

Rancang bangun fire alarm berbasis arduino yang bisa terkoneksi dengan smartphone

I Gede Wawan Nuari ^{1*}, Ketut Bangse ², Made Ery Arsana ³

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

²Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

³Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: wawannuari123@gmail.com

Abstrak: Kebakaran merupakan suatu peristiwa yang tidak dikehendaki oleh setiap manusia. Kebakaran dapat mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit, baik kerugian material maupun kerugian jiwa yang ditimbulkan. Setiap proses kebakaran selalu menimbulkan asap dan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur pada suatu tempat atau ruangan yang terjadi kebakaran. Sedangkan hasil proses perubahan material suatu kebakaran adalah adanya asap gas yang berupa partikel - partikel kecil.

Metode penelitian ini yaitu bagaimana caranya untuk mencegah kebakaran meluas dan semua kerugian yang diakibatkan, penulis mendapat ide untuk rancang bangun alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor asap tipe MQ-2, buzzer dan penambahan sebuah alat peringatan berupa sms dan telepon yang menggunakan modul SIM800L (Early Warning System) yang dimana fungsinya ini digunakan sebagai alat untuk mengirim notifikasi ke nomor tujuan sesuai dengan program yang di upload ke board arduino. Dengan demikian tingkat responsibilitas saat ada kebakaran semakin meningkat dan dengan cepat kebakaran dapat diatasi.

Hasil penelitian ini mencakup: penambahan komponen GSM SIM800L sebagai modul pengirim SMS (Short Message Service) dan panggilan telepon apabila terdeteksi adanya asap dengan tingkat konsentrasi/kepekatan asap >200 PPM (Part Per Million), model, desain, merupakan prototipe sistem fire alarm berbasis arduino

Kata kunci: kebakaran, sensor, asap, arduino.

Abstract: Fire is an event that is not desired by every human being. Fires can cause significant losses, both material and life losses. Every fire process always produces smoke and heat and causes an increase in temperature in a place or room where a fire occurs. While the result of the process of changing the material of a fire is the presence of gaseous smoke in the form of small particles.

This research method is to prevent widespread fires and all the losses caused, the authors got the idea to design a fire detection device using a MQ-2 type smoke sensor, buzzer and the addition of a warning device in the form of SMS and telephone using the SIM800L (Early Warning System) module. where this function is used as a tool to send notifications to the destination number according to the program uploaded to the Arduino board. Thus, the level of responsibility when there is a fire is increasing and the fire can be overcome quickly.

The results of this study include: the addition of a GSM SIM800L component as a module for sending SMS (Short Message Service) and telephone calls if smoke is detected with a smoke concentration level of >200 PPM (Part Per Million), the model, design, is a prototype fire alarm system based on arduino

Keywords: fire, sensor, smoke, arduino.

Informasi Artikel: PengajuanRepository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan

Kebakaran adalah nyala api kecil maupun besar pada suatu tempat, situasi ataupun waktu yang tidak dikehendaki yang bersifat merugikan dan pada umumnya sulit dikendalikan dan apabila kebakaran ini terjadi akan banyak kerugian secara material maupun korban jiwa [1]. Kemajuan teknologi yang pesat seperti saat ini cocok untuk tugas penyediaan sistem alarm yang peka dan efektif, maka dengan itu dibutuhkan sebuah alat pendeteksi kebakaran[2].

Kemajuan teknologi yang pesat seperti saat ini cocok untuk tugas penyediaan sistem alarm yang peka dan efektif, maka dengan itu dibutuhkan sebuah alat pendeteksi kebakaran [3]. Untuk mencegah kebakaran dan semua kerugian yang diakibatkan, penulis mendapat ide untuk rancang bangun alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor asap tipe MQ-2, buzzer dan Modul GSM (Global System for Mobile Communication) SIM800L berbasis Arduino Uno [4]. Sensor MQ-2 adalah sensor sebagai pendeteksi adanya asap. Selain bisa mendeteksi asap, Sensor ini juga biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri [5]. Gas yang dapat dideteksi diantaranya : LPG, i-butane, propane, methane, alcohol, Hydrogen, smoke [6]. Sensor ini sangat cocok di gunakan untuk alat darurat sebagai deteksi gas-gas, seperti deteksi kebocoran gas, deteksi asap untuk pencegahan kebakaran dan lain-lain [7]. Dan alat yang paling penting dalam proyek ini yaitu modul GSM SIM800L. Salah satu kelebihan modul GSM ini adalah sangat mudah digunakan dan dioperasikan baik melalui komputer langsung maupun menggunakan mikrokontroler seperti Arduino Uno [8]. Fungsinya modul GSM SIM800L ini digunakan sebagai alat untuk mengirim notifikasi ke nomor tujuan sesuai dengan program yang di upload ke board arduino [9]. Proses paling penting pada proyek ini yaitu memasukkan bahasa pemrograman dan mengedit perintah yang diperlukan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) [10].

Pada penelitian ini, penulis menambahkan sebuah alat peringatan berupa sms dan telepon yang menggunakan modul SIM800L (Early Warning System). Dengan demikian tingkat respon saat ada kebakaran semakin meningkat dan dengan cepat kebakaran dapat diatasi.

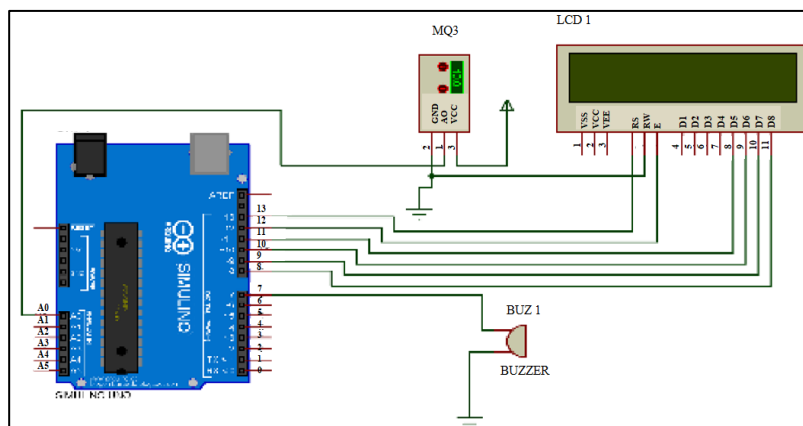
Metode

Jenis penelitian yang digunakan pada buku skripsi ini adalah metode eksperimen berupa rancang bangun sebuah alat tanda kebakaran / Fire Alarm berbasis Arduino Uno yang dimana nantinya alat ini akan dilengkapi dengan sensor asap MQ-2. Pembuatan alat ini dirancang secara bertahap meliputi: observasi, persiapan, perakitan, pengujian, dan pembuatan laporan.

