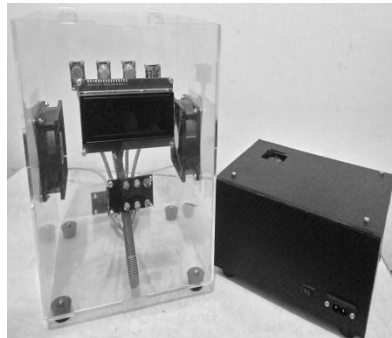




**PROTOTIPE PENGENDALI KUALITAS UDARA *INDOOR*  
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik**



**OLEH:**

**RADEN APRILIANSYAH DWI SAPUTRA**

**NIM. 14507134023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2017**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
PROYEK AKHIR**

**PROTOTIPE PENGENDALI KUALITAS UDARA *INDOOR*  
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P**

Oleh

**RADEN APRILIANSYAH DWI SAPUTRA**  
14507134023



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Untuk diuji

Yogyakarta, 29 Mei 2017

Mengetahui,  
Kaprodi Teknik Elektronika D3

Menyetujui,  
Pembimbing Proyek Akhir

**Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.**  
NIP. 19581218 198603 2 001

**Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.**  
NIP. 19581218 198603 2 001


**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PROYEK AKHIR**  
**PROTOTIPE PENGENDALI KUALITAS UDARA INDOOR**  
**BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**Raden Apriliansyah Dwi Saputra**  
**14507134023**

Telah Dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
Pada tanggal 20 Juni 2017  
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar  
Ahli Madya Teknik


**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

Jabatan	Nama Lengkap dan Gelar	Tanda tangan	Tanggal
1. Ketua Penguji	Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.		11/7 2017
2. Sekretaris	Satriyo Agung Dewanto, M.Pd.		10/7 2017
3. Penguji Utama	Drs. Totok Sukardiyono, M.T.		10/7 2017

Yogyakarta, Juli 2017

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNY

  
**Dr. Widarto, M.Pd**  
NIP. 19631230 198812 1 001

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Raden Apriliansyah Dwi Saputra

NIM : 14507134023

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

Fakultas : Teknik

Judul Proyek Akhir :

### **PROTOTIPE PENGENDALI KUALITAS UDARA *INDOOR* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P**

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila ternyata terbukti hal ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 1 Juni 2017

Yang Menyatakan

Raden Apriliansyah Dwi Saputra  
NIM. 14507134023

## MOTTO

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah

(Thomas Alva Edison)

Tidak ada kenyamanan di hari tua bagi mereka yang malas di masa muda

(Bob Sadino)

If you think you can, you can. And if you think you can't you're right

(Henry Ford)

Jika belum ada bahu untuk bersandar, masih ada lantai dan arah kiblat untuk bersujud

Orang yang ahli dalam bidang apapun, dulu juga pernah menjadi pemula

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Laporan Proyek Akhir ini penulis persembahkan pada :

1. Ibundaku tercinta yang telah melahirkan dan membesarkanku dengan penuh kasih sayang serta senantiasa berdoa untuk keselamatan dan kebahagiaanku.
2. Ayahandaku yang telah merawat dan membesarkanku dengan penuh kasih sayang serta senantiasa membimbing dan berdoa untuk keselamatan serta kebahagiaanku.
3. Kakakku yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun material sehingga membuatku menjadi seseorang yang lebih baik lagi.

## PROYEK AKHIR

### PROTOTYPE PENGENDALI KUALITAS UDARA *INDOOR* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega 328P

Oleh :

Raden Apriliansyah Dwi Saputra

NIM : 14507134023

#### ABSTRAK

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui unjuk kerja dari suatu Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p. Alat ini berfungsi untuk mengukur dan mengendalikan tingkat kualitas udara dalam ruangan.

Metode yang digunakan dalam membuat Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p menggunakan metode rancang bangun yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Analisis kebutuhan, (3) Perancangan sistem, (4) Perancangan perangkat lunak, (5) Pembuatan alat dan (6) Pengujian alat. Alat pengendali kualitas udara *indoor* bekerja dengan dikontrol oleh sebuah IC mikrokontroler ATmega 328p dengan sistem pengendali yang dibuat menggunakan bahasa C. Bahasa pemrograman dibuat menggunakan *software* Arduino IDE. *Hardware* pada prototipe pengendali kualitas *indoor* terdiri dari rangkaian *input* dan *output* yaitu, sensor MQ 7 untuk mendeteksi gas CO, sensor MQ 135 untuk mendeteksi gas CO<sub>2</sub> dan sensor SHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Tampilan *display* menggunakan LCD 20x4 dan LED, serta menggunakan *relay* untuk mengontrol *exhaust fan*. Keseluruhan rangkaian tersebut dihubungkan ke mikrokontroler ATmega 328p sebagai pemroses.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa unjuk kerja Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p secara keseluruhan telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, yaitu saat sensor mendeteksi kualitas udara maka hasilnya diolah mikrokontroler ATmega 328p agar dapat ditampilkan ke LCD dan LED. Jika hasil deteksi sensor melebihi batas normal, maka mikrokontroler akan mengontrol relay untuk menghidupkan *exhaust fan* untuk mengurangi zat polutan. Setelah dilakukan perbandingan dengan alat ukur asli, persentase *error* sensor MQ 7 2.08%, sensor MQ 135 sebesar 3.41%, sensor SHT11 sebesar 2.25% saat mengukur suhu dan 2.14% saat mengukur kelembaban udara.

**Kata kunci** : *Sensor MQ 7, Sensor MQ 135, SHT11, ATmega 328p*

## KATA PENGANTAR

Assamu'alaikum wr. wb.

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan petunjuk kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir dan laporannya dengan judul “Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p”.

Dalam menyelesaikan proyek akhir ini penulis memperoleh bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penyusunan proyek akhir ini dapat berjalan dengan lancar. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Dr. Sri Waluyanti, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir sekaligus Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah mendidik dan memotivasi selama kuliah di UNY.
5. Seluruh anggota *Crew* Kontrakan Adib, Aziz, Rizki, Septian, Yusuf, Haris, Lucky, Imam, Priyo, Dwi dan Topan yang telah menjadi teman seperjuangan dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 khususnya kelas B 2014 yang telah memberikan bantuan sehingga pembuatan proyek akhir ini dapat terselesaikan.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi catatan amal tersendiri di hari perhitungan kelak dan semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal. Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan proyek akhir ini, akan tetapi penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, saran dan kritik senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan proyek akhir ini.

Akhir kata semoga proyek akhir ini dapat menambah khasanah pustaka di lingkungan almamater UNY dan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Yogyakarta, 1 Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERYATAAN KEASLIAN .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat.....	5
G. Keaslian Gagasan .....	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH .....	8
A. Sistem Kendali.....	8
B. Kualitas Udara Dalam Ruangan .....	11
C. Sensor Gas .....	18
D. Sensor SHT11 .....	23
E. Mikrokontroler ATmega 328p .....	29
F. Catu Daya .....	41
G. Relay .....	48
H. <i>Exhaust Fan</i> .....	49

I. LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	50
BAB III KONSEP RANCANGAN .....	52
A. Identifikasi Kebutuhan .....	52
B. Analisis Kebutuhan.....	53
C. Blok Diagram Rangkaian.....	54
D. Perancangan Sistem.....	55
E. Perancangan Perangkat Lunak .....	60
F. Langkah Pembuatan Alat .....	64
G. Pengujian Alat .....	68
H. Tabel Uji Alat .....	69
I. Pengoperasian Alat.....	73
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....	74
A. Hasil Pengujian.....	74
B. Pembahasan .....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	99
A. Kesimpulan.....	99
B. Keterbatasan Alat.....	100
C. Saran .....	101
DAFTAR PUSTAKA .....	102
LAMPIRAN .....	104

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) .....	16
Tabel 2. Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang .....	17
Tabel 3. Spesifikasi Sensor MQ 135.....	20
Tabel 4. Spesifikasi Sensor MQ 7.....	22
Tabel 5. Pin <i>Output</i> Sensor SHT11.....	25
Tabel 6. SHT11 <i>List Of Commands</i> .....	26
Tabel 7. Konstanta d1 Pada SHT11 .....	28
Tabel 8. Konstanta d2 Pada SHT11 .....	28
Tabel 9. Konstanta c1, c2, dan c3 Pada SHT11 .....	29
Tabel 10. Karakteristik Regulator Tegangan Seri 78XX.....	47
Tabel 11. Susunan Pin LCD 20x4.....	51
Tabel 12. Bahan yang Digunakan .....	64
Tabel 13. Alat yang Digunakan .....	65
Tabel 14. Pengujian Tegangan Catu Daya.....	69
Tabel 15. Pengujian Tegangan Mikrokontroler .....	69
Tabel 16. Pengujian Tegangan Relay .....	70
Tabel 17. Pengujian Sensor MQ 7 .....	70
Tabel 18. Pengujian Sensor MQ 135 .....	70
Tabel 19. Pengujian Suhu Sensor SHT11 .....	71
Tabel 20. Pengujian Kelembaban Sensor SHT11 .....	71
Tabel 21. Pengujian Keseluruhan Alat .....	72
Tabel 22. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya .....	74
Tabel 23. Hasil Pengujian Tegangan Mikrokontroler.....	75
Tabel 24. Hasil Pengujian Tegangan Relay .....	75
Tabel 25. Hasil Pengujian Sensor MQ 7.....	76
Tabel 26. Hasil Pengujian Sensor MQ 135.....	77
Tabel 27. Hasil Pengujian Suhu Sensor SHT11 .....	78
Tabel 28. Hasil Pengujian Kelembaban Sensor SHT11 .....	79
Tabel 29. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat .....	81

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kendali <i>Open Loop</i> .....	9
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kendali <i>Close Loop</i> .....	10
Gambar 3. Susunan Dasar Sensor Gas.....	18
Gambar 4. Cara Kerja Sensor Gas .....	19
Gambar 5. Rangkaian Penyusun Sensor MQ 135.....	20
Gambar 6. Rangkaian Penyusun Sensor MQ 7.....	22
Gambar 7. Rangkaian Sensor SHT11 .....	24
Gambar 8. Transmisi Sensor SHT11 .....	21
Gambar 9. Blok Diagram ATmega 328p.....	30
Gambar 10. Konfigurasi Pin ATmega 328p .....	32
Gambar 11. Tampilan Jendela Arduino .....	35
Gambar 12. Simbol dan Bentuk Transformator.....	42
Gambar 13. Penyearah Setengah Gelombang.....	43
Gambar 14. <i>Output</i> Penyearah Setengah Gelombang.....	44
Gambar 15. Penyearah Gelombang Penuh .....	44
Gambar 16. <i>Output</i> Penyearah Gelombang Penuh .....	45
Gambar 17. Bentuk Gelombang Menggunakan Kapasitor .....	46
Gambar 18. Konfigurasi IC <i>Regulator</i> 78xx.....	46
Gambar 19. Bentuk dan Simbol Relay .....	49
Gambar 20. <i>Exhaust fan</i> .....	50
Gambar 21. LCD 20x4.....	51
Gambar 22. Blok Diagram Prototipe Pengendali Kualitas Udara <i>Indoor</i> .....	54
Gambar 23. Rangkaian Catu Daya +5v dan +12v .....	56
Gambar 24. Rangkaian Sensor Gas .....	57
Gambar 25. Rangkaian Sensor SHT11 .....	58
Gambar 26. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 328p.....	59
Gambar 27. Rangkaian Relay .....	60
Gambar 28. <i>Flowchart Main Progam</i> .....	63
Gambar 29. <i>Layout</i> Rangkaian Catu Daya .....	65

Gambar 30. <i>Layout</i> Rangkaian Relay 12V .....	66
Gambar 31. <i>Layout</i> Rangkaian Mikrokontroler ATmega 328p.....	66
Gambar 32. Rancangan <i>Box</i> .....	68
Gambar 33. Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ 7 .....	85
Gambar 34. Grafik ppm CO terhadap Rs/Ro.....	88
Gambar 35. Flowchart Sub Progam Sensor SHT11 .....	91
Gambar 36. Sinyal Reset Pada Sensor SHT11 .....	92
Gambar 37. Sinyal Untuk Mengawali Transmisi .....	92
Gambar 38. Pengiriman Sinyal Untuk Mengukur Suhu .....	93
Gambar 39. Pengiriman Sinyal Untuk Mengukur Kelembaban .....	94
Gambar 40. Pengiriman Data Hasil Pengukuran Kelembaban .....	94

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rangkaian Keseluruhan Alat.....	105
Lampiran 2. <i>Layout</i> Rangkaian.....	106
Lampiran 3. Data-Data Pengolahan Sensor MQ 135 (CO <sub>2</sub> ).....	107
Lampiran 4. Program.....	109
Lampiran 5. Datasheet ATmega 328p .....	115
Lampiran 6. Datasheet Regulator LM78XX.....	123
Lampiran 7. Datasheet Sensor MQ 7 .....	126
Lampiran 8. Datasheet Sensor MQ 135 .....	129
Lampiran 9. Datasheet Sensor SHT11 .....	131
Lampiran 10. Surat Izin Observasi di Balai Hiperkes dan K3 Yogyakarta .....	142
Lampiran 11. Surat Izin Observasi di Lab. Fisika FMIPA UNY .....	143
Lampiran 12. Daftar Komponen .....	144
Lampiran 13. Panduan Pengoperasian Alat .....	146

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Perwujudan kualitas udara yang sehat merupakan kebutuhan pokok di bidang kesehatan. Udara merupakan salah satu sumber kehidupan yang perlu dijaga dan ditingkatkan kualitasnya sehingga memberikan daya dukung bagi makhluk hidup secara optimal. Pencemaran udara saat ini semakin menampakkan kondisi yang memprihatinkan. Penurunan kualitas udara dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Depkes, 2004). Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan yang terjadi secara langsung dapat berupa iritasi mata, iritasi hidung, sakit tenggorokan, sakit kepala, mual, asma, dan penyakit-penyakit lainnya. Sedangkan gangguan kesehatan secara tidak langsung dampaknya dapat terjadi beberapa tahun kemudian seperti penyakit paru-paru, jantung dan kanker yang sulit diobati dan berakibat fatal (USEPA, 2007).

Udara merupakan faktor penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, kini kering dan kotor. Salah satu sumber pencemaran udara yaitu berbagai kegiatan yang meliputi sektor pemukiman, transportasi, komersial, pengelolaan limbah padat, dan sektor penunjang lainnya merupakan kegiatan yang potensial dalam merubah kualitas udara. Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri disertai

dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor, mengakibatkan peningkatan kepadatan lalu lintas dan hasil produksi sampingan yang merupakan salah satu sumber pencemaran udara. Buruknya sistem penataan tata kota dan tidak adanya peraturan batasan kepadatan lalu lintas juga menjadi sumber pencemaran udara. Seperti halnya di kota Yogyakarta sebagai pusat kota pelajar yang tak luput dari fenomena tersebut. “Menurut data yang diambil dari Dislantas Polda DIY, jumlah pertumbuhan kendaraan pada bulan Januari hingga Juli 2016 dibagi menjadi 5 kategori diantaranya Sepeda Motor sebanyak 13.788.619 unit, Mobil Penumpang 13.788.619 unit, Bus 437.941 unit, Mobil Beban 81.531 unit, Ransus (kendaraan khusus) 4.164 unit” (Majalah Protech, 2017:8).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi masalah penurunan kualitas udara seperti eksplorasi sumber energi bersih, peremajaan mesin pabrik dan kendaraan agar lebih ramah lingkungan dan lain-lain. Akan tetapi dari berbagai upaya yang dilakukan masih terdapat kendala, salah satunya yaitu polusi udara yang sulit dirasakan secara jelas oleh indera manusia (kecuali kadar yang ekstrem), sehingga masih menimbulkan kekhawatiran masyarakat terhadap pencemaran udara yang membahayakan kesehatan. Untuk keperluan tersebut belum ada alat pendeteksi kualitas udara *indoor* yang mampu menunjukkan tingkat kualitas udara, walaupun ada harganya mahal dan tidak terjangkau oleh masyarakat luas.

Oleh karena itu perlu alat untuk pendeteksi tingkat pencemaran udara yang berfungsi untuk menunjukkan kualitas udara. Berdasarkan masalah di atas, penulis mempunyai tawaran solusi yaitu dengan merancang alat “Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p”. Untuk membuktikan seberapa besar kemampuan alat ini mendeteksi tingkat pencemaran udara, masih diperlukan serangkaian aktivitas pembuatan proyek akhir.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat dibuat suatu identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Udara yang sudah terkontaminasi zat polutan akan berdampak buruk pada kesehatan manusia.
2. Sistem tata kota dan lalu lintas tidak mampu menanggulangi pencemaran udara.
3. Belum adanya model alat pendeteksi kualitas udara *indoor* yang harganya terjangkau oleh masyarakat luas.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas permasalahan dibatasi pada point 3, yaitu belum adanya model alat pendeteksi kualitas udara yang harganya terjangkau oleh masyarakat luas. Alat pendeteksi kualitas udara yang akan dibuat dengan komponen utama Mikrokontroler ATmega 328p sebagai pengolah data, sensor yang digunakan yaitu sensor MQ7, sensor MQ135, dan SHT11 serta menggunakan LCD sebagai media penampil.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah di atas dijabarkan dalam rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun rangkaian *hardware* prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p?
2. Bagaimana membangun *software* prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p?
3. Bagaimana unjuk kerja prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p?

#### **E. Tujuan**

Adapun tujuan dari pembuatan prototipe pengendali kualitas udara *indoor* yaitu :

1. Merealisasikan rancangan rangkaian *hardware* prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p.
2. Merealisasikan rancangan *software* prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p.
3. Mengetahui unjuk kerja prototipe alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis Mikrokontroler ATmega 328p.

## **F. Manfaat**

Pembuatan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, lembaga pendidikan dan masyarakat yaitu sebagai berikut :

### 1. Bagi Mahasiswa

- a. Mendapat pengalaman mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah untuk mengatasi permasalahan dalam kehidupan *real*.
- b. Menghasilkan karya yang dapat dipakai sebagai sumber informasi dan referensi untuk pengembangan selanjutnya dalam rangka peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi.

### 2. Bagi Universitas

Dapat dijadikan tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi dan mampu menerapkan ilmunya secara praktis pada bidang-bidang yang sesuai dengan program studi yang dipelajari.

### 3. Bagi Masyarakat

- a. Mewujudkan kualitas udara yang memenuhi syarat sehingga dapat memberikan kenyamanan dan kesehatan bagi masyarakat.
- b. Dapat menginspirasi untuk membuat alat pengendali kualitas udara *indoor* yang dapat digunakan oleh masyarakat.

## G. Keaslian Gagasan

Karya tugas akhir ini asli dari gagasan pribadi yang terinspirasi dari banyaknya gangguan kesehatan yang diakibatkan kualitas udara yang buruk. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran udara dalam ruangan. Adapun alat yang hampir sama dengan tugas akhir ini pernah dibuat yaitu Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor TGS 2600 yang dikerjakan oleh R BG Puguh Setyanto dari Universitas Diponegoro. Kekurangan dari alat ini yaitu :

1. Menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengolah data. Mikrokontroler AT89S51 diprogram menggunakan bahasa *assembly* yang mempunyai fungsi aritmetika yang cukup sulit dan baris program yang dihasilkan sangat panjang.
2. Menggunakan sensor TGS 2600 untuk mengukur kadar gas Karbon Monoksida (CO). Sensor ini terbilang cukup mahal untuk mengukur kadar gas CO dibandingkan dengan sensor gas lainnya.
3. Belum adanya keputusan untuk mengkategorikan kualitas udara yang baik dan buruk.
4. Belum adanya tindak lanjut terhadap kualitas udara yang dideteksi jadi hanya monitoring.

Selain itu juga terdapat alat ukur kadar gas CO dalam ruangan yaitu Krisbow KD09-224 *Carbon Monoxide* Meter dan alat ukur kadar gas CO<sub>2</sub> dalam ruangan seri AZ-77535. Kedua alat ini harganya sangat mahal dan hanya mampu mengukur satu jenis gas saja yaitu CO dan CO<sub>2</sub>.

Sedangkan kelebihan dari proyek akhir yang saya buat yaitu :

1. Menggunakan Mikrokontroler ATmega 328p sebagai pengolah data. Mikrokontroler ATmega 328p diprogram menggunakan bahasa C yang mudah dimengerti dan dikoreksi jika terdapat *error*. Selain itu memiliki *library* yang dapat mempersingkat program.
2. Menggunakan sensor SHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Sensor ini sudah terkalibrasi sepenuhnya, sehingga tidak memerlukan kalibrasi ulang. Selain itu *output* sensor sudah berupa digital sehingga dapat langsung ditampilkan hasilnya tanpa perlu pengolahan ADC.
3. Menggunakan sensor MQ7 untuk mendeteksi gas Karbon Monoksida (CO) dan sensor MQ135 untuk mendeteksi gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>). Sensor ini mudah dalam penggunaannya dan tersedia hampir di semua toko elektronik karena harganya yang relatif murah.
4. Sudah ada kategori kualitas udara yang baik dan buruk untuk ditampilkan di LCD dan LED.
5. Menggunakan *exhaust fan* untuk mengurangi zat polutan.

## **BAB II**

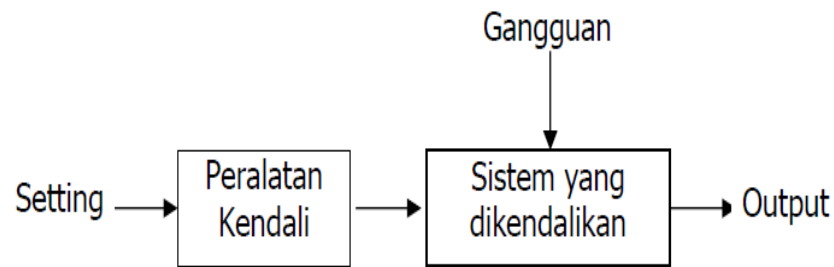
### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Sistem Kendali**

Sistem kendali adalah sebuah kumpulan atau susunan komponen-komponen alat yang saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk mengendalikan, mengatur, dan memerintah keadaan dari suatu mekanisme tertentu. Dalam dunia industri, sistem kendali merupakan sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel-variabel seperti *temperature*, tekanan, aliran, level dan kecepatan. Variabel-variabel ini merupakan keluaran yang harus dijaga tetap sesuai dengan keinginan yang telah ditetapkan terlebih dahulu oleh operator yang disebut dengan *setpoint* (respon sistem yang diinginkan) dan *plant* (obyek yang dikendalikan). Secara umum sistem kendali dibagi menjadi dua, yaitu sistem kendali *open loop* dan sistem kendali *close loop*.

##### **1. Sistem Kendali *Open Loop***

Sistem kendali *open loop* adalah suatu sistem yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kendali. Artinya, sistem kendali keluarannya tidak dapat digunakan sebagai umpan balik (*no feedback*) dalam masukan dan ketepatan hasil bergantung pada kalibrasi. Berikut adalah gambar diagram blok sistemnya :



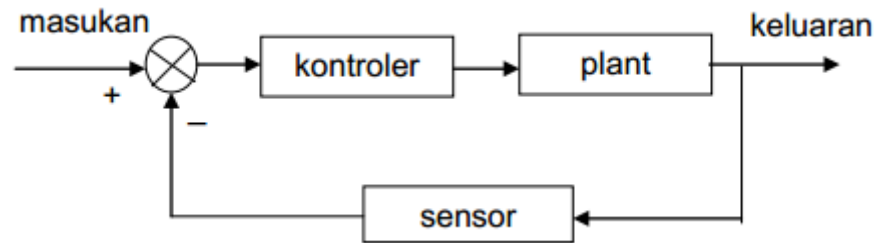
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kendali *Open Loop*

Dalam suatu sistem kendali terbuka, keluaran tidak dapat dibandingkan dengan masukan acuan. Jadi, untuk setiap masukan acuan berhubungan dengan operasi tertentu, sebagai akibat ketetapan dari sistem tergantung kalibrasi. Dengan adanya beberapa gangguan (error), sistem ini tidak dapat melaksanakan tugas sesuai yang diharapkan. Sistem ini hanya dapat digunakan jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal.

## 2. Sistem Kendali *Close Loop*

Sistem kendali *close loop* adalah sistem kendali yang keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan dan juga merupakan sistem kendali berumpan balik (*feedback*) dari hasil keluaran menuju ke masukan setelah dikurangkan dengan nilai *setpoint*. Pengaturan secara *close loop* ini tidak memerlukan operator untuk melakukan koreksi variabel-variabel kendalinya karena dilakukan secara otomatis dalam sistem kendali itu sendiri. Dengan demikian keluaran akan selalu dipertahankan berada pada kondisi stabil sesuai dengan *setpoint* yang

ditentukan dan bisa memberikan koreksi saat ada gangguan. Berikut adalah gambar diagram blok sistemnya :



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kendali *Close Loop*

Dalam sistem ini sensor bekerja sebagai operator yang akan menjaga sistem agar tetap pada keadaan yang diinginkan, ketika terjadi perubahan pada sistem maka sensor akan melakukan langkah-langkah awal pengaturan sehingga sistem kembali bekerja pada keadaan yang diinginkan. Hal inilah yang membedakan dengan sistem kendali terbuka yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan, dimana keluaran tidak diukur atau diumpan-balikkan untuk dibandingkan dengan masukan.

Sistem kendali tertutup mempunyai kelebihan dari sistem kendali terbuka yaitu penggunaan umpan-balik yang membuat respon sistem peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem dan mudah untuk mendapatkan pengontrolan *plant* dengan teliti, meskipun sistem kendali terbuka mempunyai kelebihan yaitu kestabilan yang tak dimiliki pada sistem kendali tertutup, kombinasi keduanya dapat memberikan performa yang sempurna pada sistem.

## **B. Kualitas Udara Dalam Ruangan (*Indoor Air Quality*)**

Menurut *National Health and Medical Research Council* (1992), menyatakan bahwa udara dalam ruangan adalah udara di dalam area kerja di mana orang menghabiskan waktu selama satu hari atau lebih dan bukan merupakan gedung industri. Area kerja yang di maksud antara lain kantor, rumah, sekolah dan rumah sakit. Sedangkan pengertian kualitas udara dalam ruangan menurut *United States Enviromental Protection Agency* (1991), adalah hasil interaksi antara tempat, suhu, sistem gedung (baik desain asli maupun modifikasi terhadap struktur dan sistem mekanik), teknik kontruksi, sumber kontaminan (material, peralatan gedung serta sumber dari luar) dan pekerja. Jika kualitas udara di dalam ruangan tersebut buruk maka akan menimbulkan penyakit bagi penghuni yang berada di dalamnya. Penyakit yang disebabkan oleh kualitas udara di dalam ruangan yang buruk antara lain adalah asma, mata menjadi perih, kulit gatal-gatal dan sebagainya (Salim, E., 2002).

### **1. Pencemaran Udara Dalam Ruangan**

Pencemaran udara merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energi dan atau komponen lain ke dalam udara, sehingga dapat menyebabkan turunnya mutu udara sampai ke tingkat tertentu yang mempengaruhi kondisi kesehatan manusia. Segala bentuk bahan padat, cair dan gas yang ada di udara dapat menimbulkan ketidaknyamanan disebut polutan udara.

Menurut M. Soedomo (2001), polutan dapat diartikan sebagai suatu zat yang menyebabkan terjadinya polusi. Suatu zat dapat disebut polutan jika keberadaannya menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Selain itu apabila jumlah zat tersebut melebihi batas normal pada waktu dan tempat yang tidak tepat disebut polutan.

Pencemaran udara dapat terjadi di mana-mana seperti di rumah, sekolah, kantor dan lain-lain yang sering disebut pencemaran dalam ruangan. Berdasarkan hasil penelitian NIOSH (*National Institution for Occupational Safety and Health*) mengemukakan bahwa terdapat 6 sumber utama pencemaran udara di dalam ruangan yaitu pencemaran akibat ventilasi sebesar 5%, 17% pencemaran dari alat-alat di dalam ruangan, pencemaran dari luar ruangan sebesar 11%, kemudian 3% pencemaran dari bahan bangunan, pencemaran dari mikroorganisme sebesar 5% dan 12% berasal dari sumber-sumber tidak diketahui (Aditama, T.Y., 2002).

## **2. Udara Dalam Ruangan**

### **a. Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Oksigen adalah gas yang paling dibutuhkan manusia saat bernapas. Tanpa oksigen, manusia akan mati secara perlahan. Manusia memerlukan oksigen agar proses respirasi sel terus berlangsung. Hasil utama pernapasan berupa energi, hasil ini disebarkan ke seluruh bagian tubuh yang berfungsi untuk pertumbuhan dan kerja organ tubuh. Zat sisa pernapasan berupa karbon dioksida dan uap air yang akan dikeluarkan dari tubuh.

Udara yang masuk ke dalam tubuh mengandung berbagai gas seperti oksigen, karbon dioksida, argon, nitrogen, dan uap air. Namun tidak menutup kemungkinan terdapat gas lain yang tercampur di dalam udara yang dihirup manusia. Udara bebas yang digunakan oleh manusia untuk bernapas mengandung gas nitrogen sebesar 78%, gas oksigen 20%, gas argon kurang dari 1%, uap air kurang lebih sekitar 1% dan karbon dioksida kurang dari 0,1%. Gas-gas tersebut tercampur dengan baik di dalam udara yang ada di dunia ini.

b. Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida merupakan salah satu gas beracun yang tidak berbau dan tidak berwarna sehingga manusia tidak dapat melihat, mencium, dan merasakannya. Keberadaan karbon monoksida jika melebihi batas normal dapat membunuh manusia sebelum kita menyadari keberadaannya. Gas ini berasal dari hasil pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan partikel-partikel karbon sehingga membentuk karbon monoksida (Binardi, 2003). Biasanya karbon monoksida dalam ruangan berasal dari peralatan yang mudah terbakar. Selain itu kendaraan bermotor yang parkir di tempat tertutup, menyebabkan asap masuk ke celah bangunan melalui ventilasi juga memicu timbulnya pencemaran udara dalam ruangan.

Pengukuran intensitas karbon monoksida dapat menggunakan alat aktif dan pasif *direct-reading electrochemical CO monitor* dengan nilai ambang batas menurut ACGIH (*The American Conference of*

*Governmental Industrial Hygienists*) sebesar 50 ppm (Pudjiastuti, 1998). Keberadaan gas karbon monoksida yang mengikat Hb (hemoglobin) menimbulkan gangguan kesehatan seperti hipoksia (kurangnya distribusi oksigen ke jaringan), kelelahan, sakit kepala, dan asma. Apabila intensitas karbon monoksida dalam Hb diatas 4-5% dapat mengakibatkan gejala kardiovasikuler. Menurut Binardi (2003), keberadaan gas karbon monoksida dapat dikendalikan dengan pembatasan merokok, menerapkan sistem ventilasi yang sesuai dan penempatan udara masuk seperti *exhaust* pada *loading docks* dan area parkir.

c. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Menurut Pudjiastuti (1998), konsentrasi karbon dioksida pada udara yang tidak tercemar sekitar 0.03%, tetapi 5% udara yang kita keluarkan adalah karbon dioksida, sehingga bila kita berada dalam ruangan yang ventilasinya kurang baik menyebabkan kenaikan CO<sub>2</sub> dalam ruangan. Sumber CO<sub>2</sub> yang terbanyak berasal dari udara hasil pernapasan manusia, namun *Environmental Tobacco Smoke* (ETS) juga dapat menjadi sumber CO<sub>2</sub>.

Nilai ambang batas CO<sub>2</sub> yang diperbolehkan menurut OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) adalah 500 ppm. Upaya pengendalian CO<sub>2</sub> dalam ruangan adalah dengan menyesuaikan suplai udara dalam ruangan tergantung dari tingkat kegunaan ruang

yang bervariasi, selain itu sirkulasi udara di dalam dan di luar ruangan juga harus ditingkatkan (Binardi, 2003).

