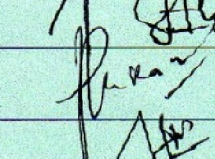
Nama

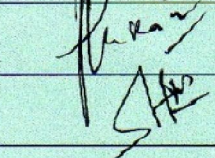
Tanda Tangan

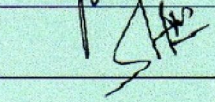
1. Ketua : Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
2. Sekretaris : Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si
3. Anggota : Drs. Hufri, M.Si
4. Anggota : Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si
5. Anggota : Nofi Yendri Sudiar, S.Si, M.Si

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Judul : **Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75**

Nama : Nofri Hardisal

Nim/Bp : 12767/2009

Jurusan : Fisika

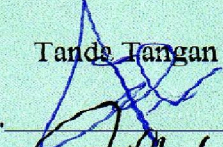
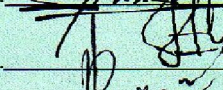
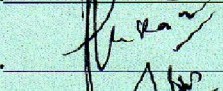
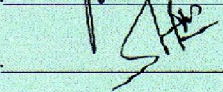
Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2013

	Tim Penguji
	Nama
1. Ketua	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
2. Sekretaris	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si
3. Anggota	: Drs. Hufri, M.Si
4. Anggota	: Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si
5. Anggota	: Nofi Yendri Sudiar, S.Si, M.Si

Tanda Tangan

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

ABSTRAK

Nofri Hardisal : Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75

Suhu dan kelembaban merupakan parameter cuaca yang penting diukur untuk berbagai keperluan, seperti pada pertanian, farmasi dan lain-lain. Pada Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika pengamatan cuaca menggunakan termohigrograf analog yang menggunakan sensor mekanik yaitu sensor rambut dan bimetal. Penelitian ini mendesain dan membuat alat ukur suhu dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan dalam memori menggunakan sensor suhu dan kelembaban SHT75 yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan terkalibrasi digital. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Teknik pengukuran dan pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan terhadap keluaran sensor SHT75. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem sensor suhu dan kelembaban SHT75. Data yang diperoleh melalui pengukuran dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat diungkapkan tiga hasil penting dari penelitian. Pertama, hasil desain alat ukur suhu dan kelembaban terdiri dari modul sensor SHT75 sebagai pengindera suhu dan kelembaban, *casing* sistem dimana rangkaian pembangun sistem alat ukur diletakkan. Kedua, sebagai data logger dari alat ukur menggunakan EEPROM internal Mikrokontroler ATMEGA32. Ketiga, alat ukur suhu dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan memiliki ketepatan dan ketelitian yang tinggi, ketepatan relatif rata-rata pengukuran modul sensor SHT75 untuk suhu adalah 98,93% dengan ketelitian rata-rata 0,999. Sedangkan ketepatan relatif rata-rata untuk pengukuran kelembaban adalah 99,13% dengan ketelitian rata-rata 0,994.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kehadiran Allah yang maha kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat merealisasikan dan menulis tugas akhir ini. Sebagai judul penelitian ini adalah “Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75”.

Dalam merealisasikan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing I, Bapak Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Hufri, M.Si, Bapak Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si, Bapak Nofi Yendri Sudiar, S.Si, M.Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si, sebagai Penasehat Akademik, yang selalu memberikan motivasi, dan semangat untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Agustus 2013

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Pertanyaan Penelitian	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Termohigrograf	8
B. Suhu Udara	9
C. Kelembaban Udara	11
D. Komponen Elektronika	12
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian	34
B. Jenis Penelitian	34
C. Alat dan Bahan	35
D. Desain Penelitian	35
E. Teknik Pengumpulan Data	42
F. Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Hasil Penelitian	45
B. Pembahasan	56

BAB V	PENUTUP	59
A.	Kesimpulan	59
B.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Termohigrograf Analog	8
2. Kertas pias pada termohigrograf	9
3. Fluktuasi Suhu Udara Harian	10
4. Blok diagram sensor suhu dan kelembaban	12
5. Konfigurasi pin SHT7x	13
6. Skema antarmuka sensor SHT75 dengan Mikrokontroler	13
7. Blok diagram AVR ATmega32	15
8. Pin-pin ATmega32	16
9. Blok diagram DS1307	20
10. Bentuk fisik DS1307 beserta keterangan kaki-kakinya	21
11. Konfigurasi umum DS1307 dan mikrokontroler	22
12. Urutan-urutan <i>Slave Receiver Mode</i> (Write Mode)	23
13. Urutan-urutan <i>Slave Transmitter Mode</i> (Read Mode)	23
14. Konfigurasi pin RS232	27
15. Wiring diagram RS232 ke mikrokontroler	28
16. Konfigurasi pin MAXIM 232	29
17. Bentuk fisik LCD 2 X 16 , (b) Rangkain Display LCD	30
18. Rangkaian Catu Daya Teregulasi	33
19. Blok diagram Sistem Alat ukur	36
20. Desain <i>cashing</i> Alat Ukur	37
21. Desain <i>flowchart</i> Perangkat Lunak Alat Ukur	39
22. Foto Hasil Desain Alat Ukur	46

23. Hasil Desain Rangkain Elektronika Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban	47
24. Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu dengan Persen Kesalahan Dibandingkan dengan Instrumen Hobo.....	50
25. Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu dengan Ketepatan Relatif dibandingkan alat ukur standar	50
26. Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban dengan Persen Kesalahan dibandingkan dengan Instrumen Hobo	51
27. Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban dengan Ketepatan Relatif dibandingkan dengan Instrumen Hobo	52
28. Variasi Suhu, Kelembaban dan Dewpoint Pada Tanggal 14 dan 15 Juli 2013.....	55
29. Variasi Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban dan Dewpoint.....	56
30. Skematik Rangkaian Elektronika Sistem Alat Ukur Suhu dan kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data tersimpan	62
31. Hobo Instrumen.....	81
32. Pengambilan data dari alat ukur	81
33. Stasiun GAW Bukit Koto Tabang Bukittinggi	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fungsi khusus <i>port</i> A	17
2. Fungsi khusus <i>port</i> B	18
3. Fungsi khusus <i>port</i> C	18
4. Fungsi khusus <i>port</i> D	19
5. <i>Register-register</i> pada DS1307	24
6. Konfigurasi pin dan nama bagian serial DB-9	28
7. Fungsi pin pada LCD	31
8. Ketelitian pengukuran suhu.....	53
9. Ketelitian pengukuran Kelembaban	54
10. Ketelitian pengukuran Dewpoint	54
11. Ketepatan Pengukuran Suhu dibandingkan dengan Instrumen Hobo	63
12. Ketepatan Pengukuran Kelembaban dibandingkan Instrumen Hobo	65
13. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Suhu Udara Tanggal 21 Juli 2013	67
14. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Kelembaban Udara Tanggal 21 Juli 2013.....	67
15. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Dewpoint Udara Tanggal 21 Juli 2013.....	68
16. Hasil Download Data Tersimpan Alat Ukur tanggal 14 dan 15 Juli 2013.....	69
17. Hasil Download Data Tersimpan Alat Ukur tanggal 16 dan 17 Juli 2103	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skematik Rangkaian Elektronika Pembangun Sistem alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan	62
2. Data Statistik Ketepatan Pengukuran Suhu Dibandingkan Alat Ukur Standar	63
3. Data Statistik Ketepatan Pengukuran Kelembaban dibandingkan Alat Ukur Standar	65
4. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan tanggal 21 Juli 2013	67
5. Data Tersimpan Hasil Pengukuran Alat Ukur	69
6. Program Sistem Alat Ukur suhu Dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan	72
7. Foto Alat Ukur Standar dan Tempat Pengukuran	81
8. Surat Izin Penelitian	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) saat ini selalu mengalami peningkatan yang begitu pesat, sejalan dengan kebutuhan manusia yang selalu meningkat. Para ahli terus melakukan penelitian untuk melahirkan produk teknologi guna memenuhi kebutuhan manusia. Hasil IPTEK tersebut telah terbukti banyak memberikan kemudahan dan keuntungan bagi manusia.

Salah satu disiplin ilmu yang memberikan andil yang cukup besar dalam perkembangan IPTEK ini adalah Fisika. Fisika telah memberikan dasar yang kuat pada kemajuan teknologi. Kemajuan teknologi erat hubungannya dengan kemajuan Fisika. Salah satu bidang kajian fisika yang tidak kalah pesat perkembangannya saat ini adalah Elektronika dan Instrumentasi. Kemajuan Elektronika dan Instrumentasi ini cukup membantu manusia dalam memenuhi kebutuhan. Karena itu, bidang Elektronika dan Instrumentasi menjadi perhatian yang serius dan menarik dikalangan generasi perancang teknologi baru.