Pada tahap observasi penulis melakukan pengamatan di lapangan, temuan yang dijadikan penulis sebagai acuan dalam pembuatan alat ini yaitu peristiwa kebakaran yang menyebabkan banyak kerugian baik moral maupun materiil karena terlambat mengetahui maupun penanganan. Pada tahap persiapan, penulis mencari referensi dan keperluan-keperluan yang dibutuhkan pada saat perancangan nantinya, selanjutnya tahap perakitan / perancangan, pada tahapan ini penulis mulai merancang alat sesuai dengan skema dan membuat box untuk tempat alat tersebut agar terlihat lebih estetik.

Tahap selanjutnya eksperimen ini yaitu pengujian alat setelah dirakit, pada tahapan ini penulis akan menguji alat apakah alat tersebut bekerja atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi asap sebagai media untuk menguji kinerja alat tersebut, cara pengujianya yaitu memberi / membuat asap dan didekatkan ke sensor MQ-2 / sensor asap dan mengamatinya.

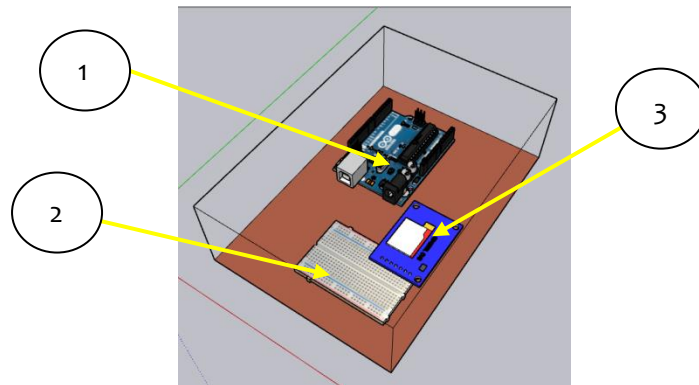
Berikut ini merupakan skema rangkaian dari sumber jurnal yang akan dijadikan sebagai pembanding dari sistem Fire alarm yang akan penulis buat dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. Skema rangkaian fire alarm sebagai pembanding

Skema penataan komponen di dalam box

Berikut ini adalah skema box / tempat rangkaian alat pendeteksi kebakaran (asap) dengan dimensi bisa disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan. Skema tersebut dapat dilihat pada gambar berikut

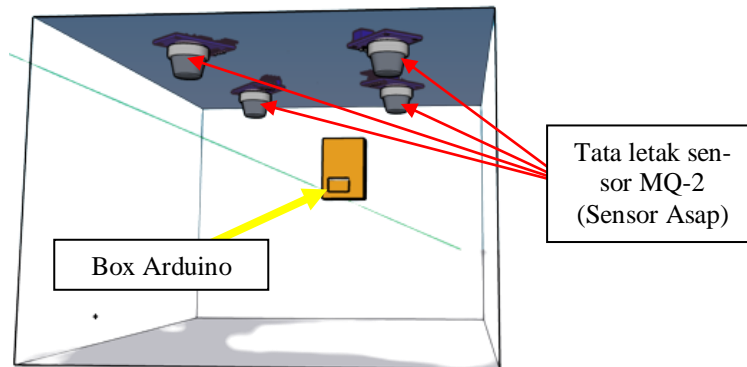


Gambar 2. Skema penataan komponen dalam box yang direncanakan

Keterangan gambar:

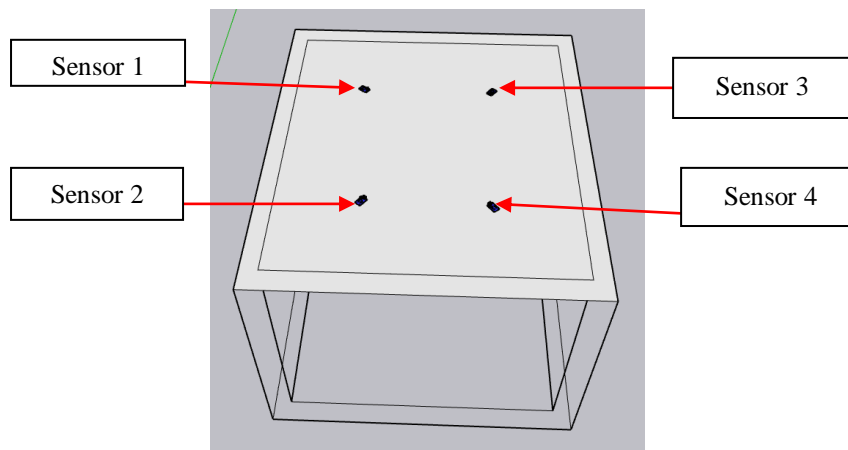
- 1) Arduino UNO
- 2) Breadboard
- 3) Modul GSM SIM800L

Tata letak komponen



Gambar 3. Tata letak komponen

Tata letak sensor pada ceiling



Gambar 3. Tata letak sensor pada ceiling

Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rancang bangun fire alarm menggunakan SMS (Short Message Service) dan panggilan telpon melalui modul SIM800L, buzzer, dan sensor MQ2 berbasis arduino. Pengujian dilakukan dengan variasi objek penelitian yaitu asap dari kayu, kertas, spon, kain, dan plastik.