### **3. Suhu dan Kelembaban Udara Dalam Ruangan**

#### **a. Suhu**

Menurut ASHARE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) definisi suhu nyaman yaitu suatu kondisi yang dirasakan dan menunjukkan kepuasan terhadap suhu lingkungan (Fardiaz, 1992). Untuk pekerja kantor di mana pekerjaannya harus duduk menetap dan mengerjakan pekerjaan yang berulang-ulang selama beberapa jam, aktivitas personal, pakaian, tingkat kebugaran dan pergerakan udara. Pergerakan udara ini sangat berpengaruh terhadap persepsi seseorang terkait kenyamanan suhu. Menurut Kepmenkes No. 1405 tahun 2002, ruang kerja yang baik dianjurkan berada pada suhu lebih besar dari 18°C dan kurang dari 28°C. Apabila melebihi 28°C dibutuhkan *Air Conditioner* (AC) atau kipas angin sebagai penetral udara, dan alat pemanas ruang jika suhu terlalu dingin.

#### **b. Kelembaban Relatif (*Relative Humadity*)**

Buruknya kualitas udara dipengaruhi oleh kelembaban udara yang ekstrem. RH (*Relative Humadity*) yang rendah mengakibatkan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia seperti iritasi mata, iritasi tenggorokan, batuk-batuk serta penyakit asma. Kelangsungan hidup mikroorganisme juga dipengaruhi oleh kelembaban relatif. Menurut

SK Gubernur No. 54 tahun 2002, agar ruang kerja perkantoran memenuhi persyaratan bila kelembaban udara ruang >60% perlu menggunakan alat *dehumidifier* dan bila <40% perlu menggunakan *humidifier* misalnya mesin pembentuk aerosol.

#### 4. Dampak Negatif Pencemaran Udara Dalam Ruangan

Tabel 1. Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Kategori	Rentang	Karbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikulat
Baik	0 - 50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (selama 4 jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>3</sub> (selama 4 jam)	Tidak ada efek
Sedang	51 - 100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	101 - 199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana
Sangat Tidak Sehat	200 - 299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis	Olahraga ringan mengakibatkan pengaruh pemapasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis
Berbahaya	300 - lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

(Sumber : [http://bppi.kemenperin.go.id/extension/panduan\\_iso/doc/uu/N00-1997\\_00107.pdf](http://bppi.kemenperin.go.id/extension/panduan_iso/doc/uu/N00-1997_00107.pdf) )

Tabel 1 menjelaskan tentang pengaruh pencemaran udara terhadap makhluk hidup. Rentang nilai menunjukkan batasan kategori daerah sesuai tingkat kesehatan untuk dihuni oleh manusia. Karbon monoksida, nitrogen, ozon, sulfur dioksida dan partikulat adalah beberapa parameter polusi udara dominan yang dihasilkan oleh sumber pencemar.

Tabel 2. Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang

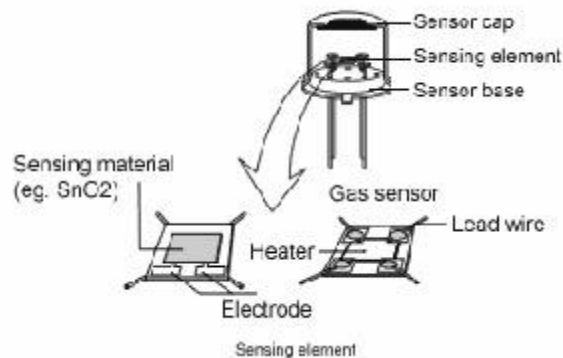
<u>Pencemar</u>	<u>Sumber</u>	<u>Keterangan</u>
CO	<u>Buangan kendaraan bermotor dan beberapa proses industri</u>	<u>Standar kesehatan : 10mg/m<sup>3</sup> (9 ppm)</u>
SO <sub>2</sub>	<u>Panas dan fasilitas pembangkit listrik</u>	<u>Standar kesehatan : 80ug/m<sup>3</sup> (0,03 ppm)</u>
<u>Partikulat Matter</u>	<u>Buangan kendaraan bermotor dan beberapa proses industri</u>	<u>Standar kesehatan : 50ug/m<sup>3</sup> selama 1 tahun, 150ug/m<sup>3</sup></u>
NO <sub>2</sub>	<u>Buangan kendaraan bermotor, panas dan fasilitas pembangkit listrik</u>	<u>Standar kesehatan : 100ug/m<sup>3</sup> (0,05 ppm) selama 1 jam</u>
O <sub>3</sub>	<u>Terbentuk di atmosfer</u>	<u>Standar kesehatan : 235ug/m<sup>3</sup> (0,12 ppm) selama 1 jam</u>

(Sumber : [http://bppi.kemenperin.go.id/extension/panduan\\_iso/doc/uu/N00-1997-00107.pdf](http://bppi.kemenperin.go.id/extension/panduan_iso/doc/uu/N00-1997-00107.pdf) )

Tabel 2 memperlihatkan sumber emisi dan standar kesehatan yang ditetapkan oleh pemerintah melalui keputusan Bapedal (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan). Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) provinsi DKI Jakarta mencatat bahwa adanya penurunan kualitas udara yang signifikan dari tahun ke tahun yang sangat mengkhawatirkan. Hal ini menandakan Indonesia sudah seharusnya memperketat peraturan tentang pengurangan emisi baik sektor industri maupun sektor transportasi darat dan laut. Selain itu tentunya penemuan-penemuan teknologi baru untuk mengurangi emisi dilanjutkan dengan pengaplikasiannya di masyarakat menjadi suatu prioritas utama bagi pengendalian polusi udara di Indonesia.

### C. Sensor Gas

Sensor gas terdiri dari elemen sensor, dasar sensor dan tudung sensor. Elemen sensor terdiri dari bahan sensor dan bahan pemanas untuk memanaskan elemen. Elemen sensor menggunakan bahan-bahan seperti Timah Oksida ( $\text{SnO}_2$ ), Wolfram Oksida ( $\text{WO}_3$ ), dan lain-lain tergantung pada gas yang hendak dideteksi. Gambar berikut menunjukkan susunan (struktur) dasar sensor gas.

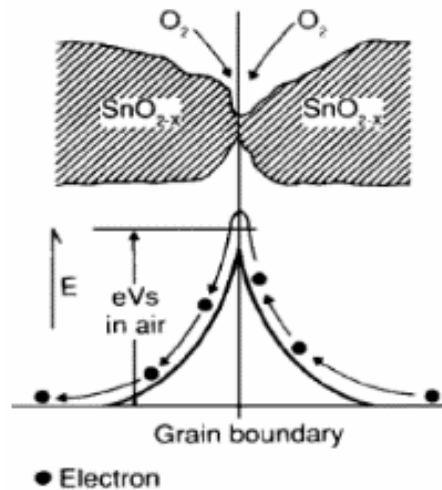


Gambar 3. Susunan Dasar Sensor Gas

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/Chapter%20II.pdf>)

Bila suatu Kristal Oksida logam seperti  $\text{SnO}_2$  dipanaskan pada suhu tinggi tertentu di udara, oksigen akan teradsorpsi pada permukaan kristal dengan muatan *negative*. Elektron-elektron donor pada permukaan kristal ditransfer ke oksigen teradsorpsi, sehingga menghasilkan suatu lapisan ruang bermuatan positif. Akibatnya potensial permukaan terbentuk yang akan menghambat aliran elektron. Di dalam sensor arus listrik mengalir melalui bagian-bagian penghubung (batas butir) kristal-kristal mikro  $\text{SnO}_2$ . Pada batas-batas antar butir, oksigen yang teradsorpsi membentuk penghalang potensial yang menghambat muatan bebas bergerak. Tahanan listrik sensor

disebabkan oleh penghalang potensial ini. Gambar 4 berikut menunjukkan model penghalang potensial antar butir kristal mikro  $\text{SnO}_2$  pada keadaan tanpa adanya gas yang dideteksi.

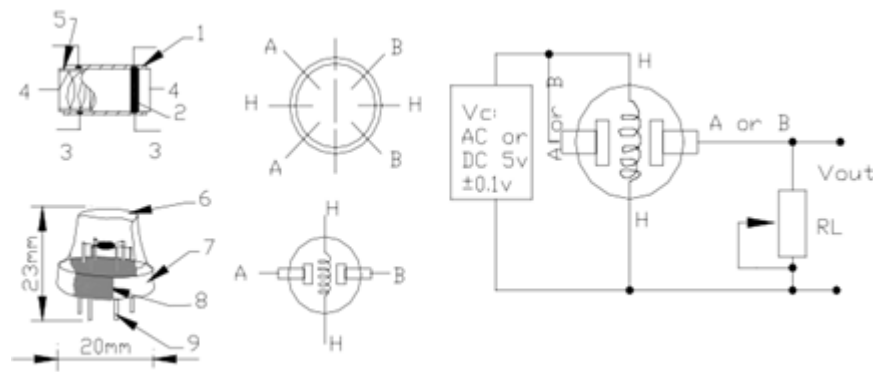


Gambar 4. Cara Kerja Sensor Gas

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/Chapter%20II.pdf> )

### 1. Sensor MQ 135

MQ 135 adalah sebuah sensor yang diciptakan untuk mendeteksi kualitas dari udara yang bersifat semikonduktor. Bahan sensitif dari sensor gas ini adalah  $\text{SnO}_2$  (Timah Oksida) di mana memiliki konduktifitas yang rendah jika berada di udara bersih, ketika target gas dideteksi konduktifitas akan menjadi tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas yang dideteksi. Sensor gas ini sangat sensitif terhadap gas Karbon dioksida, amonia dan beberapa gas yang lainnya.



Gambar 5. Rangkaian Penyusun Sensor MQ 135

(Sumber : <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf> )

Tabel 3. Spesifikasi Sensor MQ 135

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Ramark 2
$R_s$	Sensing Resistance	30K $\Omega$ -200K $\Omega$ (100ppm NH <sub>3</sub> )	Detecting concentration scope 10ppm-300ppm NH <sub>3</sub> 10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm Alcohol
$\alpha$ (200/50) NH <sub>3</sub>	Concentration Slope rate	$\leq 0.65$	
Standard Detecting Condition	Temp: 20 $\pm$ 2 $\square$ Vc: 5V $\pm$ 0.1 Humidity: 65% $\pm$ 5% Vh: 5V $\pm$ 0.1		
Preheat time	Over 24 hour		

(Sumber : <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf> )

Hasil keluaran sensor MQ 135 masih berupa *value* sensor belum menunjukkan nilai PPM (*Part Per Million*) dari suatu gas, maka data diolah untuk diubah menjadi informasi PPM dengan rumus sebagai berikut :

$$PPM = a \times (R_s/R_o)^b$$

Keterangan :

- a)  $a = \textit{Scaling Factor}$
- b)  $R_s = \textit{Resistance of sensor}$
- c)  $R_o = \textit{Resistance Default of sensor}$
- d)  $b = \textit{Exponent}$

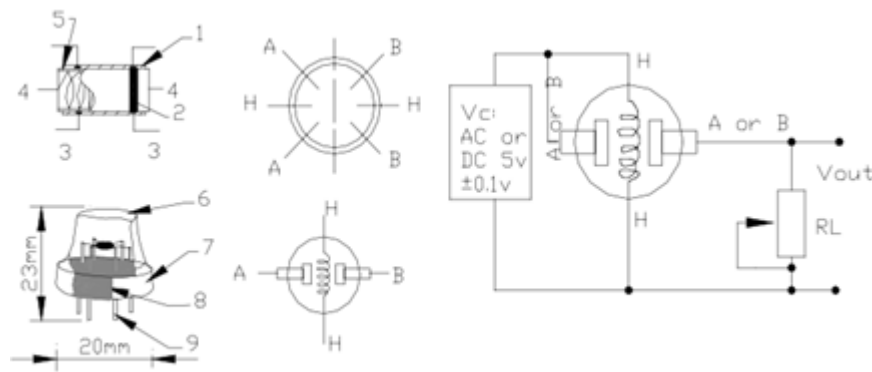
dari rumus di atas nilai variable yang menentukan nilai ppm adalah nilai  $R_s$ , di mana :

$$R_s = R_L \times (1023 - VRL) / VRL$$

- a)  $R_L = \textit{Adjusmten Resistor}$
- b)  $VRL = \textit{Value analog input from sensor}$

## 2. Sensor MQ 7

Sensor MQ 7 adalah sebuah sensor yang diciptakan untuk mendeteksi karbon monoksida, hidrogen, gas LPG, metana serta alkohol. Bahan sensitif dari sensor gas ini adalah SnO<sub>2</sub> (Timah Oksida) dimana memiliki konduktifitas yang rendah jika berada di udara bersih, ketika target gas dideteksi konduktifitas akan menjadi tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas yang dideteksi.



Gambar 6. Rangkaian Penyusun Sensor MQ 7

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf> )

Tabel 4. Spesifikasi Sensor MQ 7

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	relative humidity $65\% \pm 5\%$	RL: $10\text{K} \Omega \pm 5\%$
	Vc: $5\text{V} \pm 0.1\text{V}$ VH: $5\text{V} \pm 0.1\text{V}$ VH: $1.4\text{V} \pm 0.1\text{V}$		
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf> )

Hasil keluaran sensor MQ 7 masih berupa *value* sensor belum menunjukkan nilai PPM (*Part Per Million*) dari suatu gas, maka data diolah untuk diubah menjadi informasi PPM dengan rumus sebagai berikut :

$$PPM = a \times (Rs/Ro)^b$$

Keterangan :

- a)  $a = \textit{Scaling Factor}$
- b)  $R_s = \textit{Resistance of sensor}$
- c)  $R_o = \textit{Resistance Default of sensor}$
- d)  $b = \textit{Exponent}$

dari rumus di atas nilai variable yang menentukan nilai ppm adalah nilai  $R_s$ , di mana :

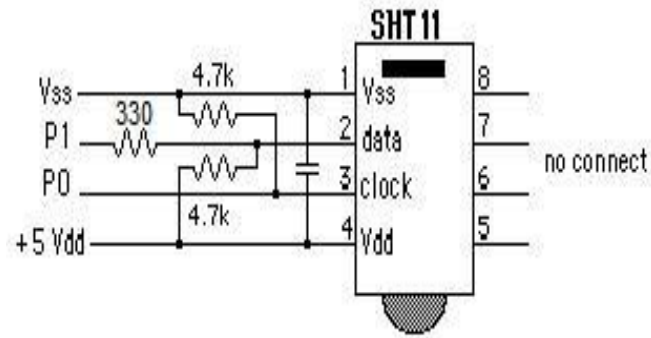
$$R_s = R_L \times (1023 - VRL) / VRL$$

- a)  $R_L = \textit{Adjusmten Resistor}$
- b)  $VRL = \textit{Value analog input from sensor}$

## **D. Sensor SHT11**

### **1. Karakteristik Sensor SHT11**

Sensor SHT11 berfungsi untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembaban. Menurut Sumardi (2013), SHT11 merupakan chip tunggal yang terdiri dari multi sensor yaitu suhu (temperatur) dan kelembaban (*humidity*) yang dikompres menjadi satu dengan output berupa data digital yang telah dikalibrasi. Sensor ini menggunakan komunikasi *2-wire* untuk mengirimkan data dan menerima perintah dari mikrokontroler.



Gambar 7. Rangkaian Sensor SHT11

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Sensor ini telah terkalibrasi dengan presisi pada saat pembuatannya, sehingga tidak memerlukan kalibrasi saat penggunaannya. Sensor ini merupakan keluaran dari *Sensirion Company* yang mempunyai karakteristik berdasarkan *datasheet* sebagai berikut :

- a. *Temperature range* :  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+123,8^{\circ}\text{C}$
- b. *Temperature accuracy* :  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  @  $25^{\circ}\text{C}$
- c. *Humidity range* : 0 to 100 % RH
- d. *Absolute RH accuracy* :  $\pm 0,3$  % RH
- e. *Low power consumption* (typically 30)
- f. VCC : 2,4 – 5,5 Volt

## 2. Spesifikasi Sensor SHT11

Secara fisik sensor SHT11 memiliki 8 pin tetapi yang digunakan hanya 4 pin saja yaitu pin GND, VDD, SCK, dan DATA. Pin *output* dari sensor SHT11 seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Pin *Output* Sensor SHT11

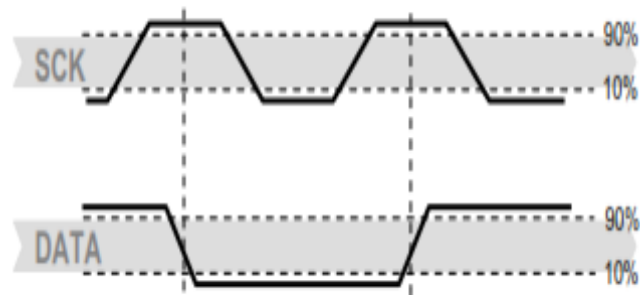
Pin	Nama	Keterangan
1	DATA	<i>Serial data bidirectional</i>
3	SCK	<i>Serial clock input</i>
4	GND	<i>Ground</i>
8	VDD	<i>Supply 2,4 – 5,5 V</i>

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Berdasarkan *datasheet* *Serial clock input* (SCK) merupakan *clock continue* yang digunakan untuk menyamakan detak antara mikrokontroler dengan sensor SHT11. *Serial data* (SDA) merupakan jalur yang digunakan untuk keluar masuknya data pada sensor secara serial termasuk untuk mengirim perintah pada sensor. Perubahan data terjadi saat permulaan SCK dan harus tetap stabil saat SCK berlogika tinggi, setelah SCK berlogika rendah pada saat itu juga data dapat dirubah.

### 3. Komunikasi Dengan Sensor

Sebagai langkah pertama untuk berkomunikasi dengan sensor yaitu pastikan bahwa sensor telah mendapatkan tegangan yang sesuai, dalam hal ini sumber tegangan sensor diambilkan dari VDD sebesar 2,4 – 5,5 volt.



Gambar 8. Transmisi Sensor SHT11

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Memulai transmisi harus mengikuti langkah yang sudah ditetapkan, terdiri dari penurunan garis DATA sementara SCK tinggi, diikuti dengan pulsa yang rendah pada SCK dan DATA naik lagi sementara SCK tetap berlogika tinggi.

Setelah transmisi dilakukan selanjutnya perintah yang dikirim merupakan alamat 8 bit terdiri dari 3 bit alamat (hanya 000) dan 5 bit perintah SHT11 untuk menentukan data apa yang dibutuhkan. 5 bit perintah SHT11 dapat dilihat di tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. SHT11 *List Of Commands*

<i>Command</i>	<i>Code</i>
<i>Reserved</i>	0000x
<i>Measure Temperature</i>	00011
<i>Measure relative humidity</i>	00101
<i>Read status register</i>	00111
<i>Write status register</i>	00110
<i>Reserved</i>	0101x - 1110x
<i>Soft reset</i>	11110

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Mengacu pada tabel 6 jadi untuk mengukur suhu dibutuhkan perintah “0000011” dan perintah “00000101” untuk mengukur kelembaban lalu mikrokontroler harus menunggu hingga pengukuran sensor selesai. Hal ini membutuhkan waktu maksimum 20/80/320 ms untuk 8/12/14 bit untuk satu kali pengukuran.

#### 4. Konversi Data *Output* SHT11

*Output* yang dihasilkan dari sensor SHT11 berupa data digital atau yang biasa disebut bilangan biner. Bilangan biner tersebut, perlu dilakukan konversi menjadi data suhu maupun kelembaban. Berdasarkan *datasheet* dari sensor SHT11 berikut ini adalah persamaan-persamaan untuk mengkonversi nilai *output* dari SHT11 menjadi bilangan desimal.

##### a. Suhu

Rumus untuk mengetahui nilai suhu

$$T = d1 + d2 \times \text{SUHUdata}$$

Dimana:

$$T = \text{suhu } (^{\circ}\text{C})$$

$$\text{SUHUdata} = \text{output data dari SHT11}$$

$$d1 \text{ dan } d2 = \text{konstanta - konstanta yang dapat dilihat pada tabel 7 dan 8.}$$

Menggunakan rumus sesuai dengan *datasheet* yaitu  $T = d1 + d2 \times \text{SUHUdata}$ , rumus ini berfungsi untuk mencari nilai bilangan desimal dalam ( $^{\circ}\text{C}$ ). Nilai suhu didapatkan dengan menjumlahkan  $d1$  dan  $d2$

lalu dikalikan dengan data bilangan biner dari SHT11. Tabel 7 dan 8 merupakan konstanta d1 dan d2.

Tabel 7. Konstanta d1 Pada SHT11

VDD	d1 ( $^{\circ}\text{C}$ )	d1 ( $^{\circ}\text{F}$ )
5V	-40,1	-40,2
4V	-39,8	-39,6
3,5V	-39,7	-39,5
3V	-39,6	-39,3
2,5V	-39,4	-38,9

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Tabel 8. Konstanta d2 Pada SHT11

SUHUdata	d2 ( $^{\circ}\text{C}$ )	d2 ( $^{\circ}\text{F}$ )
14 bit	0,01	0,018
12 bit	0,04	0,072

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

Mengacu pada tabel 7 dan 8 pada sistem kontrol ini menggunakan tegangan sebesar 5V maka konstanta yang dipakai adalah  $d1 = -40,1$  dan  $d2 = 0,01$ .

b. Kelembaban

Rumus untuk mengetahui nilai kelembaban :

$$RH_{\text{linier}} = c1 + (c2 \times SO_{RH}) + (c3 \times SO_{RH}^2)$$

Dimana :

$RH_{\text{linier}}$  = kelembaban relatif

$SO_{RH}$  = *output* data dari sensor SHT11

$c_1$ ,  $c_2$ , dan  $c_3$  = konstanta pada sensor SHT11

Menggunakan rumus sesuai dengan *datasheet* yaitu  $RH_{\text{iniier}} = c_1 + (c_2 \times SO_{RH}) + (c_3 \times SO_{RH}^2)$ , rumus ini berfungsi untuk mencari kelembaban. Konstanta  $c_1$  dijumlahkan dengan perkalian konstanta  $c_2$  dengan output data dari sensor dan dijumlahkan dengan konstanta  $c_3$  dikalikan dengan output data dari sensor. Konstanta  $c_1$ ,  $c_2$ , dan  $c_3$  dapat dilihat di tabel 9.

Tabel 9. Konstanta  $c_1$ ,  $c_2$ , dan  $c_3$  Pada SHT11

$SO_{RH}$	$c_1$	$c_2$	$c_3$
12 bit	-2,0468	0,0367	-1,5955E-6
8 bit	-2,0468	0,5872	-4,0845E-6

(Sumber : [https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x\\_datasheet.pdf](https://www.sparkfun.com/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf) )

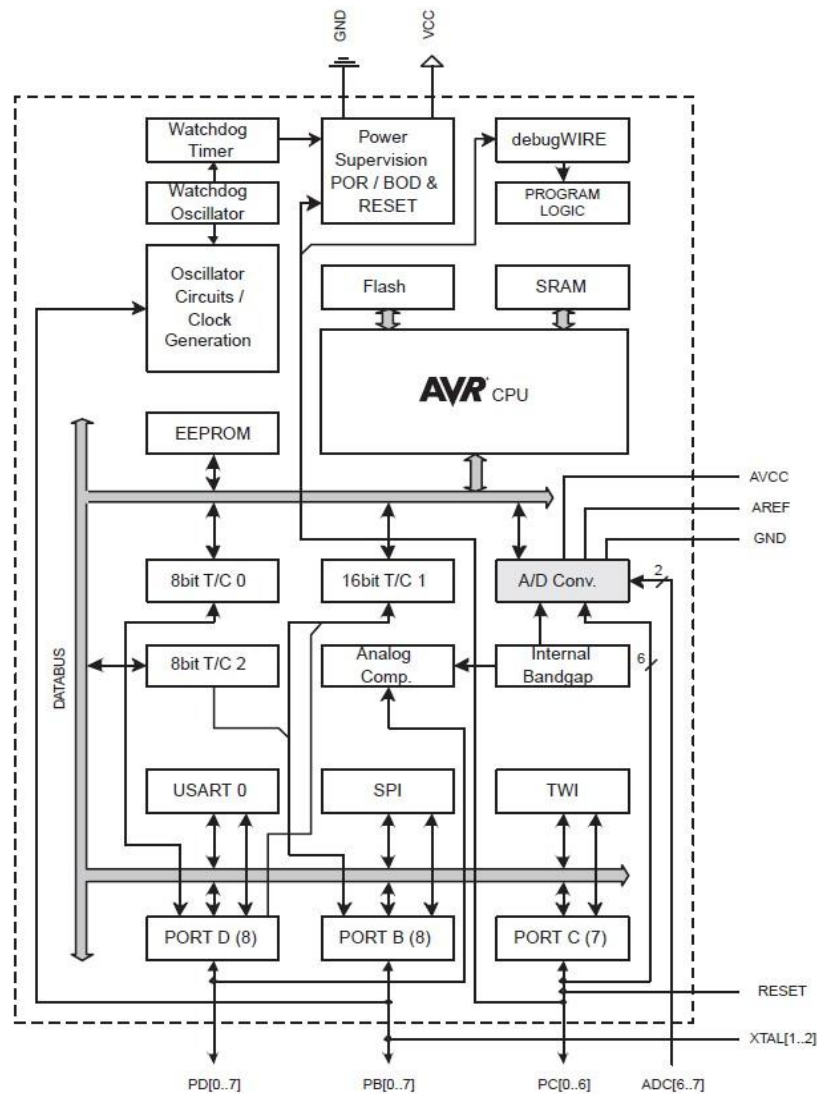
Mengacu pada tabel 9 pada sistem kontrol ini menggunakan  $SO_{RH}$  12 bit maka konstanta yang dipakai adalah  $c_1 = -2,0468$   $c_2 = 0,0367$  dan  $c_3 = -1,5955E-6$ .

### E. Mikrokontroler ATmega 328p

Mikrokontroler adalah IC (*integrated Circuit*) *single chip* yang di dalamnya terdapat RAM (*Random Acces Memory*), ROM (*Read Only Memory*), Mikroprosesor, *I/O* dan *clock* yang saling terkoneksi serta dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. ATmega 328p merupakan mikrokontroler keluarga AVR. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega 328p ini antara lain ATmega 8, ATmega 168, ATmega 32, ATmega 328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah

ukuran memori, banyaknya GPIO (*pin input/output*), *peripheral* (USART, *timer, counter, dll*). Dari segi ukuran fisik ATmega 328p memiliki ukuran fisik lebih kecil karena hanya memiliki 28 pin dibandingkan dengan ATmega 32 yang memiliki ukuran lebih besar yang memiliki 40 pin.

### 1. Arsitektur ATmega 328p



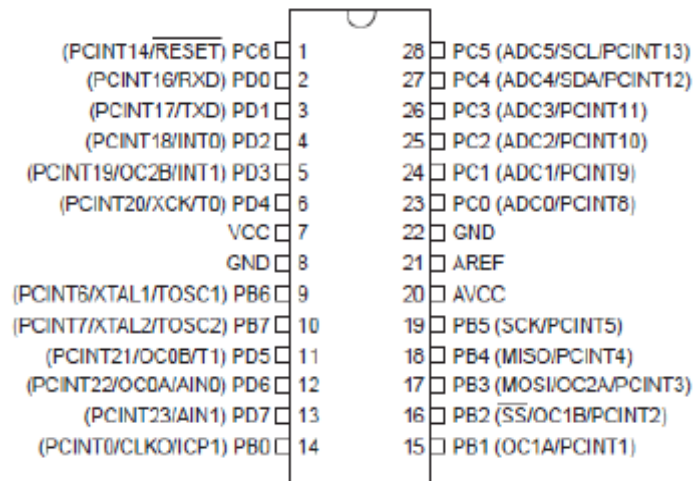
Gambar 9. Blok Diagram ATmega 328p

(Sumber : <http://www.atmel.com> )

ATmega 328p merupakan mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. Memiliki *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* sebesar 1 KB.
- b. Memiliki *SRAM (Static Random Access Memory)* sebesar 2 KB.
- c. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 di antaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- d. Memiliki 32 x 8 bit *register* .
- e. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- f. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memori* sebagai *bootloader*.
- g. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

## 2. Konfigurasi Pin ATmega 328p



Gambar 10. Konfigurasi Pin ATmega 328p

(Sumber : <http://www.atmel.com> )

Gambar 10 merupakan konfigurasi pin ATmega 328p memiliki 3 buah PORT yaitu PORT B, PORT C, dan PORT D dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. Berikut fungsi dari masing-masing konfigurasi pin pada ATmega 328p.

a. VCC

Merupakan pin *supply* tegangan digital yang berfungsi sebagai catu daya. Tegangan yang digunakan 5 Volt.

b. GND

Merupakan pin *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *ground*.

c. Port B

Di dalam port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah port B adalah 8 buah pin mulai dari pin B0 sampai dengan pin B7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* dan juga *output*. Port B merupakan sebuah 8 bit *bidirectional* I/O port dengan internal *pull-up* resistor. Sebagai *input*, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Jika ingin menggunakan tambahan kristal, maka cukup menghubungkan kaki dari kristal ke kaki pada pin port B. Namun jika tidak digunakan, maka cukup dibiarkan saja.

d. Port C

Port C merupakan sebuah 7 bit *bidirectional* I/O port di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C0 sampai dengan pin C6. Sebagai keluaran (*output*), port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal kemampuan menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

e. Reset/PC6

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Untuk diperhatikan juga bahwa pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan

pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

f. Port D

Port D merupakan 8 bit bidirectional I/O dengan internal *pull-up* resistor. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

g. AVCC

Pada pin ini memiliki fungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan, tetap saja disarankan untuk menghubungkan secara terpisah dengan VCC.

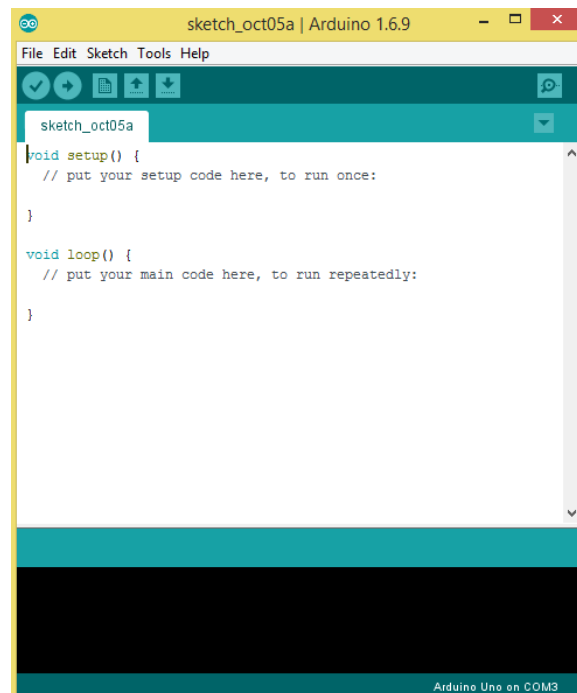
h. AREF

Merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC. Memori yang dimiliki ATmega 328p sama dengan ATmega 32 tetapi dari segi jumlah yang membedakan GPIO lebih sedikit. Pemilihan ATmega 328p untuk prototipe pengendali kualitas udara *indoor* dikarenakan jumlah memori dan GPIO yang sesuai karena tidak membutuhkan port I/O yang banyak tetapi memerlukan memori yang cukup besar untuk menyimpan program yang tidak bisa ditampung oleh ATmega 8.