Perkembangan ini dapat diamati pada peralihan dari sistem mekanik atau manual ke sistem digital. Peralihan sebuah sistem dari manual ke sistem digital ini memerlukan suatu sensor. Sensor adalah suatu piranti yang dapat mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik. Menurut Fraden (2003: 20) *“A sensor is a device that receives a stimulus and responds with an electrical signal”*. Melalui sensor dapat dirancang berbagai sistem yang dapat bekerja secara otomatis dan

mampu menganalisa fenomena-fenomena yang terjadi dialam, baik itu untuk pengukuran maupun untuk pengontrolan.

Sensor yang digunakan dalam membangun sebuah sistem pengukuran dan pengontrolan berbeda-beda sesuai dengan kegunaan sensor itu sendiri. Sensor cahaya merupakan alat yang digunakan untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor suhu merupakan alat yang digunakan untuk merubah besaran suhu menjadi besaran listrik. Sensor kelembaban yaitu alat yang digunakan untuk mengindera kelembaban dan mengubahnya kedalam besaran listrik. Jadi, sensor adalah suatu komponen elektronika yang mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik.

Suhu dan kelembaban merupakan besaran fisis yang perlu diukur dan dikontrol untuk berbagai keperluan. Pada Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG) pengamatan terhadap suhu dan kelembaban juga penting. Suhu dan kelembaban ini merupakan parameter cuaca. Menurut Regariana (2008) Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Sedangkan menurut Nuryadi (2011) Cuaca adalah keadaan atmosfer pada setiap saat yang dinyatakan oleh tinggi rendahnya nilai parameter suhu, tekanan, angin, kelembapan, dan berbagai fenomena yang ada, misalnya adanya awan, hujan, badai, guntur, dan lain sebagainya. Apabila intensitas cahaya meningkat, maka suhu udara juga meningkat, kelembaban menjadi rendah, penguapan tinggi, awan hujan menjadi banyak, dan apabila terjadi kondensasi maka akan timbul presipitasi (hujan).

Cuaca dapat ditentukan dari gabungan parameter cuaca dan jangka waktu tertentu. Pagi hari, siang hari dan sore hari keadaan cuaca berbeda-beda di setiap tempat dan jam. Informasi parameter cuaca dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam bidang pertanian. Parameter cuaca akan berkaitan dengan kejadian alam, sehingga bisa memperkirakan waktu musim tanam dan memilih tanaman yang cocok pada musim tersebut.

Pengamatan suhu dan kelembaban di BMKG menggunakan Termograf dan Higrograf, dan gabungan kedua instrumen tersebut seperti Termohigrograf. Instrumen Termohigrograf yang ada di BMKG pada umumnya masih manual yaitu dengan memanfaatkan karakteristik rambut dan bimetal sebagai sensornya. Pengamatan suhu dan kelembaban dengan termohigrograf ini dilakukan berulang kali, dengan cara mengganti kertas grafik. Cara ini akan membuat suatu pengamatan memerlukan waktu yang cukup lama. Data yang di peroleh dari termohigrograf berupa data mentah, dan memerlukan tenaga profesional untuk mengolah datanya. Kertas grafik pada termohigrograf ini harus diganti satu kali dalam seminggu, sehingga memerlukan biaya tambahan dalam pengamatanya.

Parameter lain yang perlu diamati untuk analisis cuaca adalah dewpoint, dewpoint ini diperoleh dari hubungan suhu dan kelembaban. Dewpoint adalah titik jenuh udara, artinya suhu yang dicapai bila udara didinginkan pada tekanan dan jumlah uap air yang tetap hingga udara menjadi jenuh. Di BMKG data dewpoint ini diperoleh dari data manual yaitu dari data termometer bola basah dan termometer bola kering. Sehingga juga butuh tenaga profesional untuk menganalisis datanya.

Berdasarkan latar belakang ini penulis tertarik membuat Alat Ukur Suhu dan Kelembaban digital dengan data tersimpan dalam memori. Sehingga pengamatan suhu dan kelembaban serta dewpoint dapat diperoleh datanya dengan praktis, tanpa harus di amati setiap waktu dan tidak membutuhkan tenaga profesional untuk mendapatkan datanya. Karena data yang diperoleh dapat di simpan dalam memori sehingga pada suatu waktu dapat digunakan, dan data yang diperoleh sudah berupa nilai sebenarnya tanpa harus menganalisis terlebih dahulu. Sementara itu sensor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu modul sensor SHT75 yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Modul sensor SHT75 ini merupakan sensor suhu dan kelembaban yang telah terintegrasi dalam satu paket. Keluaran dari sensor ini sudah digital dan terkalibrasi. Sehingga data yang diperoleh dari sensor sudah merupakan nilai sebenarnya tanpa harus mengkalibrasi terlebih dahulu.

Penelitian ini sejalan dengan Acta (2009), membuat rancang bangun perekam data kelembaban relatif dan suhu udara berbasis mikrokontroler. Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yaitu : rendahnya daya tahan baterai, data yang masih terputus, tidak menggunakan *display* dan adanya pengaruh radiasi sistem terhadap keluaran sensor. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini yaitu: perlunya menggunakan Adaptor dan baterai yang dilengkapi dengan sistem relay, pada saat arus PLN terputus sistem otomatis akan dicatu dayai oleh baterai, sehingga pengukuran tetap bisa di lanjutkan dan bisa memperoleh data yang utuh. Data yang terputus diatasi dengan memperbaiki komunikasi antara *realtime clock DS1307* dengan mikrokontoler, menggunakan

sensor SHT75 yang memiliki tingkat akurasinya lebih tinggi. Dengan dasar inilah penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini, sebagai judul dari penelitian ini adalah **“Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75”**.

B. Perumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimanakah spesifikasi desain dan performansi alat ukur suhu dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75?”

C. Pembatasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Spesifikasi yang diamati berupa spesifikasi performansi dan spesifikasi desain. Spesifikasi performansi meliputi identifikasi fungsi setiap bagian pembentuk sistem alat ukur, sedangkan spesifikasi desain meliputi pengukuran terhadap pengaruh suhu dan kelembaban keluaran sensor, serta ketepatan dan ketelitian sistem alat ukur.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATMEGA32;
3. Penyimpanan data menggunakan EEPROM internal mikrokontroler ATMEGA32 yang mempunyai memori sebesar 2KB;
4. *Interfacing* data ke PC menggunakan RS-232.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan penelitian diatas maka dapat ditentukan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimanakah spesifikasi performansi hasil desain dan pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital dengan data tersimpan mrnggunakan Sensor SHT75 tersebut ?
2. Bagaimanakah spesifikasi desain dan pembuatan dari alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital dengan data tersimpan menggunakan Sensor SHT75 tersebut?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka secara umum penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menjelaskan spesifikasi performansi hasil pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75;
2. Menjelaskan spesifikasi desain dari alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75;

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat pada:

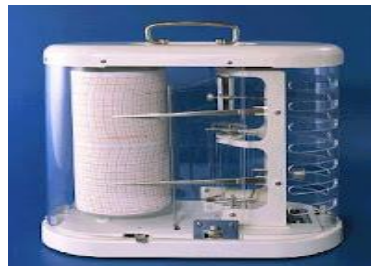
1. BMKG, menambah instrumen untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban;
2. Kelompok bidang kajian elektronika dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika;
3. Pembaca, untuk memperluas wawasan dan menambah pengetahuan bidang kajian elektronika dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
4. Peneliti lain, sebagai sumber referensi dalam pengembangan penelitian tentang elektronika dan instrumentasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

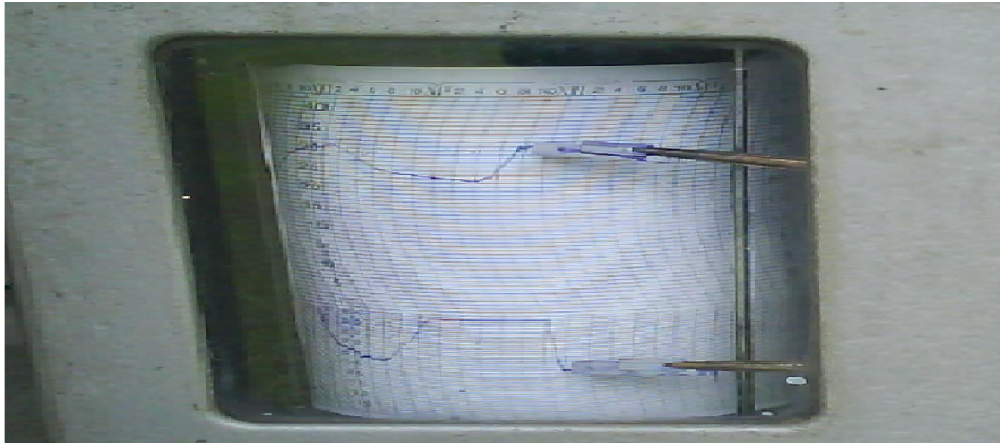
A. Termohigrograf

Termohigrograf adalah alat ukur suhu dan kelembaban otomatis. Termohigrograf menggunakan sensor rambut dan bimetal, rambut untuk mengukur kelembaban udara dan bimetal untuk mengukur suhu udara. Kedua sensor ini dihubungkan secara mekanik ke jarum penunjuk yang merupakan pena penulis di atas kertas pias yang berputar menurut waktu.