Data yang diperoleh pada hasil pengujian ini yaitu responsible dari buzzer dan modul SIM800L pada variasi tingkat kepekatan asap serta delay pemberitahuan berupa suara dari buzzer, sms, dan panggilan masuk. Untuk data hasil pengujian keseluruhan, akan disajikan pada tabel lampiran

Perancangan Alat

Berikut ini merupakan proses dalam perancangan sistem fire alarm berbasis arduino uno, dimana proses tersebut meliputi: pemilihan alat dan bahan yang digunakan, serta pemilihan komponen dengan berlandaskan desain yang direncanakan, referensi, dan teori-teori yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, serta proses perakitan komponen sampai dengan pengujian dan pengambilan data.

a) Alat dan bahan

Berikut ini alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem fire alarm berbasis arduino uno:

1. bor set
2. penggaris dan penanda (pulpen/pensil)
3. double tape
4. obeng +/-
5. akrilik dan kayu
6. kabel ties
7. isolasi listrik
8. pusau cutter dan gunting

b) Proses menentukan ukuran dan pengolahan bahan

Pada proses ini langkah-langkah yang dilakukan yaitu: menentukan ukuran bahan yang digunakan, mengukur dan pemotongan akrilik, perakitan komponen dan merangkai pengkabelan

1. Menentukan dimensi rancangan

Berikut adalah ukuran box arduino dengan bahan baku kayu ketebalan 5 mm. Di dalam box tersebut terdapat :

- 1) Board arduino dengan panjang 68,6 mm, lebar 53,4 mm, dan tebal 12 mm
- 2) Modul SIM800L dengan panjang 40 mm, lebar 28 mm, dan tebal 6 mm
- 3) Bread board / papan jumper dengan panjang 85 mm, lebar 55 mm, dan tebal 8 mm
- 4) Panjang pin kabel jumper 14 mm
- 5) Tebal tutup box tebal 2 mm

Untuk jarak board dengan breadboard/papan jumper diberi space 2 cm (20 mm), maka untuk menghitung panjang dan lebar box yang dibutuhkan dapat dilihat dari persamaan berikut:

a) menentukan panjang box

Panjang box ditentukan berdasarkan dimensi dari komponen yang akan disusun/diletakkan dalam box tersebut, berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan panjangnya, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$d_{atas} + \text{Panjang arduino} + \text{space} + \text{lebar breadboard} + d_{bawah}$$

dimana:

$$d_{atas} = \text{ketebalan dinding atas}$$

$$d_{bawah} = \text{ketebalan dinding bawah}$$

diketahui:

atas = 5 mm

dbawah = 5 mm

Panjang arduino = 68,6 mm

Space = 20 mm

Lebar breadboard = 55 mm

maka:

$$5\text{ mm} + 68,6\text{ mm} + 20\text{ mm} + 55\text{ mm} + 5\text{ mm} = 153,6\text{ mm}$$

Jadi, panjang total yang diperlukan untuk membuat box arduino yaitu 153,6 mm, dibulatkan menjadi 154 mm (15,4 cm)

b) menentukan lebar box

Lebar box ditentukan berdasarkan dimensi dari komponen yang akan disusun dalam box tersebut, berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan lebarnya, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$d_{\text{kiri}} + \text{lebar arduino} + \text{space} + \text{lebar modul SIM800L} + d_{\text{kanan}}$$

dimana:

d_{kiri} = ketebalan dinding sisi kiri

d_{kanan} = ketebalan dinding sisi kanan

diketahui:

$d_{\text{kiri}} = 5\text{ mm}$

$d_{\text{kanan}} = 5\text{ mm}$

Lebar arduino = 53,4 mm

Space = 20 mm

Lebar modul SIM800L = 28 mm

maka:

$$5\text{ mm} + 53,4\text{ mm} + 20\text{ mm} + 28\text{ mm} + 5\text{ mm} = 111,4\text{ mm}$$

Jadi, lebar total yang diperlukan untuk membuat box arduino yaitu 111,4 mm, dibulatkan 112 mm (11,2 cm)

c) menentukan tebal dan kedalaman box

kedalaman box ditentukan berdasarkan dimensi dari komponen paling tebal karena paling banyak memerlukan ruang setelah dirakit (board arduino dan kabel jumper) berikut ini merupakan perhitungan dalam menentukan ketebalan box, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$d_{\text{dudukan}} + \text{tebal arduino} + \text{panjang pin kabel jumper} + \text{space} + \text{tebal tutup box}$$

dimana:

d_{dudukan} = tebal dudukan/alas

diketahui:

$d_{\text{dudukan}} = 5\text{ mm}$

Tebal arduino = 12 mm

Panjang pin kabel jumper = 14 mm

Tebal tutup box = 2 mm

Space = 15 mm

maka:

$$5 + 12 + 14 + 15 + 2 = 48\text{ mm}$$

Jadi, ketebalan total box arduino yang diperlukan yaitu 48 mm (4,8 cm), maka kedalaman box tersebut dapat dicari dengan perhitungan berikut:

Ketebalan box – ketebalan alas – ketebalan tutup box

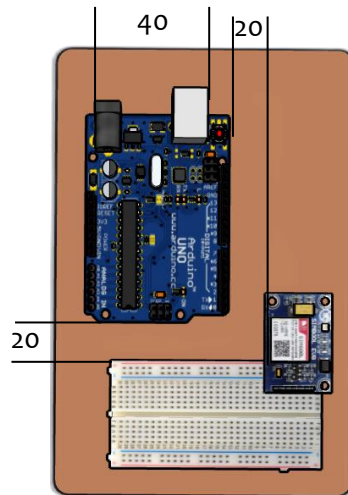
maka:

$$48 \text{ mm} - 5 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 41 \text{ mm}$$

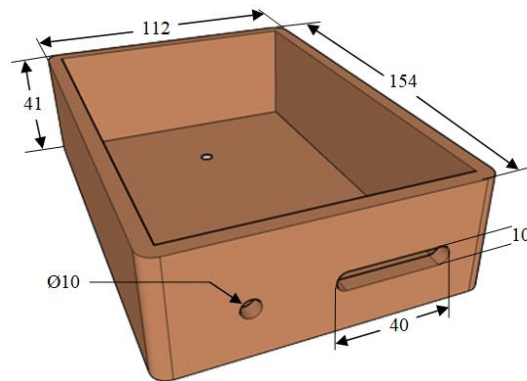
Jadi, kedalaman pada ruangan box tersebut yaitu 41 mm (4,1 cm)

d) menentukan ukuran lubang kabel power arduino

Berikut ini perhitungan untuk menentukan dimensi lubang yang akan dibuat pada box arduino, lubang tersebut digunakan untuk tempat kabel USB dan power jack. Dimana jarak antara power USB dan power jack yaitu 40 mm dengan ketebalan yang sama yaitu 10 mm. Saat arduino diletakkan pada alasnya, jarak dari alas/dudukan sampai bagian bawah power USB/power jack setelah diukur hasilnya 5 mm. Untuk lebih jelasnya, ukuran yang sudah didapat dari hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 4 dan 5



