



**ANALISIS RANCANG BANGUN SISTEM DETEKTOR
KEBAKARAN PADA RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR
API DAN ASAP BERBASIS ARDUINO UNO**

Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada Jurusan Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : DAME MARIA SIHOMBING
N.P.M : 1624370720
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Pada Ruangan Menggunakan Sensor Api Dan Asap Berbasis Arduino Uno

Dame Maria Sihombing*

Herdianto**

Solly Ariza**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Sistem detektor kebakaran dirancang untuk meminimalisir terlambatnya penanganan terhadap bencana kebakaran. Pada penelitian ini, telah dirancang sebuah sistem yang memanfaatkan penggunaan sebuah sensor api untuk mendeteksi radiasi api dan sebuah sensor asap untuk mendeteksi adanya konsentrasi gas. Arduino uno digunakan untuk memproses data yang diberikan oleh kedua buah sensor tersebut. Ketika sensor api mendeteksi radiasi api maka Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kepada buzzer sebagai alarm, menghidupkan pompa air untuk memadamkan api dan memberika sinyal kepada SIM800L untuk mengirimkan SMS kepada pengguna sebagai kontrol jarak jauh. Ketika sensor asap mendeteksi adanya konsentrasi gas diatas nilai set up yang ditentukan Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kepada buzzer sebagai alarm, menghidupkan pompa air untuk memadamkan/menghilangkan gas dan mengirimkan sinyal kepada SIM800L untuk mengirimkan SMS kepada pengguna sebagai kontrol jarak jauh.

Kata kunci : Sensor Api, Sensor Asap, Arduino Uno, Buzzer, Pompa Air, SIM800L

*Mahasiswa Jurusan Teknik Komputer : damemaria27@gmail.com

**Dosen Jurusan Teknik Komputer

The Design Of Fire Detector System in a Room Using Flame Detector And Smoke Detector Based Arduino Uno

Dame Maria Sihombing*

Herdianto**

Solly Ariza**

University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Fire detector systems are designed to minimize delays in handling fire disasters. In this research, a system has been designed that utilizes the use of a fire sensor to detect fire radiation and a smoke sensor to detect gas concentration. Arduino uno is used to process the data provided by the two sensors. When the fire sensor detects fire radiation, Arduino Uno will send a signal to turn on the buzzer as an alarm, turn on the water pump to extinguish the fire and give a signal to SIM800L to send message to the user as a remote control. When the smoke sensor detects a gas concentration above the set up value, Arduino Uno will send a signal to turn on the buzzer as an alarm, turn on the water pump to extinguish / remove gas and send a signal to SIM800L to send message to the user as a remote control.

Keyword : Flame Detector, Smoke Detector, Arduino Uno, Buzzer, Water Pump, SIM800L

*Student of Computer Science : damemaria27@gmail.com

**Lecturer of Computer Science

KATA PENGANTAR

Puji syukur Tuhan yang Maha Esa karena dengan berkat dan kasih anugrah-Nya penulis masih diberikan kesehatan sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi disusun berdasarkan hasil perancangan dan pengujian dengan judul “Analisis Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran menggunakan Sensor Api dan Asap berbasis Arduino Uno”

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada almarhum kedua orang tua yang telah berada di surga, kakak, dan abang yang senantiasa selalu memberi dukungan secara moral maupun material yang membuat penulis mampu bertahan hingga akhir.
2. Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi, Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M
3. Rektor I, Bapak Ir. Bhakti Alamsyah, M.T, Ph.D
4. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Ibu Sri Shindi Indira, S.T, M.Sc.
5. Ketua Program Studi Sistem Komputer, Bapak Dr. Muhammad Iqbal, S.Kom, M.Kom
6. Dosen Pembimbing I, Bapak Herdianto, S.Kom, MT yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan saran dalam pembuatan dan penulisan Skripsi ini.

7. Dosen Pembimbing II, Bapak Solly Aryza, ST, M.Eng yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan saran dalam pembuatan dan penulisan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini belum sempurna baik dalam penulisan maupun isi disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca untuk penyempurnaan isi Skripsi ini.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca.

Medan, Agustus 2019

Penulis

Dame Maria Sihombing
1624370720

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
a. Teknik Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Arduino Uno	7
2.1.1 Komunikasi.....	10
2.1.2 <i>Programming</i>	10

2.1.3	<i>Software</i> Arduino Uno	16
2.2	Sensor Api (<i>Flame Sensor</i>).....	19
2.3	Sensor Asap.....	21
2.4	Resistor.....	22
2.5	Relay	23
2.6	Pompa Air DC	27
2.7	Modul SIM800L	29
2.8	Handphone	31
2.9	<i>Step-Up Step-Down Converter</i>	31
BAB 3 METODE PENELITIAN		37
3.1	Analisis Sistem	37
3.2	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	37
3.2.1	Diagram Blok Sistem.....	38
3.2.2	Perancangan Hardware	39
A.	Rangkaian Detektor Api.....	39
A.	Rangkaian Sensor Asap.....	39
B.	Perancangan I/O Sistem Minimum ATmega328P	40
C.	Rangkaian Driver Pompa	41
D.	Rangkaian SIM800L	42
E.	Rangkaian Keseluruhan.....	43

3.2	Perancangan Perangkat Lunak	44
3.2.1	Diagram Alir Sistem	44
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA		47
4.1	Pengujian Hardware.....	47
4.1.2	Pengujian rangkaian Arduino dengan Detektor Api.....	47
A.	Rangkaian Arduino dengan Sensor Asap.....	49
B.	Pengukuran rangkaian Arduino dengan <i>Step-Up Step-Down Converter</i>	50
C.	Pengukuran rangkaian Arduino dan driver pompa air.....	51
D.	Pengujian rangkaian Arduino dengan <i>Buzzer</i>	52
E.	Rangkaian Arduino dengan SIM800L	53
4.2	Pengujian <i>Software</i>	55
BAB 5 PENUTUP.....		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
BIOGRAFI PENULIS		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Board Arduino Uno	7
Gambar 2.2. Blok diagram ATmega328P	11
Gambar 2.3 Tampilan awal Arduino 1.8.4	17
Gambar 2.4. Proses compile/verify program.....	18
Gambar 2.5. Tampilan untuk meng-upload program.....	19
Gambar 2.6. Sensor Api.....	20
Gambar 2.7 Sensor MQ-2.....	22
Gambar 2.8. Simbol Relay.....	24
Gambar 2.9. Bagian-bagian Relay	25
Gambar 2.10. Konstruksi Motor DC	28
Gambar 2.11. Modul SIM800L.....	30
Gambar 2.12. Modul Step-up step-down converter	32
Gambar 2.13. Simbol Dioda	33
Gambar 2.14. Simbol Transistor	36
Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem	38
Gambar 3.2. Rangkaian Sensor Api	39
Gambar 3.3. Rangkaian Sensor Gas	40
Gambar 3.4. Rangkaian Sistem Minimum ATmega328P.	41
Gambar 3.5. Rangkaian Driver Pompa	42
Gambar 3.6. Rangkaian Sistem keseluruhan	43
Gambar 3.7. Diagram Alir Sistem.....	45

Gambar 4.1. Pengukuran sensor api.....	48
Gambar 4.2. Pengukuran sensor asap.....	49
Gambar 4.3. Pengukuran Step-up Step-Down Converter	51
Gambar 4.4. Pengukuran input driver pompa.....	52
Gambar 4.5. Pengukuran Buzzer	53
Gambar 4.6. Pengukuran tegangan kerja SIM800L.....	54
Gambar 4.7. Hasil SMS yang diterima.....	54
Gambar 4.8. Pembacaan sensor api dan asap pada saat padam.....	55
Gambar 4.9. Pembacaan sensor api dan asap pada saat ada api.....	56
Gambar 4.10 Pembacaan sensor api dan asap pada saat ada asap.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Bentuk dan Simbol Fixed Resistor	23
Tabel 4.1. Pengukuran sensor api	48
Tabel 4.2. Pengukuran sensor asap	50
Tabel 4.3. Pengukuran Step-up step-down converter	50
Tabel 4.4. Pengukuran Driver pompa air	51
Tabel 4.5. Pengukuran Buzzer	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Api dapat bermanfaat bagi manusia jika dalam proses pemanfaatannya dapat dikendalikan. Beberapa tanda-tanda kebakaran adalah munculnya api ataupun asap pada lokasi terjadinya kebakaran. Pada sebuah perusahaan ataupun perumahan saat ini sangat diperlukan adanya sebuah pengamanan. Khususnya pengamanan dalam mengantisipasi bahaya kebakaran yang dapat terjadi secara tak terduga. Pendeteksian dini secara otomatis sangat diperlukan apabila keadaan darurat dan membutuhkan kecepatan serta ketepatan dalam mengatasi masalah tersebut. Terlambatnya mengetahui terjadinya kebakaran merupakan hal yang sangat fatal bagi keselamatan jiwa manusia dan harta benda. Bukan tidak mungkin jika terlambatnya mengetahui terjadinya kebakaran dapat menyebabkan ratusan rumah atau perusahaan terbakar dan hilangnya harta yang tidak ternilai banyaknya bahkan bisa membawa korban jiwa manusia.

Oleh sebab itu, sebuah sistem pemadam kebakaran harus dapat mendeteksi tanda-tanda kebakaran serta menanggulangnya secara otomatis. Semakin cepat dan akurat sebuah sistem mengetahui tanda-tanda kebakaran, maka akan semakin cepat pula sistem tersebut untuk mengambil keputusan dalam mencegah meluasnya api. Dengan adanya alat pendeteksi api dan asap, diharapkan kebakaran dapat diketahui sedini mungkin dan disampaikan dengan cepat melalui

alarm tanda bahaya dan dapat di cegah dengan cepat sebelum membahayakan bagi keselamatan manusia.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan deteksi kebakaran pada ruangan telah dilakukan seperti oleh Rudi (Yanroy, 2016) Dalam penelitiannya, dirancang alat untuk memonitoring kebakaran dengan menggunakan sensor LM35 sebagai pendeteksi adanya perubahan suhu/temperatur ruangan dan sensor MQ-7 sebagai pendeteksi adanya asap yang akan memberikan sinyal analog kepada mikrokontroller sebagai media pengolah data. Perubahan nilai analog yang diberikan oleh sensor akan mengaktifkan port untuk menghidupkan buzzer sebagai indikator suara dan mengirimkan perubahan suhu dan asap melalui sinyal *bluetooth* ke perangkat *handphone* Android sebagai penampil sistem. Pada penelitian lainnya, Mian Supriadi (Supriadi, 2016) dalam penelitiannya dirancang alat untuk mendeteksi kebakaran pada gedung menggunakan sensor api untuk mendeteksi api, sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap yang kemudian memberikan informasi ke mikrokontroller AT89S52 dan selanjutnya memberikan peringatan otomatis berupa alarm.

Dari masalah diatas, muncul suatu pemikiran penulis untuk membuat sistem detektor kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. Sistem yang akan dibangun akan menggunakan Sensor Api yang berfungsi untuk mendeteksi api, sensor MQ-2 untuk mendeteksi Gas ataupun Asap, *Buzzer* yang berfungsi sebagai alarm, dan pompa air untuk menyalurkan air secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno sebagai

pengendali dan juga mengolah *output* data dari sensor dan mengirimka SMS sebagai kendali jarak jauh.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada Skripsi ini adalah bagaimana cara menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno untuk sistem Detektor kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada:

1. Nyala api dideteksi menggunakan sensor api dan konsentrasi gas dideteksi menggunakan sensor MQ-2.
2. Arduino mengontrol *buzzer* sebagai indikator pertanda adanya kebakaran.
3. Rangkaian detektor dapat digunakan untuk mengirimkan data dari jarak jauh dengan menggunakan modul SIM800L.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun sistem detektor kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis mikrokontroller Arduino Uno.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis melalui perancangan Skripsi ini adalah:

1. Bagi penulis, alat ini dijadikan sebagai penerapan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh pada bangku kuliah dalam bentuk pembuatan alat sebagai implementasinya.
2. Mahasiswa yang akan membahas hal yang sama dan yang akan mengembangkannya.