Gambar 1. Termohigrograf Analog

Alat ini dapat mencatat suhu dan kelembaban setiap waktu secara otomatis pada pias. Termohigrograf ini terdiri dari dua sistem yaitu higrograf pada tuas bagian atas dan termohigrograf pada tuas bagian bawah. Prinsip kerja dari termohigrograf ini memanfaatkan bimetal dan rambut sebagai sensornya. Kenaikan suhu udara menyebabkan keping bimetal memuai dan menggerakkan tuas sehingga pena pencatat suhu udara bergerak dan menggoreskannya pada kertas grafik. Kenaikan kelembaban udara menyebabkan rambut menyerap uap air sehingga rambut mengembang dan akan menggerakkan tuas dan menggoreskan pada kertas grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



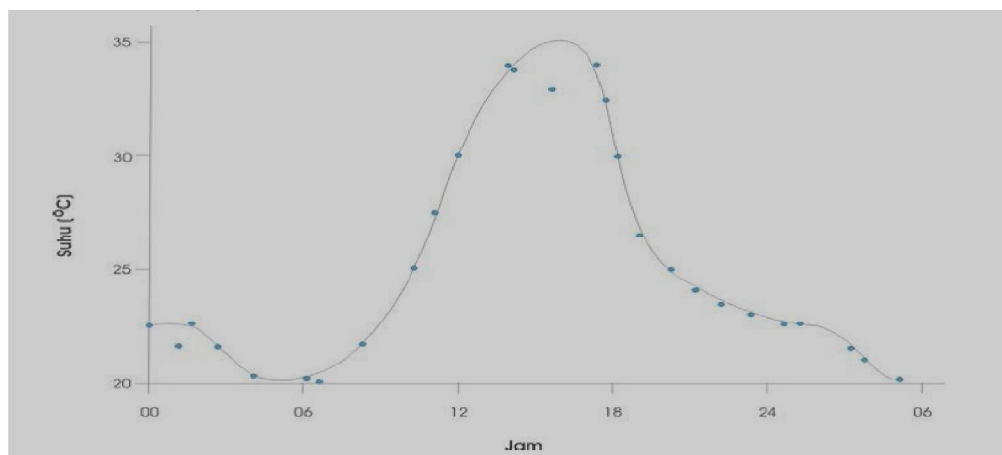
Gambar 2. Kertas pias pada termohigrograf

Gambar 2 merupakan hasil goresan pensil tuas yang pada kertas pias dari termohigrograf, tuas bagian atas berfungsi untuk menulis data kelembaban dan tuas bagian bawah berfungsi menulis data suhu. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa perekaman data suhu dan kelembaban ditampilkan pada kertas pias dalam bentuk grafik. Untuk memperoleh data suhu dan kelembaban, maka diperlukan tenaga profesional untuk menterjemahkan grafik tersebut agar didapatkan data yang bisa dianalisis dan menjadi suatu informasi yang penting.

B. Suhu Udara

Suhu merupakan karakteristik *inherent*, dimiliki oleh suatu benda yang berhubungan dengan panas dan energi. Jika panas dialirkan pada suatu benda, maka suhu benda tersebut akan meningkat, sebaliknya suhu benda tersebut akan turun jika benda yang bersangkutan kehilangan panas. Akan tetapi hubungan antara satuan panas (energi) dengan satuan suhu tidak merupakan suatu konstanta, karena besarnya peningkatan suhu akibat penerimaan panas dalam jumlah tertentu akan dipengaruhi oleh daya tampung panas (heat capacity) yang dimiliki oleh benda penerima tersebut. (Lakitan, 1994)

Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata selama setiap periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Fluktuasi suhu udara harian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fluktuasi Suhu Udara Harian
Sumber : Lakitan (1994)

Gambar 3 merupakan grafik fluktuasi suhu udara harian. Dari grafik dapat dilihat pada jam 06:00 suhu udara 20° celcius, suhu terus meningkat hingga mencapai 24° celcius pada jam 12 siang hari, karena sebagian dari radiasi matahari diserap oleh gas-gas atmosfer dan partikel-partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan energi radiasi matahari ini akan menyebabkan suhu udara meningkat. Suhu udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni pada tengah hari. (Lakitan, 1994)

Suhu udara kembali turun hingga jam 18:00 dengan suhu 25° celcius hingga mencapai suhu minimum pada jam 06:00 dengan suhu 20° celcius, karena permukaan bumi merupakan permukaan penyerap utama dari radiasi matahari. Oleh sebab itu permukaan bumi merupakan sumber panas bagi udara di atasnya dan bagi lapisan tanah di bawahnya. Pada malam hari, permukaan bumi tidak

menerima masukan energi dari radiasi matahari, tetapi permukaan bumi tetap akan memancarkan energi dalam bentuk radiasi gelombang panjang, sehingga permukaan akan kehilangan panas, akibatnya suhu permukaan akan turun. Karena perannya yang demikian maka fluktuasi suhu permukaan akan lebih besar dari fluktuasi udara di atasnya. (Lakitan, 1994).

C. Kelembaban Udara

Kelembaban adalah kadar uap air yang terkandung dalam udara. Menurut Nuryadi (2011) Banyaknya uap air didalam udara bergantung pada banyak faktor, antara lain ketersediaan air dan sumber uap, suhu, tekanan udara, angin. Udara yang suhunya tinggi mempunyai kemampuan menyimpan uap air lebih banyak dibandingkan udara yang suhunya lebih rendah, karena didalam udara yang suhunya rendah uap air mudah mengembun kembali menjadi uap air.

Data klimatologi untuk kelembaban udara yang umum dilaporkan adalah kelembaban relatif (*relative humidity*, disingkat RH). Kelembaban relatif adalah perbandingan antara tekanan uap air aktual(yang terukur) dengan tekanan uap air pada kondisi jenuh. Umumnya dinyatakan dalam persen.

$$RH = \left[\frac{P_A}{P_s} \right] \times 100\% \quad (1)$$

P_A = Tekanan uap air aktual

P_s = Tekanan uap air pada kondisi jenuh

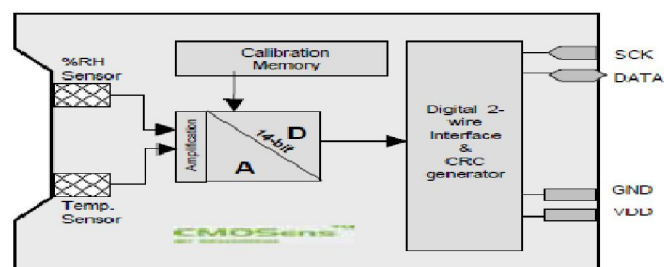
Jika udara jenuh dengan uap air, maka $P_A = P_s$ dan $RH=100\%$

D. Komponen Elektronika

1. Sensor SHT75

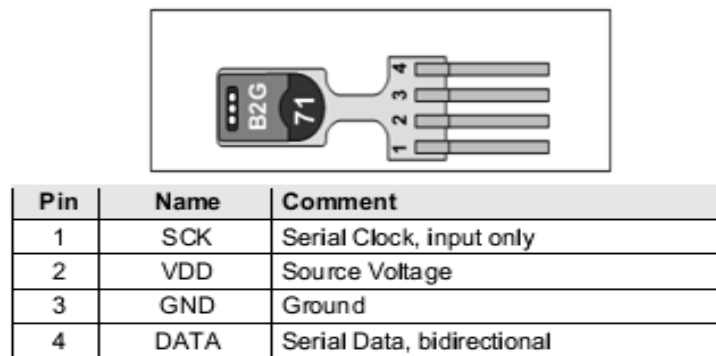
SHT75 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan kualitas yang baik dan presisi. SHT75 sepenuhnya telah terkalibrasi dan menyediakan output digital. Sensor ini memiliki rangkaian pengondisi sinyal serta 14-bit ADC yang terintegrasi. Spesifikasi sensor SHT75 memiliki konsumsi energi 80uW dengan RH jarak operasinya 0 - 100% RH, T jarak operasinya -40 - 125 ° C (-40 - 257 ° F) dan output digital terkalibrasi.

Ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang sangat rendah menjadikan sensor ini cocok digunakan pada sistem yang kompak. Gambar 4 menunjukan blok diagram dari sensor kelembaban relatif Sensirion SHT75.