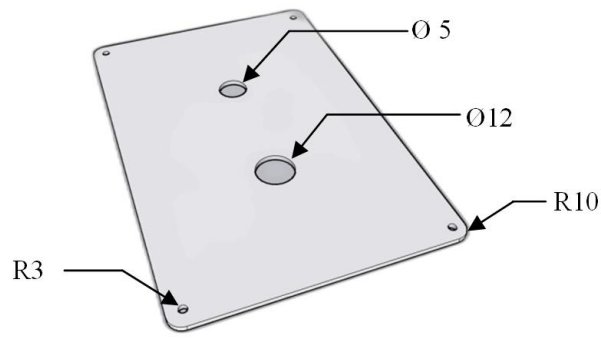
Gambar 4. Jarak penempatan komponen di dalam box



Gambar 5. Dimensi box arduino

e) dimensi tutup box arduino

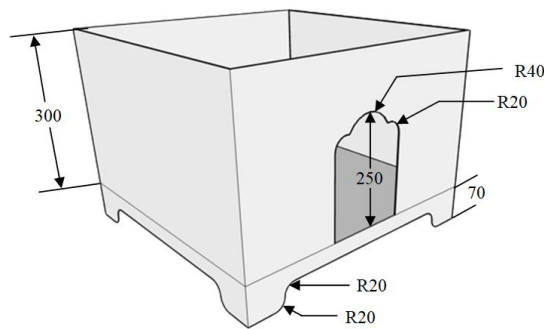
Berikut adalah dimensi dari box arduino dengan bahan baku akrilik dengan ukuran panjang dan lebar sama dengan box arduino, dan tebal 2 mm agar lebih mudah untuk mengamati komponen di dalam box tersebut. Pada tutup box arduino terdapat antenna modul SIM800L dengan diameter 5 mm, buzzer dengan diameter 12 mm dan 4 lubang sekrup di setiap sudut dengan ukuran 3 mm



Gambar 6. Dimensi tutup box arduino

f) dimensi simulasi ruangan

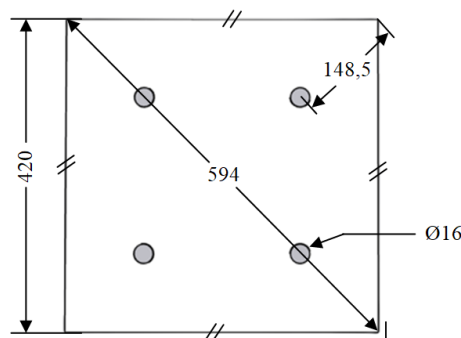
Berikut merupakan dimensi dari simulasi ruangan menggunakan akrilik agar lebih mudah dalam melakukan pengamatan saat pengujian nantinya dengan ketebalan akrilik 2 mm.



Gambar 7. Dimensi simulasi ruangan

g) dimensi tempat sensor asap

Berikut ini merupakan dimensi dari lubang untuk penempatan sensor asap (MQ2), sensor ditempatkan pada ceiling dengan jumlah 4 titik, berada di posisi titik tengah antara center ceiling dengan titik sudut ceiling, dengan demikian range pendeteksian sensor lebih merata saat ada asap pada titik tertentu dalam ruangan



Gambar 8. Dimensi tempat sensor

2. Proses mengukur dan memotong bahan

Pada proses ini, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan ukuran menggunakan pulpen atau sejenisnya untuk menandai ukuran/garis yang digunakan untuk patokan dalam proses pemotongan nantinya. Lakukan penandaan pada bahan sesuai dengan ukuran-ukuran yang sudah didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya.



Gambar 9. Proses penandaan pada bahan sebelum dipotong

Setelah selesai menandai bahan yang akan dipotong/dilubangi, berikut ini merupakan proses pemotongan bahan menggunakan gerinda/bor atau sejenisnya dan lakukan sesuai dengan garis potong yang sudah ditetapkan.



Gambar 10. Proses pemotongan bahan

3. Proses perakitan

Proses selanjutnya yaitu perakitan, pada proses ini langkah yang dilakukan yaitu merakit komponen/bahan yang sudah dipotong sesuai dengan gambar dan bentuk yang sudah direncanakan sebelumnya

a. proses perakitan akrilik

Pada proses ini, perakitan bahan untuk simulasi ruangan yang sudah dipotong menggunakan lem akrilik agar merekat dengan baik.



Gambar 11. Proses perakitan akrilik

b) proses pemasangan sensor

Proses selanjutnya yaitu merakit sensor pada ceiling, setelah akrilik dilubangi dengan ukuran dan ketentuan yang sudah dibahas sebelumnya, pasang sensor MQ2 dan rekatkan dengan double tape agar tetap pada posisinya.



Gambar 12. Proses pemasangan sensor pada ceiling

c. proses perakitan komponen di dalam box arduino

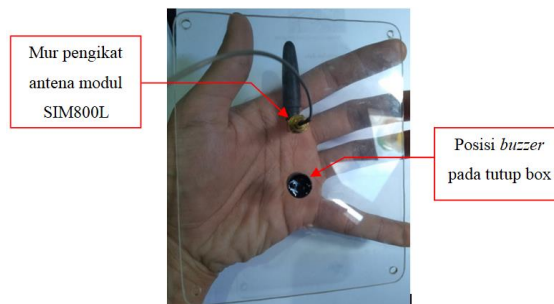
Pada proses ini, lakukan perakitan sesuai dengan gambar rancangan/gambar tata letak komponen di dalam box arduino tersebut. Gunakan double tape pada bagian bawah arduino kemudian rekatkan pada box arduino sisi kiri atas (sesuai dengan gambar rancangan), langkah selanjutnya yaitu buka kertas lapisan double tape pada breadboard dan tempelkan pada box sesuai dengan gambar rancangan, biasanya double tape sudah tersedia pada bagian bawah breadboard, apabila tidak ada maka bisa menambahkan double tape sendiri