1.6 Metodologi Penelitian

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penulisan laporan skripsi ini adalah :

1. Melakukan studi kepustakaan (*literature*).
2. Mempelajari karakteristik komponen yang digunakan.

b. Metode Perancangan Sistem

Metode yang dilakukan dalam penulisan laporan skripsi ini adalah:

1. Spesifikasi

Mendesain sifat-sifat atau spesifikasi dari alat agar perancangan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Spesifikasinya adalah sebagai berikut:

- a. Rangkaian sensor api memberikan informasi ketika terjadi terdapat pancaran cahaya ultraviolet dari sebuah cahaya.

- b. Sensor asap memberikan informasi ketika sensor mendeteksi adanya konsentrasi gas pada ruangan.
- c. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkan data tersebut untuk mengaktifkan *buzzer* dan menhidupkan pompa air.
- d. Modul SIM800L berfungsi untuk mengirimkan informasi yang telah diolah Arduino Uno.

2. Desain

Melakukan perhitungan dan merancang alat pendeteksi kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis Arduino Uno.

3. Implementasi

Menentukan dan merakit komponen-komponen serta merakit Alat pendeteksi kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis Arduino Uno.

4. Pengujian Alat

Sistem yang telah dibuat kemudian akan diuji kelayakannya, baik melalui estetika bangunannya maupun melalui parameter-parameter pengujian yang akan dihasilkannya.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan laporan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, tujuan penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, metode pembahasan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Berisikan penjelasan mengenai dasar teori komponen yang digunakan dalam rancang bangun sistem detektor kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis mikrokontroler Arduino Uno.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisikan desain mekanik dan desain perangkat lunak serta langkah-langkah rancang bangun sistem detektor kebakaran pada ruangan menggunakan sensor api dan asap berbasis mikrokontroler Arduino Uno.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PERANCANGAN

Berisikan uraian tentang tata cara pengukuran, pengujian disertai dengan analisa terhadap hasil pengukuran dan pengujian.

BAB 5 PENUTUP

Berisikan kesimpulan dari seluruh rancangan yang telah dibuat serta saran-saran kepada pembaca guna perbaikan dan pengembangan proyek.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah *project open source*, terdiri dari mikrokontroller (dan rangkaian pendukungnya), dapat diprogram, dan terdiri dari *hardware* (perangkat keras), dan *software* (perangkat lunak) (Saptaji, 2016) .

Arduino memiliki beberapa perangkat penting, yaitu:



Gambar 2.1 Board Arduino Uno
Sumber : <http://www.arduino.cc>

- a) Arduino uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*nonUSB*) daya dapat diperoleh dari adaptor atau baterai. Tegangan dari baterai dapat dimasukkan ke dalam pin *header* Gnd dan Vin dari konektor *power*.
- b) *Board* dapat beroperasi pada catu daya dari 6-20 volt. Jika daya diberikan kurang dari 7V maka pin 5V hanya mampu menyuplai daya kurang dari 5 volt dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V,

regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 volt.

c) Pin catu daya adalah sebagai berikut:

1) **VIN**. Tegangan input ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Tegangan dapat disuplai melalui pin ini atau jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.

2) **5V**. Catu daya yang digunakan diatur untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator *on-board*, atau diberikan oleh USB .

3) **3,3V** pasokan yang dihasilkan oleh regulator *on-board*. Menarik arus maksimum 50 mA.

4) **GND**

d) Memori ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk *loading file*. ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

e) Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* dan beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal dari 20-50 K Ω . Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

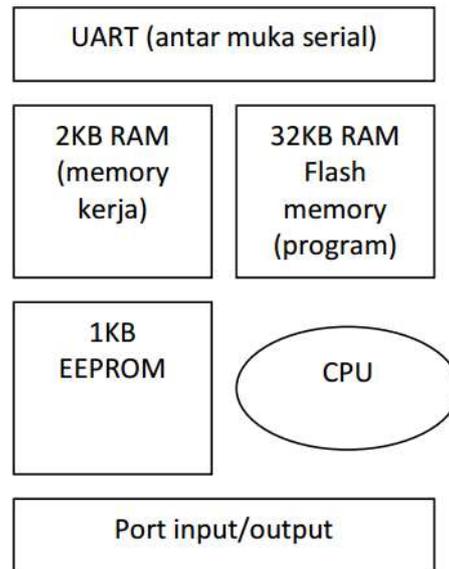
1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari *chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL*.
2. Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Arduino menyediakan 8-bit output PWM dengan fungsi *analogWrite ()*.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library SPI*.
5. LED: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika *high*, LED menyala, ketika pin *low*, LED mati.
6. Arduino Uno memiliki 6 input analog, diberi label A0 - A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* sistem mengukur dari *ground* sampai 5 volt.
7. TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
8. Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analogReference ()*.
9. *Reset*.

2.1.1 Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini mengirimkan komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun pada Windows *file* ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *interface* pada sistem. (Arduino, 2018)

2.1.2 Programming

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Arduino memiliki *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* program baru tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. Arduino menggunakan protokol dari bahasa C Perangkat Lunak (Arduino IDE). Arduino menggunakan mikrokontroler jenis ATmega328P. blok diagram ATmega328P ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2.2. Blok diagram ATmega328P

Sumber: <http://laksonobudiprianggodo42.blogspot.com/2014/10/diagram-blok-sederhana-dari.html>

- a) *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- b) 2KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variabel-variabel di dalam program.
- c) 32KB RAM *flash memory* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
- d) 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.

- e) Central Processing Unit (CPU), bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- f) Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

Setiap program Arduino mempunyai dua buah fungsi yang harus ada.

➤ **void setup() { }**

Semua kode di dalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

➤ **void loop() { }**

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

Syntax

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

➤ **//(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.

➤ **/* */(komentar banyak baris)**

Dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

➤ **{ }(kurung kurawal)**

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

➤ **;(titik koma)**

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

Variabel

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

➤ **int (integer)**

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 *byte* (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.

➤ **long (long)**

Digunakan ketika *integer* tidak mencukupi lagi. Memakai 4 *byte* (32 bit) dari memori (RAM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.

➤ **boolean (boolean)**

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

➤ **float (float)**

Digunakan untuk angka desimal (*floating point*). Memakai 4 *byte* (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari -3.4028235E+38 dan 3.4028235E+38.

➤ **char (character)**

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

Struktur Pengaturan

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

➤ **if..else**, dengan format seperti berikut ini:

```
if (kondisi) { }
else if (kondisi) { }
else { }
```

Dengan struktur program tersebut akan dijalankan 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.

➤ **for**, dengan format seperti berikut ini:

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

Digital

➤ **pinMode(pin, mode)**

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.

➤ **digitalWrite(pin, value)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi *ground*).

➤ **digitalRead(pin)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT maka dapat digunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi *ground*).

Analog

Arduino adalah *board* digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam alam analog. Berikut ini cara untuk menghadapi hal yang bukan digital.

➤ **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* ~ 0V) dan 255 (100% *duty cycle* ~ 5V).

➤ **analogRead(pin)**

Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT dapat dibaca keluaran tegangannya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volts) dan 1024 (untuk 5 volts).

2.1.3 *Software* Arduino Uno

Arduino IDE adalah *software* yang disediakan di situs arduino.cc yang ditujukan sebagai perangkat pengembangan *sketch* yang digunakan sebagai program di papan Arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) berarti bentuk alat pengembangan program yang terintegrasi sehingga berbagai keperluan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu.

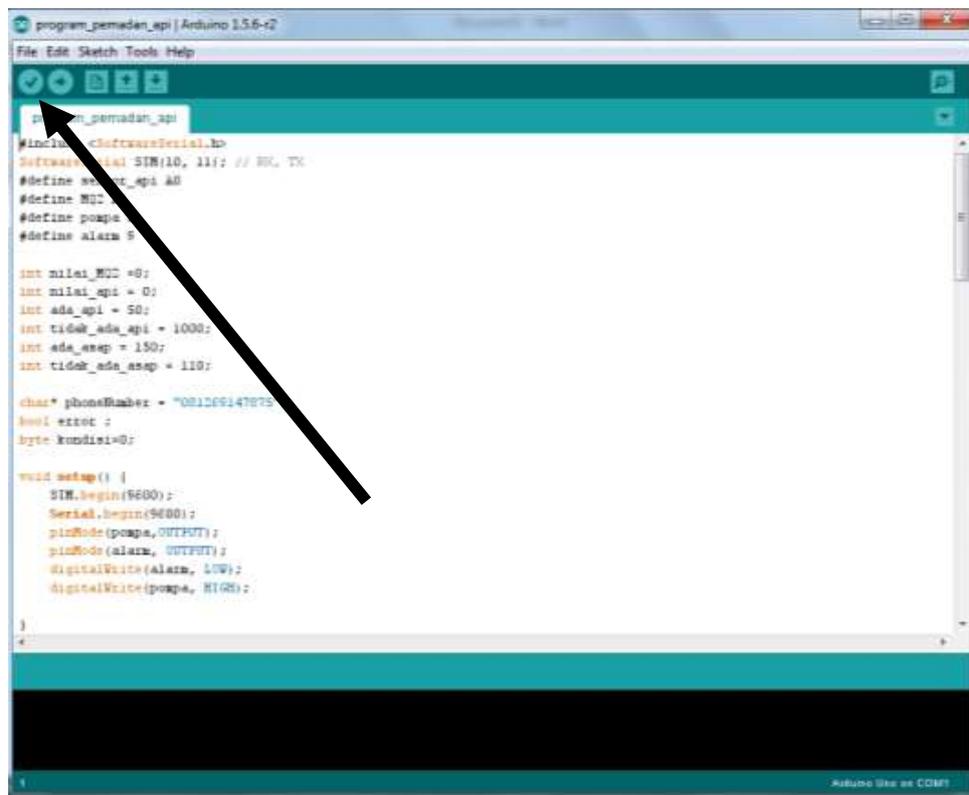
Arduino menggunakan bahasa C dimana perangkat lunak untuk meng-*upload* program digunakan Arduino ERW 1.0.5. Adapun tahap untuk memasukkan program adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Tampilan awal Arduino 1.8.4