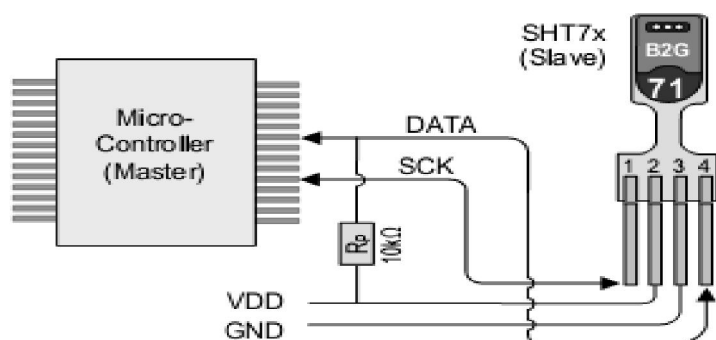
Gambar 4. Blok diagram sensor suhu dan kelembaban
Sumber : Sensirion (2011)

Pada Gambar 4 dapat kita lihat blok diagram sensor SHT75 yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban keluaran dari kedua sensor dihubungkan dengan ADC 14 bit, sehingga sensor ini sudah terkalibrasi dan keluarannya *digital 2 wire interface* artinya bisa mengukur suhu dan kelembaban. Gambar 5 menunjukan konfigurasi pin sensor SHT75.



Gambar 5. Konfigurasi pin SHT7x
Sumber : Sensirion (2011)

Pada Gambar 5 dapat kita lihat ada 4 pin yang digunakan pada sensor kelembaban relatif Sensirion SHT75, yaitu: VDD, GND, DATA, SCK. VDD dan GND merupakan pin catu daya untuk SHT75. Catu daya yang dapat digunakan 2,4 V hingga 5,5V. Pin SCK dan DATA adalah untuk antarmuka dengan perangkat lain. Antarmuka komunikasi yang digunakan Sensirion SHT75 adalah two-wire serial. Jenis komunikasi ini memerlukan kaki SCK sebagai sumber clock. SCK digunakan untuk menyinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dan SHT75 dan DATA sebagai jalur mengirim dan menerima data. Gambar 6 menunjukkan skema antarmuka antara SHT75 dengan mikrokontroler.



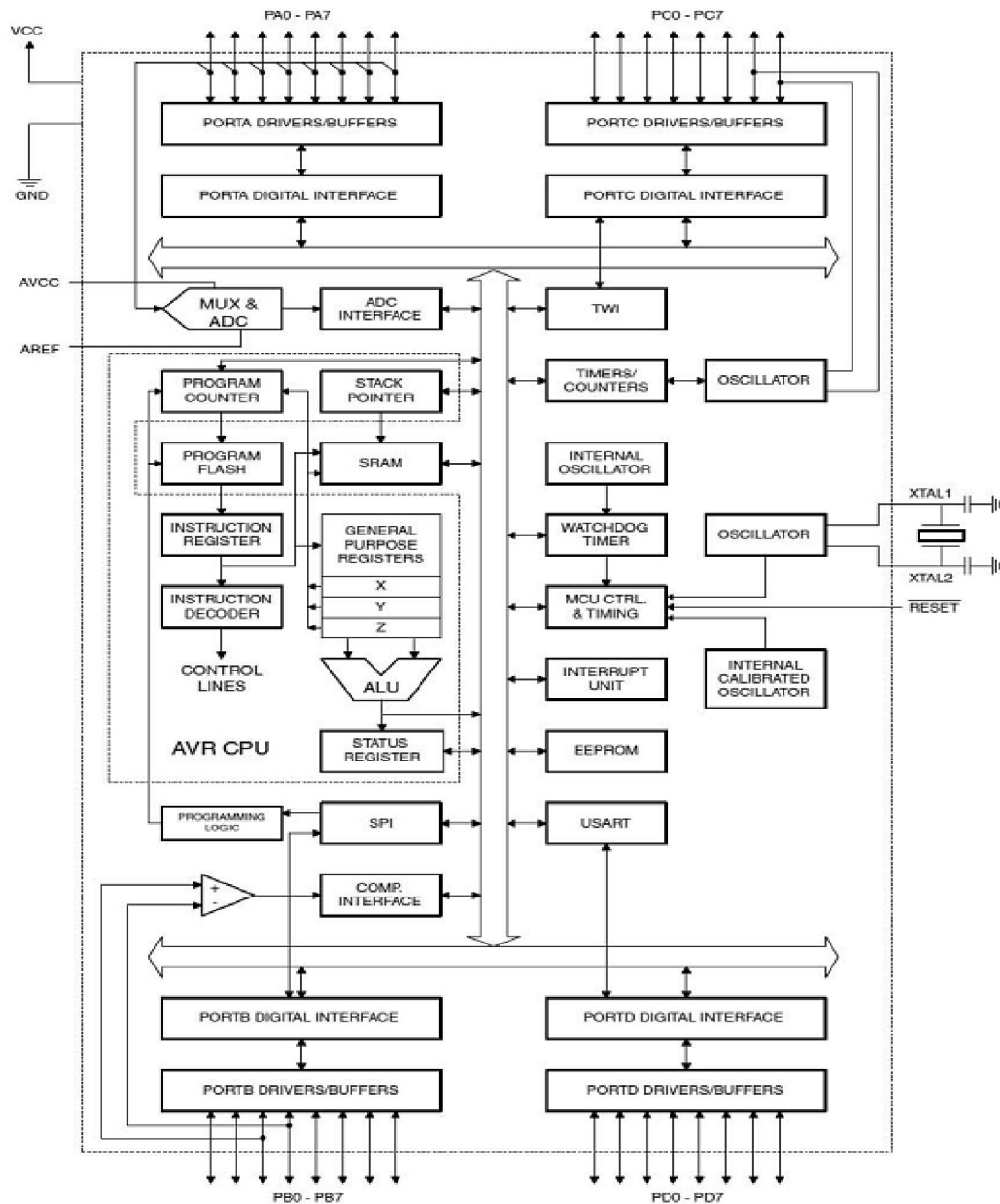
Gambar 6. Skema antarmuka sensor SHT75 dengan Mikrokontroler
Sumber : Sensirion (2011)

Gambar 6 merupakan antarmuka sensor SHT75 dengan mikrokontroler, pada Gambar 6 dapat kita lihat sensor SHT75 memiliki satu pin untuk mengeluarkan dua data yaitu data suhu dan data kelembaban, untuk mengaktifkan sensor SHT75 perlu diberikan sebuah *command* awal sebesar 00000101 untuk kelembaban dan 00000011 untuk temperatur. Untuk pin data diberikan sebuah resistor sebesar 10Kohm sebagai *pull-up*.

2. Mikrokontroler ATMEGA32

Atmega32 merupakan suatu IC pengontrol dengan kepadatan yang sangat tinggi. Mikrokontroler ini memiliki *low power* CMOS 8 bit berdasarkan arsitektur AVR RISC. Mikrokontroler Atmega32 ini menggunakan arsitektur AVR RISC dengan 131 perintah pada satu clock cycle dan 32 x 8 register umum, memiliki frekuensi kerja hingga 16 Mhz. Data dan program memorinya 32 KByte In-System Programmable Flash, 1024 Byte EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) dan 2 Kilobyte SRAM internal. Mikrokontroler ini memiliki empat port I/O 8-bit, Master/Slave SPI Serial Interface, dengan tegangan operasi 4,5 V-5,5V, serta konsumsi daya yang rendah.

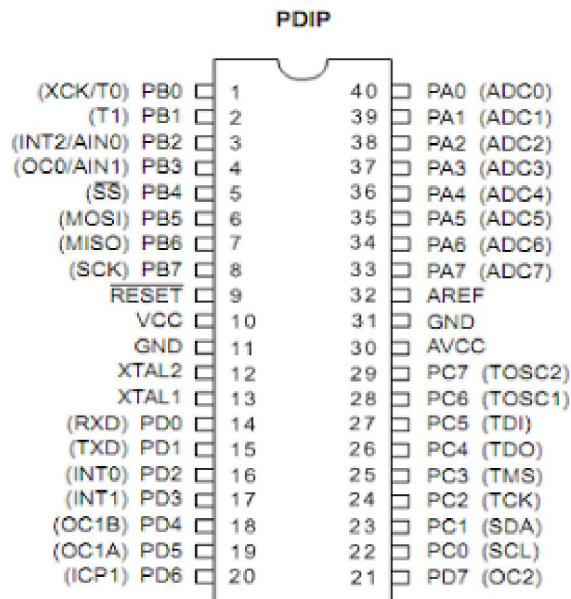
Arsitektur mikrokontroler ini secara efektif digabungkan dengan 32 register umum. Register-register tersebut terhubung langsung dengan *Arithmetic Logic Unit* (ALU). Sehingga dihasilkan kode yang efektif dan kecepatannya 10 kali lebih cepat dari mikrokontroler CISC biasa. Gambar 7 menunjukkan blok diagram Mikrokontroler AVR ATmega32.