Gambar 13. Proses perakitan komponen di box arduino

c. proses perakitan komponen pada tutup box

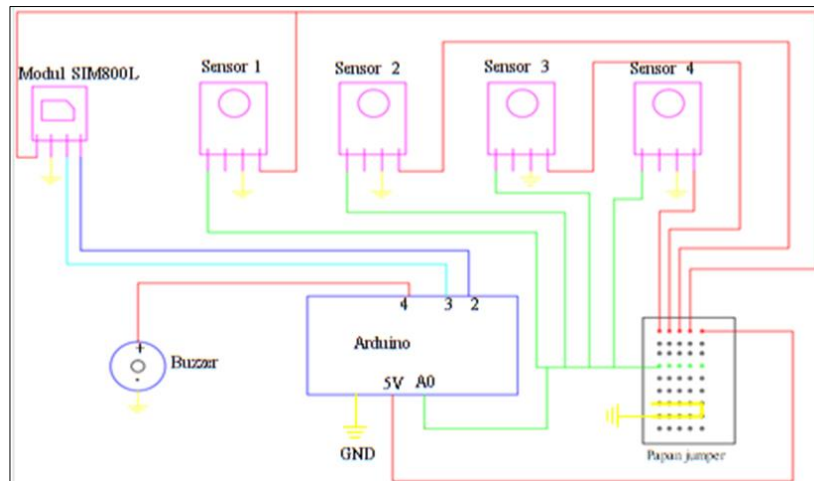
Pada proses ini komponen yang digunakan yaitu akrilik dengan ukuran yang sudah ditentukan pada pembahasan sebelumnya, dimana pada tutup box ini terdapat buzzer dan antena modul SIM800L. Langkah pertama yaitu masukkan buzzer pada lubang dengan diameter 12 mm kemudian rekatkan dengan lem akrilik, selanjutnya lepaskan mur pada antena modul SIM800L dan masukkan ke lubang dengan diameter 5 mm dan kencangkan murnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 14. Posisi antena dan buzzer pada tutup box

4. Proses merangkai kelistrikan

Berikut ini merupakan gambar rangkaian kelistrikan *fire alarm*



Gambar 15. Skema rangkaian fire alarm yang direncanakan

Setelah komponen sudah terpasang pada posisinya, langkah selanjutnya yaitu proses merangkai pengkabelan/kelistrikan, dimana pada proses ini alat dan bahan yang digunakan yaitu kabel jumper male to male, female to female, male to female, kabel ties, double tape, isolasi listrik, gunting dan pisau cutter. Untuk wiring diagram pengkabelan dapat dilihat pada gambar 15

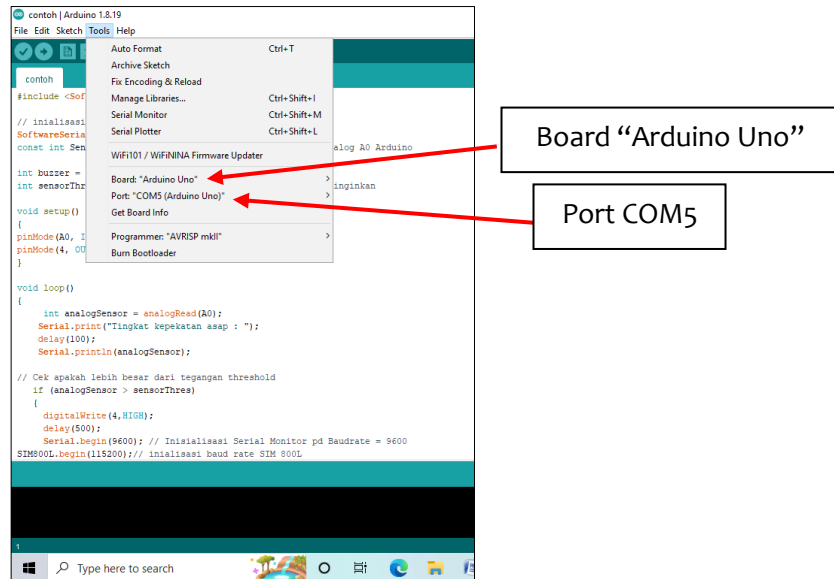
Setelah mengetahui gambar rangkaian yang akan dibuat, langkah selanjutnya yaitu merangkai pengkabelan sesuai dengan gambar rangkaian. Pertama rangkai kabel power pada semua komponen dengan cara hubungkan terminal 5V pada arduino ke papan jumper, kemudian kabel power untuk sensor dan modul SIM800L (jalur warna merah) dihubungkan ke papan jumper sehingga menjadi 1. Selanjutnya merangkai kabel output sensor, hubungkan pin A0 pada sensor dan arduino ke papan jumper (jalur warna hijau), untuk kabel power dari buzzer, hubungkan terminal + pada buzzer ke terminal 4 pada arduino, kemudian hubungkan terminal TXD pada modul ke pin 2 arduino (jalur warna biru tua) dan terminal RXD dihubungkan ke pin 3 arduino. Langkah selanjutnya merangkai kabel ground, hubungkan pin GND/terminal negatif dari buzzer, modul SIM800L, dan pin GND sensor asap ke papan jumper, kemudian dihubungkan ke pin GND arduino.

5. Proses pemrograman arduino uno

Pada pemrograman arduino uno ini, peneliti melakukan modifikasi program yang di dapat pada situs <https://create.arduino.cc/projecthub/irdani/arduino-uno-alat-pendeteksi-kebakaran-c59832>.

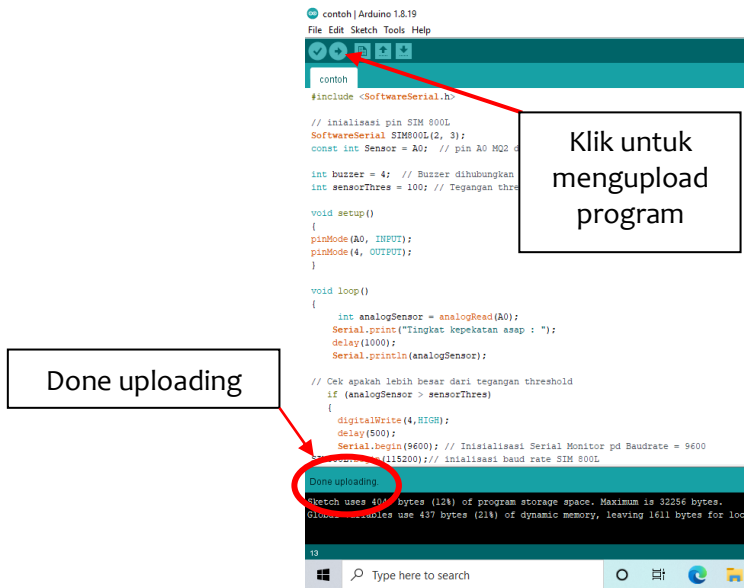
Berikut ini langkah-langkah dalam memodifikasi program arduino menggunakan aplikasi arduino IDE:

- 1) Buka aplikasi arduino IDE yang sudah terinstal di komputer atau laptop
- 2) setting port sesuaikan dengan port yang terhubung ke komputer/laptop dengan cara pilih "Tools" (contoh Port COM5), dan "board" pilih arduino uno, setelah masuk ke dalam aplikasi kemudian lakukan pemrograman