Sumber: Penulis, 2018

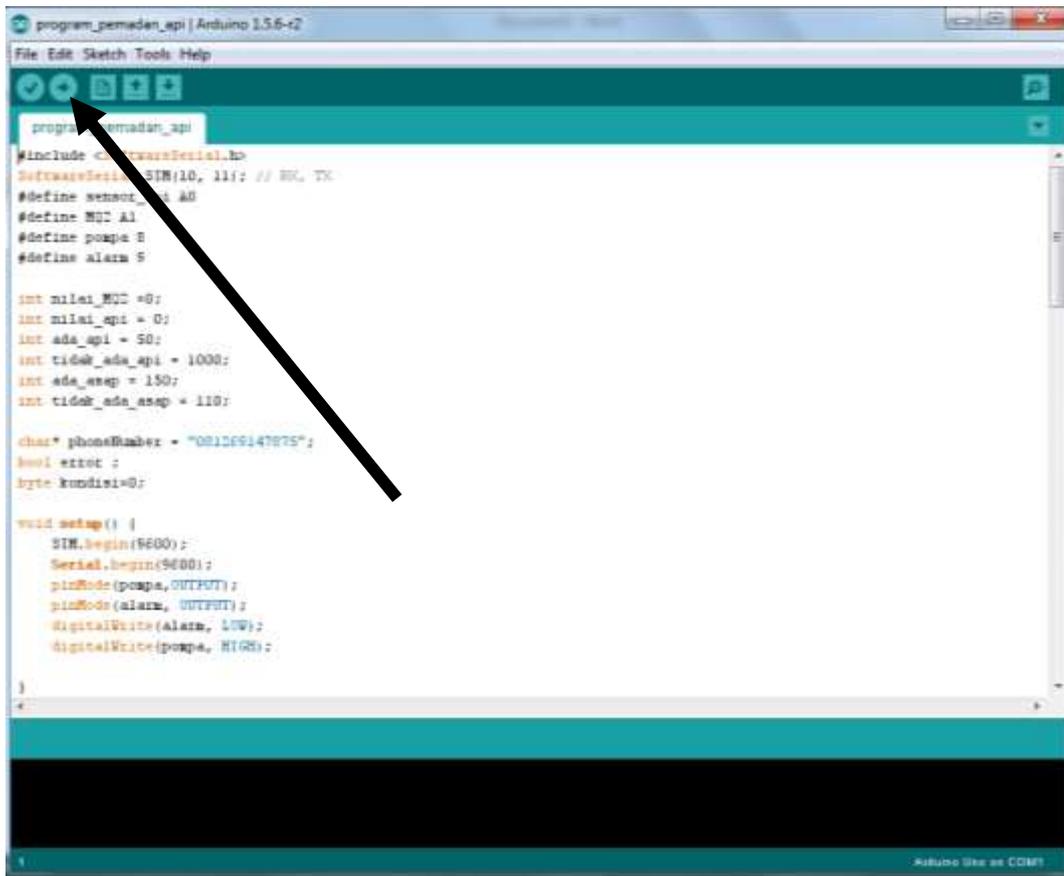
Sebelum program di-*upload*, maka terlebih dahulu dilakukan *compile/verify* untuk memeriksa apakah program sudah benar atau tidak. Untuk memeriksa program tersebut dapat dilakukan dengan mengklik tanda ceklist pada tampilan Arduino seperti gambar 2.4



Gambar 2.4. Proses compile/verify program

Sumber: Penulis, 2018

Setelah dilakukan *compile* pada program, maka program dapat di-*upload* dengan cara mengklik pada tanda panah seperti gambar 2.5

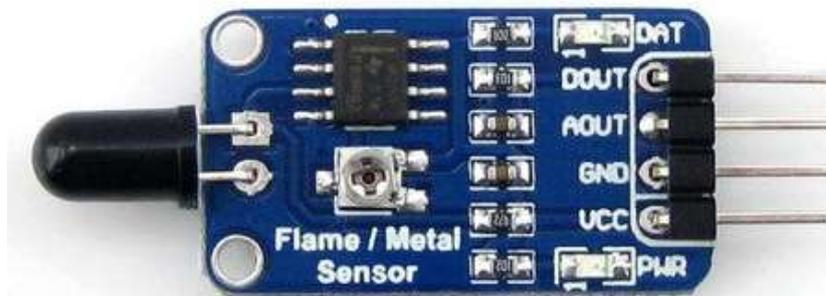


Gambar 2.5. Tampilan untuk meng-upload program

Sumber: Penulis, 2018

2.2 Sensor Api (*Flame Sensor*)

Flame Sensor merupakan modul yang dapat mendeteksi nyala api pada jarak antara 20 cm sampai dengan 80 cm. Prinsip kerja *flame sensor* dimulai dari api dideteksi berdasarkan keberadaan spectrum cahaya infra red maupun ultraviolet dengan menggunakan metode optic, dan kemudian hasil pendeteksian akan diteruskan ke microprosesor yang ada pada unit *flame detector* untuk membedakan spectrum cahaya yang terdapat pada api yang terdeteksi tersebut dengan sistem *delay* selama 2-3 detik . (DuniaPembangkitListrik, 2018)



Gambar 2.6. Sensor Api

Sumber: Duniapembangkitlistrik, 2018

Adapun spesifikasi Sensor Api sebagai berikut:

- Sensitif terhadap infra red yang panjang gelombang cahaya 760-1100 nm
- Output yang dihasilkan berupa output digital dengan format High/Low
- Sudut deteksi mencapai 60 derajat
- Bekerja dengan tegangan 3,3V – 5V
- Mampu mendeteksi api sampai 80 cm (DuniaPembangkitListrik, 2018)

Namun pada implementasinya, terdapat sumber-sumber cahaya lain yang ternyata bukan api dan ikut menyumbang emisi cahaya pada gelombang *infra red* maupun ultraviolet dimana sumber-sumber cahaya ini juga mempengaruhi kinerja *flame sensor* yang berakibat pada timbulnya *false alarm*. Contoh sumber-sumber cahaya ini adalah kilatan petir, *welding arc*, *metal grinding*, *hot turbine*, *reactor*, dan masih banyak lagi. (Ardnas, 2010)

2.3 Sensor Asap

Sensor asap adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara, seperti *carbon monoksida*, *hidrokarbon*, *nitrooksida*, dan lain-lain. Bahan sensitif sensor asap MQ-2 adalah SnO₂ (Timah dioksida) yang memiliki konduktivitas rendah di udara bersih. Ketika terdeteksi gas yang mudah terbakar, konduktivitas sensor lebih tinggi bersamaan dengan kenaikan konsentrasi gas. (Datasheet, 2018) Sensitifitas MQ-2 dapat langsung diatur dengan memutar trimpotnya. Semakin tinggi konsentrasi asap yang diterima sensor ini maka resistansinya semakin rendah.

Detektor asap ini mempunyai beberapa sifat, diantaranya adalah:

1. Sangat sensitif terhadap asap.
2. Jika *supply* yang masuk salah polaritas, tidak akan rusak.
3. Dapat dihubungkan lebih dari satu detektor asap secara bersama-sama.

(Herlinawati, 2010)



Gambar 2.7 Sensor MQ-2

Sumber: Saptaji, 2016

Pada gambar 7 menunjukkan salah satu bentuk dari beberapa jenis detektor asap, yaitu sensor MQ-2. Detektor asap yang digunakan dalam alat yang dibuat adalah jenis detektor yang banyak dijual dipasaran, yaitu MQ-2.

2.4 Resistor

Resistor merupakan salah satu komponen dasar dalam rangkaian elektronik yang berguna untuk membatasi atau menghambat aliran arus dalam suatu rangkaian. Resistor didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum Ohm.

$$V = I R \quad (1)$$

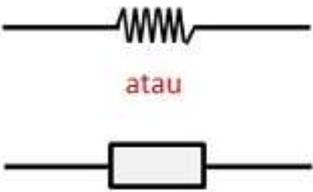
$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Berdasarkan nilainya, resistor dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu resistor tetap, resistor tidak tetap, dan resistor tidak linier. Resistor tetap nilainya

tidak dapat diubah (*fixed resistor*), sementara resistor tidak tetap nilainya dapat divariasikan dalam suatu rentang tertentu (*variable resistor*). Berbeda dengan dua jenis resistor sebelumnya, resistor tidak linier memiliki nilai tahanan yang berubah secara tidak tetap karena nilainya dipengaruhi oleh parameter lain seperti suhu, intensitas cahaya, dan sebagainya. Sementara itu, berdasarkan jenis bahan pembuatnya resistor dapat dibedakan atas beberapa jenis resistor yaitu kawat, resistor arang, resistor oksida logam, resistor film, dan resistor karbon. (Yohandri, 2016)

Tabel 2.1. Bentuk dan Simbol Fixed Resistor

Sumber: teknikelektronika 2017

Simbol Fixed Resistor	Bentuk Fixed Resistor
	 <p data-bbox="1066 1189 1337 1473">Carbon Composition Resistor Carbon Film Resistor Metal Film Resistor</p>

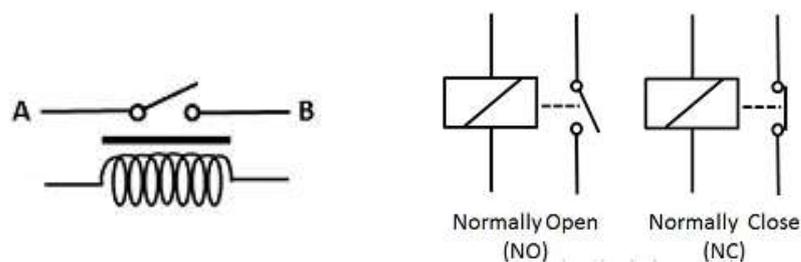
2.5 Relay

Relay adalah suatu komponen yang dipakai untuk mengontrol aliran arus yang besar melalui tegangan kecil. Relay merupakan saklar magnetic. Saat coil relay diberi magnet, maka dia akan menarik lever arm, yang disebut armatur. Titik kontak pada armatur akan menutup atau membuka berdasarkan posisi awalnya.

Posisi awal mengacu pada posisi kontak sebelum selenoid dialiri listrik. Relay terbagi dua jenis yaitu *normaly open* (NO) dan *normaly closed* (NC). (Dr. Muji Setiyo, 2017)

Cara kerja relay yaitu pada saat *coil* dialiri arus listrik maka akan timbul medan magnet disekitarnya sehingga merubah posisi saklar/menarik lengan yang terdapat pada relay dan menghasilkan arus listrik yang lebih besar dari sebelumnya. Saklar pada relay yang sebelumnya terbuka akan menjadi terhubung.

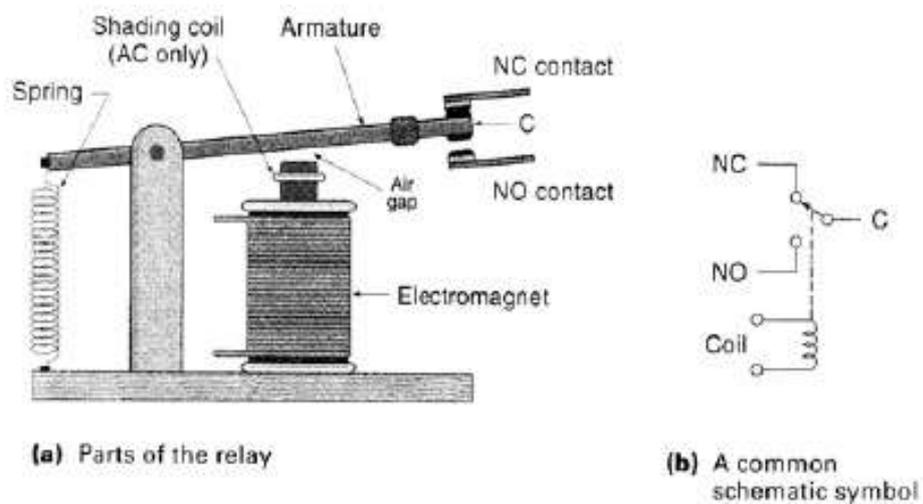
Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC).



Gambar 2.8. Simbol Relay

Sumber: Jagootomasi, 2017

Gambar 2.9 menunjukkan gambar bagian-bagian dari relay.



Gambar 2.9. Bagian-bagian Relay

Sumber: Bloganton,2011

- a. *Amarture*, merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.
- b. *Spring*, pegas (atau per) berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas ke atas.
- c. *Shading Coil*, ini untuk pengaman arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (Contact).
- d. NC Contact, NC singkatan dari *Normally Close*. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi OFF.

- e. NO Contact, NO singkatan dari *Normally Open*. Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi ON.
- f. *Electromagnet*, kabel lilitan yang membelit logam *ferromagnetik*. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

Aplikasi Rangkaian Pemicu Relay, ini adalah rangkaian / alat yang akan memicu relay untuk menjadi ON ketika sesuai situasi / kondisi tertentu. Rangkaian pemicu ini biasanya memiliki sensor atau rangkaian timer (memanfaatkan '*time delay*'). Rangkaian yang menggunakan sensor misalnya sensor suhu, sensor air, sensor cahaya, sensor arus, dll.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangannya (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari *on* ke *off* tidak merusak komponen di sekitarnya.

Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi-fungsi berikut :

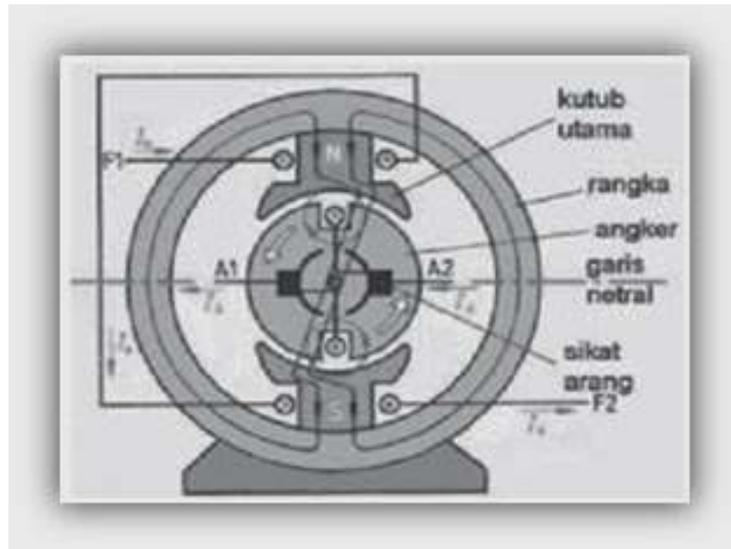
1. *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya : menguatkan arus dan tegangan. Contoh : *starting relay* pada mesin mobil.
3. Pengatur logika *control* suatu sistem.

2.6 Pompa Air DC

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor DC dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Pompa Air DC memiliki 3 bagian dasar :

- a. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
- b. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
- c. *Gear Box* yang dipasang pada pompa. *Gear box* ini didalamnya terdapat *gear* yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan.



Gambar 2.10. Konstruksi Motor DC

Sumber: belajarduino, 2014

Belitan stator merupakan elektromagnet, dengan penguat magnet terpisah F1-F2. Belitan jangkar ditopang oleh poros dengan ujung-ujungnya terhubung ke komutator dan sikat arang A1-A2. Arus listrik DC pada penguat magnet mengalir dari F1 menuju F2 menghasilkan medan magnet yang memotong belitan jangkar. Belitan jangkar diberikan listrik DC dari A2 menuju ke A1. Sesuai kaidah tangan kiri jangkar akan berputar berlawanan jarum jam.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya F , timbul tergantung pada arah arus I , dan arah medan magnet B . (Belajarduino, 2014)

2.7 Modul SIM800L

SIM800L adalah solusi GSM/GPRS *Quad-band* lengkap dalam tipe SMT yang dapat diletakkan di aplikasi pelanggan. Modul SIM800L memiliki 12 pin Header, yaitu 6 di sisi kanan dan 6 di sisi kiri. Adapun penjelasan dari masing-masing pin yaitu:

- a. NET = Antena
- b. VCC = +3,7 – 4,2 V
- c. RST = Reset
- d. RXD = RX Data Serial
- e. TXD = TX Data Serial
- f. GND = Ground / 0V
- g. RING when call incoming
- h. DTR
- i. MICP = Microphone +
- j. MICN = Microphone –
- k. SPKP = Speaker +
- l. SPKN = Speaker – (Ardan, 2016)

Dukungan SIM800 *Quad-band* 850/900/1800/1900 MHz, dapat mentransmisikan informasi suara, SMS serta data menggunakan konsumsi daya rendah. Ukurannya yang kecil 24*24*3mm, dapat sesuai dengan kebutuhan desain pelanggan yang ramping dan ringkas. Dengan *Bluetooth*

dan *Embedded AT*, ini memungkinkan penghematan biaya total dan waktu yang cepat untuk aplikasi pelanggan.



Gambar 2.11. Modul SIM800L

Sumber: Nandan, 2016

Fitur umum :

- a. *Quad-band* 850/900/1800/1900 MHz
- b. Kelas *multi-slot* GPRS 12/10
- c. GPRS *mobile station* kelas B
- d. Sesuai dengan GSM fase 2/2 +
 - Kelas 4 (2 W @ 850/900 MHz)
 - Kelas 1 (1 W @ 1800/1900 Mhz)
- e. *Bluetooth*: sesuai dengan 3.0 + EDR
- f. Dimensi: 24*24*3mm
- g. Berat 3,14g
- h. Kontrol melalui perintah AT (3GPP TS 27.007.27.005 dan SIMCOM ditingkatkan pada perintah)
- i. Kisaran tegangan suplai 3.4 ~ 4.4V
- j. Komsumsi daya rendah

- k. Suhu operasi: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi untuk SMS via GSM/GPRS

- a. Tunjuk ke titik MO dan MT
- b. SMS disiarkan
- c. Mode teks dan PDU (Nandan, 2016)

2.8 Handphone

Handphone atau telepon genggam merupakan alat telekomunikasi elektronik yang bersifat *mobile* dan sudah sangat berkembang hingga pada saat ini. Dengan *handphone*, semua orang dapat berkomunikasi tanpa adanya batasan jarak serta dengan sifat *mobile* yang dapat dibawa kemana saja sehingga memudahkan penggunaannya. Dalam pembuatan alat ini fungsi *handphone* adalah sebagai sistem pemantau. Melalui perangkat ini, penulis akan menerima informasi data berupa SMS yang dikirimkan oleh perangkat SIM800L GSM mengenai apa yang sedang dikerjakan oleh sistem (Penulis, 2018)

2.9 Step-Up Step-Down Converter

Modul *Step-up step-down converter* (Modul LM2596) digunakan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan *range* DC 3.2V-46V dengan selisih minimum *input-output* 1.5V DC. Keunggulan dari modul ini adalah besar tegangan *output* tidak berubah (stabil) walaupun tegangan *input* naik turun. *Output* dapat diatur dengan memutar potensiometer. Modul ini dapat

digunakan untuk pemasangan variasi mobil dan sepeda motor, dijadikan *charger* HP, *power supply* LED, *lighting* dsb.



Gambar 2.12. Modul Step-up step-down converter

Sumber: (Robotika, 2018)

Spesifikasi yang dimiliki oleh modul ini adalah :

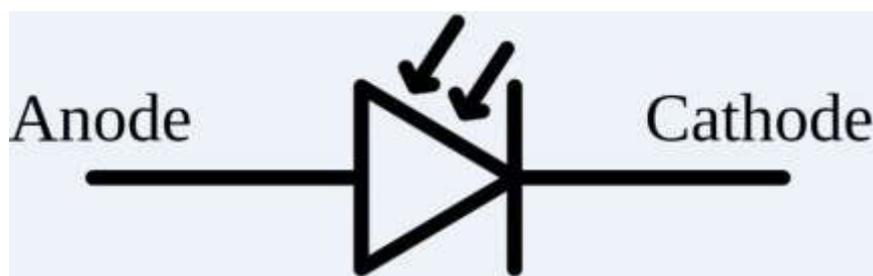
- Tegangan *input* :4.5-35V
- Tegangan *output* :1.25-30V (dapat diatur)
- Arus keluaran: rata-rata 2A, rekomendasi dibawah atau kurang dari 2A
- Efisiensi *step down*: Sampai 92%
- *Switching frequency*: 150KHz
- *Minimum pressure*: 2V
- *Operating Temperature*: -40°C to +85°C
- *Load regulation*: $\pm 0.5\%$
- *Voltage regulation*: $\pm 0.5\%$ (Aldi, 2018)

2.10 Dioda

Dioda adalah komponen semikonduktor yang mengalirkan arus satu arah saja. Dioda terbuat dari Germanium atau Silicon yang lebih dikenal dengan Dioda *Junction*. Struktur dari dioda ini, sesuai dengan namanya adalah sambungan antara semikonduktor tipe P dan semikonduktor tipe N. Semikonduktor tipe P berperan sebagai anoda dan semikonduktor tipe N berperan sebagai katoda. Dengan stuktur ini arus hanya dapat mengalir dari sisi P ke sisi N.

Ada tiga kalimat kunci yang membedakan dioda dengan komponen lain, yaitu:

- a. Memiliki dua terminal seperti resistor
- b. Arus yang mengalir bergantung pada beda potensial antara kedua terminal
- c. Tidak mematuhi hukum Ohm. (Budiharto & Rahardi, 2005)



Gambar 2.13. Simbol Dioda

Sumber: <https://informazone.com/jenis-jenis-dioda/>

Ketika dioda disambungkan kaki anodanya ke kutub positif dan katodanya disambungkan ke kutub negatif baterai, maka dioda diberikan bias maju atau *forward biased*. Sebuah dioda hanya akan menghantarkan arus listrik apabila diberi bias maju.

Ketika dioda disambungkan dengan polaritas yang terbalik, dimana kaki katodanya disambungkan ke kutub positif dan kaki anodanya disambungkan ke kutub negatif, maka dioda diberikan bias mundur atau *reverse biased*. Sebuah dioda tidak akan menghantarkan arus listrik apabila diberi bias mundur.

Hubungan arus dioda (I_D) dengan tegangan dioda (V_D) dapat dinyatakan dalam persamaan matematis yang dikembangkan oleh W. Shockley, yaitu:

$$I_D = I_s \left\{ e^{\left(\frac{V_D}{n \cdot V_T}\right)} - 1 \right\}$$

Dimana: I_D = arus dioda (ampere)

I_s = arus saturasi atau arus bocor (ampere)

$e = 2,718$

V_D = beda tegangan pada dioda (volt)

n = konstanta, 1 untuk Ge, 2 untuk Si

V_T = tegangan ekivalen temperatur (volt)

Harga I_s suatu dioda dipengaruhi oleh temperatur, tingkat doping dan geometri dioda. Dan konstanta tergantung pada sifat konstruksi dan parameter fisik dioda. Sedangkan harga V_T ditentukan dengan persamaan :

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

Dimana k = konstanta Boltzman $1,381 \times 10^{-23}$

T = temperatur mutlak (Kelvin)

q = muatan elektron $1,602 \times 10^{-19}$

apabila temperatur dioda dinaikkan, maka tegangan cut-in (V_γ) turun. Sebaliknya bila temperatur turun, maka V_γ naik. Selain mempengaruhi tegangan cut-in (V_γ), temperatur dioda juga dipengaruhi arus bocor, I_S . Arus I_S kira-kira naik dua kali lipat apabila temperatur dioda naik 10°C .

2.11 Transistor

Transistor merupakan suatu komponen yang resistansi antara terminalnya dapat diatur.

Dalam sebuah rangkaian elektronika transistor berfungsi sebagai:

- a. Sebagai saklar elektronika

Dengan mengontrol bias dari transistor hingga komponen ini menjadi jenuh, akan menyebabkan seolah-olah diperoleh hubung singkat antara kaki emitor dan kaki kolektor.

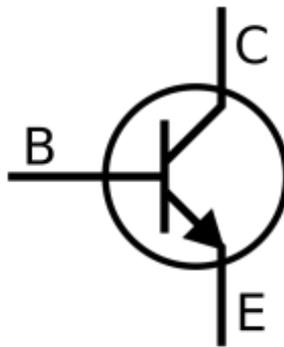
- b. Sebagai penguat arus

Berdasarkan fungsi ini membuat transistor dapat digunakan dalam rangkaian power supply yang tegangannya di set. Dalam keadaan tersebut transistor haruslah terlebih dahulu dibias dengan tegangan

yang konstan pada basisnya, tujuannya agar pada emitor menghasilkan tegangan yang tetap.

- c. Memperkuat sinyal AC
- d. Modulasi sinyal atau fungsi lainnya.