Gambar 7. Blok diagram AVR ATmega32

Sumber : Atmel (2011)

Mikrokontroler ATmega32 memiliki 40 pin, setiap pin memiliki fungsi masing-masing. Konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega32 ditunjukkan pada Gambar 8:



Gambar 8. Pin-pin ATMega32
Sumber : Atmel (2011)

Gambar 8 merupakan konfigurasi pin-pin pada mikrokontroler, pada Gambar 8 dapat kita jelaskan VCC merupakan tegangan sumber untuk mikrokontroler ATMEGA32 yang berada pada pin 10 sedangkan sebagai GND (Ground) berada pada pin 11. Mikrokontroler ini memiliki beberapa port terdiri dari port A, port B, port C, dan port D. Masing-masing port terdiri dari 8 pin, port A berada pada pin 33 sampai pin 40, port B berada pada pin 1 sampai pin 8, port C berada pada pin 22 sampai pin 29 dan port D berada pada pin 14 sampai 2. Port-port ini mempunyai peran dan fungsi masing-masing.

Port A adalah 8-bit port I/O, bersifat *bidirectional* dan setiap pin dari portnya memiliki internal *pullup* resistor. Keluaran buffer port A dialirkan arus sebesar 20 mA. Ketika pin port A digunakan sebagai masukan dan di *pull-up* secara langsung, maka port A mengeluarkan arus jika internal *pull-up* resistor telah diaktifkan. Pin-pin dari port A memiliki fungsi khusus yaitu berfungsi

sebagai channel ADC (Analog to Digital Converter) sebesar 10 bit. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port A dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi khusus *port A*

Port	Alternate Function
PA7	<i>ADC7 (ADC input channel 7)</i>
PA6	<i>ADC6 (ADC input channel 6)</i>
PA5	<i>ADC5 (ADC input channel 5)</i>
PA4	<i>ADC4 (ADC input channel 4)</i>
PA3	<i>ADC3 (ADC input channel 3)</i>
PA2	<i>ADC2 (ADC input channel 2)</i>
PA1	<i>ADC1 (ADC input channel 1)</i>
PA0	<i>ADC0 (ADC input channel 0)</i>

Sumber : Atmel (2011)

Port B adalah 8-bit port I/O, bersifat *bidirectional* dan setiap pin dari portnya mengandung internal *pull-up* resistor. Keluaran buffer port B mengalirkan arus 20 mA. Ketika port B digunakan sebagai masukan dan di *pull-down* secara external, port B akan mengalirkan arus jika internal pull-up resistor telah diaktifkan. Pin-pin port B memiliki beberapa fungsi khusus, diantaranya :

- a) SCK port B, bit 7 : pin input clock untuk up atau *downloading memory*.
- b) MISO port B, bit 6 : output pin data untuk *uploading memory*.
- c) MOSI port B, bit 5 : Pin input data untuk *downloading memory*.

Fungsi-fungsi khusus dari pin-pin port B dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi khusus *port B*

Port	Alternate Function
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB6	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB5	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCO (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Sumber : Atmel (2011)

Port C adalah 8-bit port I/O, bersifat *bi-directional* dan setiap pin mempunyai *internal* pull-up resistor. Keluaran buffer port C mengalirkan arus 20 mA. Ketika port C sebagai input dan di *pull-down* secara external, maka port C mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus masing-masing pin port C dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Fungsi khusus *port C*

Port	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC6	TD1 (JTAG Test Data In)
PC5	TD0 (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

Sumber : Atmel (2011)

Port D adalah 8-bit port I/O bersifat *bi-directional* dan setiap pin mempunyai internal *pull-up* resistor. Keluaran buffer port D mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port D sebagai input dan di pull-down secara external, maka port D mengeluarkan arus jika internal *pull-up* resistor telah diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus masing-masing pin port D dapat dilihat pada Tabel 4.

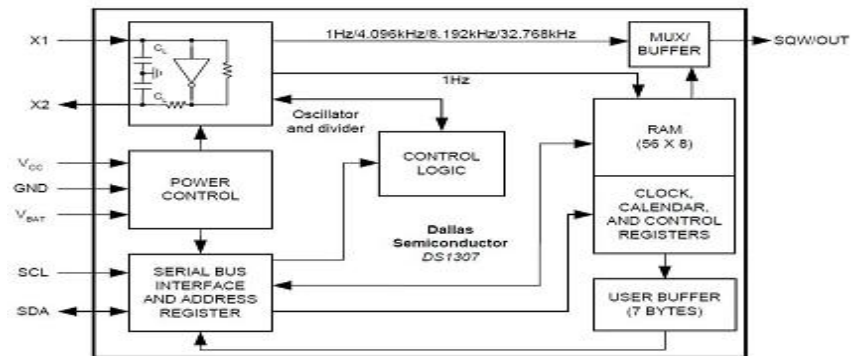
Tabel 4. Fungsi khusus *port D*

Port	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer / Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD6	OCIB (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD5	TD0 (JTAG Test Data Out)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Sumber : Atmel (2011)

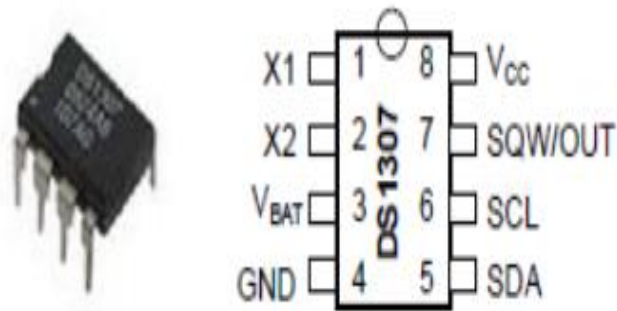
3. Real-Time Clock DS1307

DS1307 merupakan *Real-Time Clock* buatan Dallas-Maxim Semiconductor®. DS1307 merupakan kalender dan jam digital. Fitur utama DS1307 adalah mampu menghitung detik, menit, jam, tanggal, tahun dengan koreksi tahun kabisat hingga tahun 2100, data *setting* bisa disimpan dengan bantuan baterai cadangan, dan antarmuka I²C. Gambar 9 menunjukkan blok diagram dari DS1307.



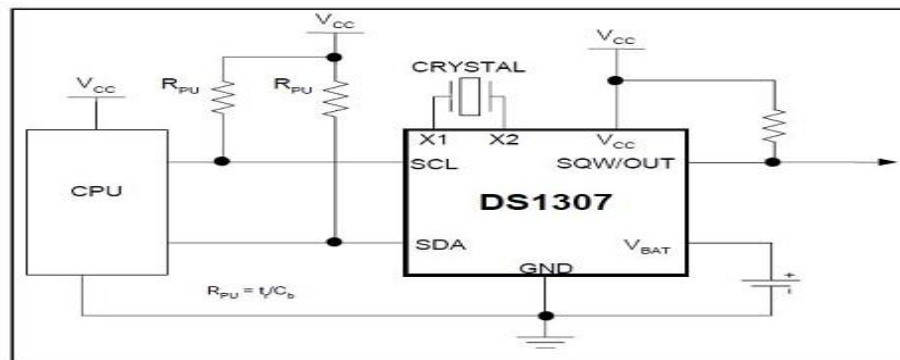
Gambar 9. Blok diagram DS1307
Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

Kelebihan dari I²C diantaranya adalah: hanya membutuhkan dua jalur untuk komunikasi, komunikasi *master-slave* yang sederhana, tidak memerlukan *baud-rate* seperti halnya RS-232, master yang menghasilkan pulsa *clock*, setiap perangkat memiliki penanda digital (ID) yang unik, serta mampu terdapat lebih dari satu master dalam jalur data. DS1307 yang digunakan memiliki paket DIL8 (Dual In Line 8) seperti yang ditunjukkan Gambar 10. DS1307 membutuhkan catu daya 5 volt yang dihubungkan pada kaki Vcc dan GND. Rangkaian utamanya hanya membutuhkan kristal eksternal 32,768KHz yang dihubungkan pada kaki X1 dan X2 dan sebuah baterai 3V untuk menyimpan data di NVRAM (Non-Volatile Random Access Memory) pada VBAT dan GND. Gambar 10 menunjukkan bentuk fisik dari DS1307.