Gambar 16. Setting port dan board yang digunakan

- 3) Setelah selesai melakukan pemrograman, upload program dengan cara klik tanda panah pada pojok kiri atas.
- 4) Jika program sudah benar, pada pojok kiri bawah akan terlihat notifikasi “Done Uploading” yang artinya program sudah masuk ke board arduino, apabila terjadi error maka perlu melakukan pengecekan kembali pada bahasa pemrograman



Gambar 17. mengupload program ke board arduino

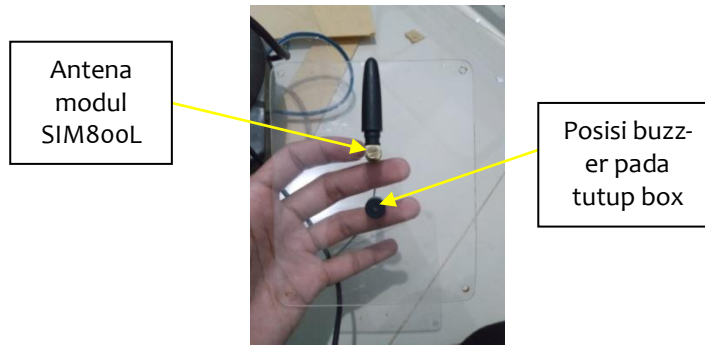
Hasil perancangan

Hasil perancangan alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino uno dan dapat mendeteksi adanya asap kebakaran dengan menggunakan sensor MQ2 sebagai sensor/input pendeteksi asap, board arduino uno sebagai pengolah data yang diberi sinyal dari MQ2, dengan Buzzer dan modul GSM SIM800L sebagai output. Berikut ini merupakan hasil rancangan yang telah direncanakan:

1. Hasil rancangan tutup box arduino

Berikut ini merupakan hasil rancangan tutup box arduino, dimana pada tutup tersebut terdapat antena modul SIM800L dan buzzer. Antena dipasang pada sisi luar tutup box dengan ujung antena menghadap ke atas untuk memungkinkan penangkapan sinyal lebih baik dibandingkan dengan posisi antena di dalam box,

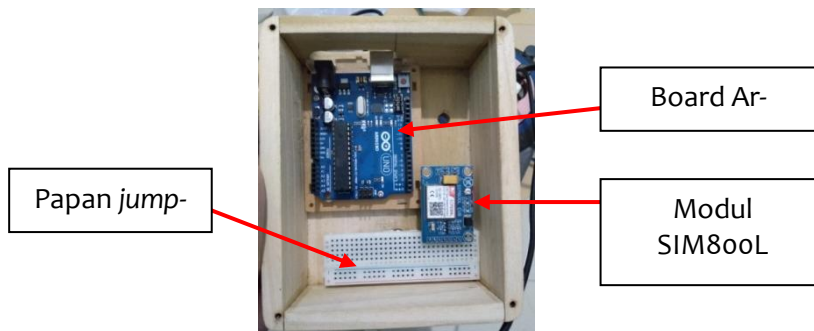
dan buzzer juga harus dipasang di bagian luar tutup box agar suara yang dihasilkan dapat di dengar dengan jelas saat alat bunyi.



Gambar 18. hasil rancangan tutup box arduino

2. Tata letak komponen di dalam box

Berikut ini merupakan tata letak komponen di dalam box yang terdiri dari board arduino uno, modul GSM SIM800L, dan project board. Tata letak berikut merupakan hasil perhitungan terhadap ukuran/dimensi dari masing-masing komponen untuk mendapatkan ukuran box yang lebih minimalis/kecil tetapi tidak mempersulit saat perangkaiannya. Setiap komponen sudah diberi space/jarak antar komponen, dimana jarak tersebut berfungsi untuk memperkecil potensi short dan sebagai jalur kabel untuk kerapiannya agar jalur kabel tidak menempel dengan komponen.



Gambar 19. Tata letak komponen di dalam box

3. Tampak depan simulasi ruangan

Berikut ini merupakan hasil rancangan simulasi ruangan yang dimana terdapat lubang pintu yang digunakan untuk memasukkan objek penelitian saat pengujian nantinya

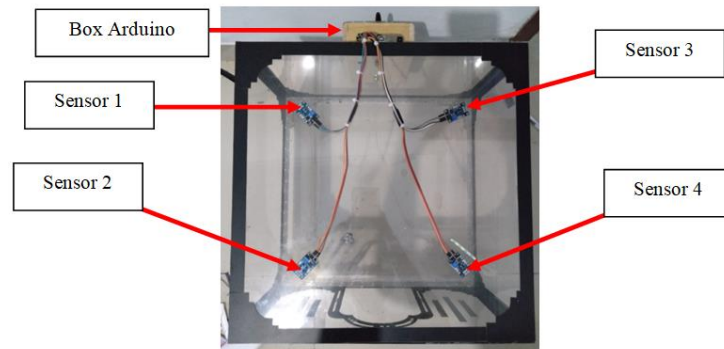


Gambar 20. Tampak depan simulasi ruangan

4. Tata letak sensor dan pengkabelan

Berikut ini merupakan tampak atas hasil rancangan terdapat 4 sensor asap dan kabel penghubungnya. Sensor ditempatkan di atas ceiling dan ujungnya mengarah ke ruangan agar PCB dari sensor tersebut tidak kontak langsung dengan ruangan dan panas dalam ruangan saat ada api tidak langsung mengenai PCB dari sensor tersebut, untuk posisi sensor tersebut ditempatkan pada titik tengah antara sudut ruangan dengan

titik tengah ceiling untuk menyamakan range/area jangkauan setiap sensor agar lebih optimal melakukan pendeteksian saat ada asap pada sudut tertentu.

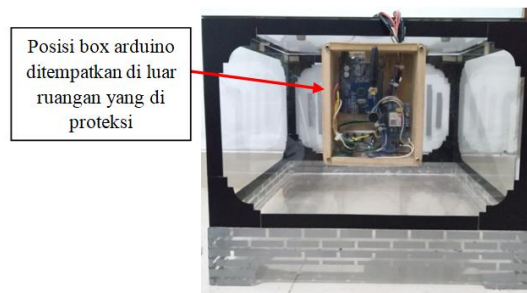


Gambar 21. Tampak atas

5. Penempatan box arduino

Berikut ini merupakan hasil rancangan dan penempatan box arduino pada simulasi ruangan, box arduino ditempatkan diluar ruangan atau di tempat yang memiliki potensi kebakaran rendah.