Pada keadaan normal, kolektor dan emitor di sekat oleh katub basis, sehingga arus tidak bisa mengalir. Agar bisa mengalir, basis harus dibuka dengan jalan memberi arus basis sehingga dapat mendorong katub. Semakin besar arus basis katub terbuka semakin lebar dan arus dari kolektor yang mengalir ke emitor semakin besar pula. Bila arus basis kecil maka arus kolektor – emitor juga kecil, sehingga basis merupakan pengontrol aliran arus kolektor ke emitor. (Ratih Listiyarini, 2018)



Gambar 2.14. Simbol Transistor

Sumber: <https://www.servicesparepart.com/transistor.html>

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Analisis Sistem

Bab ini akan membahas sistem kerja rangkaian yang disusun untuk merealisasikan sistem alat yaitu Sensor Api, Sensor Asap, Pompa Air dan Arduino R3 dan SIM800L. Pada saat terjadi suatu kebakaran, nyala api akan dideteksi oleh sensor api dan konsentrasi gas akan dideteksi oleh sensor asap yang kemudian akan dibaca oleh arduino. Arduino selanjutnya akan mengirimkan hasil pembacaan ke *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm, pompa air akan otomatis mengeluarkan air untuk memadamkan api tersebut, dan SIM800L akan mengirimkan informasi sebagai kontrol jarak jauh.

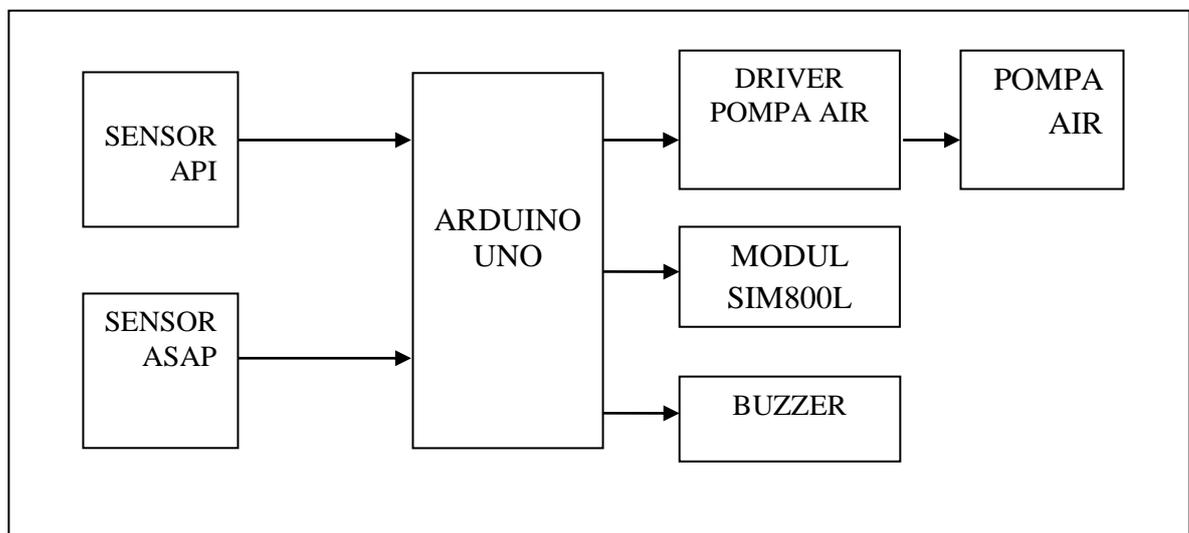
Dalam perancangan sistem Detektor Kebakaran ini dibagi atas dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras keseluruhan sistem detektor kebakaran ini akan dimulai dari perancangan blok diagram. Kemudian merancang alat yang terdiri dari rangkaian sensor api, sensor asap, Arduino sebagai pusat kendali, *buzzer* sebagai alarm, pompa air sebagai output akhir, dan SIM800L sebagai kontrol jarak jauh.

3.2.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok merupakan gambaran dasar dari rangkaian sistem yang akan dirancang. Setiap diagram blok memiliki fungsi masing-masing. Gambar diagram blok dari rangkaian yang akan dirancang seperti gambar 13. Pada gambar diagram blok tersebut, rangkaian terdiri dari rangkaian sensor api, sensor asap, rangkaian sistem minimum mikrokontroller, rangkaian driver pompa air, dan SIM800L.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem

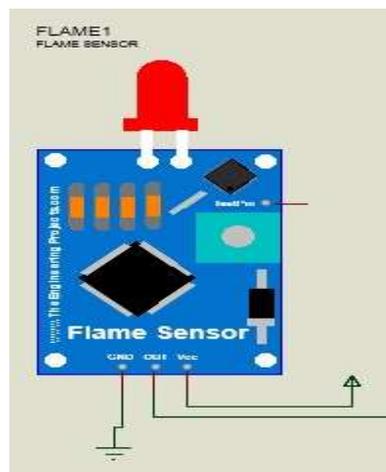
Sumber: Penulis, 2018

Adapun prinsip kerjanya dijelaskan sebagai berikut. Untuk membaca radiasi api digunakan Sensor api. Apabila radiasi api yang dibaca berlogika tinggi maka mikrokontroller akan otomatis menyalakan *buzzer* dan pompa air serta mengirimkan SMS kepada *user* sebagai kontrol jarak jauh. Begitu juga dengan sensor asap, ketika sensor membaca nilai konsentrasi gas diatas nilai *set up* maka mikrokontroller akan otomatis menyalakan *buzzer* dan pompa air, dan juga mengirimkan SMS kepada *user* sebagai kontrol jarak jauh.

3.2.2 Perancangan Hardware

A. Rangkaian Detektor Api

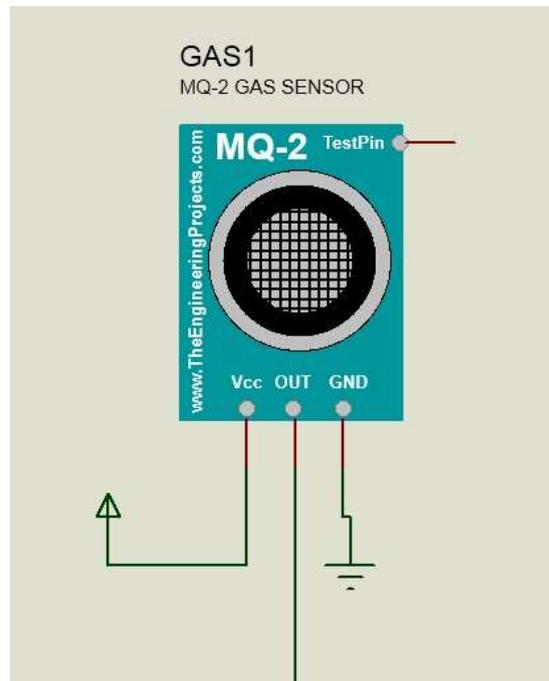
Rangkaian detektor api pada sistem ini berfungsi sebagai rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi radiasi api. Detektor api memiliki 3 kaki yaitu kaki yang terhubung ke *ground*, tegangan 5V, dan *output*. Detektor ini akan terhubung langsung dengan mikrokontroler. *Output* dari detektor ini akan tersambung ke Digital Input Arduino A1. Berikut rangkaian detektor api.



Gambar 3.2. Rangkaian Sensor Api
Sumber: Penulis, 2018

A. Rangkaian Sensor Asap

Rangkaian sensor asap pada sistem ini berfungsi sebagai rangkaian yang mendeteksi konsentrasi gas pada ruangan. Sensor asap memiliki 3 buah kaki yaitu kaki yang terhubung ke *ground*, tegangan 5V, dan *output*. Sensor ini akan terhubung langsung ke mikrokontroler. *Output* dari sensor ini akan terhubung langsung ke Analog Input Arduino A2. Berikut gambar rangkaian Sensor Asap

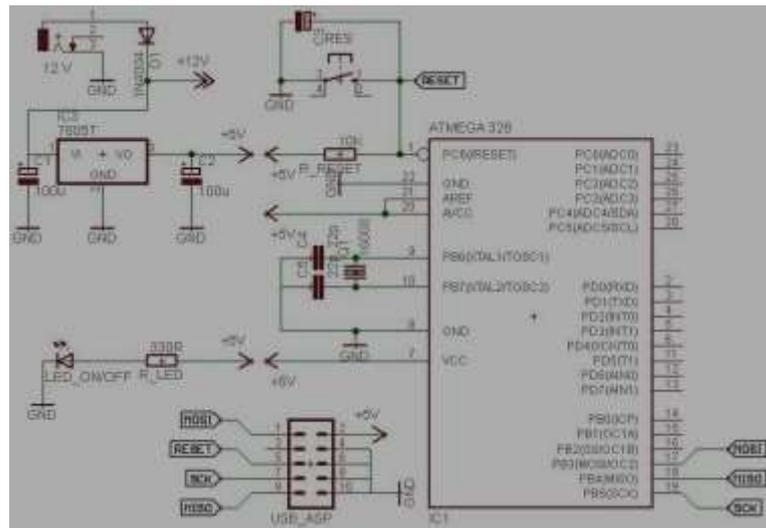


Gambar 3.3. Rangkaian Sensor Gas
Sumber: Penulis, 2018

B. Perancangan I/O Sistem Minimum ATmega328P

Rangkaian mikrokontroler pada sistem ini berfungsi untuk memantau keadaan pada ruangan. Radiasi api yang dideteksi oleh *Flame Detector* dan konsentrasi gas pada ruangan yang dideteksi oleh sensor gas MQ-2 akan diproses oleh mikrokontroler. Apabila radiasi api berlogika tinggi dan konsentrasi gas di atas nilai *set up* maka mikrokontroler akan otomatis menyalakan *buzzer* dan menyalakan pompa air untuk memadamkan api serta mengirimkan SMS sebagai kontrol jarak jauh.

Berikut merupakan gambar rangkaian sistem Arduino.



Gambar 3.4. Rangkaian Sistem Minimum ATmega328P.

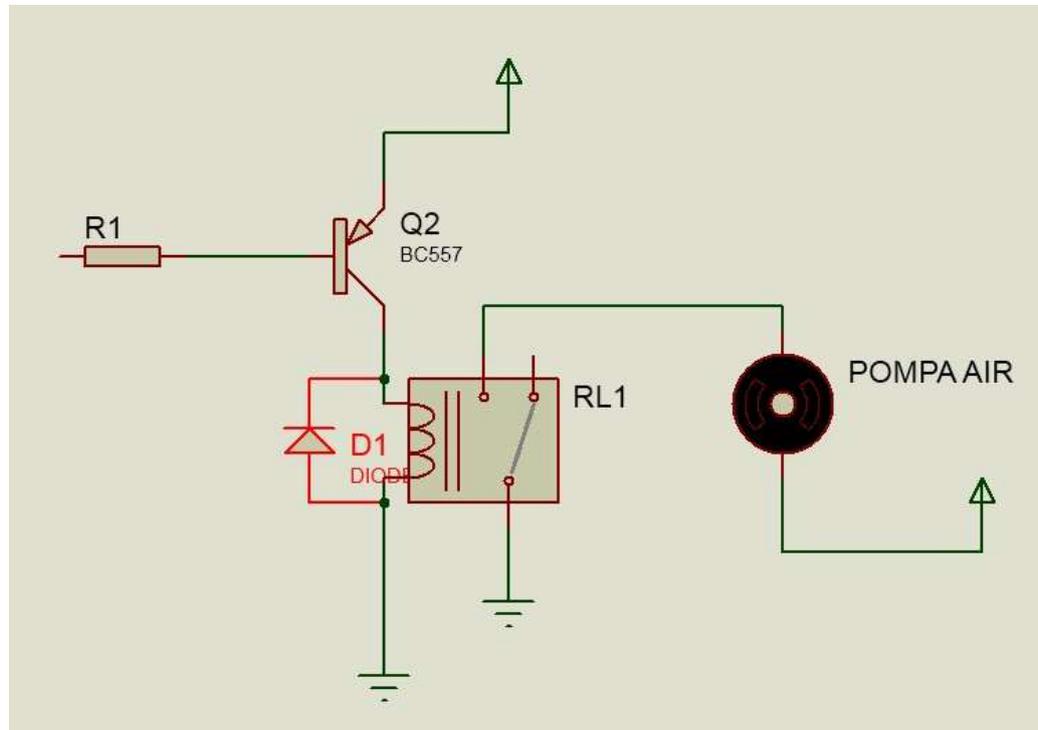
Sumber: Egsean, 2016

Agar mikrokontroler *reset* pada saat power di-ON-kan maka pada masukan *reset* diberi rangkaian R-C (resistor-kapasitor) seperti ditunjukkan pada gambar 14. Rangkaian R-C disebut rangkaian '*power on reset*', artinya rangkaian secara otomatis me-*reset* mikrokontroler setiap kali mikrokontroler mulai menerima sumber daya listrik. Mikrokontroler akan di-*reset* pada awal power dihidupkan dan normal setelah beberapa saat *power* hidup, dengan demikian mikrokontroler akan selalu menjalankan program dari awal setiap *power* dihidupkan.