### 3. Software Pemrograman Arduino

#### a. Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C dengan versi yang telah di sederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino, sehingga lebih mudah dalam belajar pemrograman (Hendriono Dede, 2014). Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino dengan bahasa pemrograman C. Tampilan jendela arduino yang di dalamnya terdapat beberapa baris program seperti pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Jendela Arduino

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>)

## b. Struktur

Setiap program arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu:

### 1) Void setup() { ... }

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

### 2) Void loop() { ... }

Fungsi ini dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan kembali, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

## c. Syntax

Berikut ini adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan :

### 1) // (komentar satu baris)

Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

### 2) /\* (komentar banyak baris)

Jika Anda mempunyai banyak catatan, maka hal tersebut dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

## 3) { ... } atau kurung kurawal

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

## 4) ; (titik koma)

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

## d. Variabel

Sebuah program secara garis besar didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memudahkannya.

1) Int (*integer*)

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -23.768 s/d 32.767.

## 2) Long

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori RAM dan mempunyai rentang nilai dari -2.147.648 s/d 2.147.483.647.

## 3) Boolean

Variable sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai *TRUE* (benar) atau *FALSE* (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.

## 4) Float

Digunakan untuk angka desimal (*floating point*). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang nilai dari -3,4028235E+38 s/d 3,4028235E+38.

5) Char (*character*)

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

## e. Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

## 1) = (sama dengan)

Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya:  $x = 10 * 2$ ,  $x = 20$ ).

## 2) + (plus)

Digunakan saat operasi penjumlahan.

## 3) - (minus)

Digunakan saat operasi pengurangan.

## 4) \* (asteris)

Digunakan saat operasi perkalian.

## 5) / (garis miring)

Digunakan saat operasi pembagian.

#### f. Operator Pembanding

Digunakan untuk membandingkan nilai logika.

##### 1) == (sama dengan)

misalnya:  $12 == 10$  adalah *FALSE* (salah) atau  $12 == 12$  adalah *TRUE* (benar).

##### 2) != (tidak sama dengan)

Misalnya:  $12 != 10$  adalah *TRUE* (benar) atau  $12 != 12$  adalah *FALSE* (salah).

##### 3) < (lebih kecil dari)

Misalnya:  $12 < 10$  adalah *FALSE* (salah) atau  $12 < 12$  adalah *FALSE* (salah) atau  $12 < 14$  adalah *TRUE* (benar).

##### 4) > (lebih besar dari)

Misalnya:  $12 > 10$  adalah *TRUE* (benar) atau  $12 > 12$  adalah *FALSE* (salah) atau  $12 > 14$  adalah *FALSE* (salah).

#### g. Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya. Berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

##### 1) If ... else

Dengan format seperti berikut ini:

If(kondisi) { ... }

Else if(kondisi) { ... }

Else { ... }

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya *TRUE*, dan jika tidak (*FALSE*) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya *FALSE* maka kode pada *else* yang akan dijalankan.

## 2) For

Dengan format penulisan sebagai berikut:

```
For(int i = 0; i < #pengulangan; i++) { ... }
```

Digunakan bila kita ingin melakukan pengulangan kode program di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan perhitungan ke atas (++) atau ke bawah (--).

## h. Digital

### 1) pinMode(pin, mode)

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan sebagai port dari 0 s/d 19 (pin analog 0 s/d 5 adalah 14 s/d 19). Mode yang bisa digunakan adalah *INPUT* atau *OUTPUT*.

### 2) digitalWrite(pin, value)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (+5 volt) atau *LOW* (*ground*).

### 3) digitalRead(pin)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *INPUT*, maka Anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (+5 volt) atau *LOW* (*ground*).

#### i. Analog

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam analog.

##### 1) analogWrite(pin, value)

Beberapa pin pada arduino mendukung PWM (*pulse width modulation*) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (*on*) atau mati (*off*) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. *Value* (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% *duty cycle* ~ 0 volt) dan 255 (100% *duty cycle* ~ 5 volt).

##### 2) analogRead(pin)

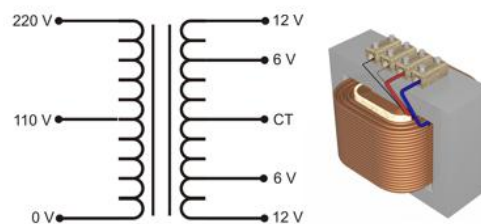
Pada saat pin analog ditetapkan sebagai *INPUT* dapat membaca keluaran voltasenya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

## F. Catu Daya

### 1. Transformator

Transformator adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan daya dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain secara induksi elektromagnet dengan tidak mengubah frekuensinya. Transformator

menggunakan bahan feromagnetis dengan tujuan agar jumlah *flux* magnet yang mengalir pada inti transformator tersebut sebesar mungkin maka bahan inti harus terbuat dari bahan feromagnetis. Inti transformator dibuat berlapis-lapis dengan tujuan untuk menghilangkan panas yang dihasilkan oleh adanya arus pusar, untuk mengurangi panas karena pengaruh histerisis, bahan feromagnetik dipilih sedemikian rupa sehingga bentuk kurva histerisisnya sesempit mungkin.



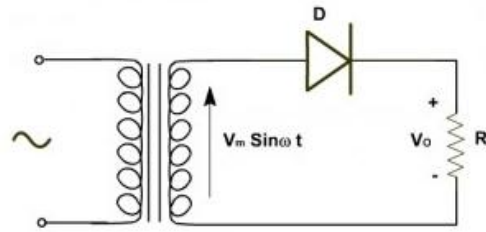
Gambar 12. Simbol dan Bentuk Transformator

(Sumber : <http://komponenelektronika.biz/pengertian-transformator.html> )

## 2. Penyearah

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari catu daya yang mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigurasi secara *forward* bias. Terdapat 2 jenis penyearah gelombang yaitu, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

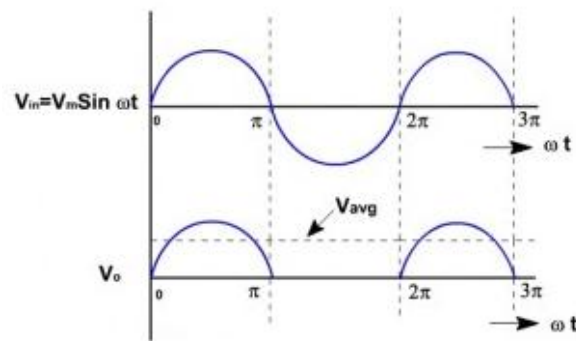
a. Penyearah Setengah gelombang (*Half Wave Rectifier*)



Gambar 13. Penyearah Setengah Gelombang

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/> )

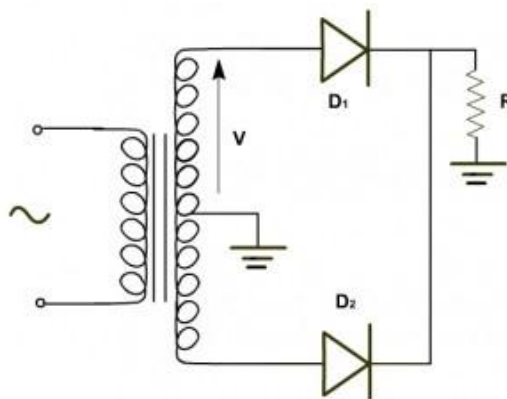
Penyearah setengah gelombang hanya menggunakan 1 buah dioda sebagai komponen utamanya dalam menyearahkan gelombang AC seperti pada gambar 13. Prinsip kerja dari penyearah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan sinyal positif dioda dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi *reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar 14.



Gambar 14. Output Penyearah Setengah Gelombang

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/> )

b. Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)

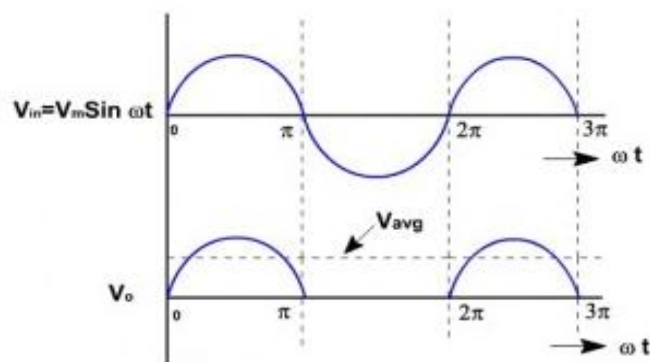


Gambar 15. Penyearah Gelombang Penuh

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/> )

Pada gambar 15 menggunakan 2 buah dioda dapat bekerja karena menggunakan transformator CT. Transformator CT dapat memberikan output tegangan AC pada kedua terminal output sekunder terhadap terminal CT dengan level tegangan berbeda fasa  $180^\circ$ . Pada saat

terminal output transformator pada D1 memberikan sinyal positif maka terminal output pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi *forward* dan D2 pada posisi *reverse*. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal *output* pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal *output* D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi *reverse* dan D2 pada posisi *forward*. Sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 16.

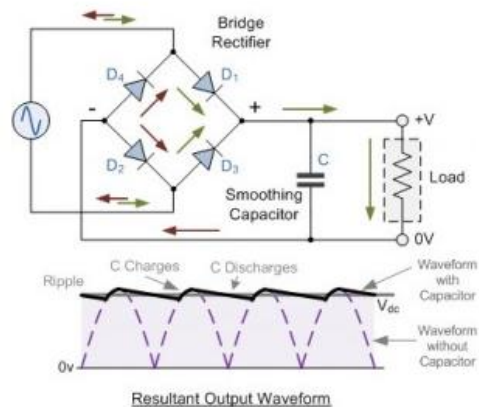


Gambar 16. *Output* Penyearah Gelombang Penuh

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

Agar tegangan penyearah gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang filter kapasitor pada bagian output rangkaian penyearah seperti pada gambar 17. Fungsi kapasitor pada rangkaian untuk menekan *ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang filter kapasitor maka output dari

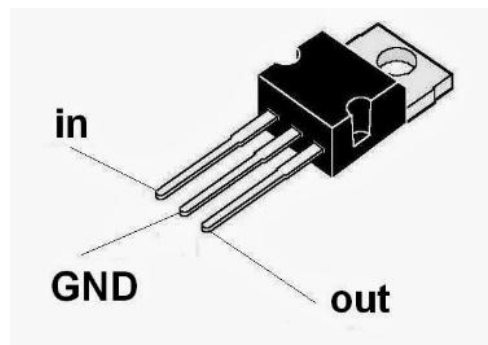
rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*).



Gambar 17. Bentuk Gelombang Menggunakan Kapasitor

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

### 3. IC Regulator



Gambar 18. Konfigurasi IC Regulator 78xx

(Sumber : <http://www.gadgetronicx.com/12v-5v-dual-power-supply-circuit/>)

Gambar 18 merupakan konfigurasi dari kaki IC regulator 78xx yang digunakan untuk menstabilkan tegangan. Pada kemasan IC ini terdapat tiga kaki yaitu kaki pertama sebagai *input*, kaki kedua (tengah) sebagai

kaki *ground* dan kaki ketiga sebagai *output*. Regulator ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel sesuai dengan keinginan rangkaiannya. Misalnya IC *voltage* regulator 7805, maka output tegangan DC nya juga hanya 5V DC. Tanda XX dibelakangnya adalah kode angka yang menunjukkan tegangan output DC pada IC *voltage* regulator tersebut. Contohnya 7805, 7812 dan lain sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis *positive voltage* regulator.

Tabel 10. Karakteristik Regulator Tegangan Seri 78XX

Tipe	V Out (V)	I Out (A)			V in (V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/regulator-tegangan-positif-78xx/> )

Dalam proyek akhir ini besarnya catu daya yang dibutuhkan sebesar +5volt dan +12volt sehingga menggunakan IC regulator seri 7805 dan IC regulator seri 7812. IC regulator 7805 dan 7812 dapat mengeluarkan arus melebihi 0.5A apabila dilengkapi dengan peredam *heatshink* yang

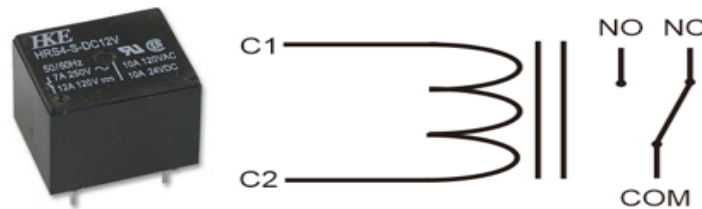
memadai dan pada daya kurang atau sama dengan 15 watt. Rangkaian terpadu IC (*Integrate Circuit*) tipe 7805 dan 7812 ini adalah regulator yang dapat menstabilkan tegangan searah positif dengan memasukkan tegangan *input* minimal 7.5 V untuk *output* 5 V dan tegangan input 15 V untuk *output* 12 V.

### G. Relay

Relay adalah suatu alat yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. Kontaktor akan tertutup (*On*) atau terbuka (*Off*) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar di mana pergerakan kontaktor (*On/Off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Relay yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini menggunakan jenis SPDT, yang bekerja dengan menginduksi koil guna menarik kontak pada kaki relay. Jenis relay berdasarkan cara kerjanya :

1. *Normaly Close* : Kondisi awal kontaktor tertutup (*On*) dan akan terbuka (*Off*) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) relay. Istilah lain kondisi ini adalah *Normaly Close (NC)*.
2. *Normaly Open* : Kondisi awal kontaktor terbuka (*Off*) dan akan tertutup (*On*) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) relay. Istilah lain kondisi ini adalah *Normaly Open (NO)*.

3. *Change-Over (CO)* atau *Double-Throw (DT)* : Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu *Normaly Open (NO)* dan *Normaly Close (NC)*.



Gambar 19. Bentuk dan Simbol Relay

(Sumber: <https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/400-00052-Omron-12V-Relay-Datasheet.pdf>)

## H. Exhaust Fan

*Exhaust fan* merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang saat ini masih banyak digunakan di industri rumahan ataupun di rumah yang mempunyai fungsi penting pada ruangan. Dengan letaknya di antara *indoor* dan *outdoor* untuk menjaga sirkulasi udara di dalamnya. Di mana udara panas di dalam ruangan yang dibuang keluar dan saat bersamaan udara sejuk di luar ruangan masuk ke dalam ruangan, sehingga udara itu berputar agar selalu ada pergantian udara segar dari luar ruangan dan mempunyai sirkulasi udara yang baik.

*Exhaust fan* juga berfungsi untuk mengatur volume udara yang disirkulasikan di ruangan. *Exhaust fan* dapat dipasang pada ruangan yang sirkulasi udara alaminya dianggap kurang memadai. Jadi keberadaan *Exhaust*

*fan* merupakan upaya buatan untuk mengoptimalkan pergantian udara di ruangan.



Gambar 20. *Exhaust fan*

(Sumber : <http://www.airkinglimited.com/catalogs/ExhaustFanCatalog.pdf>)

### **I. LCD (Liquid Crystal Display)**

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Ada banyak jenis LCD yang beredar di pasaran. Namun pada alat ini menggunakan modul LCD dengan tampilan 20x4 (20 kolom dan 4 baris) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. LCD dengan jenis seperti ini memungkinkan pemrogram untuk mengoperasikan komunikasi data secara 8 bit atau 4 bit.



Gambar 21. LCD 20x4

(Sumber : <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/20x4-lcd-module-datasheet>)

Tabel 11. Susunan Pin LCD 20x4

Pin	Deskripsi
1	<i>Ground</i>
2	VCC 5 Volt DC
3	Pengatur kontras
4	“RS” <i>Instruction/Register Select</i>
5	“R/W” <i>Read/Write LCD Registers</i>
6	“EN” Enable clock
7-14	Data I/O pin
15	Anoda
16	Katoda

(Sumber : <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x4-lcd-module-datasheet>)

Urutan pin (1) umumnya dimulai dari sebelah kiri (terletak di pojok kiri atas) dan untuk LCD yang memiliki 16 pin, 2 pin terakhir (15 & 16) adalah anoda dan katoda untuk *backlighting*.

## **BAB III**

### **KONSEP RANCANGAN**

Perancangan Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p menggunakan metode rancang bangun. Secara urut metode tersebut adalah identifikasi kebutuhan yang diperlukan. Kebutuhan tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan komponen secara spesifik, selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, dilanjutkan dengan pembuatan serta pengujian alat.

#### **A. Identifikasi Kebutuhan**

Pengembangan rancangan harus memperhatikan beberapa kebutuhan yang sangat diperlukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan, salah satunya adalah kebutuhan akan sensor dan komponen penyusunnya yaitu :

1. Dibutuhkan *power supply* untuk mendukung kerja sistem seluruh rangkaian.
2. Dibutuhkan suatu sensor yang dapat mendeteksi kualitas udara, suhu dan kelembaban udara dalam ruangan.
3. Dibutuhkan komponen pengendali ATmega 328p yang mengendalikan rangkaian dari sistem.
4. Dibutuhkan media penampil untuk menampilkan kondisi kualitas udara dalam ruangan.
5. Dibutuhkan rangkaian relay sebagai pengendali *exhaust fan*.
6. Dibutuhkan *exhaust fan* untuk mengurangi zat polutan dalam ruangan.

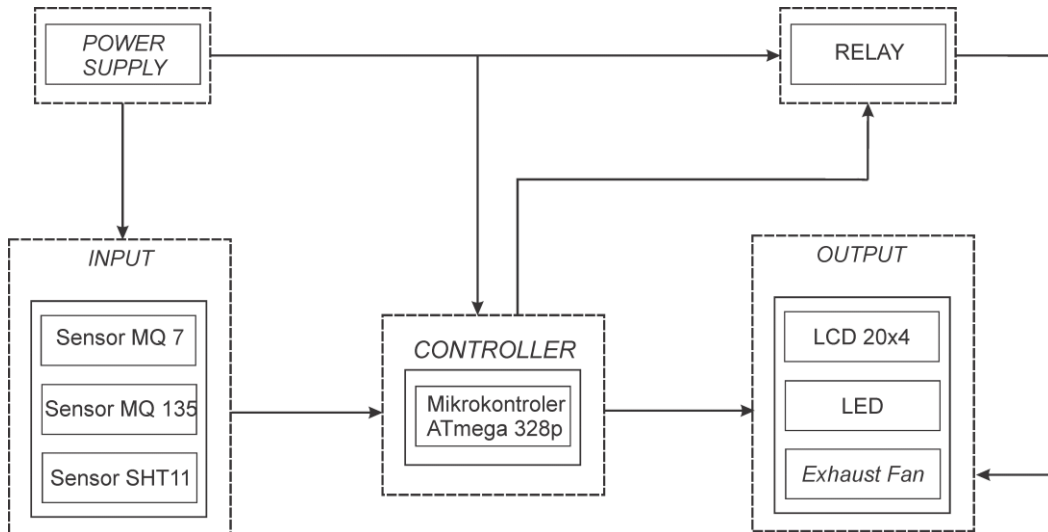
## B. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan di atas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap sistem yang akan dirancang yaitu :

1. Menggunakan regulator *power supply* dengan spesifikasi *output* DC +5V dan +12V dari *input* 220V AC.
2. Menggunakan sensor MQ 7 untuk mendeteksi CO (Karbon Monoksida) dan sensor MQ 135 untuk mendeteksi CO<sub>2</sub> (Karbon Monoksida).
3. Menggunakan sensor SHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan.
4. Sistem minimum ATmega 328p yang berfungsi sebagai pengendali rangkaian.
5. Menggunakan LCD 20x4 dan LED sebagai penampil kualitas udara dalam ruangan.
6. Menggunakan relay jenis SPDT 12V sebagai pengendali *exhaust fan*, untuk mengurangi zat polutan dalam ruangan.

### C. Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram untuk prototipe pengendali kualitas udara *indoor* terdiri dari *input*, *controller*, *output*, *power supply*, dan *relay*.



Gambar 22. Blok Diagram Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor*

#### 1. Blok *Input*

Pada bagian ini terdiri dari sensor gas MQ 7 untuk mendeteksi CO (Karbon Monoksida) dan MQ 135 untuk mendeteksi CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida). Sensor SHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara dalam ruangan.

#### 2. Blok *Controller*

Setelah sensor mendeteksi zat polutan, suhu, dan kelembaban maka data akan diolah oleh mikrokontroler ATmega 328p untuk mengetahui apakah kualitas udara dalam ruang tersebut masih normal atau tidak untuk ditampilkan ke bagian output yaitu LCD, LED dan *exhaust fan*.

### 3. Blok *Output*

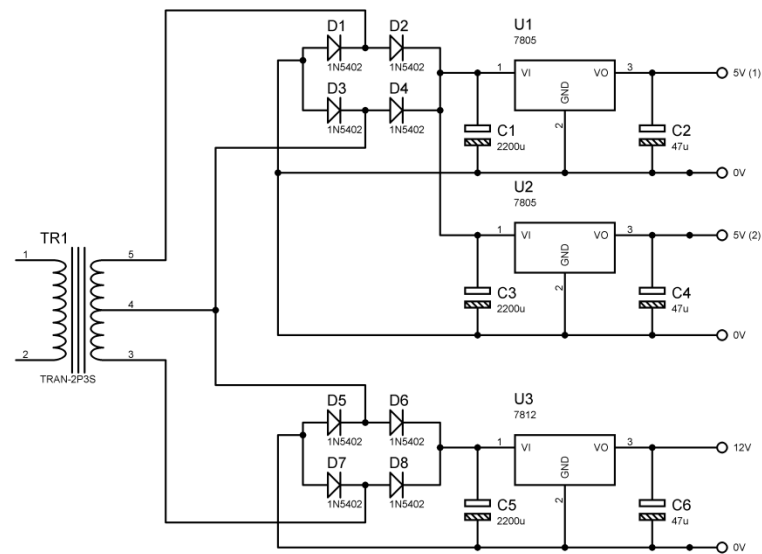
Terdapat 3 buah jenis output yaitu LCD, LED dan *exhaust fan*. Di mana LCD dan LED digunakan untuk menampilkan hasil deteksi sensor. Jika hasil deteksi kualitas udara buruk, maka kontroler akan mengaktifkan relay untuk menghidupkan *exhaust fan* guna mengurangi zat polutan.

## D. Perancangan Sistem

Perancangan pada alat ini terdapat lima buah blok rangkaian yaitu rangkaian catu daya, rangkaian sensor gas, rangkaian sensor SHT11, rangkaian mikrokontroler dan rangkaian relay 12V.

### 1. Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

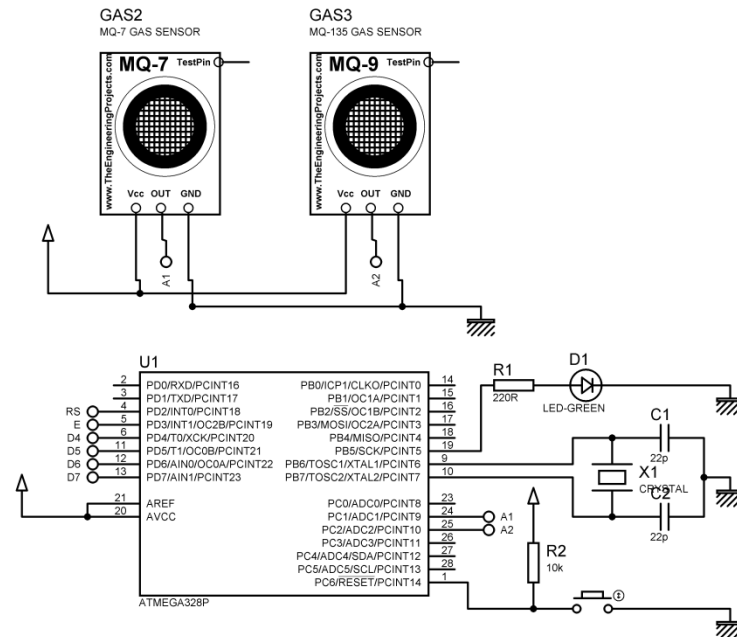
*Power supply* adalah komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai penyedia arus listrik. Pada alat ini memerlukan catu daya dengan keluaran tegangan 5 volt dan 12 volt. Supaya keluaran *power supply* berada pada tegangan 5 volt dan 12 volt maka digunakan dua buah IC regulator yaitu LM7805 dan LM7812. Pemilihan IC regulator LM7805 dan LM7812 dapat menstabilkan tegangan *output*. Rangkaian *power supply* pada alat ini ditunjukkan gambar 23.



Gambar 23. Rangkaian Catu Daya +5v dan +12v

## 2. Rangkaian Sensor Gas

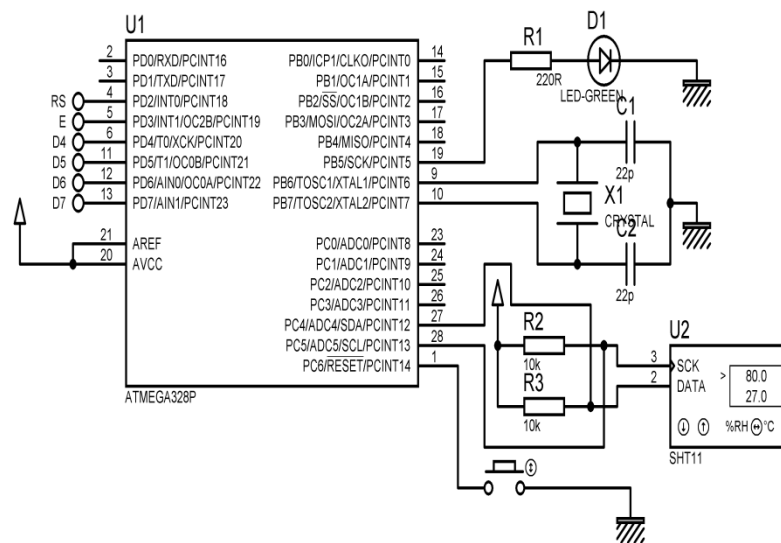
Rangkaian ini terdiri dari 2 buah sensor gas yaitu sensor MQ 7 dan MQ 135. Sensor gas sendiri mempunyai 4 buah pin yaitu VCC, GND, A0 dan D0. Pin VCC pada sensor dihubungkan dengan +5V dari *power supply* dan pin GND pada kaki sensor dihubungkan dengan ground *power supply*. Pin A0 pada sensor dihubungkan dengan pin analog pada mikrokontroler dan pin D0 pada sensor tidak digunakan. Pin A0 pada sensor MQ 7 dihubungkan pada pin PC1 mikrokontroler dan pin A0 pada sensor MQ 135 dihubungkan pada pin PC2 mikrokontroler. Rangkaian sensor gas pada alat ini ditunjukkan gambar 24.



Gambar 24. Rangkaian Sensor Gas

### 3. Rangkaian Sensor SHT11

Rangkaian sensor SHT11 hanya membutuhkan 2 buah pin I/O pada mikrokontroler. Sensor ini berkomunikasi dengan metode *2-wire* yaitu komunikasi yang menggunakan jalur SCK untuk mensinkronkan sensor dengan mikrokontroler dan jalur data sebagai jalur sinyal *bidirectional* yaitu jalur sinyal *command* dan data. Pada mikrokontroler ada 4 jalur yang digunakan yaitu GND, VCC, pin PC4 dan pin PC5. Pin VCC dan pin GND mikrokontroler terhubung dengan pin VCC dan GND pada sensor SHT11, untuk jalur data terhubung dari pin Data sensor SHT11 ke pin PC4 pada mikrokontroler, kemudian untuk jalur clock terhubung dari pin SCK sensor SHT11 ke pin PC5 pada mikrokontroler. Skematik dari rangkaian SHT11 ditunjukkan pada gambar 25.



Gambar 25. Rangkaian Sensor SHT11

#### 4. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 328p

Rangkaian mikrokontroler adalah rangkaian yang mengatur semua kerja sistem. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini yaitu ATmega 328p sebagai kontrol pusat, sistem ini tentunya tidak dapat melakukan prosesnya tanpa dibantu oleh rangkaian lain seperti *clock* dan catu daya. Pada mikrokontroler juga perlu ditentukan penggunaan dari port yang digunakan untuk mendukung proses kerja sistem tersebut. Mikrokontroler ATmega 328p terdiri dari 23 pin I/O yang berfungsi sebagai berikut :

a. Port B

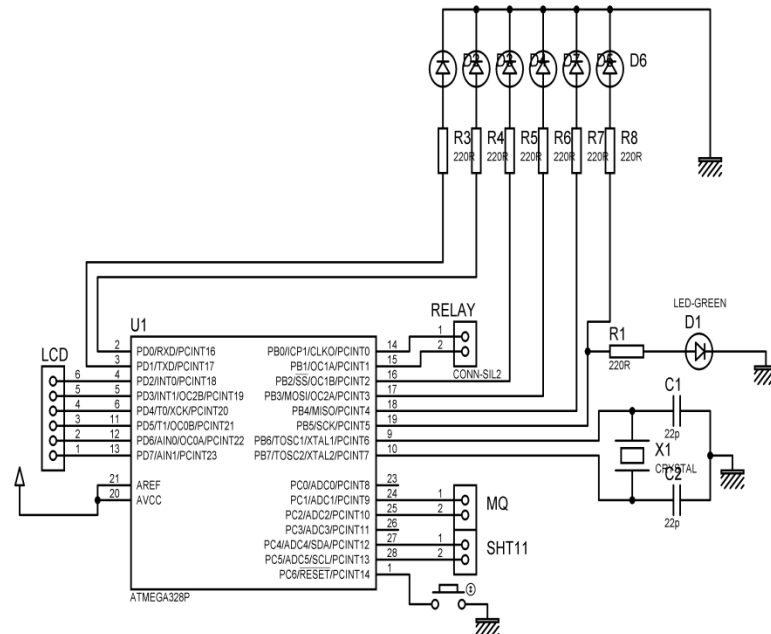
Port B digunakan sebagai *output* yang terhubung ke relay dan LED.

b. Port C

Port C digunakan sebagai analog *input* yang terhubung dengan sensor MQ 7 dan MQ 135. Selain itu juga digunakan sebagai *input* dari sensor SHT11.

### c. Port D

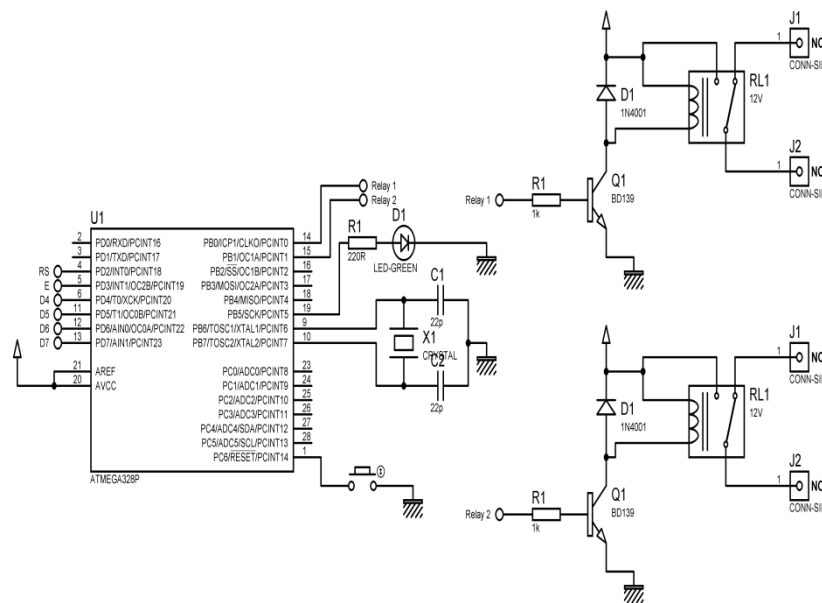
Port D digunakan sebagai *output* yang terhubung ke LCD sebagai penampil hasil deteksi sensor.



Gambar 26. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 328p

## 5. Rangkaian Relay

Relay merupakan saklar elektrik yang berfungsi untuk membuka atau menutup sirkuit/rangkaian lain dalam kondisi tertentu dengan tenaga listrik melalui coil yang ada di dalamnya. Relay ini membutuhkan tegangan masukan sebesar 12V untuk bisa aktif. Pada alat ini relay digunakan untuk menghidupkan *exhaust fan* masing-masing terhubung ke pin PB0 dan PB1 pada mikrokontroler.