Penempatan box diluar ruangan dengan tujuan menghindari panas dan asap apabila terjadi kebakaran, panas berlebih dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen di dalam box tersebut, sedangkan asap dapat menyebabkan sinyal yang ditangkap antena modul SIM800L tidak optimal bahkan bisa terputus.

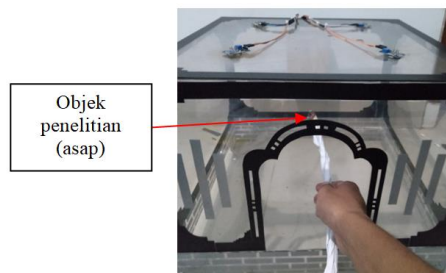


Gambar 22. Penempatan box arduino

Proses pengambilan data

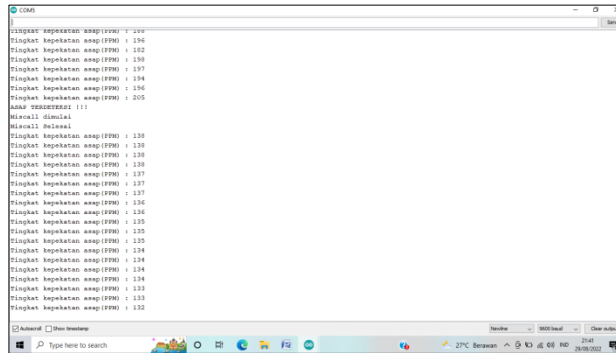
Berikut ini merupakan proses pengambilan data pada penelitian ini:

1. bahan yang digunakan untuk menghasilkan asap sebagai objek penelitian yaitu kayu, kertas, spon, kain, dan plastik.
2. bakar bahan tersebut secara bergantian agar menghasilkan asap dan masukkan ke dalam ruangan, lakukan pengujian dengan bahan baku yang berbeda untuk mengetahui perbandingan data yang dihasilkan.



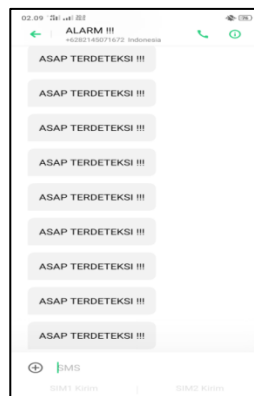
Gambar 23. Penempatan box arduino

- untuk mengukur tingkat kepekatan asap dapat dilihat di serial monitor pada aplikasi arduino. Pada tampilan serial monitor, data yang ditampilkan yaitu tingkat kepekatan asap notifikasi panggilan dimulai dan panggilan selesai.



Gambar 24. Tampilan data pada serial monitor

- alat ukur yang digunakan volt meter (DC) untuk mengukur tegangan output dari sensor dan stopwatch untuk menghitung waktu saat pengambilan data.
- Berikut ini merupakan tampilan pesan SMS (Short Message Service) yang diterima apabila alat mendeteksi adanya asap dan mengirim pemberitahuan ke handphone dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 25. Tampilan notifikasi sms

Berikut ini merupakan tampilan panggilan yang diterima apabila alat mendeteksi adanya asap dan mengirim pemberitahuan ke handphone



Gambar 26. Tampilan notifikasi panggilan

pengolahan data hasil pengujian

Pada proses ini data penelitian yang sudah di dapat akan diolah dengan cara mencari rata-rata hasil dari beberapa pengujian yang sudah dilakukan.

1. Menghitung rata-rata hasil pengujian sensor asap dengan bahan baku dari kayu

Tabel 1. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino dengan bahan baku asap dari kayu

Waktu	bahan baku asap	Kadar asap (PPM)	Respon Buzz-er (hidup/mati)	Tegangan output sensor (VDC)	Telpon masuk (Ada/Tidak)	Sms masuk (ada/tidak)
09.00	Kayu	198	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.01		187	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.02		176	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.03		165	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.04		152	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.05		205	hidup	1,33	Ada	Ada
09.06		207	hidup	1,35	Ada	Ada
09.07		206	hidup	1,30	Ada	Ada
09.08		205	hidup	1,33	Ada	Ada
09.09		202	hidup	1,36	Ada	Ada

a) rata-rata kadar asap yang di deteksi sensor

Untuk menghitung rata-rata pengujian, persamaan yang digunakan yaitu:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{Banyaknya data}}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$\text{Rata - rata kadar asap kayu} = \frac{205 + 207 + 206 + 205 + 202}{5}$$

$$\text{Rata - rata kadar asap kayu} = \frac{1.025}{5}$$

$$\text{Rata - rata kadar asap kayu} = \mathbf{205 \text{ PPM}}$$

b) rata-rata tegangan output sensor

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{1,33 + 1,35 + 1,30 + 1,33 + 1,36}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{6,67}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \mathbf{1,33 \text{ VDC}}$$

c) rata-rata tegangan output saat tidak terdeteksi ada asap

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,7}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \mathbf{0,14 \text{ VDC}}$$

2. Menghitung rata-rata hasil pengujian sensor asap dengan bahan baku dari kertas

Tabel 2. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino dengan bahan baku asap dari kertas

Waktu	bahan baku asap	Kadar asap (PPM)	Respon Buzzer (hidup/mati)	Tegangan output sensor (VDC)	Telpon masuk (Ada/Tidak)	Sms masuk (ada/tidak)
09.10	Kertas	195	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.11		190	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.12		181	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.13		176	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.14		153	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.15		204	hidup	1,23	Ada	Ada
09.16		203	hidup	1,30	Ada	Ada
09.17		205	hidup	1,31	Ada	Ada
09.18		204	hidup	1,35	Ada	Ada
09.19		205	hidup	1,30	Ada	Ada

a) rata-rata kadar asap yang di deteksi sensor

Untuk menghitung rata-rata pengujian, persamaan yang digunakan yaitu:

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ data}{Banyaknya\ data}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kertas = \frac{204 + 203 + 205 + 204 + 205}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kertas = \frac{1.021}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kertas = 204,2\ PPM$$

b) rata-rata tegangan output sensor

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{1,23 + 1,30 + 1,31 + 1,35 + 1,30}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{6,49}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 1,298 = 1,30\ VDC$$

c) rata-rata tegangan output saat tidak terdeteksi ada asap

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,6}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 0,12\ VDC$$

3. Menghitung rata-rata hasil pengujian sensor asap dengan bahan baku dari spon

Tabel 3. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino dengan bahan baku asap dari spon