C. Rangkaian Driver Pompa

Rangkaian *driver* pompa pada sistem ini berfungsi sebagai rangkaian untuk menghidupkan pompa air secara otomatis. Ketika detektor api berlogika tinggi dan nilai dari konsentrasi gas yang dibaca sensor asap diatas nilai *set up*, maka

arduino akan mengaktifkan pompa air sehingga *driver* pompa otomatis hidup dan mengalirkan air ke ruangan untuk memadamkan api.



Gambar 3.5. Rangkaian Driver Pompa

Sumber: Penulis, 2018

D. Rangkaian SIM800L

Modul SIM800L pada sistem ini berfungsi untuk mengirimkan informasi kepada pengguna. Pada saat Arduino Uno membaca data sensor api dan asap, pada saat sensor api berlogika tinggi dan nilai pembacaan sensor asap lebih besar dari nilai *set up*, dengan otomatis SIM800L akan mengirimkan SMS sebagai kontrol jarak jauh.

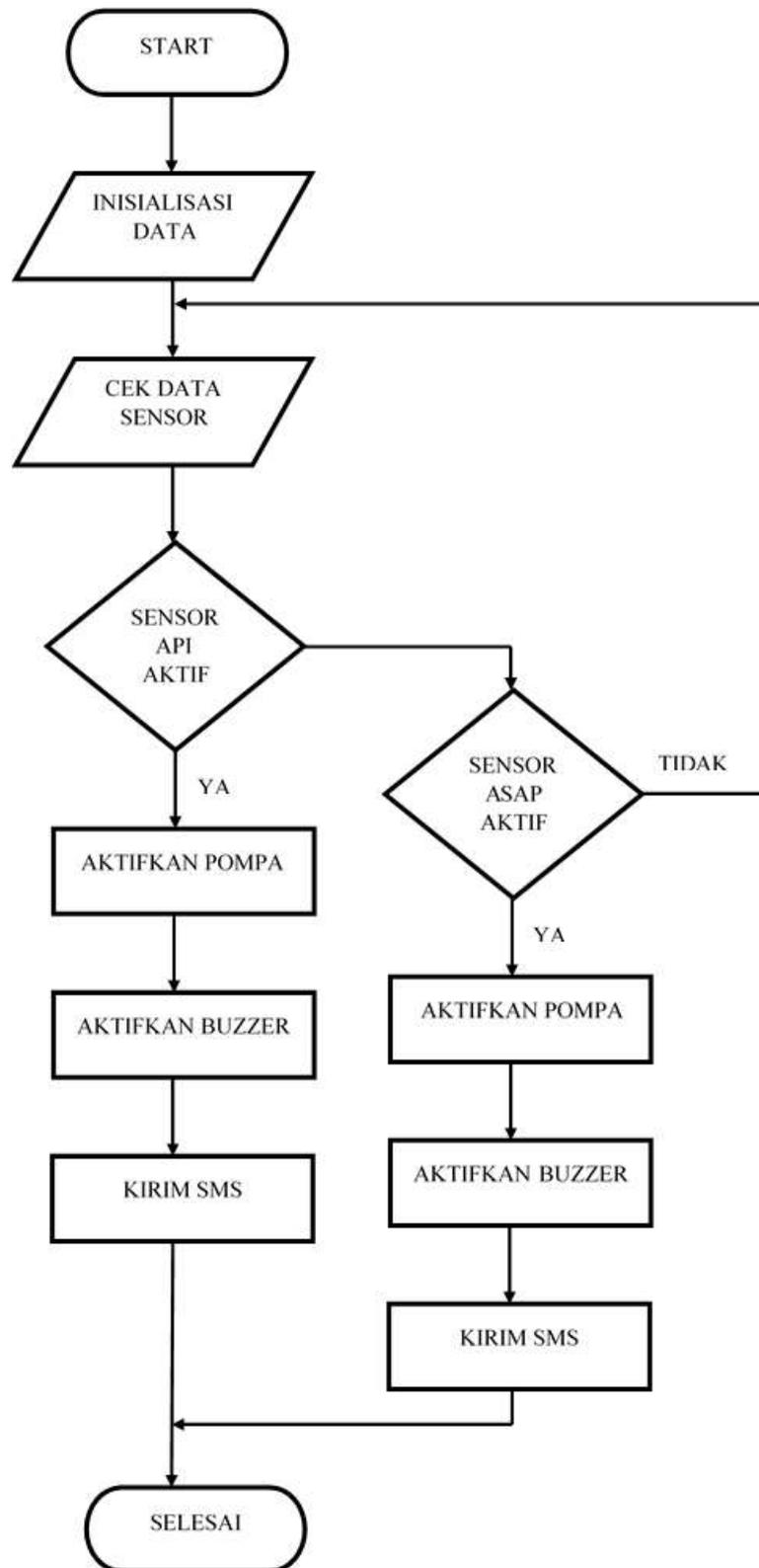
Prinsip kerja SIM800L adalah rangkaian TX dan RX yang digunakan untuk menerima data serial dari modem ke mikrokontroler yang terdapat pada Arduino. Modem mengirimkan semua status yang telah diproses mikrokontroler melalui TX. Proses yang terjadi di modem akan diperiksa oleh mikrokontroler melalui RX. SIM800L merupakan *chip dual band* dengan frekuensi 800 MHz. SIM800L aktif ketika menerima

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini, *board* Arduino akan diisikan program menggunakan bahasa C yang berfungsi untuk mengontrol keadaan ruangan dan mengirimkan nilai dari hasil pembacaan detektor api dan sensor asap.

3.2.1 Diagram Alir Sistem

Perancangan program pada sistem ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Adapun langkah kerja dari program yang akan dibuat dideskripsikan dalam sebuah Diagram Alir (*Flowchart*) sebagai berikut.



Gambar 3.7. Diagram Alir Sistem

Sumber: Penulis, 2018

Diagram alir diatas menjelaskan bahwa untuk memulai kerja alat, Arduino akan melakukan inisialisasi *input* dan *output* untuk mendapatkan data awal. Selanjutnya setelah program di *upload*, arduino akan melakukan pembacaan *port* yaitu merespon sensor api apabila terdeteksi adanya paparan api, maka Arduino akan memberikan logika *high* pada port yang telah terhubung dengan *buzzer* dan driver pompa air yang artinya pompa air akan bekerja untuk memadamkan api, serta SIM800L yang mengirimkan pemberitahuan adanya kebakaran kepada pengguna. Arduino juga akan melakukan pembacaan port yaitu merespon sensor asap apabila terdeteksi adanya konsentrasi gas yang berada diatas nilai *set up*, maka Arduino akan memberika logika *high* pada port yang terhubung dengan *buzzer*, driver pompa air yang artinya pompa air akan bekerja, dan SIM800L yang mengirimkan pemberitahuan adanya kebakaran kepada pengguna. Selanjutnya, Arduino akan mendeteksi kembali data yang dikirimkan kedua sensor dimana jika api sudah dipadamkan dan nilai konsentrasi gas berada di bawah nilai *set up* maka Arduino akan memberikan sinyal *low* untuk mematikan pompa air.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Hardware

Pengujian dilakukan setelah pengerjaan alat telah selesai dan dilakukan terhadap tiap-tiap blok. Pengujian rangkaian dilakukan untuk mengetahui hasil dari tiap-tiap bagian yang sudah dirancang.

Dalam bagian ini, pengujian akan dilakukan terhadap masing-masing blok. Adapun tahapan-tahapan pengujiannya yaitu:

- a. Pengujian rangkaian Arduino dengan Detektor Api
- b. Pengujian rangkaian Arduino dengan Sensor Asap
- c. Pengujian rangkaian Arduino dengan *Step-up Step-down converter*
- d. Pengujian rangkaian Arduino dengan Driver Pompa
- e. Pengujian rangkaian Arduino dengan *buzzer*
- f. Pengujian rangkaian Arduino dengan SIM800L

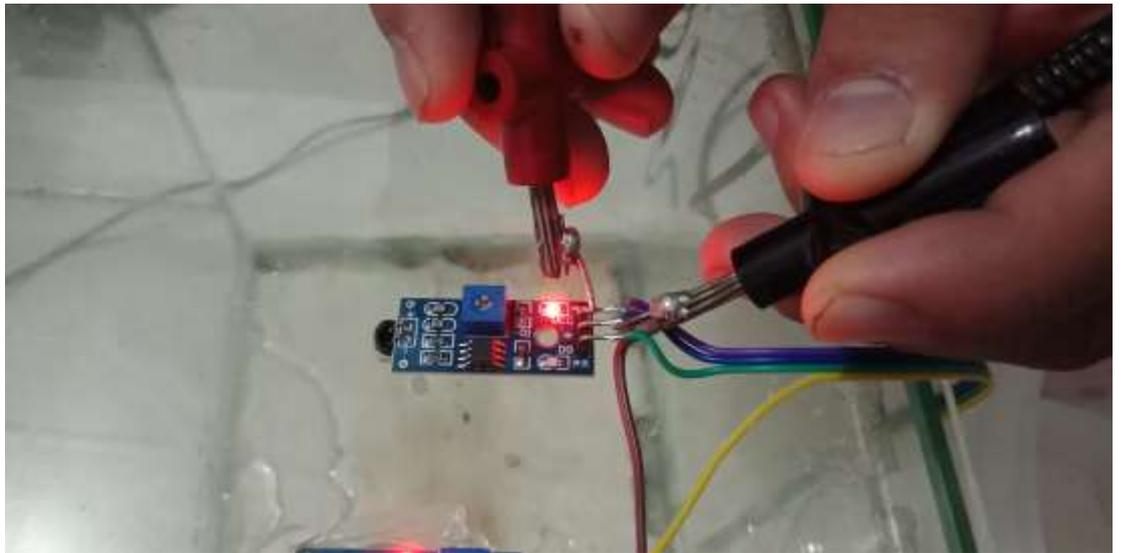
4.1.2 Pengujian rangkaian Arduino dengan Detektor Api

Pada perancangan sistem ini, detektor api akan digunakan untuk mendeteksi radiasi api. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui sensitifitas detektor terhadap pancaran radiasi api. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan detektor api ke Arduino sesuai dengan kaki-kakinya, dimana:

- 1) Pin 1 Vcc +5 Volt DC ke pin 5 Volt power Arduino
- 2) Pin Ground ke pin GND Arduino

3) Pin Out ke pin A0 Input Analog Arduino.

Dengan dilakukan pengujian tingkat sensitifitas sensor akan diketahui seperti pada tabel 4.1.