Gambar 27. Rangkaian Relay

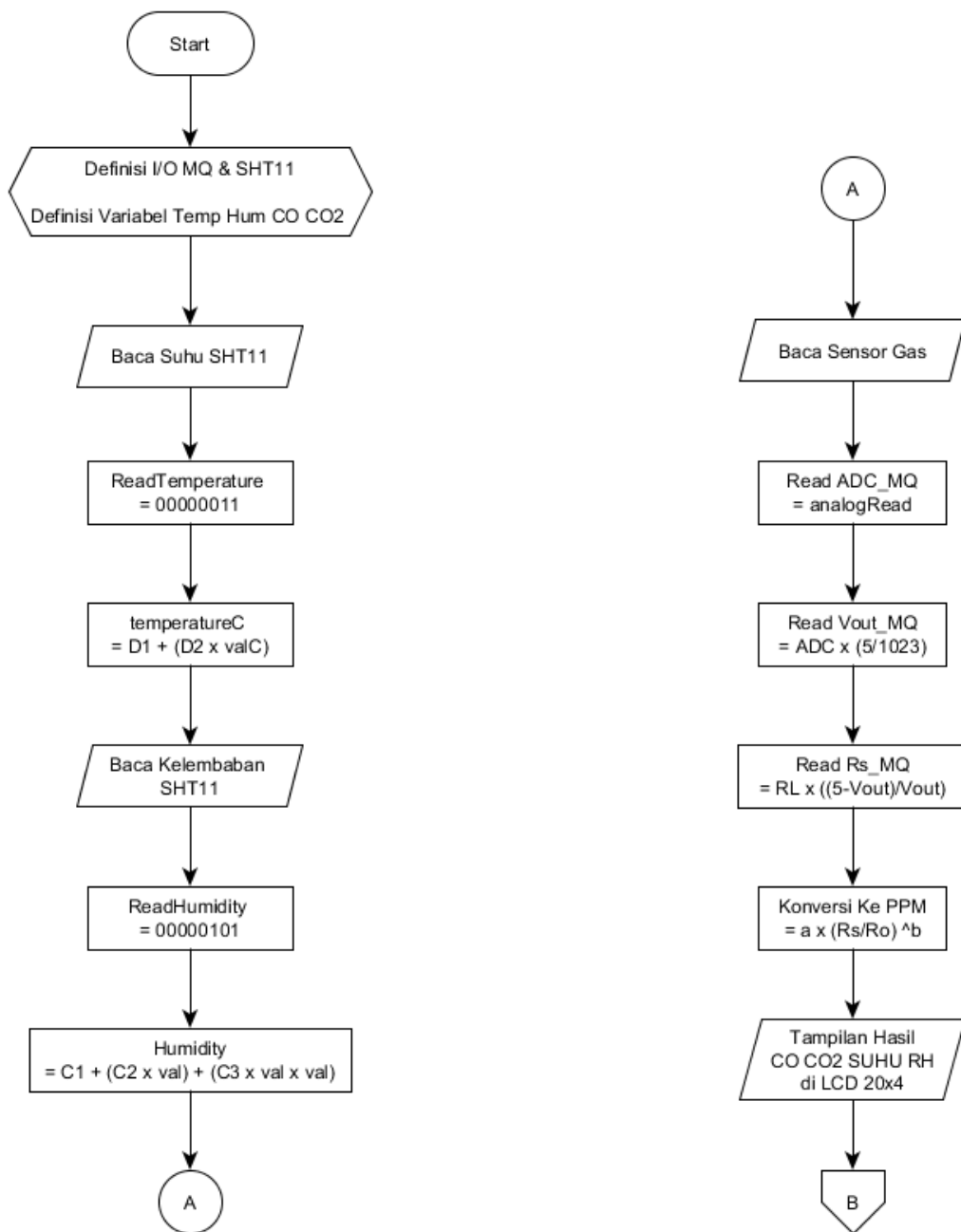
## E. Perancangan Perangkat Lunak

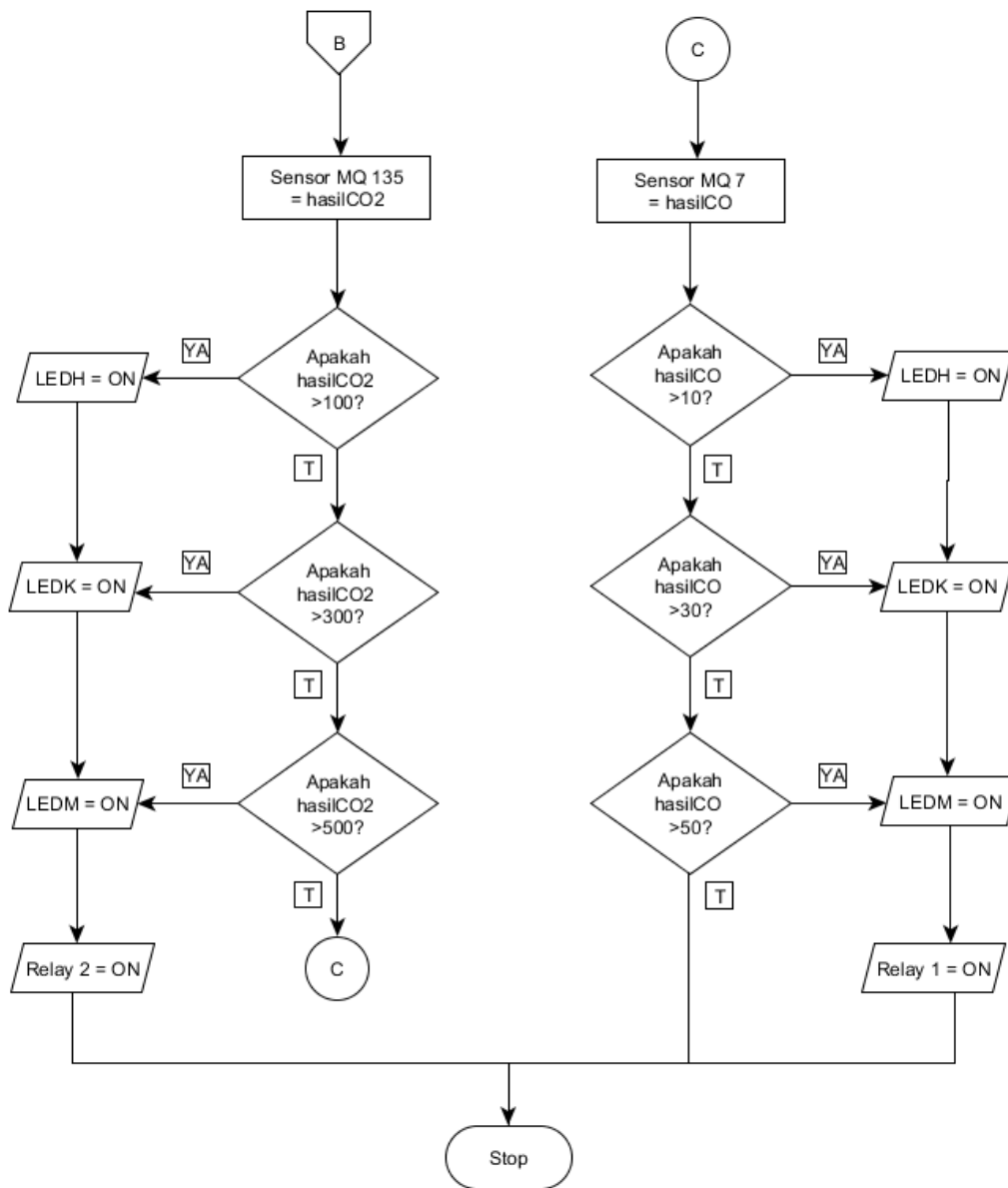
Pada perancangan alat ini diperlukan perangkat lunak untuk menjalankannya. Dalam proyek akhir ini bahasa yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah bahasa C yang di *compile* oleh *software* Arduino IDE. Sebelum pembuatan program maka terlebih dahulu membuat diagram alir (*flowchart*) selanjutnya dibuat program dalam bahasa C.

### 1. Flowchart

*Flowchart* program alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis mikrokontroler ATmega 328p dapat dilihat pada gambar 28. *Flowchart* dapat dijabarkan menjadi sebuah program yang dimulai dari proses awal kemudian inisialisasi input dan output. Sensor SHT11 akan membaca data suhu dan kelembaban udara, kemudian hasil pembacaan sensor dimasukkan ke rumus perhitungan suhu dan kelembaban yang sudah ada

di *datasheet*. Hasil pembacaan sensor SHT11 akan ditampilkan di LCD. Kemudian sensor gas akan membaca nilai ADC masing-masing sensor, tegangan output sensor, resistansi sensor kemudian akan diolah menjadi PPM (*part per million*) yang merupakan satuan zat polutan. Kemudian hasil deteksi sensor akan ditampilkan ke LCD dan diputuskan apakah melebihi batas atau tidak. Jika melebihi batas yang telah ditetapkan maka output akan aktif. Berikut *flowchart* program alat pengendali kualitas udara *indoor* berbasis mikrokontroler ATmega 328p.





Gambar 28. Flowchart Main Program

## F. Langkah Pembuatan Alat

Dalam pembuatan prototipe pengendali kualitas udara *indoor* berbasis mikrokontroler ATmega 328p terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan kemudian pembuatan PCB, pemasangan komponen pada PCB dan pembuatan *box*. Berikut adalah tabel alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan alat ini.

Tabel 12. Bahan yang Digunakan

No.	Nama Bahan	Jumlah
1	Transformator 1A	1 buah
2	Dioda 1n4007	8 buah
3	IC Regulator 7805	2 buah
4	IC Regulator 7812	1 buah
5	Elko 2.200 uF/25V	3 buah
7	Elko 47 uF/16V	3 buah
8	Tblok	1 buah
9	IC ATmega 328p	1 buah
10	16 MHz crystal	1 buah
11	Soket IC 28 pin	1 buah
12	Ceramic 33pF	2 buah
13	Resistor 330 $\Omega$	1 buah
14	Resistor 1K $\Omega$	1 buah
15	Led Hijau	1 buah
16	Push Button	1 buah
17	Relay 12V DC	2 buah
18	Transistor BD 139	2 buah
19	Dioda 1N4001	2 buah

20	Resistor 10K $\Omega$	2 buah
21	Kabel	Secukupnya

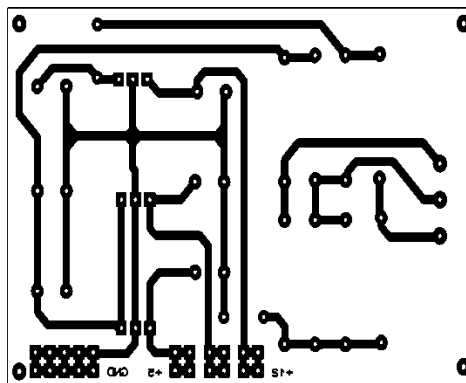
Tabel 13. Alat yang Digunakan

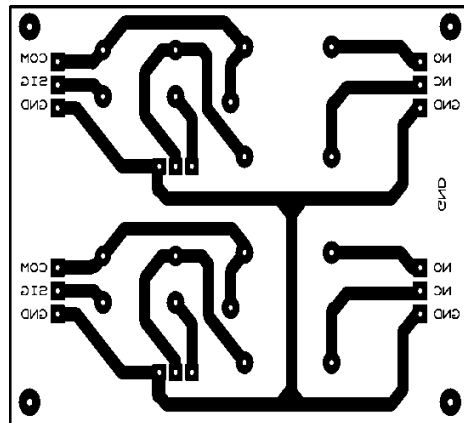
No.	Nama Alat	Jumlah
1	Bor Mini	1 buah
2	Multimeter	1 buah
3	Obeng	1 set
4	Cutter	1 buah
5	Gergaji Besi	1 buah
6	Solder	1 buah
7	Atraktor	1 buah

## 1. Pembuatan PCB

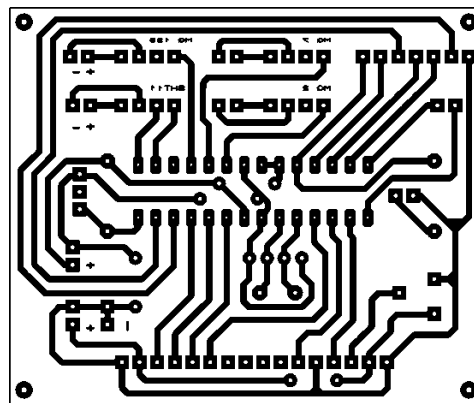
### a. Pembuatan *layout* PCB

Langkah awal pembuatan PCB yaitu membuat rangkaian terlebih dahulu menggunakan *software* Proteus yang hasilnya telah dijelaskan pada bagian perancangan sistem. Kemudian membuat *layout* rangkaian dengan *software* ARES Profesional.

Gambar 29. *Layout* Rangkaian Catu Daya



Gambar 30. *Layout* Rangkaian Relay 12V



Gambar 31. *Layout* Rangkaian Mikrokontroler ATmega 328p

#### b. Penyablonan PCB

Setelah *layout* selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu menyablonkan *layout* ke PCB polos. Proses penyablonan dilakukan dengan cara :

- 1) Mencetak *layout* pada kertas *glossi*.
- 2) Desain *layout* yang sudah dicetak pada kertas *glossi* disablonkan ke PCB dengan cara disetrika selama kurang lebih 10 menit.

c. Pelarutan dan Pengeboran PCB

Langkah selanjutnya yaitu melarutkan PCB dengan cairan *Feri Chloride* hingga jalur rangkaian terbentuk. Kemudian setelah jalur terbentuk mengangkat PCB dari cairan *Feri Chloride* dan membersihkannya dengan air. Setelah bersih PCB di bor sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan.

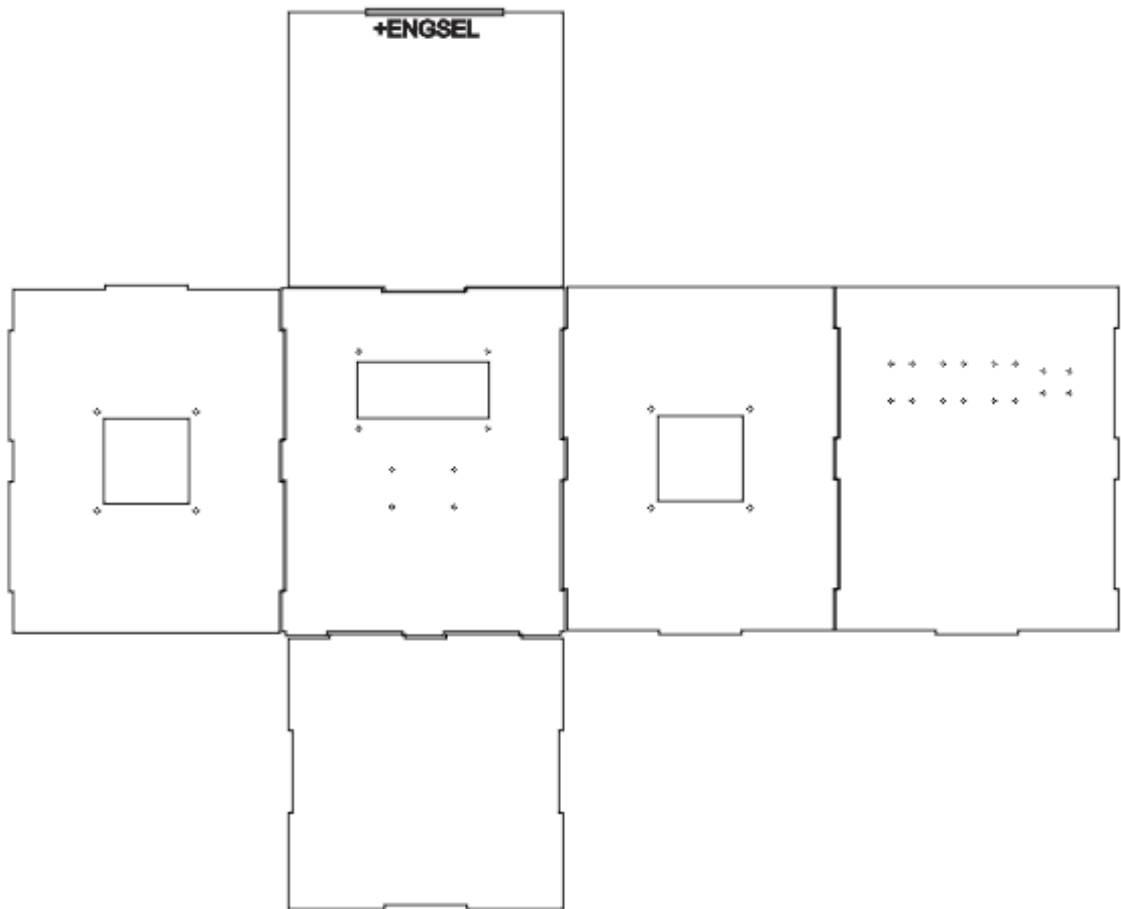
**2. Pemasangan Komponen**

Memasang seluruh komponen yang terdapat pada rangkaian dengan urutan:

- a. Menyiapkan komponen yang dibutuhkan
- b. Memasang komponen dari ukuran paling kecil terlebih dahulu.
- c. Menyolder kaki komponen sampai semua komponen terpasang.
- d. Menguji rangkaian apakah sudah dapat bekerja dengan baik atau belum.

**3. Pembuatan *Box***

Rancangan *box* pada proyek akhir ini terbuat dari bahan akrilik dan berbentuk kubus dengan panjang sisi 30 cm. Rancangan *box* dapat dilihat pada gambar 32.



Gambar 32. Rancangan *Box*

## G. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian serta mengetahui fungsi alat yang telah dibuat. Pengujian dibagi menjadi dua yaitu:

### 1. Pengujian Fungsional

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat dapat bekerja dengan baik atau belum. Pengujian fungsional meliputi pengujian rangkaian catu

daya, rangkaian mikrokontroler, rangkaian relay, sensor MQ 7, sensor MQ 135 dan sensor SHT11.

## 2. Pengujian Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diamati antara lain pengujian keseluruhan alat dengan mengoperasikan prototipe pengendali kualitas udara *indoor* untuk mengetahui kinerja dari alat.

## H. Tabel Uji Alat

### 1. Pengujian Tegangan

#### a. Pengujian Tegangan Catu Daya

Tabel 14. Pengujian Tegangan Catu Daya

No	Pengukuran	Vin (V)	Voutput (V)		
			LM7805	LM7812	LM7805
1	Tanpa Beban				
2	Dengan Beban				

#### b. Pengujian Tegangan Mikrokontroler

Tabel 15. Pengujian Tegangan Mikrokontroler

No	Vin (V)	Voutput (V)	
		Tanpa Beban	Dengan Beban
1			





### 3. Pengujian Keseluruhan Alat

Tabel 21. Pengujian Keseluruhan Alat

No	Sensor MQ 7 (NAB : 50 PPM)					Sensor MQ 135 (NAB : 500 PPM)					SHT11	SHT11
	CO (PPM)	<i>Exhaust fan</i> (1) >50	LED Hijau >10	LED Kuning >30	LED Merah >50	CO <sub>2</sub> (PPM)	<i>Exhaust fan</i> (2) >500	LED Hijau >100	LED Kuning >300	LED Merah >500	Suhu ( <sup>0</sup> C)	RH (%)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Keterangan

1. NAB : Nilai ambang batas
2. RH : *Relatife Humity* (Kelembaban Relatif)

## I. Pengoperasian Alat

Pengoperasian alat ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pastikan alat terhubung dengan tegangan AC 220V yang sudah distabilkan menjadi 5V dan 12V lalu tekan tombol saklar untuk menghidupkan.
2. Hubungkan Sensor MQ 7, Sensor MQ 135, Sensor SHT11, LCD dan LED ke port mikrokontroler.
3. Hubungkan *exhaust fan* ke rangkaian relay 12V kemudian dihubungkan ke port mikrokontroler.
4. Uji coba alat dengan memberikan zat polutan berupa asap.

## BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari pengujian dan pembahasan adalah untuk mengetahui kinerja alat baik secara per blok bagian maupun sistem keseluruhan apakah sudah seperti yang diharapkan atau belum. Pengujian ini meliputi :

### A. Hasil Pengujian

#### 3. Pengujian Tegangan

##### d. Pengujian Tegangan Catu Daya

Tabel 22. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya

No	Pengukuran	Vin (V)	Voutput (V)		
			LM7805	LM7812	LM7805
1	Tanpa Beban	12 V	5 V	12 V	5 V
2	Dengan Beban	12 V	4.95 V	11.87 V	4.93 V

Pada alat ini menggunakan *power supply* dengan tiga IC regulator yaitu 2 IC regulator LM7805 dan 1 IC regulator LM7812. Hasil pengukuran tegangan catu daya untuk keluaran IC regulator LM7805 pertama adalah 5 V pada saat tanpa beban dan saat dengan beban tegangan keluaran menjadi 4.95 V, sehingga memiliki persentase *error* 1%. Sedangkan tegangan keluaran yang dihasilkan IC regulator LM7812 pada saat tanpa beban adalah 12 V dan saat dengan beban tegangan keluaran sebesar 11.87 V, sehingga memiliki persentase *error* 1.08%. Untuk hasil pengukuran IC regulator LM7805 kedua adalah 5 V

pada saat tanpa beban dan saat dihubungkan dengan beban tegangan keluaran menjadi 4.93 V, sehingga memiliki persentase *error* 1.4%.

e. Pengujian Tegangan Mikrokontroler

Tabel 23. Hasil Pengujian Tegangan Mikrokontroler

No	Vin (V)	Voutput (V)	
		Tanpa Beban	Dengan Beban
1	5 V	5 V	4.90 V

Hasil pengukuran tegangan mikrokontroler tanpa beban menghasilkan output 5 V dan pada saat dihubungkan dengan beban menjadi 4.90 V, sehingga memiliki persentase *error* 2%.

f. Pengujian Tegangan Relay

Tabel 24. Hasil Pengujian Tegangan Relay

No	Vin (V)	Voutput (V)	
		Tanpa Beban	Dengan Beban
1	12 V	12 V	11.50 V

Hasil pengukuran tegangan relay tanpa beban menghasilkan output 12 V dan pada saat dihubungkan dengan beban menjadi 11.50 V, sehingga memiliki persentase *error* 4.16%.

#### 4. Pengujian Sensor

##### d. Sensor MQ 7 (Gas CO)

Tabel 25. Hasil Pengujian Sensor MQ 7

No	Percobaan Ke 1			Percobaan Ke 2			Percobaan Ke 3		
	MQ 7 (ppm)	CO Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)	MQ 7 (ppm)	CO Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)	MQ 7 (ppm)	CO Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)
1	5.87	7	-16.1	8.24	9	-8.44	6.75	7	-3.57
2	7.04	8	-12.0	15.51	12	29.25	10.32	12	-14.0
3	12.52	10	25.2	22.20	21	5.71	16.78	15	11.87
4	15.21	16	-4.94	25.05	27	-7.22	23.41	20	17.05
5	18.98	18	5.44	33.14	29	14.28	25.78	27	-4.52
6	28.65	27	6.11	35.78	35	2.23	33.67	30	12.23
7	35.19	30	17.30	44.11	45	-1.98	39.40	38	3.68
8	38.41	37	3.81	50.38	50	0.76	45.91	47	-2.32
9	45.62	48	-4.96	54.76	56	-2.21	49.21	51	-3.51
10	50.89	53	-3.98	60.55	58	4.40	55.78	60	-7.03
	Rata-Rata <i>Error</i> = 1.58%			Rata-Rata <i>Error</i> = 3.68%			Rata-Rata <i>Error</i> = 0.99%		
	<i>Error</i> = 2.08%								

Pengujian sensor MQ 7 dilakukan dengan memberikan zat polutan berupa asap. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali di mana setiap pengujian dilakukan 10 kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja sensor. Adapun proses pengujian sensor MQ 7 dibandingkan dengan alat Krisbow KD09-224 *Carbon Monoxide* Meter. Dari hasil pengujian pertama diperoleh rata-rata *error* 1.58%, kemudian pada pengujian kedua rata-rata *error* sebesar 3.68% dan pada pengujian ketiga rata-rata *error*

0.99%. Sehingga dari 3 kali pengujian diperoleh rata-rata *error* sensor MQ

7 saat mengukur gas CO sebesar 2.08%.

e. Sensor MQ 135 (Gas CO<sub>2</sub>)

Tabel 26. Hasil Pengujian Sensor MQ 135 (Gas CO<sub>2</sub>)

No	Percobaan Ke 1			Percobaan Ke 2			Percobaan Ke 3		
	MQ 135 (ppm)	CO <sub>2</sub> Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)	MQ 135 (ppm)	CO <sub>2</sub> Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)	MQ 135 (ppm)	CO <sub>2</sub> Meter (ppm)	<i>Error</i> (%)
1	270.6	254	6.54	248.74	226	10.06	269.62	248	8.72
2	390.13	369	5.73	324.67	297	9.32	350.12	380	-7.86
3	450.21	412	9.27	396.31	372	6.53	478.51	453	5.63
4	540.95	502	7.76	478.87	440	8.83	532.87	582	-8.44
5	671.41	620	8.29	549.65	581	-5.4	610.24	653	-6.55
6	730.53	684	6.8	653.12	692	-5.62	692.45	736	-5.92
7	780.12	825	-5.44	740.56	780	-5.06	761.73	824	-7.56
8	840.9	893	-5.83	862.05	807	6.82	830.29	891	-6.81
9	905.1	971	-6.79	947.72	871	8.81	918.45	973	-5.61
10	955.34	1037	-7.87	1145	1053	8.74	961.37	1027	-6.39
	Rata-Rata <i>Error</i> = 1.85%			Rata-Rata <i>Error</i> = 4.30%			Rata-Rata <i>Error</i> = 4.08%		
	<i>Error</i> = 3.41%								

Pengujian sensor MQ 135 dilakukan dengan memberikan zat polutan berupa asap. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali di mana setiap pengujian dilakukan 10 kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja sensor. Adapun proses pengujian sensor MQ 135 dibandingkan dengan alat ukur kadar gas CO<sub>2</sub> dalam ruangan seri AZ-77535. Dari hasil pengujian pertama diperoleh rata-rata *error* 1.85%, kemudian pada

pengujian kedua rata-rata *error* sebesar 4.30% dan pada pengujian ketiga rata-rata *error* 4.08%. Sehingga dari 3 kali pengujian diperoleh rata-rata *error* sensor MQ 135 saat mengukur gas CO<sub>2</sub> sebesar 3.41%.

f. Sensor SHT11

Tabel 27. Hasil Pengujian Suhu Sensor SHT11

No	Percobaan Ke 1			Percobaan Ke 2			Percobaan Ke 3		
	SHT11 (°C)	<i>Thermo meter</i> (°C)	<i>Error</i> (%)	SHT11 (°C)	<i>Thermo meter</i> (°C)	<i>Error</i> (%)	SHT11 (°C)	<i>Thermo meter</i> (°C)	<i>Error</i> (%)
1	30.24	30	0.80	31.06	31	0.19	35.01	35	0.03
2	31.06	31	0.19	32.96	32	3.00	37.85	37	2.30
3	33.15	32	3.59	33.1	32	3.44	38.99	37	5.38
4	34.63	33	4.94	34.83	34	2.44	43.46	43	1.07
5	35.59	35	1.69	35.39	35	1.11	44.31	43	3.05
6	36.65	36	1.81	37.96	37	2.59	46,79	45	3.97
7	37.38	37	1.03	45.47	44	3.34	49.19	49	0.39
8	37.87	37	2.35	47.31	46	2.85	52.61	50	5.22
9	39	39	0.00	50.46	50	0.92	56.11	55	2.02
10	40	39	2.56	52.13	51	2.22	58.72	57	3.02
	Rata-Rata <i>Error</i> = 1.90%			Rata-Rata <i>Error</i> = 2.21%			Rata-Rata <i>Error</i> = 2.64%		
<i>Error</i> = 2.25%									

Pengujian suhu sensor SHT11 dilakukan sebanyak 3 kali di mana setiap pengujian dilakukan 10 kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja sensor. Adapun proses pengujian sensor SHT11 dibandingkan dengan alat *Thermometer* Digital seri TM-2000. Dari hasil pengujian pertama diperoleh rata-rata *error* 1.90%, kemudian pada pengujian kedua

rata-rata *error* sebesar 2.21% dan pada pengujian ketiga rata-rata *error* 2.64%. Sehingga dari 3 kali pengujian diperoleh rata-rata *error* sensor SHT11 saat mengukur suhu sebesar 2.25%.

Tabel 28. Hasil Pengujian Kelembaban Sensor SHT11

No	Percobaan Ke 1			Percobaan Ke 2			Percobaan Ke 3		
	SHT11	<i>Hygro meter</i>	<i>Error</i>	SHT11	<i>Hygro meter</i>	<i>Error</i>	SHT11	<i>Hygro meter</i>	<i>Error</i>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	33.78	32	5.56	20.63	20	3.15	15.61	15	4.07
2	34.53	34	1.56	23.05	23	0.22	17.29	17	1.71
3	38.27	37	3.43	26.59	26	2.27	19.12	19	0.63
4	42.31	42	0.74	28.71	28	2.54	22.36	22	1.64
5	43.06	43	0.14	38.23	37	3.32	25.04	25	0.16
6	45.87	44	4.25	43.61	43	1.42	27.34	26	5.15
7	47.43	46	3.11	44.23	44	0.52	28.35	28	1.25
8	48.11	48	0.23	46.71	45	3.80	34.56	33	4.73
9	52.66	51	3.25	47.48	47	1.02	36.11	36	0.28
10	54.24	53	2.34	52.42	52	0.81	41.32	41	0.78
	Rata-Rata <i>Error</i> = 2.46%			Rata-Rata <i>Error</i> = 1.91%			Rata-Rata <i>Error</i> = 2.04%		
<i>Error</i> = 2.14%									

Pengujian kelembaban sensor SHT11 dilakukan sebanyak 3 kali di mana setiap pengujian dilakukan 10 kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja sensor. Adapun proses pengujian sensor SHT11 dibandingkan dengan alat *Hygrometer*. Dari hasil pengujian pertama diperoleh rata-rata *error* 2.46%, kemudian pada pengujian kedua rata-rata *error* sebesar 1.91% dan pada pengujian ketiga rata-rata *error* 2.04%.

Sehingga dari 3 kali pengujian diperoleh rata-rata *error* sensor SHT11 saat mengukur kelembaban sebesar 2.14%.