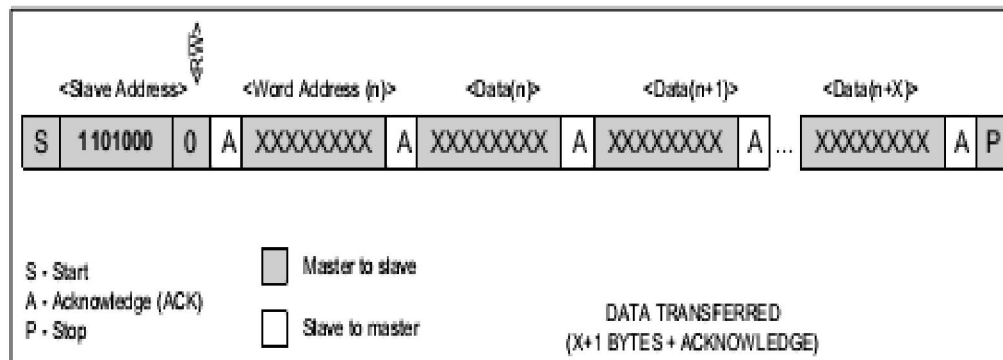
Gambar 10. Bentuk fisik DS1307 beserta keterangan kaki-kakinya
 Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

Jalur data I²C memiliki tipe *open drain*, artinya perangkat hanya bisa menarik jalur data menjadi *LOW*. Oleh karena itu, diperlukan pull-up resistor pada SDA dan SCL untuk menarik jalur data menjadi *HIGH* ketika tidak ada perangkat yang berkomunikasi. Pull-up resistor adalah resistor yang dihubungkan antara jalur data dan Vcc. Gambar 11 menunjukkan rangkaian yang umum untuk menghubungkan DS1307 dengan mikrokontroler. RPU merupakan pull-up resistor, besar nilai resistor biasanya sebesar 4K7Ω untuk mikrokontroler dengan catu daya 5Volt. Kaki SQW/OUT sendiri bisa diatur untuk menghasilkan gelombang kotak. Apabila fitur tersebut tidak digunakan, maka tidak perlu dipasang resistor. *Crystal* merupakan kristal eksternal 32,768KHz yang dibutuhkan oleh DS1307. Sebaiknya kristal ini diperkuat posisinya dengan menyolder ke jalur ground untuk mengurangi derau.



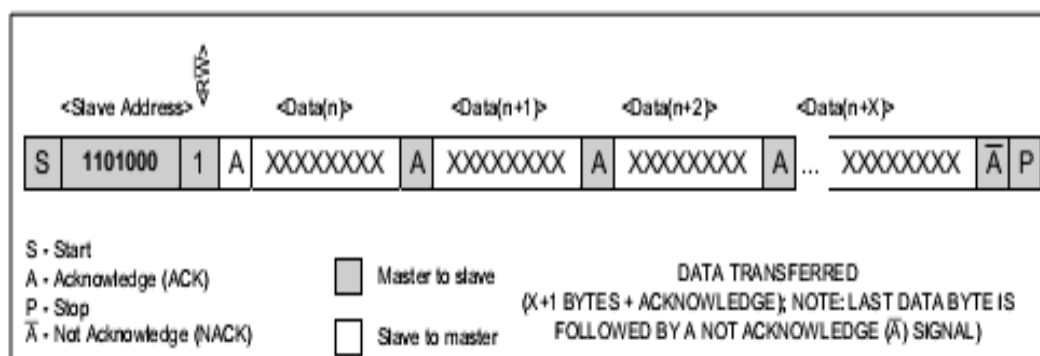
Gambar 11. Konfigurasi umum DS1307 dan mikrokontroler
Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

DS1307 bisa beroperasi dalam 2 cara, yaitu *Slave Receiver Mode* (Write Mode) dan *Slave Transmitter Mode* (Read Mode). Komunikasi serial I²C selalu diawali dengan kondisi *START* dan diakhiri *STOP*. Kondisi *START* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *HIGH* ke *LOW* pada SDA ketika SCL pada kondisi *HIGH*. Sedangkan kondisi *STOP* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *LOW* ke *HIGH* pada SDA ketika SCL pada kondisi *HIGH*. *Write mode* merupakan cara mikrokontroler menulis data ke dalam DS1307, misal ingin mengatur tanggal dan jam. Setelah dikirim kondisi *START*, mikrokontroler mengirim 7 bit alamat DS1307 yaitu “1101000” yang diikuti oleh *direction bit* (R/W), 0 untuk menulis dan 1 untuk membaca. Setelah menerima alamat DS1307 dan *direction bit* 0, DS1307 mengirim sinyal *acknowledge* pada SDA. Lalu mikrokontroler akan mengirimkan data yang akan ditulis. Setiap *byte* yang diterima akan diakhiri dengan sinyal *acknowledge*. Apabila mikrokontroler sudah selesai mengirim data, maka dikirim kondisi *STOP*. Gambar 12 merupakan urutan-urutan *Slave Receiver Mode* (Write Mode).

Gambar 12. Urutan-urutan *Slave Receiver Mode* (Write Mode)

Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

Read Mode merupakan cara agar data yang terdapat di DS1307 dibaca oleh mikrokontroler, misal ingin membaca waktu dan tanggal. Caranya sama saja seperti pada *write mode*, hanya saja diikuti *direction bit* 1. Apabila “11010000” dikirim, maka DS1307 masuk *write mode*. Apabila “11010001” dikirim, DS1307 akan masuk *read mode*. Terdapat tambahan sinyal *not acknowledge* (NACK) yang dikirim oleh mikrokontroler apabila telah menerima semua data dari DS1307 sebelum kondisi *STOP*. Gambar 13 menunjukkan urutan-urutan *Slave Transmitter Mode* (Read Mode). Informasi waktu dan tanggal bisa didapat dengan mengakses *register* yang tepat. *Register-register* ini bisa dibaca atau ditulis menggunakan mikrokontroler.

Gambar 13. Urutan-urutan *Slave Transmitter Mode* (Read Mode)

Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

Register DAY yang menunjukkan hari bertambah ketika tengah malam. Nilai yang diperoleh berupa nilai 01-07 dan tidak mengikat kepada hari sebenarnya. Pengguna yang harus menentukan nilai beserta definisinya, misal 1 adalah Minggu maka 2 adalah senin dan seterusnya. Bit 6 dari register *HOUR* menentukan jam dalam tipe 12 jam atau 24 jam. Ketika bit 6 *HIGH*, maka akan masuk tipe 12 jam, sedang ketika *LOW* akan masuk tipe 24 jam. Waktu harus dimasukkan kembali ketika mengubah tipe jam yang digunakan. *Register CH* pada alamat 00H merupakan *register enable oscillator* yang akan menentukan jalannya waktu pada DS1307, sehingga ketika inisialisasi perlu diperiksa nilai dari *register* tersebut. Tabel 5 menunjukkan *register-register* yang bisa diakses pada DS1307.

Tabel 5. *Register-register* pada DS1307

Alamat	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Fungsi	Rentang Nilai
00H	CH	10 Second			Seconds				Detik	00-59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Menit	00-59
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hour				Jam	1-12 AM/PM 00-23
		24	PM/AM							
03H	0	0	0	0	0	Day			Hari	01-Jul
04H	0	0	10 Date		Date				Tanggal	Jan-31
05H	0	0	0	10 Month	Month				Bulan	01-Des
06H	10 Year				Year				Tahun	00-99
07H	OUT	0	0	SOWE	0	0	RS1	RS0	kontrol	
08h-3FH									Ram 56x8	00H-FFH

Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

Ketika membaca maupun menulis *register* diatas diperlukan tempat penyimpanan sementara pada mikrokontroler untuk mencegah kesalahan *register* internal. Tempat penyimpanan atau *secondary buffer* ini berupa alokasi memori yang ditaruh di mikrokontroler.

4. EEPROM sebagai Memori Penyimpanan Data

Memori merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu *Central Processing Unit* (CPU). Fungsi utama memori adalah sebagai tempat atau media penyimpanan data. Banyak hal yang mempengaruhi kualitas suatu memori, diantaranya adalah besarnya kapasitas memori, kecepatan penyimpanan data dan lain sebagainya.

Secara umum memori dapat digolongkan atas dua bagian yaitu memori *nonvolatile* dan memori *volatile*. Memori *nonvolatile* yaitu memori yang dapat menyimpan data walaupun daya pada memori tersebut dimatikan, sehingga walaupun tidak ada daya listrik yang mengalir pada memori ini data yang sudah disimpan pada memori tidak akan hilang. Memori *volatile* merupakan memori yang hanya dapat menyimpan data jika ada daya listrik yang mengalir, jika tegangan diputuskan maka data pada memori ini akan hilang. Hal ini senada dengan pendapat Balch, Mark.(2003) yang menyatakan “*Memory can be classified into two broad categories : Volatile memory loses its contents when power is turned. Non volatile memory retains its contents indefinitely, even when there is no power present*”.

Salah satu bagian dari memori *nonvolatile* adalah ROM (*Read Only Memory*) yang dapat menyimpan data walaupun tegangan pada memori tersebut diputuskan. ROM terdiri dari beberapa bagian diantaranya : *Programmable ROM* (PROM), *Erassable Programmable ROM* (EPROM) programnya dapat dihapus dan ditulis ulang dengan menggunakan sinar ultra violet, *Electrical Erasable ROM*

(EEPROM) yang dapat dihapus dan diprogram ulang dengan tegangan listrik, dan *Flash EEPROM* yang lebih maju dari EEPROM (Mardiana, J: 2005).