Gambar 4.1. Pengukuran sensor api
Sumber: Penulis, 2018

Tabel 4.1. Pengukuran sensor api
Sumber: Penulis, 2018

Keadaan	Tegangan (V)
Sebelum mendeteksi api	0,25 mV
Mendeteksi api	4,9 V

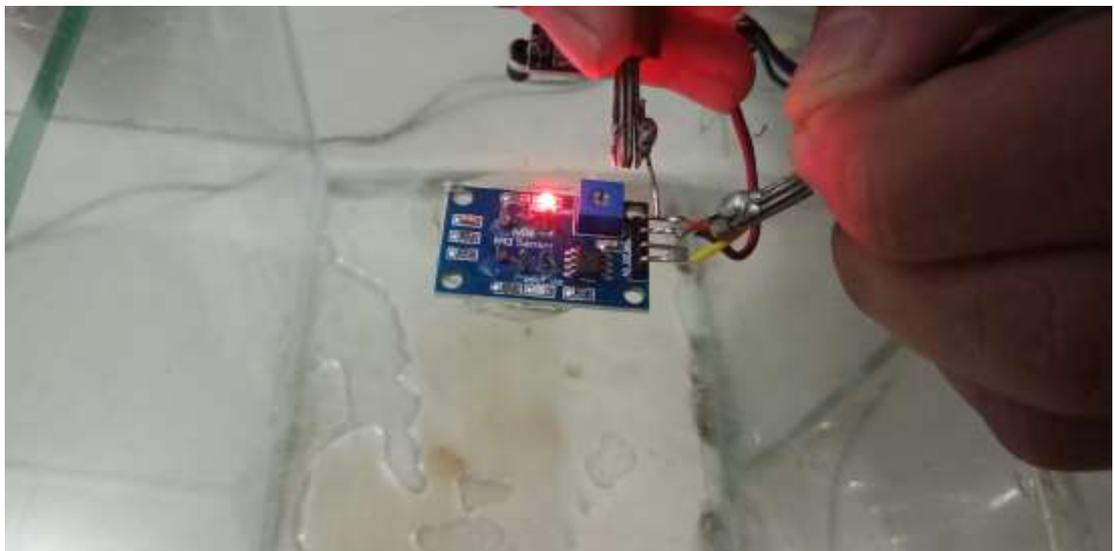
A. Rangkaian Arduino dengan Sensor Asap

Pada perancangan sistem ini, sensor asap akan digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui sensitifitas sensor asap terhadap konsentrasi gas. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor asap

ke Arduino sesuai dengan kaki-kakinya, dimana:

- 1) Pin 1 Vcc +5 Volt DC ke pin 5 Volt power Arduino
- 2) Pin Ground ke pin GND Arduino
- 3) Pin Out ke pin A1 Input Analog Arduino

Dengan dilakukan pengujian tingkat sensitifitas sensor akan diketahui seperti pada tabel 4.2.



Gambar 4.2. Pengukuran sensor asap

Sumber: Penulis, 2018

Tabel 4.2. Pengukuran sensor asap*Sumber: Penulis, 2018*

Keadaan	Tegangan (V)
Tidak mendeteksi gas	0,25 mV
Mendeteksi konsentrasi gas	1,3 V

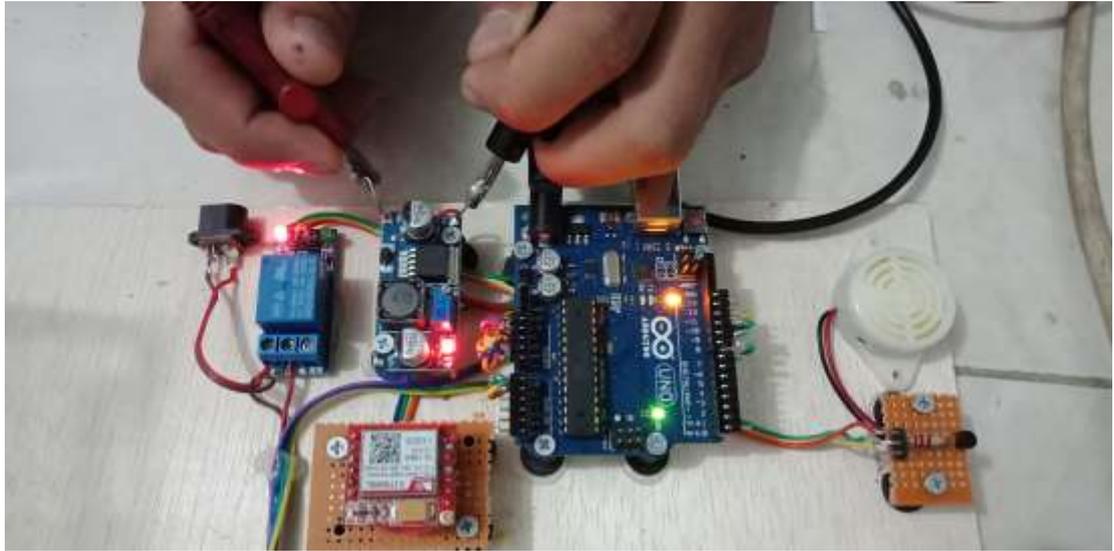
B. Pengukuran rangkaian Arduino dengan *Step-Up Step-Down Converter*

Pada skripsi ini, penulis menggunakan adaptor 12V untuk masukan Arduino Uno.

Untuk tegangan *input* dan *output* dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Pengukuran Step-up step-down converter*Sumber: Penulis, 2018*

Keadaan	Tegangan (V)
<i>Input converter</i>	12,11 V
<i>Output Converter</i>	3,92 V



Gambar 4.3. Pengukuran Step-up Step-Down Converter

Sumber: Penulis, 2018

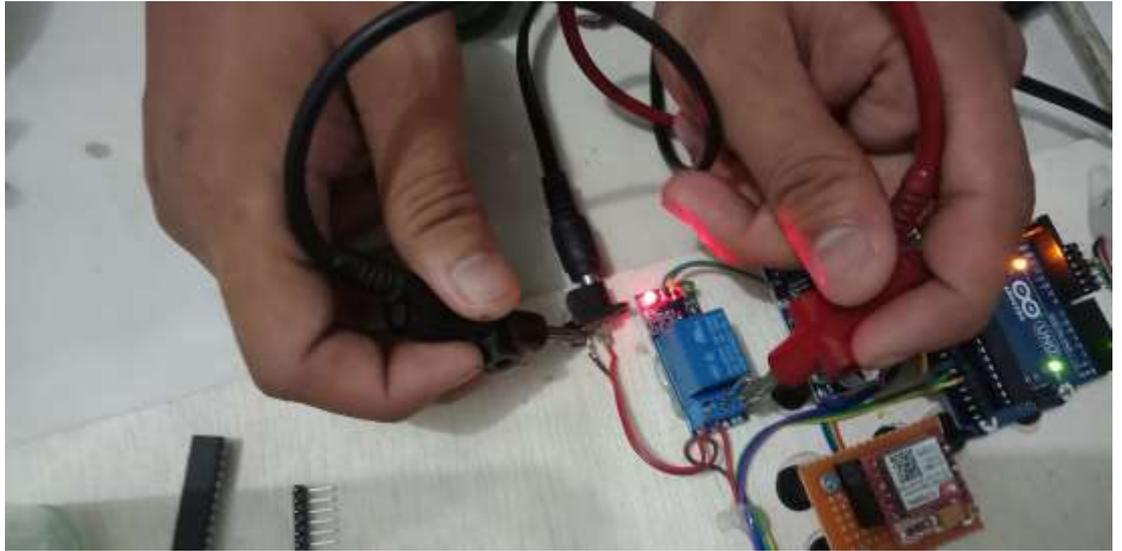
C. Pengukuran rangkaian Arduino dan driver pompa air

Pada perancangan skripsi ini, pompa air akan dikendalikan oleh driver pompa air. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran yang diberikan Arduino kepada driver pompa air.

Tabel 4.4. Pengukuran Driver pompa air

Sumber: Penulis, 2018

Keadaan	Tegangan (V)
Pompa mati	0.37 mV
Pompa hidup	11,45 V



Gambar 4.4. Pengukuran input driver pompa

Sumber: Penulis, 2018

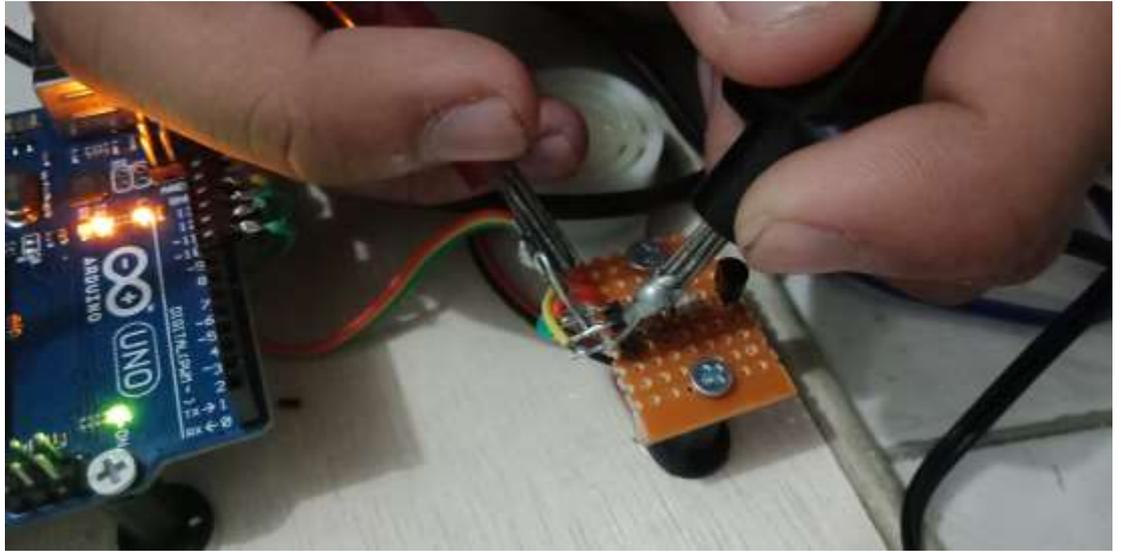
D. Pengujian rangkaian Arduino dengan *Buzzer*

Pada perancangan skripsi ini, *buzzer* akan dikendalikan oleh Arduino. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah rangkaian dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran yang diberikan Arduino kepada *buzzer*.

Tabel 4.5. Pengukuran Buzzer

Sumber: Penulis, 2018

Keadaan	Tegangan (V)
<i>Buzzer</i> mati	2,84 mV
<i>Buzzer</i> hidup	4,7 V



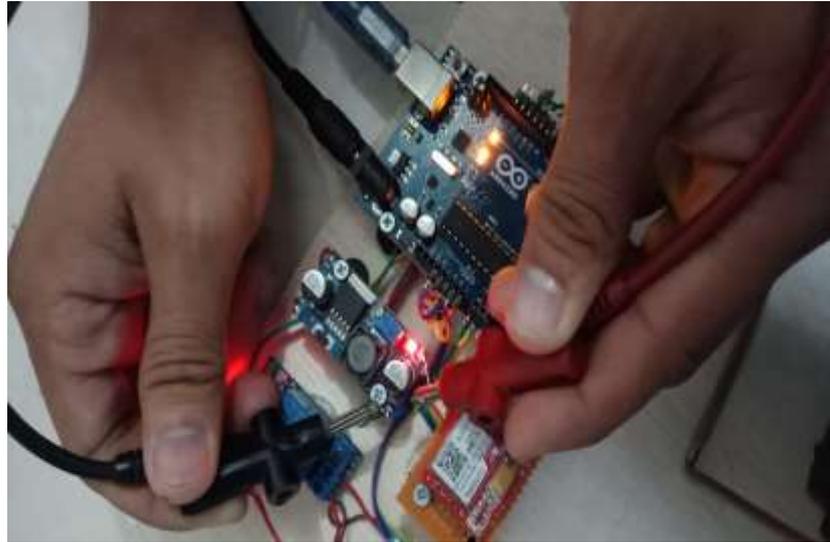
Gambar 4.5. Pengukuran Buzzer

Sumber: Penulis, 2018

E. Rangkaian Arduino dengan SIM800L

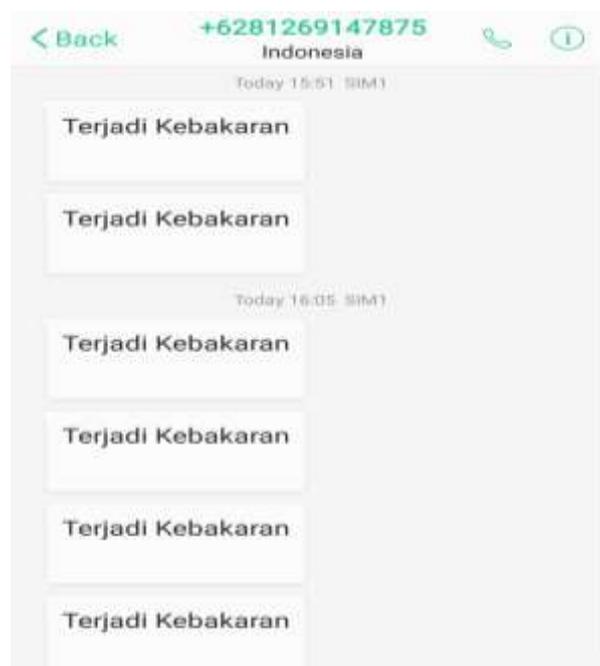
Pada pengujian modul SIM800L akan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan mengambil tegangan kerja dan juga gambar ketika SIM800L mengirimkan pesan kepada pengguna.