#### 4. Pengujian Keseluruhan Alat

Tabel 29. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

No	Sensor MQ 7 (NAB : 50 PPM)					Sensor MQ 135 (NAB : 500 PPM)					SHT11	SHT11
	CO (PPM)	<i>Exhaust fan</i> (1) >50	LED Hijau >10	LED Kuning >30	LED Merah >50	CO <sub>2</sub> (PPM)	<i>Exhaust fan</i> (2) >500	LED Hijau >100	LED Kuning >300	LED Merah >500	Suhu ( <sup>0</sup> C)	RH (%)
1	15	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	164	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	31.30	77.51
2	36	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	195	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	31.64	78.86
3	47	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	216	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	31.82	78.95
4	56	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	242	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	32.14	79.26
5	62	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	293	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	32.20	80.11
6	70	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	419	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	32.27	80.90
7	82	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	562	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	32.46	81.53
8	88	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	635	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	32.69	81.63
9	94	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	695	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	32.90	81.72
10	98	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	737	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	33.67	81.85

Keterangan

3. NAB : Nilai ambang batas  
 4. RH : *Relatife Humity* (Kelembaban Relatif)

Setelah dilakukan pengujian per blok bagian kemudian alat diuji secara keseluruhan. Proses ini dilakukan dengan memberikan zat polutan berupa asap di mana sensor MQ 7 akan mendeteksi kadar gas CO dan sensor MQ 135 mendeteksi gas CO<sub>2</sub> dalam satuan ppm. Untuk sensor SHT11 akan mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Berdasarkan hasil pengujian seperti pada tabel 29, *exhaust fan* pertama akan akan *On* ketika kadar CO yang dideteksi sensor MQ 7 lebih dari 50 ppm, kemudian untuk kategori kualitas udara baik atau buruk dapat dilihat dari tampilan LED Hijau, LED Kuning, dan LED Merah. LED Hijau akan *On* ketika kadar gas CO lebih dari 10 PPM, LED Kuning akan *On* ketika kadar gas CO lebih dari 30 PPM dan LED Merah akan *On* ketika kadar gas CO lebih dari 50 PPM. *Exhaust fan* kedua akan *On* ketika kadar CO<sub>2</sub> yang dideteksi sensor MQ 135 lebih dari 500 ppm. LED Hijau akan *On* ketika kadar gas CO<sub>2</sub> lebih dari 100 PPM, LED Kuning akan *On* ketika kadar gas CO<sub>2</sub> lebih dari 300 PPM dan LED Merah akan *On* ketika kadar gas CO<sub>2</sub> lebih dari 500 PPM. *Exhaust fan* yang digunakan berfungsi untuk mengurangi asap dalam ruangan sehingga kadar gas CO dan CO<sub>2</sub> menurun. Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap kualitas udara *indoor* yaitu ketika zat polutan dalam suatu ruangan tinggi maka suhu dan kelembaban udara akan naik.

## B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian tiap bagian dan pengujian secara keseluruhan, maka dapat diuraikan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan kinerja alat dalam pembahasan yaitu :

### 1. Catu Daya

Catu Daya adalah sumber daya yang digunakan untuk memasok tegangan pada semua komponen yang terdapat pada alat. *Power supply* di sini terdiri dari trafo, dioda, kapasitor, 2 IC regulator LM7805 dan 1 IC regulator LM7812. IC regulator LM7805 pertama digunakan untuk mensuplai tegangan 2 buah sensor yaitu MQ 7 dan MQ 135. IC regulator LM7812 ini digunakan untuk mensuplai tegangan relay sehingga mampu menggerakkan *exhaust fan* dan IC regulator LM7805 kedua digunakan untuk mensuplai tegangan mikrokontroler dan sensor SHT11. *Power supply* ini menghasilkan tegangan 5 V dan 12 V, dengan sumber tegangan tersebut sudah dapat memasok daya untuk semua komponen yang digunakan pada alat.

### 2. Mikrokontroler ATmega 328p

Mikrokontroler ATmega 328p menjadi pusat kendali dari sensor, relay, LED dan LCD. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, mikrokontroler ATmega 328p mampu bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan semua komponen tersebut dapat bekerja dengan optimal. Penggunaan port I/O pada mikrokontroler ATmega 328p yaitu :

a. Port B

Port B digunakan sebagai *output* yang terhubung ke relay dan LED.

b. Port C

Port C digunakan sebagai analog *input* yang terhubung dengan sensor MQ 7 dan MQ 135. Selain itu juga digunakan sebagai *input* dari sensor SHT11.

c. Port D

Port D digunakan sebagai *output* yang terhubung ke LCD sebagai penampil hasil deteksi sensor.

3. Rangkaian Relay

Relay berfungsi sebagai komponen pengontrol *output* berupa *exhaust fan*. Rangkaian ini terdiri dari resistor, transistor, dioda dan relay 12V. Berdasarkan hasil pengujian rangkaian ini telah bekerja dengan baik, hal ini dibuktikan saat mikrokontroler pin PB0 dan PB1 berlogika 1, maka mikrokontroler akan menghasilkan arus basis ( $I_B$ ) yang cukup untuk mengaktifkan transistor agar *ON*. Karena transistor telah *ON* maka akan membangkitkan arus *collector* ( $I_C$ ) yang besar dan menginduksi kumparan relay mengakibatkan relay menjadi *ON* sehingga *exhaust fan* dapat bekerja.

4. Sensor Gas

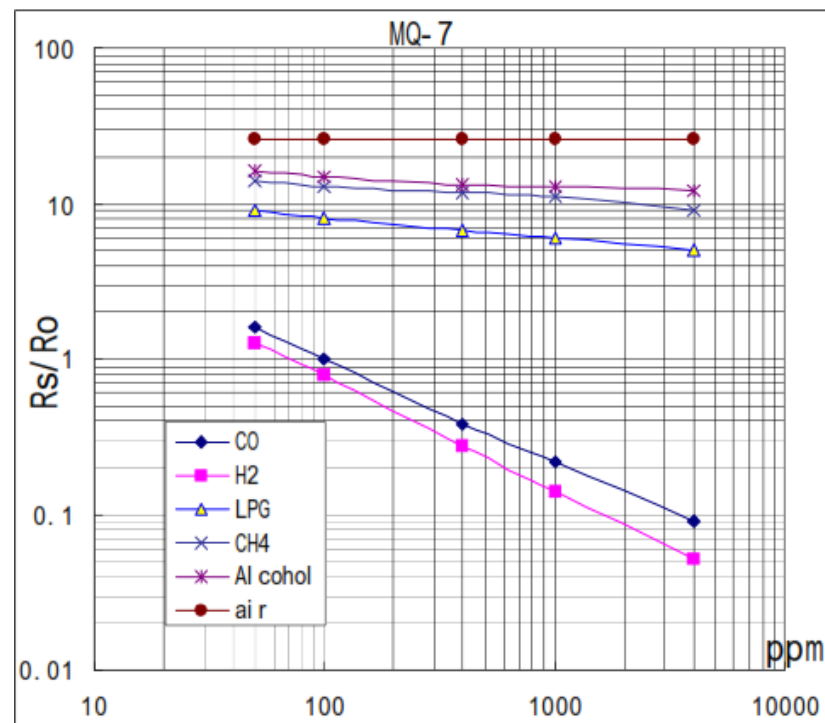
Hasil keluaran sensor gas masih berupa data analog sehingga belum menunjukkan nilai PPM (*Part Per Million*) dari suatu gas. Pada proyek akhir ini pin analog sensor MQ 7 dihubungkan dengan pin analog A1 pada

mikrokontroler dan pin analog sensor MQ 135 dihubungkan dengan pin analog A2 pada mikrokontroler. Untuk mengolah data menjadi PPM yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PPM = a \times (R_s/R_o)^b \quad (1)$$

Pada pembahasan sensor gas akan dibahas satu sensor saja yaitu sensor MQ 7 karena proses kalibrasi sensor hingga pengolahan di mikrokontroler prosesnya hampir sama. Untuk proses pengolahan sensor MQ 135 data-datanya dapat dilihat pada lampiran 3.

a. Kalibrasi Sensor MQ 7



Gambar 33. Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ 7

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf> )

Berdasarkan gambar di atas tentang karakteristik sensitivitas sensor MQ 7 terhadap gas CO, dapat dilihat bahwa rasio resistansi sensor ( $R_s/R_o$ ) akan bernilai 1 saat konsentrasi gas CO 100 ppm. Artinya saat konsentrasi gas CO 100 ppm maka  $R_s=R_o$ . Hal ini dibuktikan dengan persamaan berikut :

$$100 \text{ ppm CO} = R_s/R_o = 1 \quad (2)$$

$$R_s \text{ 100 ppm CO} = R_o \quad (3)$$

Dengan menggunakan persamaan di atas maka didapatkan nilai  $R_o$ , karena nilai  $R_o$  tidak dijelaskan pada lembar *datasheet* sensor MQ 7.

Pada dasarnya nilai konsentrasi gas CO dalam satuan ppm dapat diketahui dengan cara mengambil beberapa data  $R_s$  (Resistansi sensor MQ 7 pada tingkatan konsentrasi gas yang berbeda-beda), kemudian dicari model matematisnya menggunakan persamaan garis terhadap setiap perubahan gas CO dalam satuan ppm. Nilai pembacaan  $R_s$  yang dibaca oleh mikrokontroler dalam bentuk nilai ADC kemudian diolah untuk mendapatkan nilai dari  $V_{out}$ ,  $R_s$  dan  $R_s/R_o$  dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

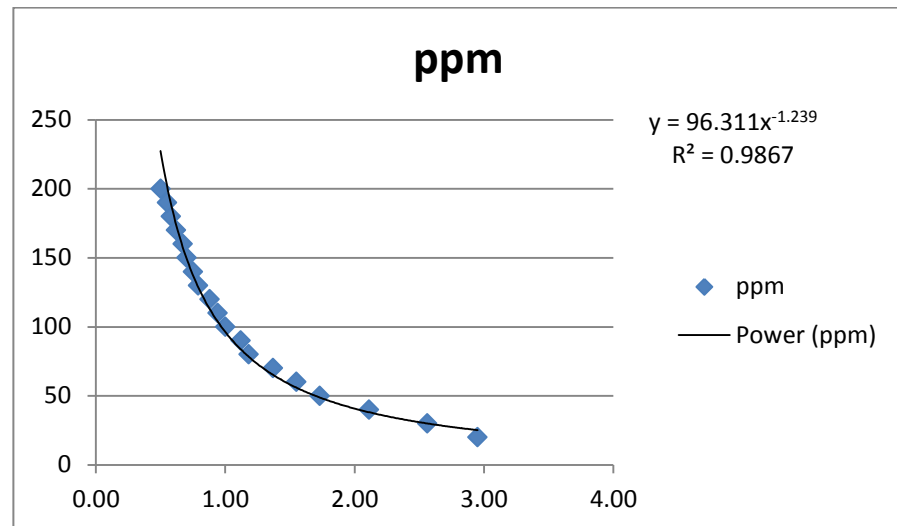
$$R_s/R_L = ((V_{cc}-V_{out})/V_{out}) \quad (4)$$

$$R_s = ((V_{cc}-V_{out})/V_{out}) R_L \quad (5)$$

Tabel 30. Hasil Pengujian ADC Sensor MQ 7 dengan Kalibrator (ppm)

No	PPM	Nilai ADC	Vout (V)	Rs (K $\Omega$ )	Rs/Ro
1	20	337.2	1.65	20.30	2.95
2	30	369.6	1.81	17.62	2.56
3	40	416.6	2.04	14.51	2.11
4	50	467	2.28	11.93	1.73
5	60	494.8	2.42	10.66	1.55
6	70	525.4	2.57	9.46	1.37
7	80	564.6	2.76	8.12	1.18
8	90	577.4	2.82	7.73	1.12
<b>9</b>	<b>100</b>	<b>606.6</b>	<b>2.96</b>	<b>6.89</b>	<b>1</b>
10	110	619	3.03	6.50	0.94
11	120	639.2	3.12	6.03	0.88
12	130	663.4	3.24	5.43	0.79
13	140	676.2	3.30	5.15	0.75
14	150	691.8	3.38	4.79	0.7
15	160	699.2	3.42	4.62	0.67
16	170	717.8	3.51	4.25	0.62
17	180	730	3.57	4.01	0.58
18	190	743.6	3.63	3.77	0.55
19	200	760.6	3.72	3.44	0.5

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai Rs pada saat konsentrasi gas CO 100 ppm adalah sebesar 6.89 K $\Omega$ . Sesuai dengan persamaan 3 maka nilai Ro dapat langsung diketahui yaitu 6.89 K $\Omega$ . Selanjutnya hubungan antara ppm CO dan Rs/Ro dibuat dalam bentuk grafik untuk dicari persamaan atau model matematisnya menggunakan Microsoft Excel. Hasilnya seperti pada gambar 32.



Gambar 34. Grafik ppm CO terhadap Rs/Ro

Dengan menggunakan regresi (*trendline*) power maka diperoleh persamaan ( $y = 96.311x^{-1.239}$ ) yang merupakan hubungan antara ppm CO dan Rs/Ro. *Trendline* tersebut dipilih karena melihat bentuk kurva pada grafik, selain itu juga sisi komputerisasi dengan menggunakan *trendline* tersebut akan lebih mudah diterapkan pada mikrokontroler.

b. Pengolahan Data Sensor MQ 7 di Mikrokontroler ATmega 328p

Setelah sensor dikalibrasi kemudian data-data yang didapatkan dijadikan acuan dalam membuat program mikrokontroler ATmega 328p. Berikut list program yang digunakan dalam mengolah sensor MQ 7 di mikrokontroler ATmega 328p.

### 1) Konversi data analog menjadi satuan PPM (*Part Per Million*)

```
int  adc_MQCO  =  analogRead(A1)  //Digunakan  untuk
    mencari  nilai  ADC  sensor  MQ 7  terhadap  perubahan
    zat  polutan
float  voltageCO  =  adc_MQ  *  (5.0  /  1023.0);  //Digunakan
    untuk  mencari  tegangan  output  sensor  MQ 7  terhadap
    perubahan  zat  polutan
float  RsCO=10000*((5-voltage)/voltage);  //Digunakan
    untuk  mencari  Resistansi  sensor  MQ 7  terhadap
    perubahan  zat  polutan
float  RatioCO  =  Rs/6890.18;  //Digunakan  untuk  mencari
    perbandingan  antara  Rs  dan  Ro  sensor  MQ 7  terhadap
    perubahan  zat  polutan
double  CO  =  96.311*pow(Rs/6890.18,  -1.239);
    //Digunakan  untuk  mencari  nilai  ppm  dari  suatu  gas
    yang  dideteksi  sensor
```

### 2) Menampilkan hasil deteksi sensor MQ 7 ke LCD dan LED

```
float  hasilCO;  //  Inisialisasi  output  hasil  deteksi
    sensor  MQ7
int  LEDH1  =  1;  //  Inisialisasi  Led  Hijau  di  Port  D  Pin
    1  (PD1)
int  LEDK1  =  10;  //  Inisialisasi  Led  Hijau  di  Port  B  Pin
    2  (PB2)
int  LEDM1  =  11;  //  Inisialisasi  Led  Hijau  di  Port  B  Pin
    3  (PB3)

//Memanggil  variable  hasilCO  untuk  ditampilkan  ke  LCD
hasilCO  =  CO;
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CO  :");
lcd.print(hasilCO,0);
lcd.print(" ppm  ");

//  Menghidupkan  LED  hijau  jika  kadar  gas  CO  lebih  dari
    10  ppm
if  (hasilCO  >=10)
    {
        digitalWrite(LEDH1,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDH1,LOW);
    }
```

```

// Menghidupkan LED Kuning jika kadar gas CO lebih
dari 30 ppm
if (hasilCO >=30)
    {
        digitalWrite(LEDK1,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDK1,LOW);
    }
// Menghidupkan LED Merah jika kadar gas CO lebih dari
50 ppm
if (hasilCO >=50)
    {
        digitalWrite(LEDM1,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDM1,LOW);
    }

```

### 3) Menghidupkan relay untuk mengontrol *exhaust fan*

```

int Relay1 = 8;// Inisialisasi Relay1 di Port B Pin 0
(PB0)
hasilCO = CO;
//Menghidupkan Relay1 jika hasilCO lebih dari 50 ppm
if (hasilCO >=50)
    {
        digitalWrite(Relay1,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(Relay1,LOW);
    }

```

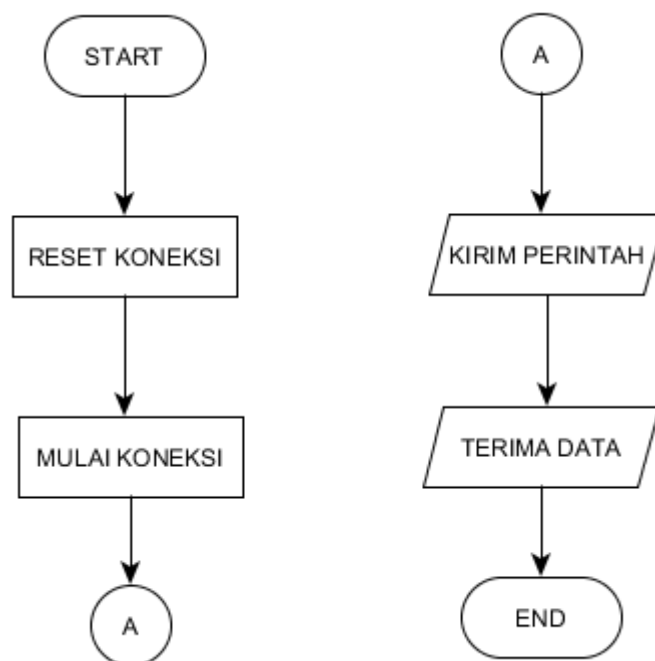
## 5. Sensor SHT11

Sistem yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada proyek akhir ini adalah dengan menghubungkan sensor SHT11 ke sumber tegangan 5 volt dan komunikasi *bidirectional 2 wire*. Sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran

dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Port C pin 4 (PC4) mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data SHT11 untuk pengukuran suhu dan kelembaban udara. SHT11 memberikan keluaran data suhu dan kelembaban pada pin Data secara bergantian sesuai dengan *clock* yang diberikan oleh mikrokontroler pada Port C pin 5 (PC5) agar sensor dapat bekerja.

a. Cara Kerja Sensor SHT11

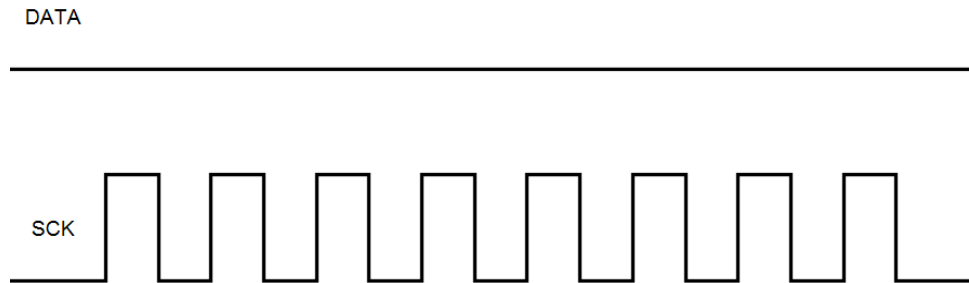
Sistem pengolahan data pada sensor SHT11 membutuhkan beberapa fase dalam pembacaan suhu maupun kelembaban, berikut ini adalah *flowchart* sub program sensor SHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban beserta penjelasannya :



Gambar 35. Flowchart Sub Program Sensor SHT11

a. Reset Koneksi

Untuk mengawali koneksi dengan SHT11, di sini suatu *embedded* program pada modul harus mengirimkan sinyal *reset* melalui pin SCK. Sinyal ini berupa siklus *clock* sebanyak delapan kali, seperti ditunjukkan pada gambar 36.



Gambar 36. Sinyal Reset Pada Sensor SHT11

b. Mulai Transmisi

Setelah melakukan *reset*, SHT11 harus diberi sinyal *start* pada pin SCK untuk bersiap menerima perintah dari mikrokontroler ATmega 328p seperti ditunjukkan pada gambar 37.

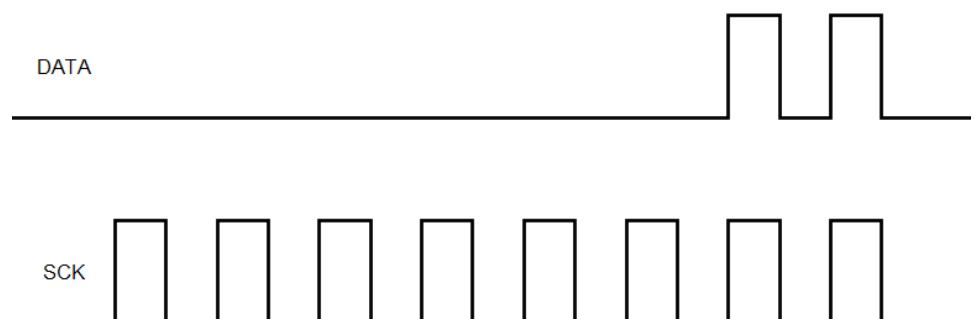


Gambar 37. Sinyal Untuk Mengawali Transmisi

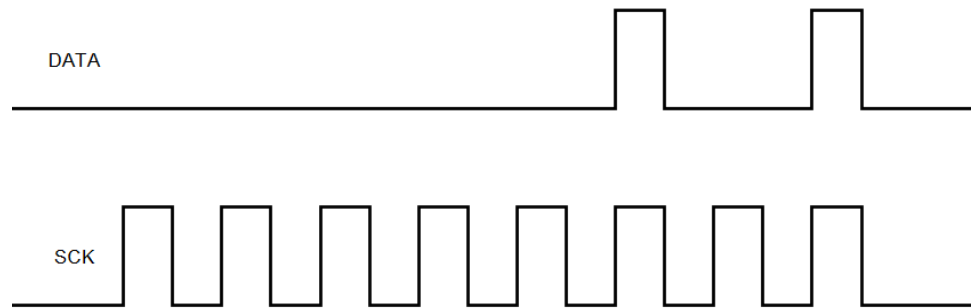
Berdasarkan gambar 37, untuk memulai transmisi dimulai dengan penurunan garis DATA sementara SCK tinggi, diikuti dengan pulsa yang rendah pada SCK dan DATA naik lagi sementara SCK tetap berlogika tinggi. Setelah transmisi dilakukan selanjutnya perintah yang dikirim merupakan alamat 8 bit terdiri dari 3 bit alamat (hanya 000) dan 5 bit perintah SHT11 untuk menentukan data apa yang dibutuhkan.

c. Mengirim Perintah

Setelah SHT11 menerima delapan siklus *clock* pada pin SCK, maka SHT11 telah siap untuk menerima perintah untuk mengukur suhu maupun kelembaban. Untuk mengukur suhu, mikrokontroler ATmega 328p harus mengirim perintah 00000011 (3 Desimal) melalui pin DATA. Saat mengukur kelembaban, mikrokontroler ATmega 328p harus mengirim perintah 00000101 (5 Desimal) melalui pin DATA. Sedangkan pin SCK harus diberi sinyal *clock* selama mengirim perintah.



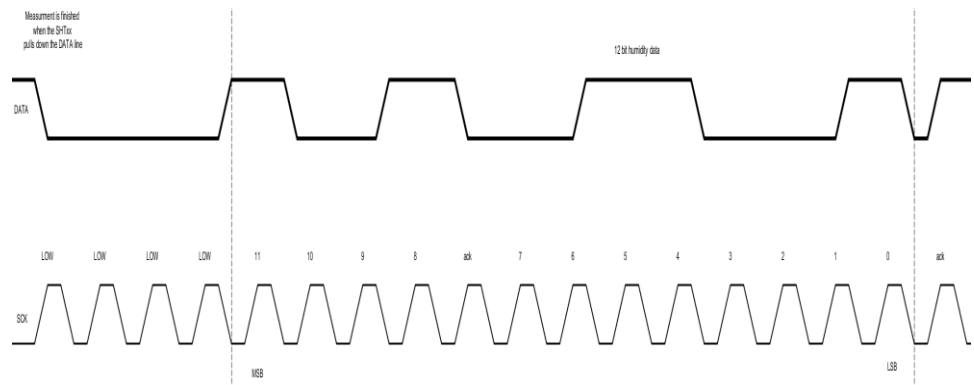
Gambar 38. Pengiriman Sinyal Untuk Mengukur Suhu



Gambar 39. Pengiriman Sinyal Untuk Mengukur Kelembaban

d. Menerima Data

Setelah mikrokontroler mengirimkan data sinyal pengukuran contohnya kelembaban, maka beberapa saat kemudian sensor akan merespon perintah dan akan mengirimkan data 16 bit dari SHT11 ke mikrokontroler yang akan dikeluarkan dari pin DATA berupa gelombang kotak seperti gambar 40. Data tersebut tidak bisa langsung digunakan karena masih berupa data biner. Sehingga data biner tersebut harus dimasukkan dalam persamaan dan konstanta yang telah dicantumkan dalam *datasheet*.



Gambar 40. Pengiriman Data Hasil Pengukuran Kelembaban

Pada gambar 40 di atas dapat dilihat bahwa sensor SHT11 mengirimkan hasil data kelembaban. Hasil pengiriman data SHT11 berupa sinyal biner kemudian akan dibaca modul dengan hasil data tertentu sebesar 12 bit, misal data yang dikirimkan sensor bernilai 100100110001 atau bernilai 2353 jika dibaca secara desimal. Maka dari hasil data biner yang dikirimkan sensor SHT11 harus dikonversi sehingga data yang dikirimkan dapat sesuai nilai kelembaban yang ada. Berikut ini adalah rumus konversi dari data *output* SHT11 menjadi data kelembaban.

$$RH_{\text{linier}} = c1 + (c2 \times SO_{RH}) + (c3 \times SO_{RH}^2)$$

$$RH_{\text{linier}} = -2.0468 + (0.0367 \times SO_{RH}) + (-0.000015955 \times SO_{RH}^2)$$

$$RH_{\text{linier}} = -2.0468 + (0.0367 \times 2353) + (-0.000015955 \times 2353^2)$$

$$RH_{\text{linier}} = -2.0468 + 86.3551 - 8.8336596595$$

$$RH_{\text{linier}} = 75.47\%$$

## b. Pengolahan Data Sensor SHT11 di Mikrokontroler ATmega 328p

### 1) Mengukur Suhu Menggunakan Sensor SHT11

Perintah yang dikirimkan mikrokontroler kepada sensor SHT11 untuk mengukur suhu yaitu 00000011. Setelah data pengukuran suhu didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam rumus  $T = d1 + d2 \times SUHU_{\text{data}}$ , dalam proses ini  $SUHU_{\text{data}}$  pada program ditulis `valC`. Adapun baris program yang digunakan untuk mengukur suhu yaitu sebagai berikut :

```

// Mengirim perintah untuk membaca suhu 0b00000011
melalui pin DATA A4 dan SCK A5
float readTemperatureRaw()
{
    int val;
    int _gTempCmd = 0b00000011;
    sendCommandSHT(_gTempCmd, A4, A5);
    waitForResultSHT(A4);
    val = getData16SHT(A4, A5);
    skipCrcSHT(A4, A5);
    return (val);
}

void ReadTemperatureC()
{
    // Konstanta yang digunakan dalam konversi suhu ke
    Celcius sesuai datasheet
    const float D1 = -40.0; // for 14 Bit @ 5V
    const float D2 = 0.01; // for 14 Bit DEGC
    valC = readTemperatureRaw();

    // Konversi hasil pembacaan ke dalam celcius
    temperatureC = (valC * D2) + D1;
}

// Menampilkan hasil pembacaan temperature ke LCD
ReadTemperatureC();
hasil suhu=(temperatureC);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("SUHU :");
lcd.print(hasil suhu);
lcd.print(" C ");

```

## 2) Mengukur Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11

Perintah yang dikirimkan mikrokontroler kepada sensor SHT11 untuk mengukur kelembaban yaitu 00000101. Setelah data pengukuran kelembaban didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam rumus  $RH_{linier} = c1 + (c2 \times SO_{RH}) + (c3 \times SO_{RH}^2)$ , dalam proses ini  $SO_{RH}$  pada program ditulis `val`. Baris program yang digunakan untuk mengukur kelembaban yaitu sebagai berikut :

```

void ReadHumidity()
{
    // Konstanta yang digunakan dalam konversi nilai
    kelembaban sesuai datasheet
    const float C1 = -2.0468;          // for 12 Bit
    const float C2 = 0.0367;          // for 12 Bit
    const float C3 = -0.000015955;    // for 12 Bit

    // Mengirim perintah untuk membaca kelembaban yaitu
    0b00000101
    int _gHumidCmd = 0b00000101;

    // Mendapatkan nilai dari deteksi sensor melalui pin
    DATA A4 dan SCK A5
    sendCommandSHT(_gHumidCmd, A4, A5);
    waitForResultSHT(A4);
    val = getData16SHT(A4, A5);
    skipCrcSHT(A4, A5);

    // Konversi nilai kelembaban menggunakan rumus pada
    datasheet
    linearHumidity = C1 + C2 * val + C3 * val * val;
}

//Menampilkan hasil pembacaan kelembaban ke LCD
ReadHumidity();
hasilkelembaban=(linearHumidity);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("RH   :");
lcd.print(hasilkelembaban);
lcd.print(" %   ");

```

## 6. Kinerja Alat Secara Keseluruhan

Unjuk kerja keseluruhan alat ini merupakan kombinasi seluruh bagian *hardware* dan *software* yang telah terintegrasi menjadi sebuah sistem. Sesuai dengan hasil pengujian keseluruhan, maka sistem ini berfungsi dengan baik. Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu sensor MQ 7 untuk mendeteksi gas CO, sensor MQ 135 untuk mendeteksi gas CO<sub>2</sub> dan sensor SHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara dalam ruangan.

Saat alat ini dihidupkan maka secara otomatis akan langsung bekerja untuk membaca data-data sensor, kemudian dari hasil deteksi sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler ATmega 328p untuk ditampilkan *output* berupa LCD, LED dan *exhaust fan*. Saat ada zat polutan yang dideteksi berupa asap, maka sensor gas akan langsung mengukur kadar kualitas gas CO dan CO<sub>2</sub> dalam satuan PPM (*part per million*). Dengan adanya zat polutan tersebut maka secara otomatis kadar gas CO dan CO<sub>2</sub> akan naik. Dengan tingginya kadar zat polutan maka akan menaikkan suhu dan kelembaban udara dalam ruangan. Untuk menjaga kondisi kualitas udara tetap dalam batas normal, maka mikrokontroler ATmega 328p akan mengontrol relay untuk menghidupkan *exhaust fan* guna mengurangi zat polutan jika melebihi batas. Selain mengontrol relay, mikrokontroler juga digunakan untuk mengolah data agar dapat ditampilkan dalam bentuk LCD dan LED.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perangkat keras Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p telah berhasil dibuat dengan menggabungkan beberapa komponen dan rangkaian, diantaranya : catu daya sebagai sumber tegangan, sensor MQ 7, MQ 135 dan SHT11 sebagai *input*, rangkaian relay untuk menghidupkan *exhaust fan*, serta menggunakan LCD dan LED sebagai penampil hasil deteksi sensor. Setiap rangkaian dan komponen tersebut dihubungkan ke mikrokontroler ATmega 328p sebagai pusat kendali.
2. Perangkat lunak yang diaplikasikan dalam sistem ini adalah program yang dibangun dengan *software* pemrograman Arduino IDE. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat lunak ini dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi kadar kualitas udara dalam ruangan dan menampilkan hasil deteksi dalam bentuk LCD dan LED. Selain itu juga mampu mengontrol relay untuk menghidupkan *exhaust fan*.
3. Unjuk kerja Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p secara keseluruhan telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan yaitu saat sensor mendeteksi kualitas udara maka

hasilnya akan diolah mikrokontroler ATmega 328p agar dapat ditampilkan ke LCD dan LED. Jika hasil deteksi sensor melebihi batas normal, maka mikrokontroler akan mengontrol relay untuk menghidupkan *exhaust fan* untuk mengurangi zat polutan dalam ruangan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sensor yang digunakan dalam proyek akhir telah bekerja dengan baik. Pada sensor MQ 7 saat mendeteksi gas CO mempunyai rata-rata *error* 2.08%, sensor MQ 135 saat mendeteksi gas CO<sub>2</sub> mempunyai rata-rata *error* 3.41% dan sensor SHT11 memiliki rata-rata *error* 2.25% saat mendeteksi suhu dan 2.14% saat mendeteksi kelembaban udara.

## **B. Keterbatasan Alat**

Prototipe Pengendali Kualitas Udara *Indoor* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328p yang telah dibuat memiliki keterbatasan, antara lain :

1. Pada alat ini hanya mampu menunjukkan kategori kualitas udara yang baik dan buruk melalui deretan LED. Belum menggunakan data *logging* untuk ditampilkan ke LCD.
2. Sistem pendeteksi kualitas udara yang dibuat belum terhubung dengan kontrol dan monitoring dari jarak jauh.
3. Pada alat ini hanya mampu mendeteksi kualitas udara dan mengurangi zat polutan, belum mampu mengurai zat polutan agar tidak berbahaya lagi.