EEPROM merupakan singkatan dari *Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*. EEPROM termasuk keluarga ROM (*Read Only Memory*) yaitu memori yang hanya dapat dibaca, namun pada EEPROM programnya dapat dihapus dan ditulis ulang. Jika EEPROM ini sudah diprogram isinya akan tetap terjaga walaupun daya pada EEPROM ini diputuskan. EEPROM termasuk memori yang *nonvolatile* atau tidak mudah menguap. Hal ini berbeda dengan RAM (*Random Acces Memory*) yang isinya dapat dibaca atau ditulis kapan saja, namun hasilnya akan hilang jika daya pada RAM terputus, sehingga RAM termasuk memori yang mudah menguap atau *volatile*.

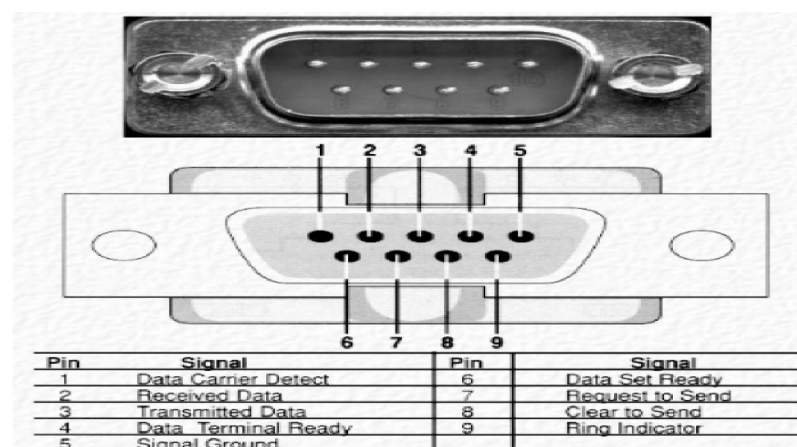
EEPROM dapat dihapus secara elektrik dengan perintah yang ada pada mikrokontroler. Untuk mengisikan data pada EEPROM langkah pertama yang harus dilakukan adalah penghapusan data pada EEPROM kemudian baru memprogramkan data selanjutnya. EEPROM yang baru isinya selalu FFH. Hal ini dikatakan EEPROM dalam keadaan kosong. Hal ini berarti isi EEPROM selalu berlogika 1 atau tinggi. Proses pemogramannya adalah untuk mengubah logika 1 tersebut ke logika 0 (rendah). Jadi penghapusan EEPROM adalah mengubah logika 0 menjadi 1 kembali.

5. Komunikasi Serial RS-232

Komunikasi serial adalah komunikasi dimana pengiriman data ke PC dilakukan per-bit. Data yang dikirimkan dalam kode ASCII dengan 7 bit untuk tiap karakter atau dalam bentuk data heksa dengan jumlah data dalam 8 bit untuk setiap karakter. Serial port dikenal dengan istilah UART, serial port pada mikrokontroller terdiri dari dua pin yaitu RXD dan TXD, RXD berfungsi menerima data dari PC atau perangkat lainnya, TXD berfungsi mengirim data ke PC atau perangkat lainnya.

Standar komunikasi serial untuk PC adalah RS232, RS232 mempunyai standar tegangan yang berbeda dengan serial port pada mikrokontroler, sehingga agar sesuai dengan RS232 di butuhkan suatu rangkaian level konverter, IC yang digunakan bermacam-macam, \paling mudah dan sering digunakan ialah IC MAX232.

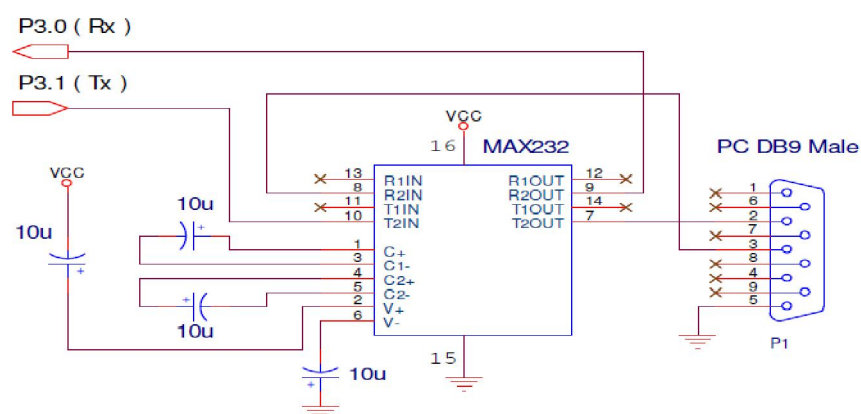
. RS232 pada PC memiliki dua jenis konektor, yaitu konektor 25 pin (DB25) dan konektor 9 pin (DB9). Pada dasarnya hanya 3 pin yang terpakai, yaitu pin *send*, pin *receiver* dan *ground*.



Gambar 14. Konfigurasi pin RS232

Sumber : Arc. Electronics, 2004

Proses transfer data secara serial pada RS-232 menggunakan *Data terminal Equipment* (DTE) dan *Data Communication Equipment* (DCE) pada masing-masing terminal. Pengiriman data dilakukan bit perbit. Kecepatan transfer harus sama antara pengirim dan penerima, jika tidak akan terjadi *overflow*. Kecepatan transfer data sering disebut dengan *baudrate*.



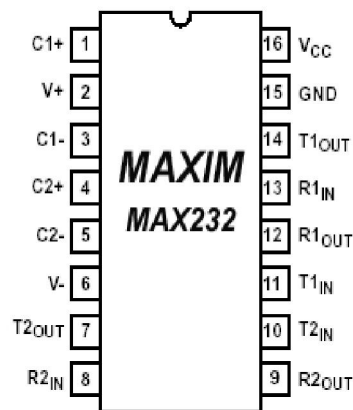
Gambar 15. Wiring diagram RS232 ke mikrokontroler
Sumber : Triwiyanto, 2009

Komunikasi data serial pada dasarnya yang dikirimkan adalah tegangan dan kemudian dibaca dalam bit. Besar level tegangannya adalah antara -25 volt sampai dengan +25 volt, sedangkan untuk bit dengan logika nol maka besar level tegangannya antara +3 volt sampai +25 volt.

Tabel 6. Konfigurasi pin dan nama bagian serial DB-9

Pin Number	Signal Name	Direction	Description
1	DCD	In	Data Carrier Detect /Receiver Line Signal Detect
2	RxD	In	Receiver Data
3	TxD	Out	Transmitter Data
4	DTR	Out	Data Terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	DSR	IN	Data Set Ready
7	RST	Out	Request To Send
8	CTS	In	Clear to Send
9	RI	In	Ring Indicator

Mikrokontroler membutuhkan komponen tambahan baik komunikasi *parallel* maupun serial untuk dapat berhubungan dengan PC. Pada mikrokontroler terdapat *buffer* yang digunakan sebagai pendukung proses komunikasi tersebut. Salah satu komponen yang digunakan sebagai pendukung pada proses komunikasi tersebut adalah Maxim232. Maxim232 sebagai perantara antara mikrokontroler dengan *port* serial, Maxim232 mempunyai 16 kaki. Letak dari masing-masing *port* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Konfigurasi pin MAXIM 232
Sumber : Maxim (1996)

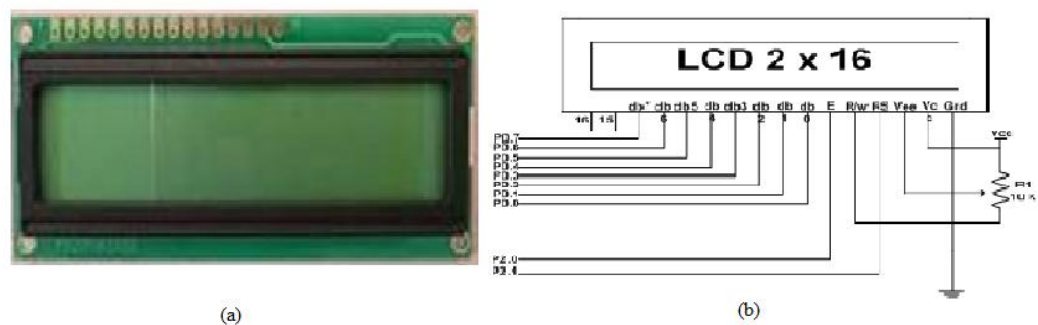
Fungsi dari kaki-kaki pin pada Maxim232 ini adalah:

- 1) VCC (pin 16) : sebagai *Power supply*
- 2) GND (pin 15) : berfungsi sebagai *Ground*
- 3) T_{1IN} dan R_{1OUT} (pin 11 dan 12) : Pin ini terhubung dengan pin 11 mikrokontroler.
- 4) R_{1IN} dan T_{1OUT} (pin 13 dan 14) : Pin ini terhubung dengan pin 2 dan 3 DB9.
- 5) C₁₊ dan C₁₋ : Kapasitor 1
- 6) C₂₊ dan C₂₋ : Kapasitor 2
- 7) V₊ dan V₋ : Tegangan referensi dari Maxim232

6. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan Seven Segment. LCD memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan perangkat lain dalam menampilkan data, antara lain *low power*, ringan dan proses perancangan yang lebih mudah. Selain itu LCD bisa menampilkan karakter kode ASCII, dan bisa menampilkan karakter sesuai dengan yang diinginkan.