Pada pengujian modul SIM800L didapatkan bahwa SIM800L bekerja pada tegangan 3,9 V



Gambar 4.6. Pengukuran tegangan kerja SIM800L
Sumber: Penulis, 2018

Tangkapan layar ketika SIM800L berhasil mengirimkan pesan kepada pengguna.

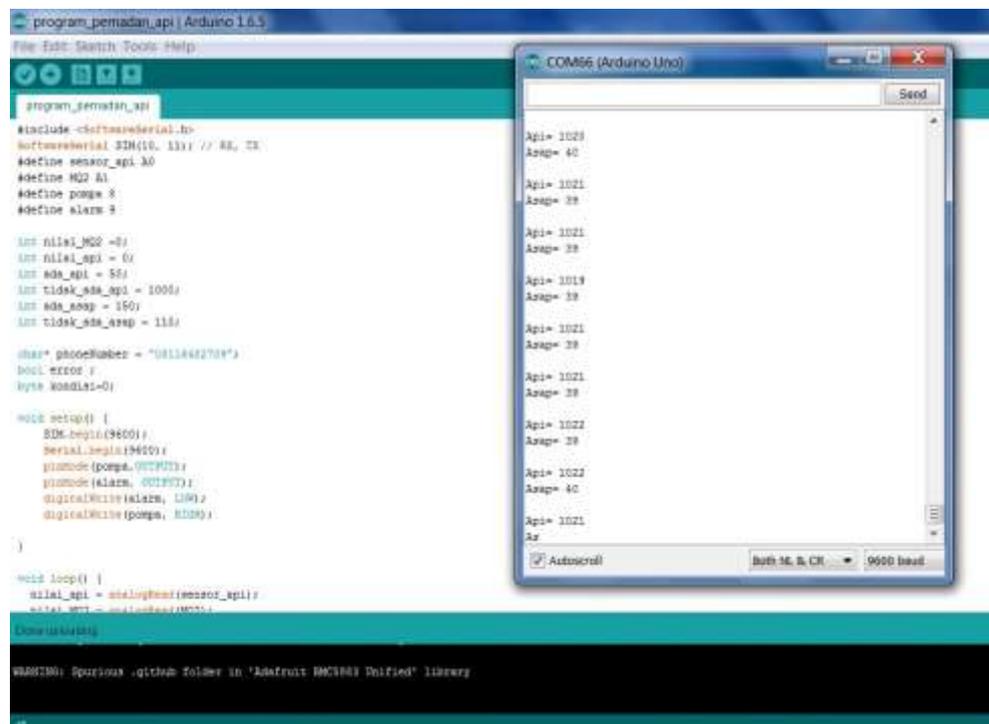


Gambar 4.7. Hasil SMS yang diterima
Sumber: Penulis, 2018

4.2 Pengujian Software

Pengujian ini dapat dilihat pada serial monitor IDE. Pada pengujian ini akan ditampilkan nilai sensor asap dan api yang telah dideteksi oleh sensor yang ditampilkan dan dapat dilihat melalui PC.

Pada tampilan serial monitor IDE, sensor api membaca paparan radiasi dari panas disekitar dan sensor asap membaca kandungan konsentrasi gas disekitarnya.



```

program_pemadaman_api | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help

program_pemadaman_api
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM(10, 13); // RX, TX
#define sensor_api A0
#define HQT A1
#define pompa 8
#define alarm 9

int nilai_HQT = 0;
int nilai_api = 0;
int ada_api = 55;
int tidak_ada_api = 1000;
int ada_asap = 150;
int tidak_ada_asap = 110;

char* phoneNumber = "0813442708";
bool error = 0;
byte nomor[10];

void setup() {
  SIM.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pompa, OUTPUT);
  pinMode(alarm, OUTPUT);
  digitalWrite(alarm, LOW);
  digitalWrite(pompa, HIGH);
}

void loop() {
  nilai_api = analogRead(sensor_api);
  nilai_HQT = analogRead(HQT);
}

```

```

COM56 (Arduino Uno)
Send

Api= 1020
Asap= 40

Api= 1021
Asap= 39

Api= 1021
Asap= 39

Api= 1019
Asap= 39

Api= 1021
Asap= 39

Api= 1021
Asap= 39

Api= 1022
Asap= 39

Api= 1022
Asap= 40

Api= 1021
Asap= 39

```

Gambar 4.8. Pembacaan sensor api dan asap pada saat padam

Sumber: Penulis, 2018

Pada gambar 4.8 terlihat pembacaan sensor api dan asap pada ruang lingkup disekitarnya. Pada kondisi ini, *buzzer* dan pompa air dalam keadaan mati dan SIM800L tidak mengirim pesan.

Pada gambar 4.10 terlihat sensor asap mendeteksi adanya konsentrasi gas sehingga Arduino mengirimkan pesan kepada pengguna. Pada kondisi ini, sensor asap membaca adanya konsentrasi gas di atas nilai *set up* 150.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, pengujian dan analisa dari sistem detektor kebakaran menggunakan sensor api dan asap ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a) Sistem ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan perancangan dimana ketika terdapat radiasi api, sensor api akan menghidupkan alarm dan pompa air untuk mematikan sumber api dan mengirimkan informasi kepada pengguna. Begitu juga ketika terdapat konsentrasi gas, sensor asap akan menghidupkan alarm dan pompa air untuk menghilangkan konsentrasi gas serta mengirimkan informasi kepada pengguna.
- b) Tujuan pembuatan sistem ini adalah untuk meminimalisir terlambatnya penanganan terhadap terjadinya kebakaran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dalam perancangan dan pembuatan sistem ini, maka dapat disarankan hal-hal berikut:

- a) Diharapkan dapat melakukan pengembangan terhadap fungsi kendali yang tidak hanya untuk menghidupkan alarm dan pompa air serta mengirimkan

pesan jarak jauh, tetapi juga dapat bekerja sama dengan tim pemadam kebakaran agar ketika terjadi kebakaran yang lebih besar dapat segera ditangani oleh tim pemadam dengan mengirimkan alamat serta lokasi kebakaran.

- b) Perlu dicoba pengembangan penghitungan debit air yang telah dikeluarkan untuk memadamkan kebakaran untuk tetap memantau seberapa besar kebakaran yang telah terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, A. (2018). Preview LM2596 Step Down Module. Retrieved from <https://arjunaldi.staff.telkomuniversity.ac.id/preview-lm2596-step-module/>
- Ardnas. (2010, 12 16). Retrieved from <https://ardnas20.wordpress.com/2010/12/16/flame-detector/>
- Arduino. (2018). Retrieved from <http://www.arduino.cc>
- Andrian, Yudhi, and Purwa Hasan Putra. "Analisis Penambahan Momentum Pada Proses Prediksi Curah Hujan Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network." Seminar Nasional Informatika (SNIf). Vol. 1. No. 1. 2017.
- Azmi, Fadhillah, and Winda Erika. "Analisis keamanan data pada block cipher algoritma Kriptografi RSA." CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science) 2.1: 27-29.
- Barus, S., Sitorus, V. M., Napitupulu, D., Mesran, M., & Supiyandi, S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Guru Tetap Menerapkan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS). Jurnal Media Informatika Budidarma, 2(2).
- Batubara, S., Wahyuni, S., & Hariyanto, E. (2018, September). Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam. In Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp. 81-86).
- Belajarduino. (2014, 01). Kontrol Kecepatan Motor Pompa Air dengan saklar Toggle. Retrieved from <http://belajarduino.blogspot.com/2014/01/kontrol-kecepatan-motor-pompa-air.html>
- Datasheet. (2018). *MQ-2 DataSheet*. Retrieved from <http://gas-sensor.ru/pdf/combustible-gas-sensor.pdf>
- DuniaPembangkitListrik. (2018, 02). *Dunia Pembangkit Listrik-Flame detector*. Retrieved from <https://www.duniapembangkitlistrik.com/2018/02/pengertian-dan-prinsip-kerja-flame.html>
- Dhany, H. W., Izhari, F., Fahmi, H., Tulus, M., & Sutarman, M. (2017, October). Encryption and decryption using password based encryption, MD5, and DES. In International Conference on Public Policy, Social Computing and Development 2017 (ICOPOSDev 2017) (pp. 278-283). Atlantis Press.
- Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." Jurnal Aksara Komputer Terapan 1.2 (2012).

- Fachri, Barany. Perancangan Sistem Informasi Iklan Produk Halal Mui Berbasis Mobile Web Menggunakan Multimedia Interaktif. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika)*, 2018, 3: 98-102.
- Fuad, R. N., & Winata, H. N. (2017). Aplikasi keamanan file audio wav (waveform) dengan terapan algoritma RSA. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 1(2), 113-119.
- Ginting, G., Fadlina, M., Siahaan, A. P. U., & Rahim, R. (2017). Technical approach of TOPSIS in decision making. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(8), 58-64.
- Hafni, Layla, and Rismawati Rismawati. "Analisis faktor-faktor internal yang mempengaruhi nilai perusahaan pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI 2011-2015." *Bilancia: Jurnal Ilmiah Akuntansi 1.3* (2017): 371-382.
- Hamdi, Muhammad Nurul, Evi Nurjanah, and Latifah Safitri Handayani. "Community development based on Ibnu Khaldun thought, sebuah interpretasi program pemberdayaan umkm di bank zakat el-zawa." *EL MUHASABA: Jurnal Akuntansi (e-journal) 5.2* (2014): 158-180.
- Hariyanto, E., Lubis, S. A., & Sitorus, Z. (2017). Perancangan prototipe helm pengukur kualitas udara. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 1(1).
- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.
- Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan penentuan jabatan manager menggunakan metode mfep pada cv. Sapo durin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 6-7).
- Havena, M., & Marlina, L. (2018). The Technology of Corn Processing as an Effort to Increase The Income of Kelambir V Village. *Journal of Saintech Transfer*, 1(1), 27-32.
- Herlinawati. (2010, 12 12). Retrieved from <https://herlinawati.wordpress.com/2010/12/12/sensor-gas/>
- Muji Setiyo, S. (2017). *Listrik dan Elektronika Dasar Otomotif*. Magelang: Unimma Press.
- Nandan. (2016, 10). Retrieved from <https://nandanhunter.blogspot.com/2016/10/sim800l-arduino-uno.html>
- Saptaji. (2016, 11 11). Pengertian Arduino adalah. Retrieved from <http://saptaji.com/2016/11/11/pengertian-arduino-adalah/>
- Supriadi, M. (2016). *Rancang Bangun Detektor Kebakaran Pada Gedung Menggunakan Sensor Api dan MQ-2*. Medan: 2016
- Yanroy, R. (2016). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebakaran Berdasarkan Deteksi Suhu dan Asap Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16*. Medan: 2016.
- Yohandri, A. (2016). *Elektronika Dasar 1*. Jakarta: Kencana