### C. Saran

Pembuatan proyek akhir ini ternyata terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Saran yang membangun dibutuhkan untuk menyempurnakan proyek akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. Sistem pengendali kualitas udara *indoor* diharapkan nantinya dapat dikembangkan menjadi sistem yang mampu mengurai zat-zat polutan agar tidak berbahaya lagi bagi manusia.
2. Sistem ini masih berupa prototipe, jadi perlu penelitian lebih lanjut untuk menguji keefektifan alat agar sistem ini mampu diterapkan dalam kehidupan *real*.

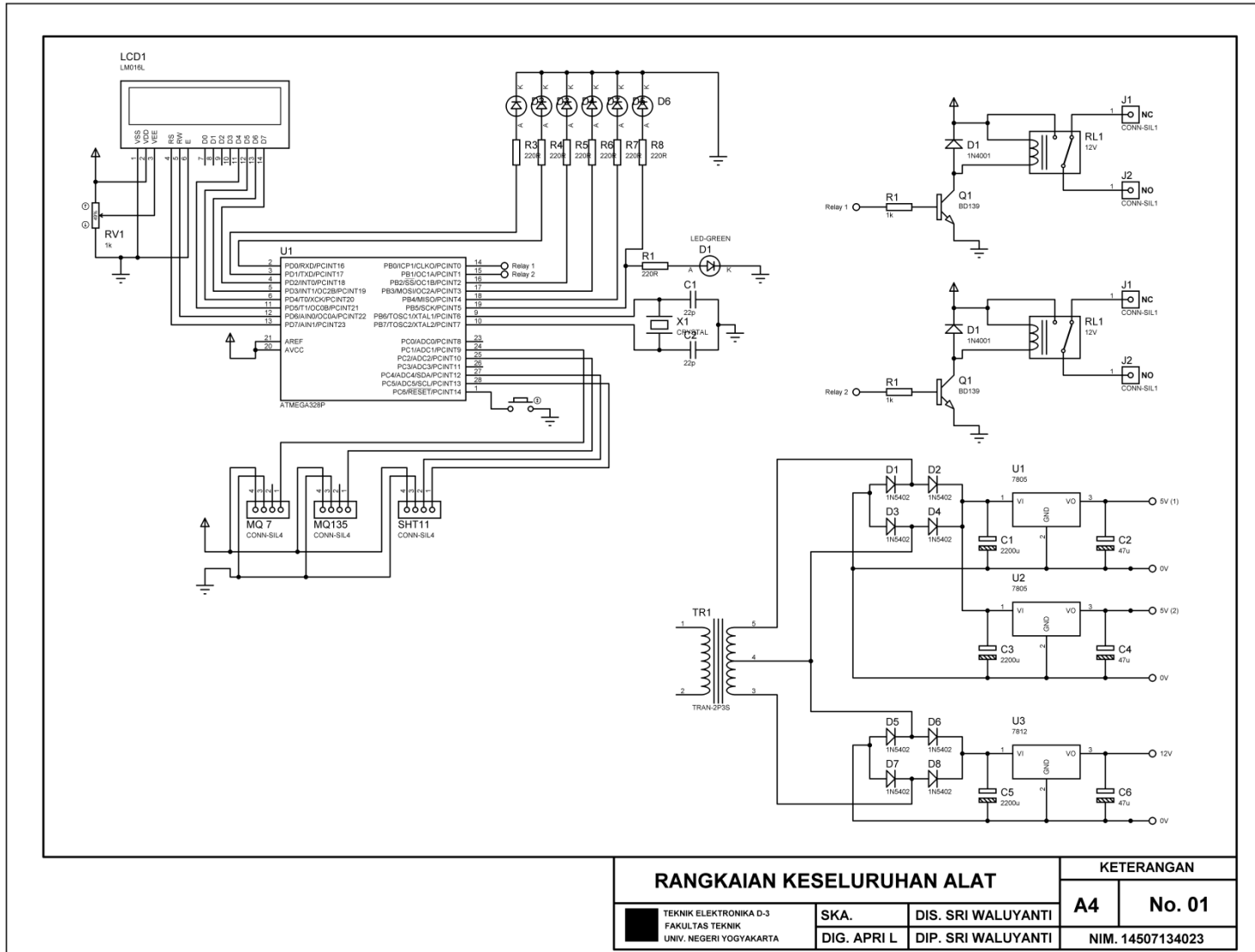
## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, TY. (2002). *Polusi Udara dan Kesehatan*. Jakarta : Arcan.
- ASHRAE Special Project 200. (2009). *Indoor Air Quality Guide (Best Practices for Design, Construction, and Commissioning)*. (D. Mudarri, Ed.) Atlanta, United States of America: ASHRAE, Inc.
- ATMEL, Corp. (2003). *Datasheet ATmega 328p*. Diambil pada tanggal 5 Maret 2017, dari <http://www.atmel.com>.
- Binardi. (2003). *The Occupational: It's Evaluation, Control, and Managing* (2nd ed.). AIHA Press.
- Fardiaz. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Febriantono, M. Aldiki. Tugas Akhir Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok Pada *Smoking Room* Menggunakan Kontrol PID. Malang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Hanwei, LTD. (2007). *Datasheet Sensor MQ 7*. Diambil pada tanggal 10 Maret 2017, dari <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>.
- Hanwei, LTD. (2007). *Datasheet Sensor MQ 135*. Diambil pada tanggal 10 Maret 2017, dari <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-135.pdf>.
- Indonesia, Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara, NOMOR : KEP-107/KABAPEDAL/11/1997.
- Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, NOMOR : 1077/MENKES/PER/V/2011.
- NIOSH. (1992). *Occupational Safety and Health Guideline for Ammonia*. U.S : Department Of Health and Human Services
- Pudjiastuti. (1998). *Kualitas Udara Dalam Ruang*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

- Purnama, Agus. (2012). *Konsep Dasar Penyearah Gelombang (Rectifier)*. Diambil pada tanggal 12 Februari 2017, dari <http://elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>.
- Salim, E. (2002). *Green Company*. Jakarta : PT. Asta International Tbk.
- Sensirion, Corp. (2008). *Datasheet Sensor SHT11*. Diambil pada tanggal 10 Maret 2017, dari <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/SHT1x/datasheet.pdf>.
- Setyanto, R BG Puguh. Tugas Akhir Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor TGS 2600. Semarang : Progam Studi Elektronika dan Instrumentasi Universitas Diponegoro.
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Sumardi. (2013). *Mikrokontroler Belajar AVR*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Tim Proyek Akhir FT UNY. (2013). *Pedoman Proyek Akhir D3*. Fakultas Teknik UNY.
- USEPA (2007). *An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ)*. Diambil pada tanggal 25 Maret 2017, dari <http://www.epa.gov/iad/ia-intro.html>.
- USEPA. (1991). *Indoor Air Facts No. 4 (Sick Building Syndrome)*. USA: United States Environmental Protection Agency.
- Wardoyo, Sisodan dan Suro Anggoro Pramudyo. (2015). *Pengantar Mikrokontroler dan Aplikasi pada Arduino*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Wardhana, WA. (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : ANDI.
- Winoto, Ardi . (2008). *Mikrokontroler AVR Atmega 8/32/16/8535 dan Pemrograman dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung : Informatika Bandung.

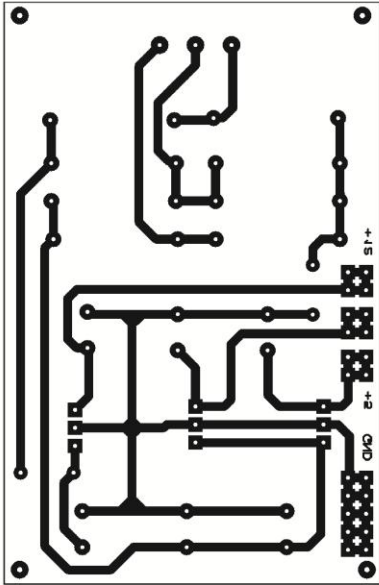
# LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Keseluruhan Alat

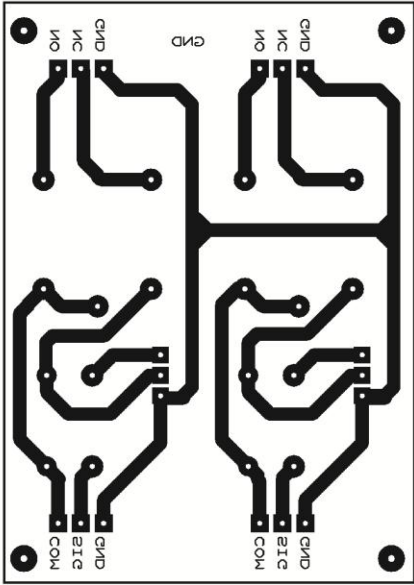


Lampiran 2. Layout Rangkaian

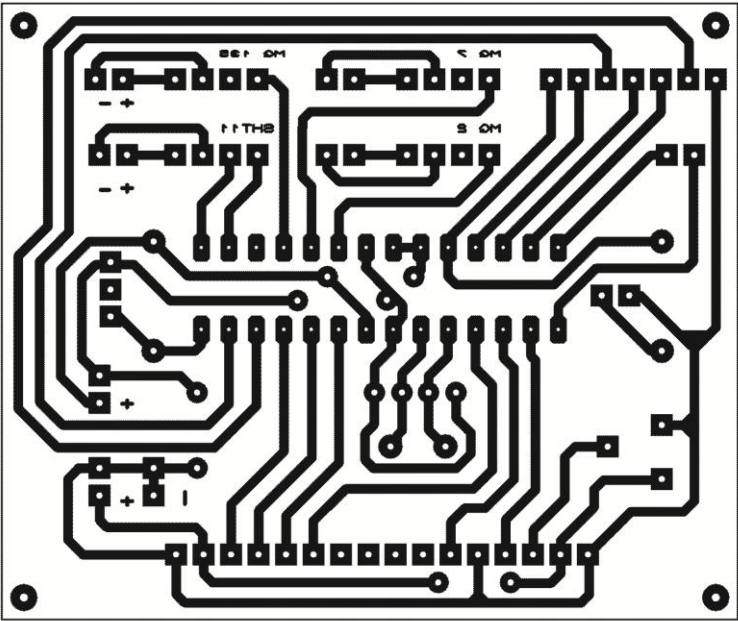
Layout Power Supply



Layout Rangkaian Relay



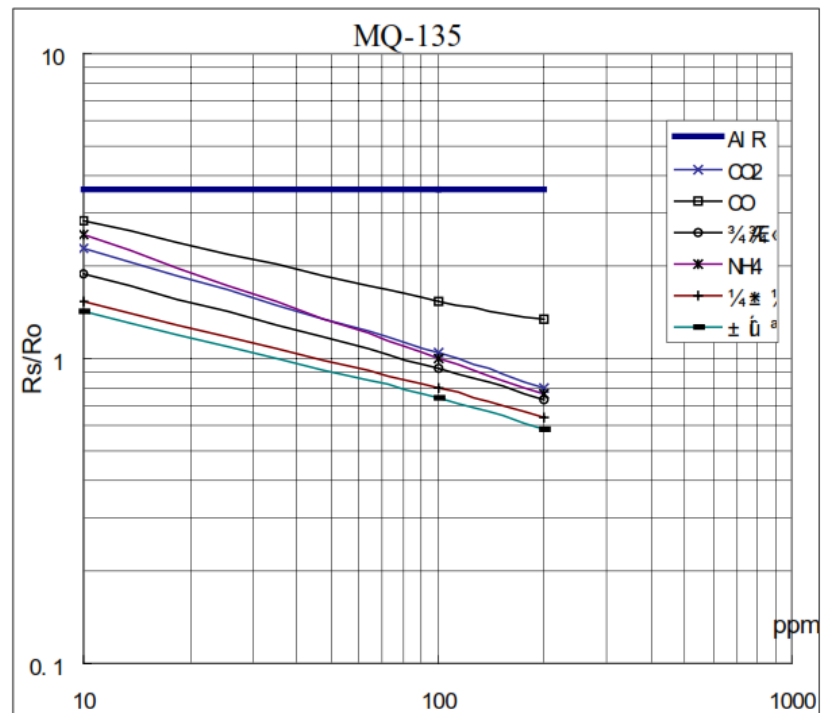
Layout Rangkaian Mikrokontroler Atmega 328p



Layout Rangkaian Alat			Keterangan	
Teknik Elektronika D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	SKA.	DIS. SRI WALUYANTI	A4	No. 02
	DIG. APRIL	DIP. SRI WALUYANTI	NIM 14507134023	

Lampiran 3. Data-Data Pengolahan Sensor MQ 135 (CO<sub>2</sub>)

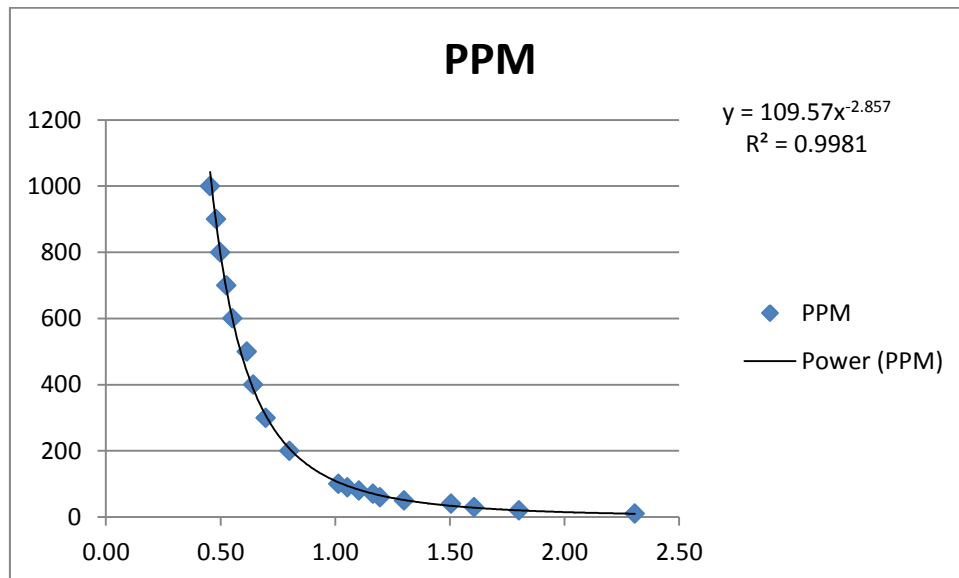
## a. Gambar Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ 135



## b. Hasil Pengujian ADC Sensor MQ 135 dengan Kalibrator (PPM)

No	PPM	Nilai ADC	Vout (V)	Rs(KΩ)	Rs/Ro
1	10	794	3.88	5.8	2.31
2	20	835	4.08	4.5	1.80
3	30	852	4.16	4.0	1.61
4	40	861	4.21	3.8	1.51
5	50	880	4.30	3.3	1.30
6	60	890	4.35	3.0	1.20
7	70	893	4.36	2.9	1.16
8	80	899	4.39	2.8	1.10
9	90	904	4.42	2.6	1.05
<b>10</b>	<b>100</b>	<b>908</b>	<b>4.44</b>	<b>2.5</b>	<b>1.01</b>
11	200	930	4.55	2.0	0.80
12	300	941	4.60	1.7	0.70
13	400	947	4.63	1.6	0.64
14	500	950	4.64	1.5	0.61
15	600	957	4.68	1.4	0.55
16	700	960	4.69	1.3	0.52
17	800	963	4.71	1.2	0.50
18	900	965	4.72	1.2	0.48
19	1000	968	4.73	1.1	0.45

c. Gambar Grafik PPM CO<sub>2</sub> terhadap Rs/Ro



d. Konversi Analog ke PPM di Mikrokontroler ATmega 328p

```
int adc_MQCO2 = analogRead(A2); //Digunakan untuk mencari nilai
    ADC sensor MQ 135 terhadap perubahan zat polutan
float voltageCO2 = adc_MQ * (5.0 / 1023.0); //Digunakan untuk
    mencari tegangan output sensor MQ 135 terhadap perubahan zat
    polutan
float RsCO2 = 20000*((5-voltage)/voltage); //Digunakan untuk
    mencari Resistansi sensor MQ 135 terhadap perubahan zat polutan
float RatioCO2 = Rs/2500; //Digunakan untuk mencari perbandingan
    antara Rs dan Ro sensor MQ 135 terhadap perubahan zat polutan
double CO2 = 109.57*pow(Rs/2500, -2.857); //Digunakan untuk
    mencari nilai ppm dari suatu gas yang dideteksi sensor
```

## Lampiran 4. Program

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);
//Inisialisasi Sensor Gas
float hasilCO;
float hasilCO2;
//Inisialisasi Exhaust Fan
int Relay1 = 8;
int Relay2 = 9;
//Inisialisasi LED
int LEDH1 = 1;
int LEDK1 = 10;
int LEDM1 = 11;
int LEDH2 = 0;
int LEDK2 = 12;
int LEDM2 = 13;
//Inisialisasi SHT11
float hasilsuhu;
float hasilkelembaban;
int valC;
float temperatureC;
int val;
float linearHumidity;
float correctedHumidity;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Relay1,OUTPUT);
  pinMode(Relay2,OUTPUT);
  pinMode(LEDH1,OUTPUT);
  pinMode(LEDK1,OUTPUT);
  pinMode(LEDM1,OUTPUT);
  pinMode(LEDH2,OUTPUT);
  pinMode(LEDK2,OUTPUT);
  pinMode(LEDM2,OUTPUT);

  lcd.begin(20,4);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Deteksi Udara Indoor");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print("Created By");
  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("APRILIANSYAH");
  lcd.setCursor(4,3);
  lcd.print("14507134023");
  delay(3000);
  lcd.clear();
}

```

```

void loop()
{
  //Pembacaan CO (Karbon Monoksida) Sensor MQ 7
  int adc_MQCO = analogRead(A1);
  float voltageCO = adc_MQCO * (5.0 / 1023.0);
  float RsCO=10000*((5-voltageCO)/voltageCO);
  float RatioCO = RsCO/6890.18;
  double CO = 96.311*pow(RsCO/6890.18, -1.239);

  //Menampilkan hasilCO ke LCD
  hasilCO = CO;
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("CO   :");
  lcd.print(hasilCO,0);
  lcd.print(" ppm   ");

  //Menghidupkan Relay dan LED
  if (hasilCO >=50)
    {
      digitalWrite(Relay1,HIGH);
    }
  else
    {
      digitalWrite(Relay1,LOW);
    }
  if (hasilCO >=10)
    {
      digitalWrite(LEDH1,HIGH);
    }
  else
    {
      digitalWrite(LEDH1,LOW);
    }

  if (hasilCO >=30)
    {
      digitalWrite(LEDK1,HIGH);
    }
  else
    {
      digitalWrite(LEDK1,LOW);
    }
  if (hasilCO >=50)
    {
      digitalWrite(LEDM1,HIGH);
    }
  else
    {
      digitalWrite(LEDM1,LOW);
    }
}

```

```

//Pembacaan CO2(Karbon Dioksida) Sensor MQ 135
int adc_MQCO2 = analogRead(A2);
float voltageCO2 = adc_MQCO2 * (5.0 / 1023.0);
float RsCO2=20000*((5-voltageCO2)/voltageCO2);
float RatioCO2 = RsCO2/2500;
double CO2 = 109.57*pow(RsCO2/2500, -2.872);

//Menampilkan hasilCO2 ke LCD
hasilCO2 = CO2;
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("CO2  :");
lcd.print(hasilCO2,0);
lcd.print(" ppm  ");

//Menghidupkan Relay dan LED
if (hasilCO2 >=500)
    {
        digitalWrite(Relay2,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(Relay2,LOW);
    }
if (hasilCO2 >=100)
    {
        digitalWrite(LEDH2,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDH2,LOW);
    }

if (hasilCO2 >=300)
    {
        digitalWrite(LEDK2,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDK2,LOW);
    }
if (hasilCO2 >=500)
    {
        digitalWrite(LEDM2,HIGH);
    }
else
    {
        digitalWrite(LEDM2,LOW);
    }

```

```

//Pembacaan suhu dan Menampilkan ke LCD
ReadTemperatureC();
hasil suhu=(temperatureC);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("SUHU :");
lcd.print(hasil suhu);
lcd.print(" C ");

//Pembacaan Kelembaban dan Menampilkan ke LCD
ReadHumidity();
hasil kelembaban=(correctedHumidity);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("RH :");
lcd.print(hasil kelembaban);
lcd.print(" % ");
}

void skipCrcSHT(int _dataPin, int _clockPin)
{
// Skip acknowledge to end trans (no CRC)
pinMode(_dataPin, OUTPUT);
pinMode(_clockPin, OUTPUT);

digitalWrite(_dataPin, HIGH);
digitalWrite(_clockPin, HIGH);
digitalWrite(_clockPin, LOW);
}

void sendCommandSHT(int _command, int _dataPin, int _clockPin)
{
int ack;

// Transmission Start
pinMode(_dataPin, OUTPUT);
pinMode(_clockPin, OUTPUT);
digitalWrite(_dataPin, HIGH);
digitalWrite(_clockPin, HIGH);
digitalWrite(_dataPin, LOW);
digitalWrite(_clockPin, LOW);
digitalWrite(_clockPin, HIGH);
digitalWrite(_dataPin, HIGH);
digitalWrite(_clockPin, LOW);

// The command (3 msb are address and must be 000, and last 5 bits
are command)
shiftOut(_dataPin, _clockPin, MSBFIRST, _command);

// Verify we get the correct ack
digitalWrite(_clockPin, HIGH);
pinMode(_dataPin, INPUT);
ack = digitalRead(_dataPin);
if (ack != LOW)
{

```

```

        //Serial.println("Ack Error 0");
    }
    digitalWrite(_clockPin, LOW);
    ack = digitalRead(_dataPin);
    if (ack != HIGH)
    {
        //Serial.println("Ack Error 1");
    }
}

void waitForResultSHT(int _dataPin)
{
    int i;
    int ack;
    pinMode(_dataPin, INPUT);

    for(i= 0; i < 100; ++i)
    {
        delay(10);
        ack = digitalRead(_dataPin);
        if (ack == LOW)
        {
            break;
        }
    }

    if (ack == HIGH)
    {
        //Serial.println("Ack Error 2"); // Can't do serial stuff here,
        // need another way of reporting errors
    }
}

int getData16SHT(int _dataPin, int _clockPin)
{
    int val;

    // Get the most significant bits
    pinMode(_dataPin, INPUT);
    pinMode(_clockPin, OUTPUT);
    val = ShiftIn(_dataPin, _clockPin, 8);
    val *= 256;

    // Send the required ack
    pinMode(_dataPin, OUTPUT);
    digitalWrite(_dataPin, HIGH);
    digitalWrite(_dataPin, LOW);
    digitalWrite(_clockPin, HIGH);
    digitalWrite(_clockPin, LOW);
    // Get the least significant bits
    pinMode(_dataPin, INPUT);
    val |= shiftIn(_dataPin, _clockPin, 8);

    return val;
}

```

```

}
int ShiftIn(int _dataPin, int _clockPin, int _numBits)
{
    int ret = 0;
    int i;
    for (i=0; i<_numBits; ++i)
    {
        digitalWrite(_clockPin, HIGH);
        delay(10);
        ret = ret*2 + digitalRead(_dataPin);
        digitalWrite(_clockPin, LOW);
    }
    return(ret);
}

float readTemperatureRaw()
{
    int val;
    int _gTempCmd = 0b00000011;
    sendCommandSHT(_gTempCmd, A4, A5);
    waitForResultSHT(A4);
    val = getData16SHT(A4, A5);
    skipCrcSHT(A4, A5);
    return (val);
}

void ReadTemperatureC()
{
    const float D1 = -40.0; // for 14 Bit @ 5V
    const float D2 = 0.01; // for 14 Bit DEGC
    valC = readTemperatureRaw();
    // Convert raw value to degrees Celsius
    temperatureC = (valC * D2) + D1;
}

void ReadHumidity()
{
    // Conversion coefficients from SHT15 datasheet
    const float C1 = -2.0468; // for 12 Bit
    const float C2 = 0.0367; // for 12 Bit
    const float C3 = -0.000015955; // for 12 Bit

    // Command to send to the SHT1x to request humidity
    int _gHumidCmd = 0b00000101;

    // Fetch the value from the sensor
    sendCommandSHT(_gHumidCmd, A4, A5);
    waitForResultSHT(A4);
    val = getData16SHT(A4, A5);
    skipCrcSHT(A4, A5);