LCD yang tersedia saat ini terdiri dari LCD grafik dan LCD teks. LCD grafik bisa menampilkan data dalam bentuk gambar, sedangkan LCD teks bisa menampilkan tulisan atau karakter. LCD teks yang biasa digunakan adalah LCD 2X16 (2 baris X 16 baris), 2X20 dan 4X20. Bentuk fisik LCD dapat dilihat pada Gambar 17:



Gambar 17. Bentuk fisik LCD 2 X 16 , (b) Rangkain Display LCD
Sumber : Didin (2006)

Gambar 17 merupakan bentuk fisik dan rangkaian LCD, dari dapat Gambar 17 dijelaskan bahwa kaki 1 pada LCD dihubungkan ke ground, kaki 2 dihubungkan ke Vcc, 3 dan 5 dihubungkan ke potensiometer setelah itu dihubungkan ke Vcc, kaki 4, 6, 11, 12, 13, 14 dihubungkan ke mikrokontroler.

Operasi dasar LCD terdiri dari empat kondisi, yaitu instruksi untuk akses proses internal, instruksi untuk menulis data, instruksi untuk membaca kondisi sibuk dan instruksi untuk membaca data. Gabungan instruksi dasar inilah yang bisa dimanfaatkan untuk mengirim data ke LCD. ketika sistem mulai diaktifkan mikrokontroler akan melakukan inisialisasi. Selama inisialisasi ini akan ditampilkan pesan-pesan yang berhubungan dengan proses tersebut. LCD menampilkan kata-kata pembuka dan menunggu *user* mengaktifkan menu utama.

Tabel 7 menunjukan fungsi pin pada LCD.

Tabel 7. Fungsi pin pada LCD

No.	Symbol	Level	Keterangan
1	Vss	-	Dihubungkan ke 0 V (Ground)
2	Vcc	-	Dihubungkan dengan tegangan supply +5V dengan toleransi $\pm 10\%$.
3	Vee	-	Digunakan untuk mengatur tingkat kontras LCD.
4	RS	H/L	Bernilai logika '0' untuk input instruksi dan bernilai logika '1' untuk input data.
5	R/W	H/L	Bernilai logika '0' untuk proses 'write' dan bernilai logika '1' untuk proses 'read'.
6	E	H	Merupakan sinyal enable. Sinyal ini akan aktif pada falling edge dari logika '1' ke logika '0'.
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6
14	DB7	H/L	Pin data D7

15	V+BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	V-BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan ground

Sumber : Didin (2006)

LCD memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD berfungsi untuk pengaturan kekontrasan cahaya pada *display* dan CMOS LCD *drive* sudah terdapat di dalamnya. Semua fungsi *display* dapat dikontrol dengan memberikan instruksi dan dapat dengan mudah dipisahkan oleh MPU. Hal ini membuat LCD berguna untuk *range* yang luas dari terminal *display* unit untuk mikrokomputer dan *display unit measuring gages*. (Widodo, 2005).

7. Catu daya (Power Suplay)

Power supply merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Power supply (catu daya) adalah suatu alat yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.

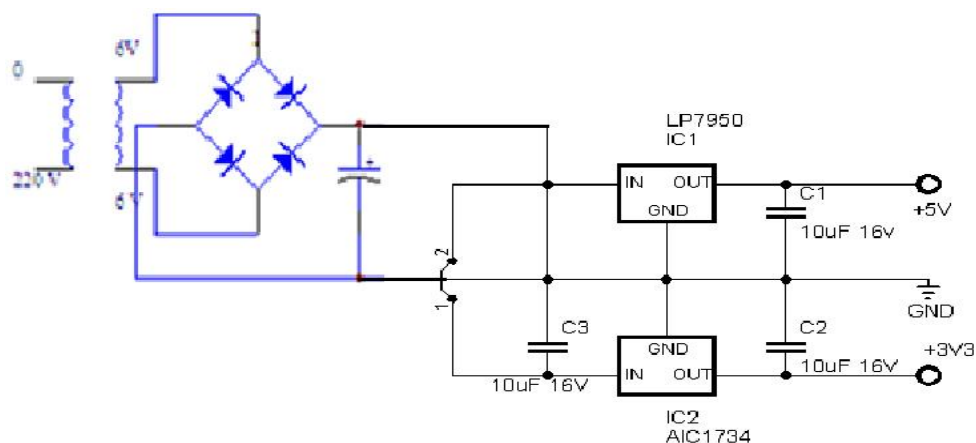
Catu daya teregulasi dibangun dari IC *regulator*. IC regulator ini diantaranya adalah seri IC 78XX dan 79XX, dimana IC ini akan memberikan regulator tegangan sesuai yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Sutrisno (1999):

Untuk regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat kita dapat gunakan regulator tegangan IC tiga terminal. Regulator ini dikenal sebagai seri 78XX dan 79XX. Regulator IC 78XX adalah regulator tegangan positif

untuk XX Volt, sedangkan 79XX adalah regulator tegangan negatif untuk XX Volt.

Pernyataan tersebut jelas bahwa tegangan teregulasi dapat diperoleh dengan memilih seri IC *regulator* yang sesuai. Sebagai contoh IC 7812 artinya tegangan regulasi yang diberikan adalah 12 Volt.

Tegangan teregulasi dapat diperoleh dengan memilih seri IC regulator yang sesuai. Sebagai contoh IC LP7950 tegangan regulasi yang diberikan adalah 5 Volt dan IC AIC1734 menghasilkan tegangan sebesar +3.3V. Salah satu catu daya teregulasi seperti pada Gambar 18:



Gambar 18. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Tegangan DC teregulasi diperoleh dengan terlebih dahulu menurunkan tegangan bolak-balik (AC) PLN melalui sebuah transformator *step-down*. Kemudian untuk menyearahkan digunakan empat dioda yang membentuk penyearah sistem jembatan. Output dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai filter, sehingga dihasilkan tegangan keluaran DC tak teregulasi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran fisika yang ada pada alat ukur suhu dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan ini dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil spesifikasi performansi alat ukur suhu dan kelembaban berbasis digital dengan data tersimpan ini terdiri dari *casing* alat ukur yang merupakan ruang diletakkanya rangkaian elektronika pembangun sistem alat ukur. Rangkaian elektronika pembangun sistem alat ukur ini terdiri dari modul sensor SHT75, rangkaian minimum mikrokontroler ATMEGA32, rangkaian *realtime clock* DS1307, rangkaian RS232, modul LCD dan catu daya teregulasi yang dilengkapi dengan sistem relay. Modul sensor SHT75 diletakkan diluar casing untuk menghindari radiasi rangkaian sistem agar pengukuran lebih akurat.
2. Hasil spesifikasi desain alat ukur ini adalah sebagai berikut :
 - a. Ketepatan dari sistem alat ukur ini cukup tinggi yaitu untuk pengukuran suhu bahwa persentase kesalahan rata-rata 1,07%, dengan persentase ketepatan rata-rata sistem 98,93%.
 - b. Untuk pengukuran kelembaban persentase kesalahan rata-rata 0,86%. dengan persentase ketepatan rata-rata sistem 99,13%.
 - c. Ketelitian rata-rata dari sistem pengukuran juga cukup tinggi. Untuk suhu ketelitian rata-ratanya adalah 0,999 dengan standar deviasi rata-rata 0,018 dan kesalahan relatif rata-rata 0,067%, untuk kelembaban ketelitian rata-

ratanya adalah 0,994 dengan standar deviasi rata-rata 0,119 dan kesalahan relatif rata-rata 0,144% dan untuk dewpoint ketelitian rata-ratanya adalah 0,999 dengan standar deviasi rata-rata 0,017 dan kesalahan relatif rata-rata 0,073%.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan maka sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan penelitian ini yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan media penyimpanan data sebagai data logger dengan kapasitas yang lebih besar misalnya SDcard, sehingga penyimpanan data bisa lebih lama.
2. Untuk catu daya agar dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem *charger*, agar pada saat *battery* tidak digunakan akan otomatis bisa di *charg*.
3. Alat ukur suhu dan kelembaban udara berbasis digital ini dapat digunakan di Laboratorium Fisika sebagai sarana praktikum dan pada Stasiun BMKG sebagai tambahan referensi pengamatan terhadap suhu, kelembaban dan dewpoint.