    // Apply linear conversion to raw value
    linearHumidity = C1 + C2 * val + C3 * val * val;
}

```



8-bit AVR Microcontrollers

ATmega328/P

DATASHEET SUMMARY

## Introduction

The Atmel® picoPower® ATmega328/P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega328/P achieves throughputs close to 1MIPS per MHz. This empowers system designer to optimize the device for power consumption versus processing speed.

## Feature

High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontroller Family

- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions
  - Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program Memory
  - 1KBytes EEPROM
  - 2KBytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data Retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® Library Support
  - Capacitive Touch Buttons, Sliders and Wheels
  - QTouch and QMatrix® Acquisition
  - Up to 64 sense channels

- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
    - Temperature Measurement
  - Two Master/Slave SPI Serial Interface
  - One Programmable Serial USART
  - One Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I<sup>2</sup>C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - One On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
  - -40°C to 105°C
- Speed Grade:
  - 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V
  - 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
  - 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
  - Active Mode: 0.2mA
  - Power-down Mode: 0.1µA
  - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

## 2. Configuration Summary

Features	ATmega328/P
Pin Count	28/32
Flash (Bytes)	32K
SRAM (Bytes)	2K
EEPROM (Bytes)	1K
Interrupt Vector Size (instruction word/vector)	1/1/2
General Purpose I/O Lines	23
SPI	2
TWI (I <sup>2</sup> C)	1
USART	1
ADC	10-bit 15kSPS
ADC Channels	8
8-bit Timer/Counters	2
16-bit Timer/Counters	1

and support a real Read-While-Write Self-Programming mechanism. There is a separate Boot Loader Section, and the SPM instruction can only execute from there. In , there is no Read-While-Write support and no separate Boot Loader Section. The SPM instruction can execute from the entire Flash.

### 3. Ordering Information

#### 3.1. ATmega328

Speed [MHz] <sup>(3)</sup>	Power Supply [V]	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega328-AU ATmega328-AUR <sup>(5)</sup> ATmega328-MMH <sup>(4)</sup> ATmega328-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega328-MU ATmega328-MUR <sup>(5)</sup> ATmega328-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

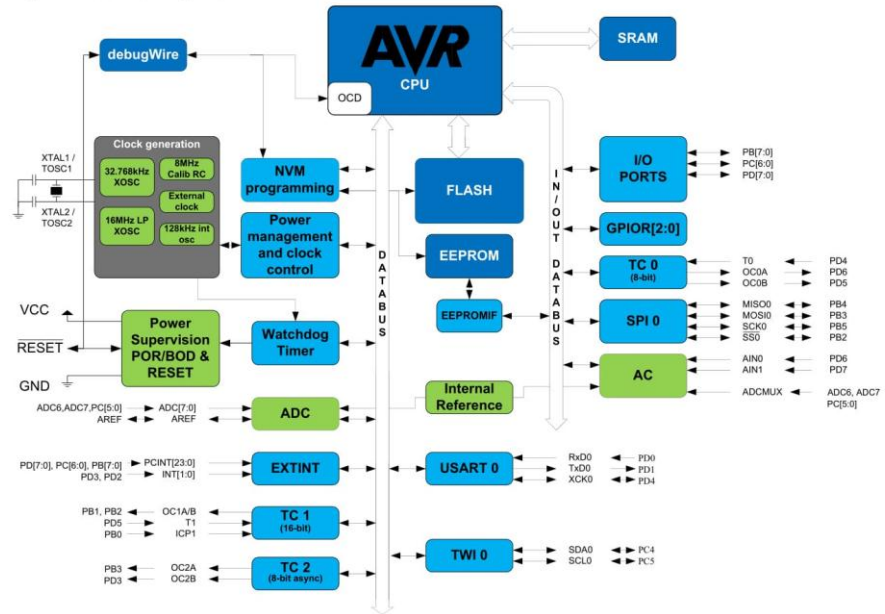
**Note:**

1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
3. Please refer to *Speed Grades* for Speed vs.  $V_{CC}$
4. Tape & Reel.
5. NiPdAu Lead Finish.

Package Type	
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32A	32-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)

#### 4. Block Diagram

Figure 4-1. Block Diagram



## 5. Pin Configurations

### 5.1. Pin-out

Figure 5-1. 28-pin PDIP

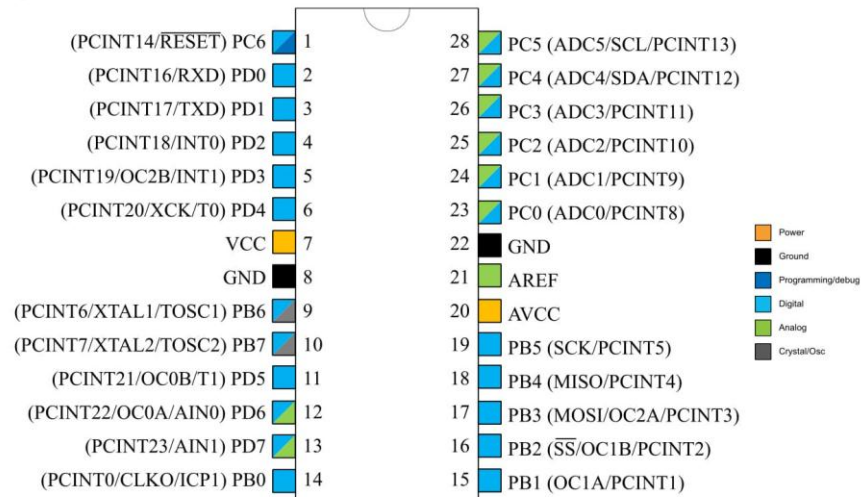
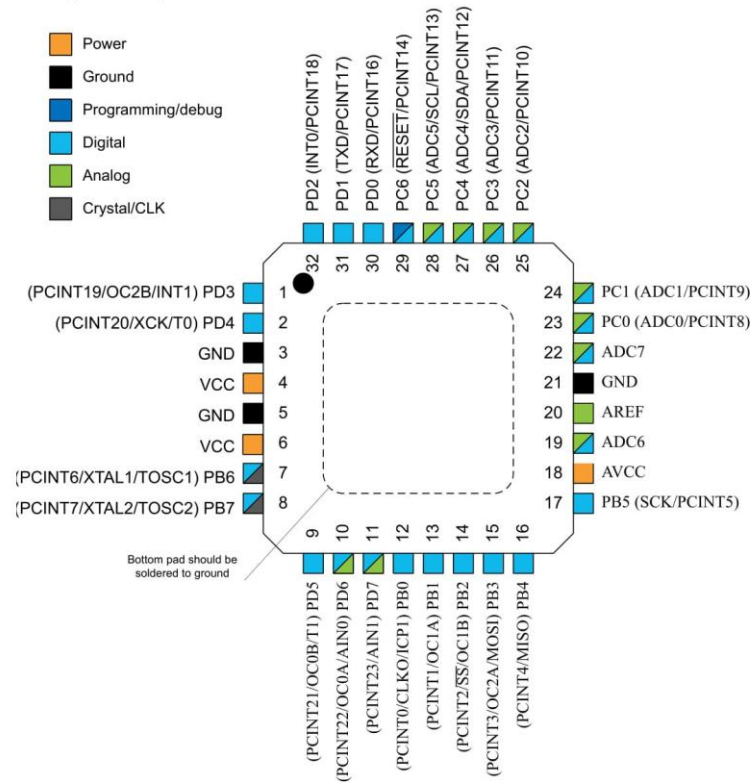


Figure 5-4. 32-pin MLF Top View



## 5.2. Pin Descriptions

### 5.2.1. VCC

Digital supply voltage.

### 5.2.2. GND

Ground.

### 5.2.3. Port B (PB[7:0]) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB[7:6] is used as TOSC[2:1] input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

#### 5.2.4. Port C (PC[5:0])

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC[5:0] output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

#### 5.2.5. PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in the *Alternate Functions of Port C* section.

#### 5.2.6. Port D (PD[7:0])

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

#### 5.2.7. AV<sub>CC</sub>

AV<sub>CC</sub> is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC[3:0], and PE[3:2]. It should be externally connected to V<sub>CC</sub>, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V<sub>CC</sub> through a low-pass filter. Note that PC[6:4] use digital supply voltage, V<sub>CC</sub>.

#### 5.2.8. AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

#### 5.2.9. ADC[7:6] (TQFP and VFQFN Package Only)

In the TQFP and VFQFN package, ADC[7:6] serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

## Lampiran 6. Datasheet Regulator LM78XX



www.fairchildsemi.com

## MC78XX/LM78XX/MC78XXA

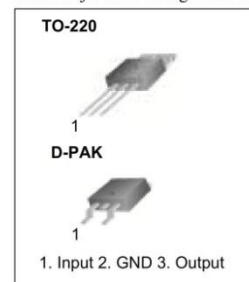
### 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

#### Features

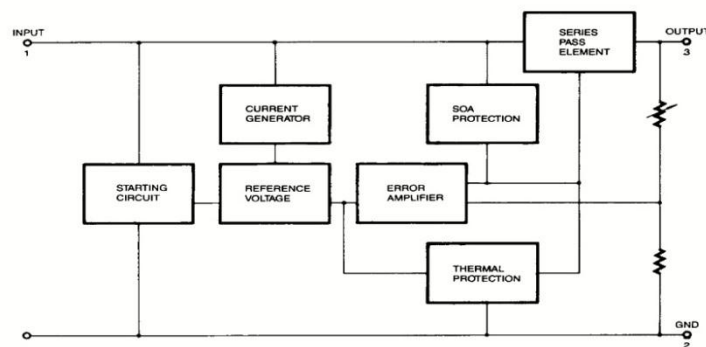
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

#### Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



#### Internal Block Diagram



Rev. 1.0.1

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

**Absolute Maximum Ratings**

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$ ) (for $V_O = 24V$ )	$V_I$	35	V
	$V_I$	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

**Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)**(Refer to test circuit,  $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$ ,  $I_O = 500mA$ ,  $V_I = 10V$ ,  $C_I = 0.33\mu F$ ,  $C_O = 0.1\mu F$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$ , $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	$mV / ^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10Hz$ to $100KHz$ , $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V / V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{Drop}$	$I_O = 1A$ , $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	$r_O$	$f = 1KHz$	-	15	-	$m\Omega$	
Short Circuit Current	ISC	$V_I = 35V$ , $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	IPK	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

**Note:**

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

**Electrical Characteristics (MC7812)**(Refer to test circuit,  $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $V_I = 19\text{V}$ ,  $C_I = 0.33\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7812			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V <sub>O</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	11.5	12	12.5	V	
		5.0mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1.0A, P <sub>O</sub> ≤ 15W V <sub>I</sub> = 14.5V to 27V	11.4	12	12.6		
Line Regulation (Note1)	Regline	T <sub>J</sub> = +25 °C	V <sub>I</sub> = 14.5V to 30V	-	10	240	mV
			V <sub>I</sub> = 16V to 22V	-	3.0	120	
Load Regulation (Note1)	Regload	T <sub>J</sub> = +25 °C	I <sub>O</sub> = 5mA to 1.5A	-	11	240	mV
			I <sub>O</sub> = 250mA to 750mA	-	5.0	120	
Quiescent Current	I <sub>Q</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	-	5.1	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI <sub>Q</sub>	I <sub>O</sub> = 5mA to 1.0A	-	0.1	0.5	mA	
		V <sub>I</sub> = 14.5V to 30V	-	0.5	1.0		
Output Voltage Drift	ΔV <sub>O</sub> /ΔT	I <sub>O</sub> = 5mA	-	-1	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	V <sub>N</sub>	f = 10Hz to 100KHz, T <sub>A</sub> = +25 °C	-	76	-	μV/V <sub>O</sub>	
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V <sub>I</sub> = 15V to 25V	55	71	-	dB	
Dropout Voltage	V <sub>Drop</sub>	I <sub>O</sub> = 1A, T <sub>J</sub> = +25 °C	-	2	-	V	
Output Resistance	r <sub>O</sub>	f = 1KHz	-	18	-	mΩ	
Short Circuit Current	I <sub>SC</sub>	V <sub>I</sub> = 35V, T <sub>A</sub> = +25 °C	-	230	-	mA	
Peak Current	I <sub>PK</sub>	T <sub>J</sub> = +25 °C	-	2.2	-	A	

**Note:**

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V<sub>O</sub> due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

## Lampiran 7. Datasheet Sensor MQ 7

HANWEI ELECTRONICS CO., LTD

MQ-7

<http://www.hwsensor.com>**TECHNICAL DATA****MQ-7 GAS SENSOR****FEATURES**

- \* High sensitivity to carbon monoxide
- \* Stable and long life

**APPLICATION**

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

**SPECIFICATIONS**

## A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
VH (H)	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
VH (L)	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
RL	Load resistance	Can adjust	
RH	Heating resistance	33 Ω ± 5%	Room temperature
TH (H)	Heating time (high)	60 ± 1 seconds	
TH (L)	Heating time (low)	90 ± 1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

## b. Environment conditions

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
Tao	Using temperature	-20℃-50℃	
Tas	Storage temperature	-20℃-50℃	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

## c. Sensitivity characteristic

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature -20℃ ± 2℃	relative humidity 65% ± 5%	RL:10K Ω ± 5%
	Vc:5V ± 0.1V	VH:5V ± 0.1V	VH:1.4V ± 0.1V
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

## D. Structure and configuration, basic measuring circuit

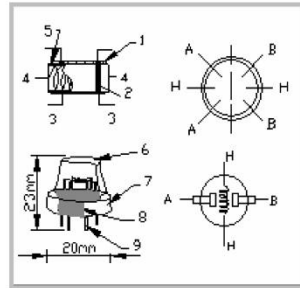
Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

TEL:86-371-67169070 67169080

FAX:86-371-67169090

Email: [sales@hwsensor.com](mailto:sales@hwsensor.com)

6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1	Gas sensing layer SnO <sub>2</sub>
2	Electrode Au
3	Electrode line Pt
4	Heater coil Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6	Anti-explosion network Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring Copper plating Ni
8	Resin base Bakelite
9	Tube Pin Copper plating Ni

Fig.1

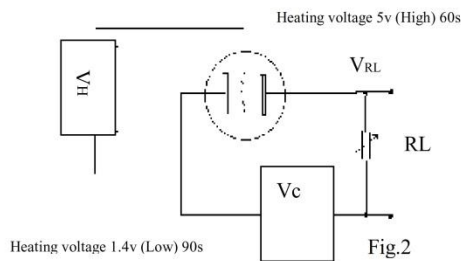
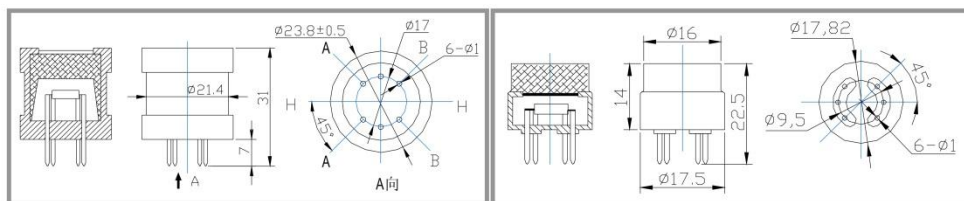


Fig.2

**Standard circuit:**

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly ). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

**E. Sensitivity characteristic curve**

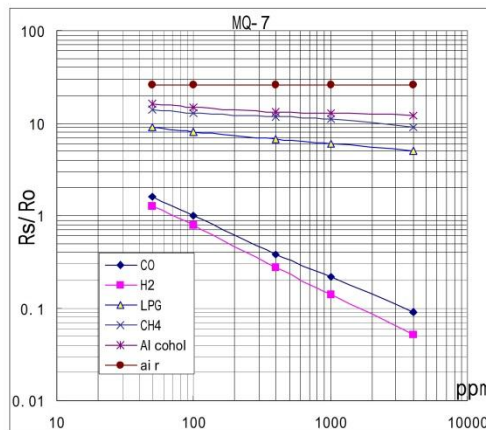


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

- in their: Temp: 20℃、
- Humidity: 65%、
- O<sub>2</sub> concentration 21%
- RL=10k Ω

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in the clean air.

Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

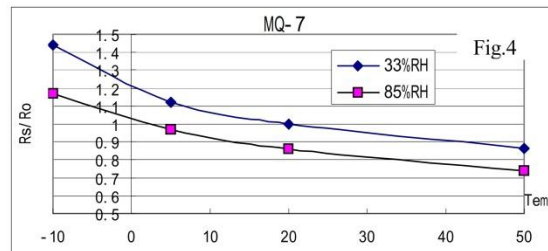


Fig.4 shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.

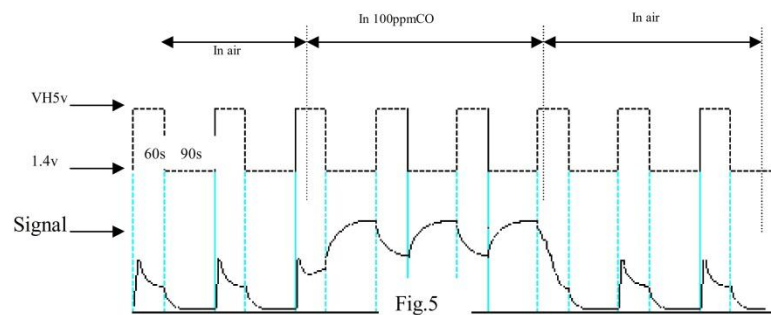
Rs: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

#### OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor  $R_s$  is obtained through effected voltage signal output of the load resistance  $R_L$  which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s \setminus R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of  $R_L$  signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of  $\text{SnO}_2$  with stability, So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

#### SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that ( $R_L$ ) about  $10 \text{ K } \Omega$  ( $5 \text{ K } \Omega$  to  $47 \text{ K } \Omega$ ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- Connect the sensor to the application circuit.
- Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- Adjust the load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- Adjust the another load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds .

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

Lampiran 8. Datasheet Sensor MQ 135

**TECHNICAL DATA**

**MQ-135 GAS SENSOR**

**FEATURES**

Wide detecting scope      Fast response and High sensitivity  
 Stable and long life      Simple drive circuit

**APPLICATION**

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of NH<sub>3</sub>,NOx, alcohol, Benzene, smoke,CO<sub>2</sub>,etc.

**SPECIFICATIONS**

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	can adjust	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33Ω±5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 800mw	

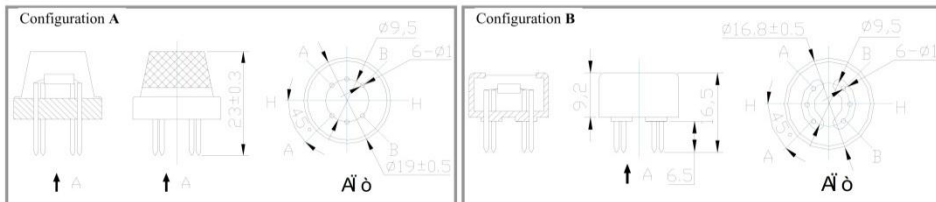
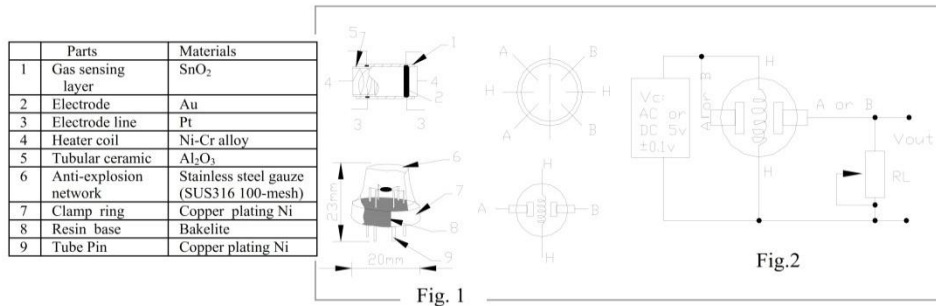
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10□-45□	
Tas	Storage Tem	-20□-70□	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	30KΩ-200KΩ (100ppm NH <sub>3</sub> )	Detecting concentration scope 10ppm-300ppm NH <sub>3</sub> 10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm Alcohol
α (200/50) NH <sub>3</sub>	Concentration Slope rate	≤0.65	
Standard Detecting Condition	Temp: 20□±2□ Vc:5V±0.1 Humidity: 65%±5% Vh: 5V±0.1		
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-135 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive

components. The enveloped MQ-135 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-135

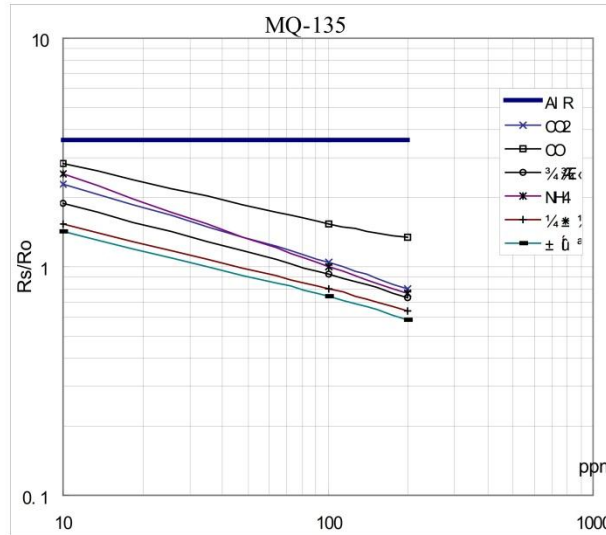


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases. in their: Temp: 20 °C Humidity: 65% O<sub>2</sub> concentration 21% RL=20kΩ Ro: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> in the clean air. Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

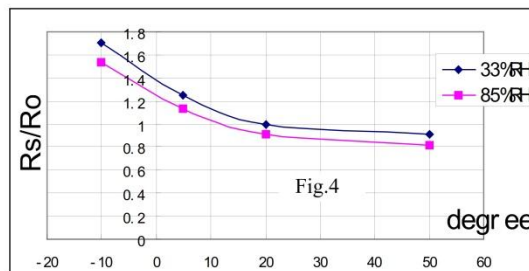
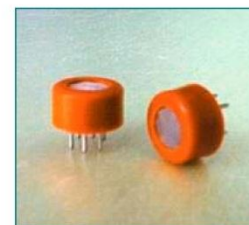


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity. Ro: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> in air at 33%RH and 20 degree. Rs: sensor resistance at 100ppm of NH<sub>3</sub> at different temperatures and humidities.

**SENSITIVITY ADJUSTMENT**

Resistance value of MQ-135 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 100ppm NH<sub>3</sub> or 50ppm Alcohol concentration in air and use value of Load resistance that ( $R_L$ ) about 20 KΩ(10KΩ to 47 KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.



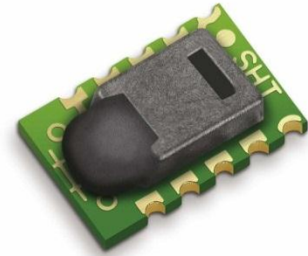
## Lampiran 9. Datasheet Sensor SHT11

**SENSIRION**  
THE SENSOR COMPANY

## Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15)

### Humidity and Temperature Sensor

- Fully calibrated
- Digital output
- Low power consumption
- Excellent long term stability
- SMD type package – reflow solderable



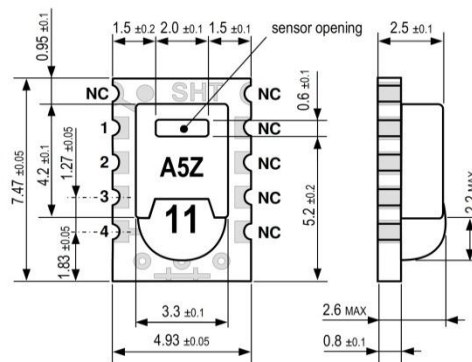
#### Product Summary

SHT1x (including SHT10, SHT11 and SHT15) is Sensirion's family of surface mountable relative humidity and temperature sensors. The sensors integrate sensor elements plus signal processing on a tiny foot print and provide a fully calibrated digital output. A unique capacitive sensor element is used for measuring relative humidity while temperature is measured by a band-gap sensor. The applied CMOSens® technology guarantees excellent reliability and long term stability. Both sensors are seamlessly coupled to a 14bit analog to digital converter and a serial interface circuit. This results in superior signal quality, a fast response time and insensitivity to external disturbances (EMC).

Each SHT1x is individually calibrated in a precision humidity chamber. The calibration coefficients are programmed into an OTP memory on the chip. These coefficients are used to internally calibrate the signals from the sensors. The 2-wire serial interface and internal voltage regulation allows for easy and fast system integration. The tiny size and low power consumption makes SHT1x the ultimate choice for even the most demanding applications.

SHT1x is supplied in a surface-mountable LCC (Leadless Chip Carrier) which is approved for standard reflow soldering processes. The same sensor is also available with pins (SHT7x) or on flex print (SHTA1).

#### Dimensions



**Figure 1:** Drawing of SHT1x sensor packaging, dimensions in mm (1mm = 0.039inch). Sensor label gives "11" for SHT11 as an example. Contacts are assigned as follows: 1:GND, 2:DATA, 3:SCK, 4:VDD.

#### Sensor Chip

SHT1x V4 – for which this datasheet applies – features a version 4 Silicon sensor chip. Besides a humidity and a temperature sensor the chip contains an amplifier, A/D converter, OTP memory and a digital interface. V4 sensors can be identified by the alpha-numeric traceability code on the sensor cap – see example "A5Z" code on Figure 1.

#### Material Contents

While the sensor is made of a CMOS chip the sensor housing consists of an LCP cap with epoxy glob top on an FR4 substrate. The device is fully RoHS and WEEE compliant, thus it is free of Pb, Cd, Hg, Cr(6+), PBB and PBDE.

#### Evaluation Kits

For sensor trial measurements, for qualification of the sensor or even experimental application of the sensor there is an evaluation kit *EK-H2* available including sensor, hard and software to interface with a computer.

For more sophisticated and demanding measurements a multi port evaluation kit *EK-H3* is available which allows for parallel application of up to 20 sensors.

## Sensor Performance

### Relative Humidity

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution <sup>1</sup>		0.4	0.05	0.05	%RH
		8	12	12	bit
Accuracy <sup>2</sup> SHT10	typical		±4.5		%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy <sup>2</sup> SHT11	typical		±3.0		%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy <sup>2</sup> SHT15	typical		±2.0		%RH
	maximal	see Figure 2			
Repeatability			±0.1		%RH
Replacement		fully interchangeable			
Hysteresis			±1		%RH
Nonlinearity	raw data		±3		%RH
	linearized		<<1		%RH
Response time <sup>3</sup> $\tau$ (63%)			8		s
Operating Range		0		100	%RH
Long term drift <sup>4</sup>	normal		< 0.5		%RH/yr

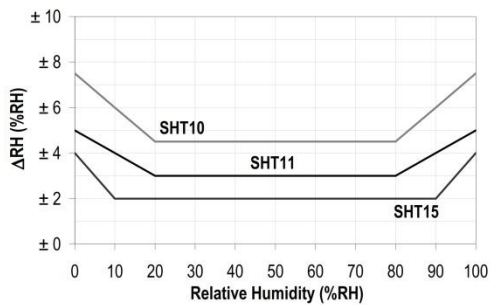


Figure 2: Maximal RH-accuracy at 25°C per sensor type.

### Temperature

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution <sup>1</sup>		0.04	0.01	0.01	°C
		12	14	14	bit
Accuracy <sup>2</sup> SHT10	typical		±0.5		°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy <sup>2</sup> SHT11	typical		±0.4		°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy <sup>2</sup> SHT15	typical		±0.3		°C
	maximal	see Figure 3			
Repeatability			±0.1		°C
Replacement		fully interchangeable			
Operating Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time <sup>6</sup> $\tau$ (63%)		5		30	s
Long term drift			< 0.04		°C/yr

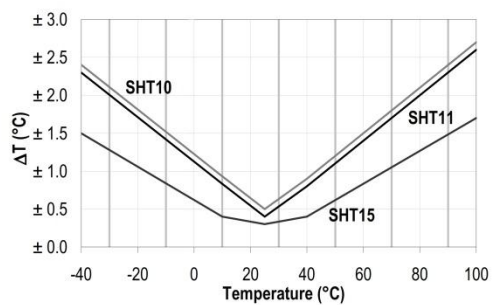


Figure 3: Maximal T-accuracy per sensor type.

### Electrical and General Items

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Source Voltage		2.4	3.3	5.5	V
Power Consumption <sup>5</sup>	sleep		2	5	μW
	measuring		3		mW
	average		150		μW
Communication	digital 2-wire interface, see Communication				
Storage	10 – 50°C (0 – 125°C peak), 20 – 60%RH				

<sup>1</sup> The default measurement resolution of is 14bit for temperature and 12bit for humidity. It can be reduced to 12/8bit by command to status register.

<sup>2</sup> Accuracies are tested at Outgoing Quality Control at 25°C (77°F) and 3.3V. Values exclude hysteresis and non-linearity.

<sup>3</sup> Time for reaching 63% of a step function, valid at 25°C and 1 m/s airflow.

### Packaging Information

Sensor Type	Packaging	Quantity	Order Number
SHT10	Tape & Reel	2000	1-100218-04
	Tape & Reel	100	1-100051-04
SHT11	Tape & Reel	400	1-100098-04
	Tape & Reel	2000	1-100524-04
SHT15	Tape & Reel	100	1-100085-04
	Tape & Reel	400	1-100093-04

<sup>4</sup> Value may be higher in environments with high contents of volatile organic compounds. See Section 1.3 of Users Guide.

<sup>5</sup> Values for VDD=5.5V at 25°C, average value at one 12bit measurement per second.

<sup>6</sup> Response time depends on heat capacity of and thermal resistance to sensor substrate.

## Users Guide SHT1x

### 1 Application Information

#### 1.1 Operating Conditions

Sensor works stable within recommended normal range – see Figure 4. Long term exposures to conditions outside normal range, especially at humidity >80%RH, may temporarily offset the RH signal (+3 %RH after 60h). After return to normal range it will slowly return towards calibration state by itself. See Section 1.4. “Reconditioning Procedure” to accelerate eliminating the offset. Prolonged exposure to extreme conditions may accelerate ageing.

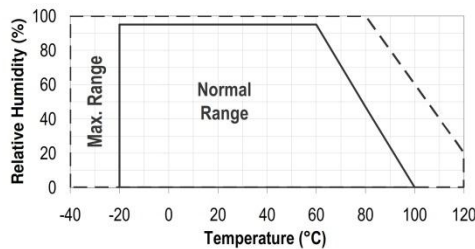


Figure 4: Operating Conditions

#### 1.2 Soldering instructions

For soldering SHT1x standard reflow soldering ovens may be used. The sensor is qualified to withstand soldering profile according to IPC/JEDEC J-STD-020C with peak temperatures at 260°C during up to 40sec including Pb-free assembly in IR/Convection reflow ovens.

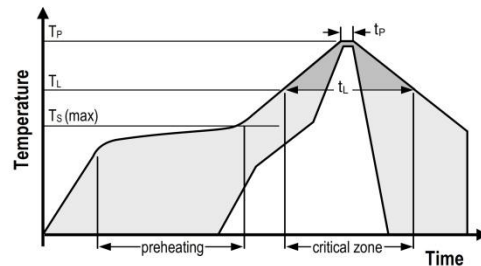


Figure 5: Soldering profile according to JEDEC standard.  $T_P \leq 260^\circ\text{C}$  and  $t_P < 40\text{sec}$  for Pb-free assembly.  $T_L < 220^\circ\text{C}$  and  $t_L < 150\text{sec}$ . Ramp-up/down speeds shall be  $< 5^\circ\text{C}/\text{sec}$ .

For soldering in Vapor Phase Reflow (VPR) ovens the peak conditions are limited to  $T_P < 233^\circ\text{C}$  during  $t_P < 60\text{sec}$  and ramp-up/down speeds shall be limited to  $10^\circ\text{C}/\text{sec}$ . For manual soldering contact time must be limited to 5 seconds at up to  $350^\circ\text{C}$ <sup>7</sup>.

<sup>7</sup>  $233^\circ\text{C} = 451^\circ\text{F}$ ,  $260^\circ\text{C} = 500^\circ\text{F}$ ,  $350^\circ\text{C} = 662^\circ\text{F}$

**IMPORTANT:** After soldering the devices should be stored at  $>75\%RH$  for at least 12h to allow the polymer to re-hydrate. Otherwise the sensor may read an offset that slowly disappears if exposed to ambient conditions.

In no case, neither after manual nor reflow soldering, a board wash shall be applied. Therefore it is strongly recommended to use “no-clean” solder paste. In case of application with exposure of the sensor to corrosive gases the soldering pads shall be sealed to prevent loose contacts or short cuts.

For the design of the SHT1x footprint it is recommended to use dimensions according to Figure 7. Sensor pads are coated with  $35\mu\text{m Cu}$ ,  $5\mu\text{m Ni}$  and  $0.1\mu\text{m Au}$ .

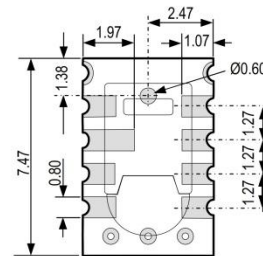


Figure 6: Rear side electrodes of sensor, view from top side.

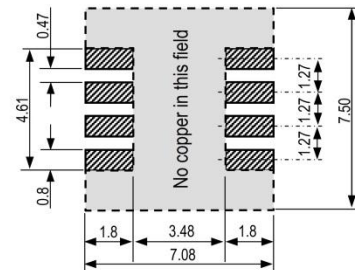


Figure 7: Recommended footprint for SHT1x. Values in mm.

#### 1.3 Storage Conditions and Handling Instructions

It is of great importance to understand that a humidity sensor is not a normal electronic component and needs to be handled with care. Chemical vapors at high concentration in combination with long exposure times may offset the sensor reading.

For these reasons it is recommended to store the sensors in original packaging including the sealed ESD bag at following conditions: Temperature shall be in the range of  $10^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$  ( $0 - 125^\circ\text{C}$  for limited time) and humidity at  $20 - 60\%RH$  (sensors that are not stored in ESD bags).

For sensors that have been removed from the original packaging we recommend to store them in ESD bags made of PE-HD<sup>8</sup>.

In manufacturing and transport the sensors shall be prevented of high concentration of chemical solvents and long exposure times. Out-gassing of glues, adhesive tapes and stickers or out-gassing packaging material such as bubble foils, foams, etc. shall be avoided. Manufacturing area shall be well ventilated.

For more detailed information please consult the document "Handling Instructions" or contact Sensirion.

#### 1.4 Reconditioning Procedure

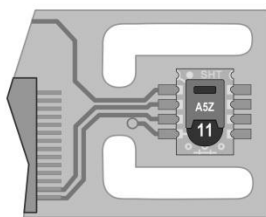
As stated above extreme conditions or exposure to solvent vapors may offset the sensor. The following reconditioning procedure may bring the sensor back to calibration state:

Baking: 100 – 105°C at < 5%RH for 10h  
 Re-Hydration: 20 – 30°C at ~ 75%RH for 12h<sup>9</sup>.

#### 1.5 Temperature Effects

Relative humidity reading strongly depends on temperature. Therefore, it is essential to keep humidity sensors at the same temperature as the air of which the relative humidity is to be measured. In case of testing or qualification the reference sensor and test sensor must show equal temperature to allow for comparing humidity readings.

If the SHT1x shares a PCB with electronic components that produce heat it should be mounted in a way that prevents heat transfer or keeps it as low as possible. Measures to reduce heat transfer can be ventilation, reduction of copper layers between the SHT1x and the rest of the PCB or milling a slit into the PCB around the sensor (see Figure 8).



**Figure 8:** Top view of example of mounted SHT1x with slits milled into PCB to minimize heat transfer.

Furthermore, there are self-heating effects in case the measurement frequency is too high. Please refer to Section 3.3 for detailed information.

<sup>8</sup> For example, 3M antistatic bag, product "1910" with zipper.

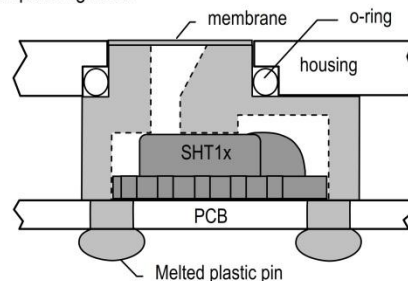
<sup>9</sup> 75%RH can conveniently be generated with saturated NaCl solution. 100 – 105°C correspond to 212 – 221°F, 20 – 30°C correspond to 68 – 86°F

#### 1.6 Light

The SHT1x is not light sensitive. Prolonged direct exposure to sunshine or strong UV radiation may age the housing.

#### 1.7 Membranes

SHT1x does not contain a membrane at the sensor opening. However, a membrane may be added to prevent dirt and droplets from entering the housing and to protect the sensor. It will also reduce peak concentrations of chemical vapors. For optimal response times the air volume behind the membrane must be kept minimal. Sensirion recommends and supplies the SF1 filter cap for optimal IP54 protection (for higher protection – i.e. IP67 - SF1 must be sealed to the PCB with epoxy). Please compare Figure 9.



**Figure 9:** Side view of SF1 filter cap mounted between PCB and housing wall. Volume below membrane is kept minimal.

#### 1.8 Materials Used for Sealing / Mounting

Many materials absorb humidity and will act as a buffer increasing response times and hysteresis. Materials in the vicinity of the sensor must therefore be carefully chosen. Recommended materials are: Any metals, LCP, POM (Delrin), PTFE (Teflon), PE, PEEK, PP, PB, PPS, PSU, PVDF, PVF.

For sealing and gluing (use sparingly): High filled epoxy for electronic packaging (e.g. glob top, underfill), and Silicone. Out-gassing of these materials may also contaminate the SHT1x (see Section 1.3). Therefore try to add the sensor as a last manufacturing step to the assembly, store the assembly well ventilated after manufacturing or bake at >50°C for 24h to outgas contaminants before packing.

#### 1.9 Wiring Considerations and Signal Integrity

Carrying the SCK and DATA signal parallel and in close proximity (e.g. in wires) for more than 10cm may result in cross talk and loss of communication. This may be resolved by routing VDD and/or GND between the two data signals and/or using shielded cables. Furthermore, slowing down SCK frequency will possibly improve signal integrity. Power supply pins (VDD, GND) must be decoupled with a 100nF capacitor if wires are used.

Capacitor should be placed as close to the sensor as possible. Please see the Application Note “ESD, Latchup and EMC” for more information.

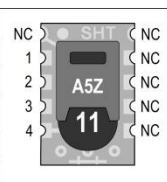
### 1.10 ESD (Electrostatic Discharge)

ESD immunity is qualified according to MIL STD 883E, method 3015 (Human Body Model at  $\pm 2$  kV).

Latch-up immunity is provided at a force current of  $\pm 100$  mA with  $T_{amb} = 80^\circ\text{C}$  according to JEDEC78A. See Application Note “ESD, Latchup and EMC” for more information.

## 2 Interface Specifications

Pin	Name	Comment
1	GND	Ground
2	DATA	Serial Data, bidirectional
3	SCK	Serial Clock, input only
4	VDD	Source Voltage
NC	NC	Must be left unconnected

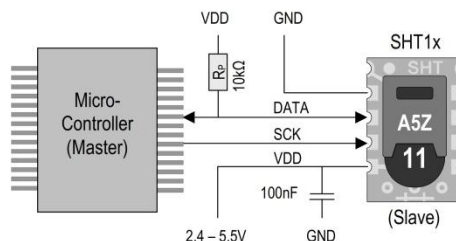


**Table 1:** SHT1x pin assignment, NC remain floating.

### 2.1 Power Pins (VDD, GND)

The supply voltage of SHT1x must be in the range of 2.4 – 5.5V, recommended supply voltage is 3.3V. Power supply pins Supply Voltage (VDD) and Ground (GND) must be decoupled with a 100 nF capacitor – see Figure 10.

The serial interface of the SHT1x is optimized for sensor readout and effective power consumption. The sensor cannot be addressed by I<sup>2</sup>C protocol, however, the sensor can be connected to an I<sup>2</sup>C bus without interference with other devices connected to the bus. The controller must switch between the protocols.



**Figure 10:** Typical application circuit, including pull up resistor  $R_P$  and decoupling of VDD and GND by a capacitor.

### 2.2 Serial clock input (SCK)

SCK is used to synchronize the communication between microcontroller and SHT1x. Since the interface consists of fully static logic there is no minimum SCK frequency.

### 2.3 Serial data (DATA)

The DATA tri-state pin is used to transfer data in and out of the sensor. For sending a command to the sensor, DATA is valid on the rising edge of the serial clock (SCK) and must remain stable while SCK is high. After the falling edge of SCK DATA may be changed. For safe communication DATA valid shall be extended  $T_{SU}$  and  $T_{HO}$  before the rising and after the falling edge of SCK, respectively – see Figure 11. For reading data from the sensor, DATA is valid  $T_V$  after SCK has gone low and remains valid until the next falling edge of SCK.

To avoid signal contention the microcontroller must only drive DATA low. An external pull-up resistor (e.g. 10k $\Omega$ ) is required to pull the signal high – it should be noted that pull-up resistors may be included in I/O circuits of microcontrollers. See Table 2 for detailed I/O characteristic of the sensor.

### 2.4 Electrical Characteristics

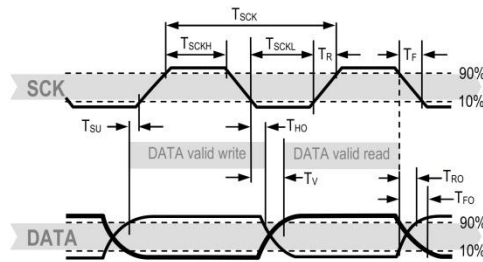
The electrical characteristics such as power consumption, low and high level, input and output voltages depend on the supply voltage. Table 2 gives electrical characteristics of SHT1x with the assumption of 5V supply voltage if not stated otherwise. For proper communication with the sensor it is essential to make sure that signal design is strictly within the limits given in Table 3 and Figure 11.

Parameter	Conditions	min	typ	max	Units
Power supply DC <sup>10</sup>		2.4	3.3	5.5	V
Supply current	measuring		0.55	1	mA
	average <sup>11</sup>	2	28		$\mu\text{A}$
	sleep		0.3	1.5	$\mu\text{A}$
Low level output voltage	$I_{OL} < 4$ mA	0		250	mV
High level output voltage	$R_P < 25$ k $\Omega$	90%		100%	VDD
Low level input voltage	Negative going	0%		20%	VDD
High level input voltage	Positive going	80%		100%	VDD
Input current on pads				1	$\mu\text{A}$
Output current	on			4	mA
	Tri-stated (off)		10	20	$\mu\text{A}$

**Table 2:** SHT1x DC characteristics.  $R_P$  stands for pull up resistor, while  $I_{OL}$  is low level output current.

<sup>10</sup> Recommended voltage supply for highest accuracy is 3.3V, due to sensor calibration.

<sup>11</sup> Minimum value with one measurement of 8 bit accuracy without OTP reload per second, typical value with one measurement of 12bit accuracy per second.



**Figure 11:** Timing Diagram, abbreviations are explained in Table 3. Bold DATA line is controlled by the sensor, plain DATA line is controlled by the micro-controller. Both valid times refer to the left SCK toggle.

Parameter	Conditions	min	typ	max	Units	
F <sub>SCK</sub>	SCK Frequency	VDD > 4.5V	0	0.1	5	MHz
		VDD < 4.5V	0	0.1	1	MHz
T <sub>SCKx</sub>	SCK hi/low time		100		ns	
T <sub>R</sub> /T <sub>F</sub>	SCK rise/fall time		1	200	*	ns
T <sub>FO</sub>	DATA fall time	OL = 5pF	3.5	10	20	ns
		OL = 100pF	30	40	200	ns
T <sub>RO</sub>	DATA rise time		**	**	**	ns
T <sub>V</sub>	DATA valid time		200	250	***	ns
T <sub>SU</sub>	DATA setup time		100	150	***	ns
T <sub>HO</sub>	DATA hold time		10	15	****	ns

\*  $T_{R,max} + T_{F,max} = (F_{SCK})^{-1} - T_{SCKH} - T_{SCKL}$   
 \*\*  $T_{RO}$  is determined by the  $R_p \cdot C_{bus}$  time-constant at DATA line  
 \*\*\*  $T_{V,max}$  and  $T_{SU,max}$  depend on external pull-up resistor ( $R_p$ ) and total bus line capacitance ( $C_{bus}$ ) at DATA line  
 \*\*\*\*  $T_{HO,max} < T_V - \max(T_{RO}, T_{FO})$

**Table 3:** SHT1x I/O signal characteristics, OL stands for Output Load, entities are displayed in Figure 11.

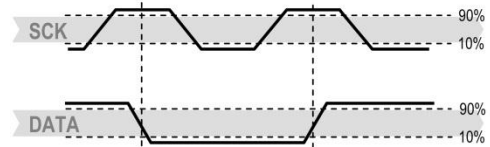
### 3 Communication with Sensor

#### 3.1 Start up Sensor

As a first step the sensor is powered up to chosen supply voltage VDD. The slew rate during power up shall not fall below 1V/ms. After power-up the sensor needs 11ms to get to Sleep State. No commands must be sent before that time.

#### 3.2 Sending a Command

To initiate a transmission, a Transmission Start sequence has to be issued. It consists of a lowering of the DATA line while SCK is high, followed by a low pulse on SCK and raising DATA again while SCK is still high – see Figure 12.



**Figure 12:** "Transmission Start" sequence

The subsequent command consists of three address bits (only '000' is supported) and five command bits. The SHT1x indicates the proper reception of a command by pulling the DATA pin low (ACK bit) after the falling edge of the 8th SCK clock. The DATA line is released (and goes high) after the falling edge of the 9th SCK clock.

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

**Table 4:** SHT1x list of commands

#### 3.3 Measurement of RH and T

After issuing a measurement command ('00000101' for relative humidity, '00000011' for temperature) the controller has to wait for the measurement to complete. This takes a maximum of 20/80/320 ms for a 8/12/14bit measurement. The time varies with the speed of the internal oscillator and can be lower by up to 30%. To signal the completion of a measurement, the SHT1x pulls data line low and enters Idle Mode. The controller must wait for this Data Ready signal before restarting SCK to readout the data. Measurement data is stored until readout, therefore the controller can continue with other tasks and readout at its convenience.

Two bytes of measurement data and one byte of CRC checksum (optional) will then be transmitted. The micro controller must acknowledge each byte by pulling the DATA line low. All values are MSB first, right justified (e.g. the 5<sup>th</sup> SCK is MSB for a 12bit value, for a 8bit result the first byte is not used).

Communication terminates after the acknowledge bit of the CRC data. If CRC-8 checksum is not used the controller may terminate the communication after the measurement data LSB by keeping ACK high. The device automatically returns to Sleep Mode after measurement and communication are completed.

Important: To keep self heating below 0.1°C, SHT1x should not be active for more than 10% of the time – e.g. maximum one measurement per second at 12bit accuracy shall be made.

**3.4 Connection reset sequence**

If communication with the device is lost the following signal sequence will reset the serial interface: While leaving DATA high, toggle SCK nine or more times – see Figure 13. This must be followed by a Transmission Start sequence preceding the next command. This sequence resets the interface only. The status register preserves its content.

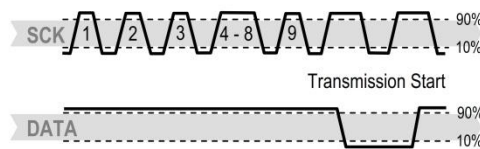


Figure 13: Connection Reset Sequence

**3.5 CRC-8 Checksum calculation**

The whole digital transmission is secured by an 8bit checksum. It ensures that any wrong data can be detected and eliminated. As described above this is an additional feature of which may be used or abandoned.

Please consult Application Note “CRC-8 Checksum Calculation” for information on how to calculate the CRC.

**Status Register**

Some of the advanced functions of the SHT1x such as selecting measurement resolution, end of battery notice or using the heater may be activated by sending a command to the status register. The following section gives a brief overview of these features. A more detailed description is available in the Application Note “Status Register”.

After the command Status Register Read or Status Register Write – see Table 4 – the content of 8 bits of the status register may be read out or written. For the communication compare Figures 16 and 17 – the assignation of the bits is displayed in Table 5.

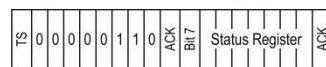


Figure 14: Status Register Write



Figure 15: Status Register Read

Examples of full communication cycle are displayed in Figures 15 and 16.

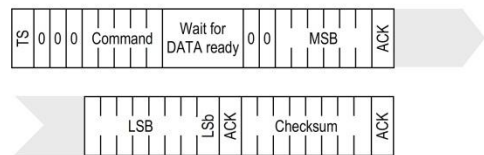


Figure 16: Overview of Measurement Sequence. TS = Transmission Start, MSB = Most Significant Byte, LSB = Last Significant Byte, LSb = Last Significant Bit.

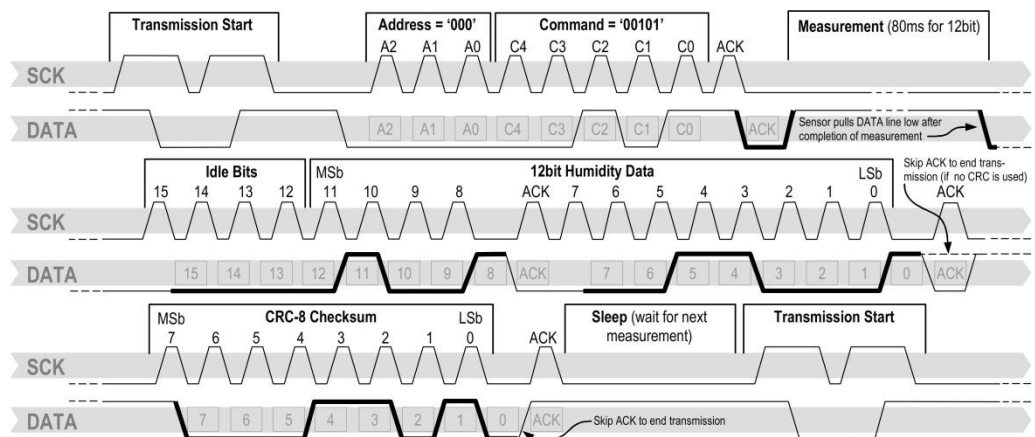


Figure 17: Example RH measurement sequence for value “0000’1001’0011’0001” = 2353 = 75.79 %RH (without temperature compensation). DATA valid times are given and referenced in boxes on DATA line. Bold DATA lines are controlled by sensor while plain lines are controlled by the micro-controller.

Bit	Type	Description	Default
7		reserved	0
6	R	End of Battery (low voltage detection) '0' for VDD > 2.47 '1' for VDD < 2.47	X No default value, bit is only updated after a measurement
5		reserved	0
4		reserved	0
3		For Testing only, do not use	0
2	R/W	Heater	0 off
1	R/W	no reload from OTP	0 reload
0	R/W	'1' = 8bit RH / 12bit Temp. resolution '0' = 12bit RH / 14bit Temp. resolution	0 12bit RH 14bit Temp.

**Table 5:** Status Register Bits

**Measurement resolution:** The default measurement resolution of 14bit (temperature) and 12bit (humidity) can be reduced to 12 and 8bit. This is especially useful in high speed or extreme low power applications.

**End of Battery** function detects and notifies VDD voltages below 2.47 V. Accuracy is  $\pm 0.05$  V.

**Heater:** An on chip heating element can be addressed by writing a command into status register. The heater may increase the temperature of the sensor by  $5 - 10^{\circ}\text{C}$ <sup>12</sup> beyond ambient temperature. The heater draws roughly 8mA @ 5V supply voltage.

For example the heater can be helpful for functionality analysis: Humidity and temperature readings before and after applying the heater are compared. Temperature shall increase while relative humidity decreases at the same time. Dew point shall remain the same.

Please note: The temperature reading will display the temperature of the heated sensor element and not ambient temperature. Furthermore, the sensor is not qualified for continuous application of the heater.

## 4 Conversion of Signal Output

### 4.1 Relative Humidity

For compensating non-linearity of the humidity sensor – see Figure 18 – and for obtaining the full accuracy of the sensor it is recommended to convert the humidity readout ( $\text{SO}_{\text{RH}}$ ) with the following formula with coefficients given in Table 6:

$$\text{RH}_{\text{linear}} = c_1 + c_2 \cdot \text{SO}_{\text{RH}} + c_3 \cdot \text{SO}_{\text{RH}}^2 \quad (\% \text{RH})$$

<sup>12</sup> Corresponds to 9 – 18°F

$\text{SO}_{\text{RH}}$	$c_1$	$c_2$	$c_3$
12 bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8 bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4

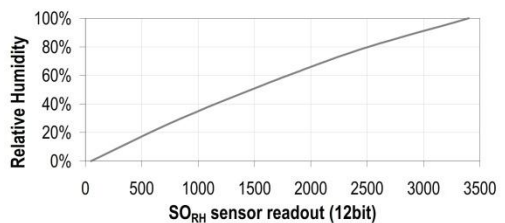
**Table 6:** Optimized V4 humidity conversion coefficients

The values given in Table 6 are newly introduced and provide optimized accuracy for V4 sensors along the full measurement range. The parameter set  $c_x^*$ , which has been proposed in earlier datasheets, which was optimized for V3 sensors, still applies to V4 sensors and is given in Table 7 for reference.

$\text{SO}_{\text{RH}}$	$c_1^*$	$c_2^*$	$c_3^*$
12 bit	-4.0000	0.0405	-2.8000E-6
8 bit	-4.0000	0.6480	-7.2000E-4

**Table 7:** V3 humidity conversion coefficients, which also apply to V4.

For simplified, less computation intense conversion formulas see Application Note "RH and Temperature Non-Linearity Compensation". Values higher than 99% RH indicate fully saturated air and must be processed and displayed as 100%RH<sup>13</sup>. Please note that the humidity sensor has no significant voltage dependency.


**Figure 18:** Conversion from  $\text{SO}_{\text{RH}}$  to relative humidity

### 4.2 Temperature compensation of Humidity Signal

For temperatures significantly different from  $25^{\circ}\text{C}$  ( $\sim 77^{\circ}\text{F}$ ) the humidity signal requires a temperature compensation. The temperature correction corresponds roughly to  $0.12\% \text{RH}/^{\circ}\text{C}$  @ 50%RH. Coefficients for the temperature compensation are given in Table 8.

$$\text{RH}_{\text{true}} = (T_{\text{c}} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot \text{SO}_{\text{RH}}) + \text{RH}_{\text{linear}}$$

$\text{SO}_{\text{RH}}$	$t_1$	$t_2$
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

**Table 8:** Temperature compensation coefficients<sup>14</sup>

<sup>13</sup> If wetted excessively (strong condensation of water on sensor surface), sensor output signal can drop below 100%RH (even below 0%RH in some cases), but the sensor will recover completely when water droplets evaporate. The sensor is not damaged by water immersion or condensation.

<sup>14</sup> Coefficients apply both to V3 as well as to V4 sensors.

### 4.3 Temperature

The band-gap PTAT (Proportional To Absolute Temperature) temperature sensor is very linear by design. Use the following formula to convert digital readout ( $SO_T$ ) to temperature value, with coefficients given in Table 9:

$$T = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	$d_1$ (°C)	$d_1$ (°F)	$SO_T$	$d_2$ (°C)	$d_2$ (°F)
5V	-40.1	-40.2	14bit	0.01	0.018
4V	-39.8	-39.6	12bit	0.04	0.072
3.5V	-39.7	-39.5			
3V	-39.6	-39.3			
2.5V	-39.4	-38.9			

**Table 9:** Temperature conversion coefficients<sup>15</sup>.

### 4.4 Dew Point

SHT1x is not measuring dew point directly, however dew point can be derived from humidity and temperature readings. Since humidity and temperature are both measured on the same monolithic chip, the SHT1x allows superb dew point measurements.

For dew point ( $T_d$ ) calculations there are various formulas to be applied, most of them quite complicated. For the temperature range of -40 – 50°C the following approximation provides good accuracy with parameters given in Table 10:

$$T_d(RH, T) = T_n \cdot \frac{\ln\left(\frac{RH}{100\%}\right) + \frac{m \cdot T}{T_n + T}}{m - \ln\left(\frac{RH}{100\%}\right) - \frac{m \cdot T}{T_n + T}}$$

Temperature Range	$T_n$ (°C)	$m$
Above water, 0 – 50°C	243.12	17.62
Above ice, -40 – 0°C	272.62	22.46

**Table 10:** Parameters for dew point ( $T_d$ ) calculation.

Please note that “ln(...)” denotes the natural logarithm. For RH and T the linearized and compensated values for relative humidity and temperature shall be applied.

For more information on dew point calculation see Application Note “Dew point calculation”.

## 5 Environmental Stability

If sensors are qualified for assemblies or devices, please make sure that they experience same conditions as the reference sensor. It should be taken into account that response times in assemblies may be longer, hence enough dwell time for the measurement shall be granted. For detailed information please consult Application Note “Qualification Guide”.

The SHT1x sensor series were tested according to AEC-Q100 Rev. F qualification test method. Sensor specifications are tested to prevail under the AEC-Q100 temperature grade 2 test conditions listed in Table 11<sup>16</sup>. Sensor performance under other test conditions cannot be guaranteed and is not part of the sensor specifications. Especially, no guarantee can be given for sensor performance in the field or for customer’s specific application.

Please contact Sensirion for detailed information.

Environment	Standard	Results <sup>17</sup>
HTSL	125°C, 1000 hours	Within specifications
TC	-50°C - 125°C, 1000 cycles Acc. JESD22-A104-C	Within specifications
UHST	130°C / 85%RH, 96h	Within specifications
THU	85°C / 85%RH, 1000h	Within specifications
ESD immunity	MIL STD 883E, method 3015 (Human Body Model at ±2kV)	Qualified
Latch-up	force current of ±100mA with $T_{amb} = 80^\circ\text{C}$ , acc. JEDEC 17	Qualified

**Table 11:** Qualification tests: HTSL = High Temperature Storage Lifetime, TC = Temperature Cycles, UHST = Unbiased Highly accelerated temperature and humidity Test, THU = Temperature humidity unbiased

## 6 Packaging

### 6.1 Packaging type

SHT1x are supplied in a surface mountable LCC (Leadless Chip Carrier) type package. The sensor housing consists of a Liquid Crystal Polymer (LCP) cap with epoxy glob top on a standard 0.8mm FR4 substrate. The device is fully RoHS and WEEE compliant – it is free of Pb, Cd, Hg, Cr(6+), PBB and PBDE.

<sup>15</sup> Temperature coefficients have slightly been adjusted compared to datasheet SHTxx version 3.01. Coefficients apply to V3 as well as V4 sensors.

<sup>16</sup> Sensor operation temperature range is -40 to 105°C according to AEC-Q100 temperature grade 2.

<sup>17</sup> According to accuracy and long term drift specification given on Page 2.

Device size is 7.47 x 4.93 x 2.5 mm (0.29 x 0.19 x 0.1 inch), see Figure 1, weight is 100 mg.

**6.2 Traceability Information**

All SHT1x are marked with an alphanumeric, three digit code on the chip cap (for reference: V3 sensors were labeled with numeric codes) – see “A5Z” on Figure 1. The lot numbers allow full traceability through production, calibration and testing. No information can be derived from the code directly, respective data is stored at Sensirion and is provided upon request.

Labels on the reels are displayed in Figures 19 and 20, they both give traceability information.



**Figure 19:** First label on reel: XX = Sensor Type (11 for SHT11), 04 = Chip Version (V4), Y = last digit of year, RRRR = number of sensors on reel, TTTT = Traceability Code.



**Figure 20:** Second label on reel: For Device Type and Part Order Number please refer to Table 12, Delivery Date (also Date Code) is date of packaging of sensors (DD = day, MM = month, YYYY = year), CCCC = Sensirion order number.

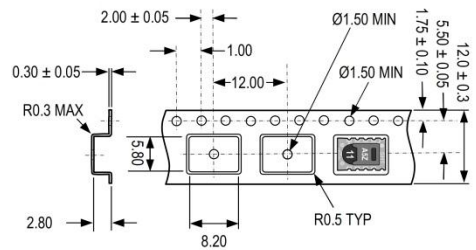
**6.3 Shipping Package**

SHT1x are shipped in 12mm tape at 100pcs, 400pcs and 2000pcs – for details see Figure 21 and Table 12. Reels are individually labeled with barcode and human readable labels.

Sensor Type	Packaging	Quantity	Order Number
SHT10	Tape & Reel	2000	1-100218-04
SHT11	Tape & Reel	100	1-100051-04
	Tape & Reel	400	1-100098-04
	Tape & Reel	2000	1-100524-04
SHT15	Tape & Reel	100	1-100085-04
	Tape & Reel	400	1-100093-04

**Table 12:** Packaging types per sensor type.

Dimensions of packaging tape is given in Figure 21. All tapes have a minimum of 480mm empty leader tape (first pockets of the tape) and a minimum of 300mm empty trailer tape (last pockets of the tape).



**Figure 21:** Tape configuration and unit orientation within tape, dimensions in mm (1mm = 0.039inch). The leader tape is at the right side of the figure while the trailer tape is to the left (direction of unreeling).

## Revision History

Date	Version	Page(s)	Changes
March 2007	3.0	1 – 10	Data sheet valid for SHTxx-V4 and SHTxx-V3
August 2007	3.01	1 – 10	Electrical characteristics added, measurement time corrected
July 2008	4.0	1 – 11	New release, rework of datasheet
September 2008	4.1	3, 4	Adjustment of normal operating range and recommendation for antistatic bag

## Important Notices

### Warning, Personal Injury

**Do not use this product as safety or emergency stop devices or in any other application where failure of the product could result in personal injury. Do not use this product for applications other than its intended and authorized use. Before installing, handling, using or servicing this product, please consult the data sheet and application notes. Failure to comply with these instructions could result in death or serious injury.**

If the Buyer shall purchase or use SENSIRION products for any unintended or unauthorized application, Buyer shall defend, indemnify and hold harmless SENSIRION and its officers, employees, subsidiaries, affiliates and distributors against all claims, costs, damages and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if SENSIRION shall be allegedly negligent with respect to the design or the manufacture of the product.

### ESD Precautions

The inherent design of this component causes it to be sensitive to electrostatic discharge (ESD). To prevent ESD-induced damage and/or degradation, take customary and statutory ESD precautions when handling this product.

See application note "ESD, Latchup and EMC" for more information.

### Warranty

SENSIRION warrants solely to the original purchaser of this product for a period of 12 months (one year) from the date of delivery that this product shall be of the quality, material and workmanship defined in SENSIRION's published specifications of the product. Within such period, if proven to be defective, SENSIRION shall repair and/or replace this product, in SENSIRION's discretion, free of charge to the Buyer, provided that:

- notice in writing describing the defects shall be given to SENSIRION within fourteen (14) days after their appearance;

- such defects shall be found, to SENSIRION's reasonable satisfaction, to have arisen from SENSIRION's faulty design, material, or workmanship;
- the defective product shall be returned to SENSIRION's factory at the Buyer's expense; and
- the warranty period for any repaired or replaced product shall be limited to the unexpired portion of the original period.

This warranty does not apply to any equipment which has not been installed and used within the specifications recommended by SENSIRION for the intended and proper use of the equipment. EXCEPT FOR THE WARRANTIES EXPRESSLY SET FORTH HEREIN, SENSIRION MAKES NO WARRANTIES, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, WITH RESPECT TO THE PRODUCT. ANY AND ALL WARRANTIES, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE EXPRESSLY EXCLUDED AND DECLINED.

SENSIRION is only liable for defects of this product arising under the conditions of operation provided for in the data sheet and proper use of the goods. SENSIRION explicitly disclaims all warranties, express or implied, for any period during which the goods are operated or stored not in accordance with the technical specifications.

SENSIRION does not assume any liability arising out of any application or use of any product or circuit and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. All operating parameters, including without limitation recommended parameters, must be validated for each customer's applications by customer's technical experts. Recommended parameters can and do vary in different applications.

SENSIRION reserves the right, without further notice, (i) to change the product specifications and/or the information in this document and (ii) to improve reliability, functions and design of this product.

Copyright© 2007, SENSIRION.  
CMOSens® is a trademark of Sensirion  
All rights reserved

## Headquarter and Sales Offices

### Headquarter

SENSIRION AG  
Laubisruetistr. 50  
CH-8712 Staefa ZH  
Switzerland

Phone: + 41 (0)44 306 40 00  
Fax: + 41 (0)44 306 40 30  
[info@sensirion.com](mailto:info@sensirion.com)  
<http://www.sensirion.com/>

### Sales Office USA:

SENSIRION Inc.  
2801 Townsgate Rd., Suite 240  
Westlake Village, CA 91361  
USA

Phone: 805 409 4900  
Fax: 805 435 0467  
[michael.karst@sensirion.com](mailto:michael.karst@sensirion.com)  
<http://www.sensirion.com/>

### Sales Office Korea:

SENSIRION KOREA Co. Ltd.  
#1414, Anyang Construction Tower B/D,  
1112-1, Bisan-dong, Anyang-city  
Gyeonggi-Province  
South Korea

Phone: 031 440 9925-27  
Fax: 031 440 9927  
[info@sensirion.co.kr](mailto:info@sensirion.co.kr)  
<http://www.sensirion.co.kr>

### Sales Office Japan:

SENSIRION JAPAN Co. Ltd.  
Postal Code: 108-0074  
Shinagawa Station Bldg. 7F,  
4-23-5, Takanawa, Minato-ku  
Tokyo, Japan

Phone: 03 3444 4940  
Fax: 03 3444 4939  
[info@sensirion.co.jp](mailto:info@sensirion.co.jp)  
<http://www.sensirion.co.jp>

Find your local representative at: <http://www.sensirion.com/rebs>

## Lampiran 10. Surat Izin Observasi di Balai Hiperkes dan K3 Yogyakarta



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281  
 Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 586734. Fax. (0274) 586734:  
 Website : <http://ft.uny.ac.id>, email : [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id), [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Certificate No. QSC 00592

No : 545/H34/PL/2017  
 Lamp : -  
 Hal : Ijin Survey/Observasi

10 April 2017

Yth.

Pimpinan Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Provinsi DIY  
 JL. Ireda, No. 38, Dipowinatan  
 Kota Yogyakarta  
 Daerah Istimewa Yogyakarta

Dalam rangka Tugas Proyek Akhir kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan Ijin untuk melaksanakan Survey/Observasi dengan fokus Permasalahan: prototif Pengendali Kualitas Udara Indoor Berbasis Mikrokontroler At Mega 328 P, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:"

No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Raden Apriliansyah Dwi Saputra	14507134023	Teknik Elektronika	Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Provinsi DIY

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu

Nama : Dr. Sri Waluyanti, M.Pd  
 NIP : 19581218 198603 2 001

Adapun pelaksanaan Survey/Observasi dilakukan pada 14 April 2017

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.

Wakil Dekan I,  
  
 Moh. Khairudin, Ph.D.

NIP. 19790412 200212 1 002

Tembusan :  
 Ketua Jurusan

## Lampiran 11. Surat Izin Observasi di Lab. Fisika Dasar FMIPA UNY



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281  
 Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 586734. Fax. (0274) 586734.  
 Website : <http://ft.uny.ac.id>, email : [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id), [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Certificate No. QSC 00592

No : 547/H34/PL/2017  
 Lamp : -  
 Hal : Ijin Survey/Observasi

10 April 2017

Yth.  
 Dekan FMIPA (Laboratorium Fisika Dasar FMIPA UNY)  
 Kampus Karangmalang JL. Colombo No. 1  
 Kabupaten Sleman  
 Daerah Istimewa Yogyakarta

Dalam rangka Tugas Proyek Akhir kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan Ijin untuk melaksanakan Survey/Observasi dengan fokus Permasalahan: Prototipe Pengendali Kualitas Udara Indoor Berbasis Mikrokontroler At Mega 328 P, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:"

No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Raden Apriliansyah Dwi Saputra	14507134023	Teknik Elektronika	(Laboratorium Fisika Dasar FMIPA UNY)

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu  
 Nama : Dr. Sri Waluyanti, M.Pd  
 NIP : 19581218 198603 2 001

Adapun pelaksanaan Survey/Observasi dilakukan pada 11 April 2017  
 Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.

Wakil Dekan I,  
  
 Moh. Khairudin, Ph.D.  
 NIP. 19790412 200212 1 002

Tembusan :  
 Ketua Jurusan

## Lampiran 12. Daftar Komponen

1. Rangkaian *Power Supply*

No	Nama Komponen	Satuan	Jumlah
1	Transformator 1A	buah	1
2	Dioda 1n4007	buah	8
3	Ic Regulator 7805	buah	2
4	Ic Regulator 7812	buah	1
5	Elko 2.200 uF/25V	buah	3
6	Elko 47 uF/16V	buah	3
7	Tblok	buah	1

## 2. Rangkaian Sistem Minimum

No	Nama Komponen	Satuan	Jumlah
1	Ic ATmega 328p	buah	1
2	16 MHz crystal	buah	1
3	Soket Ic 28 pin	buah	1
4	Ceramic 33pF	buah	2
5	Resistor 330 $\Omega$	buah	1
6	Resistor 1K $\Omega$	buah	1
7	Led Hijau	buah	1
8	Push Button	buah	1

## 3. Rangkaian Relay 12V

No	Nama Komponen	Satuan	Jumlah
1	Relay 12V DC	buah	2
2	Transistor BD 139	buah	2
3	Dioda 1N4001	buah	2
4	Resistor 10K $\Omega$	buah	2

## 4. Perlengkapan Penunjang

No	Nama Komponen	Satuan	Jumlah
1	PCB	lembar	2
2	Ferri chloride	buah	2
3	Pin Header Male	buah	5
4	LCD 20x4	buah	1
5	Led 5 mm	buah	6
6	Exhaust fan	buah	2
7	Akrilik 1m <sup>2</sup>	lembar	2
8	Kabel AC	buah	1
9	Soket AC	buah	1
10	Mur dan Baut	buah	25
11	Spacer	buah	15

### Lampiran 13. Panduan Pengoperasian Alat

1. Hubungkan *box* prototipe pengendali kualitas udara *indoor* dengan *box controller* menggunakan kabel yang sudah disediakan.
2. Pasangkan kabel *power supply* pada *box controller* kemudian hubungkan dengan sumber tegangan listrik AC 220V.
3. Tekan saklar *power* yang ada di bagian samping *box controller* ke posisi *On*. Jika sudah *On* maka LCD akan hidup dan menampilkan “Deteksi Udara *Indoor*”.
4. Uji coba alat dengan memberikan zat polutan berupa asap.