Waktu	bahan baku asap	Kadar asap (PPM)	Respon Buzzer (hidup/mati)	Tegangan output sensor (VDC)	Telpon masuk (Ada/Tidak)	Sms masuk (ada/tidak)
09.20	Spon	197	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.21		195	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.22		196	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.23		194	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.24		198	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.25		201	hidup	1,30	Ada	Ada
09.26		202	hidup	1,33	Ada	Ada
09.27		201	hidup	1,31	Ada	Ada
09.28		203	hidup	1,32	Ada	Ada
09.29		202	hidup	1,33	Ada	Ada

a) rata-rata kadar asap yang di deteksi sensor

Untuk menghitung rata-rata pengujian, persamaan yang digunakan yaitu:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{Banyaknya data}}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$\text{Rata - rata kadar asap spon} = \frac{201 + 202 + 201 + 203 + 202}{5}$$

$$\text{Rata - rata kadar asap spon} = \frac{1.009}{5}$$

$$\text{Rata - rata kadar asap spon} = 201,8 \text{ PPM}$$

b) rata-rata tegangan output sensor

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{1,30 + 1,31 + 1,33 + 1,36 + 1,36}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{6,66}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = 1,332 = 1,32 \text{ VDC}$$

c) rata-rata tegangan output saat tidak terdeteksi ada asap

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,6}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = 0,12 \text{ VDC}$$

4. Menghitung rata-rata hasil pengujian sensor asap dengan bahan baku dari kain

Tabel 4. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino dengan bahan baku asap dari kain

Waktu	bahan baku asap	Kadar asap (PPM)	Respon Buzzer (hidup/mati)	Tegangan output sensor (VDC)	Telpon masuk (Ada/Tidak)	Sms masuk (ada/tidak)
09.30	Kain	196	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.31		196	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.32		194	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.33		198	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.34		195	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.35		203	hidup	1,30	Ada	Ada
09.36		204	hidup	1,31	Ada	Ada
09.37		202	hidup	1,33	Ada	Ada
09.38		203	hidup	1,36	Ada	Ada
09.39		204	hidup	1,36	Ada	Ada

a) rata-rata kadar asap yang di deteksi sensor

Untuk menghitung rata-rata pengujian, persamaan yang digunakan yaitu:

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ data}{Banyaknya\ data}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kain = \frac{203 + 204 + 202 + 203 + 204}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kain = \frac{1.016}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ kain = 203,2\ PPM$$

b) rata-rata tegangan output sensor

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{1,30 + 1,31 + 1,33 + 1,36 + 1,36}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{6,66}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 1,332 = 1,32\ VDC$$

c) rata-rata tegangan output saat tidak terdeteksi ada asap

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,6}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 0,12\ VDC$$

5. Menghitung rata-rata hasil pengujian sensor asap dengan bahan baku dari plastic

Tabel 5. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino dengan bahan baku asap dari plastik

Waktu	bahan baku asap	Kadar asap (PPM)	Respon Buzzer (hidup/mati)	Tegangan output sensor (VDC)	Telpon masuk (Ada/Tidak)	Sms masuk (ada/tidak)
09.40	Plastik	195	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.41		190	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.42		194	mati	0,2	Tidak	Tidak
09.43		198	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.44		195	mati	0,1	Tidak	Tidak
09.45		201	hidup	1,23	Ada	Ada
09.46		201	hidup	1,32	Ada	Ada
09.47		202	hidup	1,35	Ada	Ada
09.48		203	hidup	1,33	Ada	Ada
09.49		201	hidup	1,36	Ada	Ada

a) rata-rata kadar asap yang di deteksi sensor

Untuk menghitung rata-rata pengujian, persamaan yang digunakan yaitu:

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ data}{Banyaknya\ data}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ plastik = \frac{201 + 201 + 202 + 203 + 201}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ plastik = \frac{1.008}{5}$$

$$Rata - rata\ kadar\ asap\ plastik = 201,5\ PPM$$

b) rata-rata tegangan output sensor

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{1,23 + 1,32 + 1,35 + 1,33 + 1,36}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{6,59}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 1,318 = 1,32\ VDC$$

c) rata-rata tegangan output saat tidak terdeteksi ada asap

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = \frac{0,6}{5}$$

$$Rata - rata\ tegangan\ output = 0,12\ VDC$$

Berikut ini merupakan rata-rata dari data yang sudah diolah dan dituangkan dalam bentuk tabel. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 6. Hasil pengujian sensor asap (MQ-2)

Tabel Pengujian Sensor Asap MQ-2				
No	Bahan baku asap	Kadar Asap (PPM)	Respon buzzer (I/O)	Rata-rata Tegangan Output (Volt DC)
1.	Kayu	205	I	1,33
2.	Kertas	204	I	1,30
3.	Spon	202	I	1,32
4.	Kain	203	I	1,33
5.	Plastik	202	I	1,32

Keterangan:

I = Buzzer bunyi

O = Buzzer tidak bunyi

Data diatas merupakan rata-rata dari hasil pengujian yang sudah dilakukan dengan demikian dapat diartikan bahwa alat pendeteksi kebakaran dapat mendeteksi asap dan mengirim pemberitahuan dengan rata-rata kadar asap sekitar 202-205 PPM.

Berikut ini merupakan perbandingan tegangan yang dihasilkan pada saat tidak ada asap dan pada saat ada asap yang terdeteksi, dimana hasil tersebut didapat dengan merata-ratakan hasil pengujian dari 5 jenis bahan baku penghasil asap

6) rata-rata tegangan output sensor saat asap terdeteksi

berikut merupakan perhitungan rata-rata tegangan output sensor pada saat asap terdeteksi oleh sensor.

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{Banyaknya data}}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{1,33 + 1,30 + 1,32 + 1,33 + 1,32}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{6,6}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = 1,32 \text{ VDC}$$

7) rata-rata tegangan output sensor saat tidak ada asap terdeteksi

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,14 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,12}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = \frac{0,62}{5}$$

$$\text{Rata - rata tegangan output} = 0,124 = 0,12 \text{ VDC}$$

Jadi, saat asap terdeteksi maka rata-rata tegangan yang dihasilkan yaitu 1,32 volt DC sedangkan saat tidak terdeteksi ada asap output tegangan sensor sebesar 0,12 VDC. Berikut ini merupakan tabel dari hasil pengujian alat

Tabel 7. Hasil pengujian alat pendeteksi asap

Tabel Pengujian Terhadap Respon Alat					
No	Metode	Tegangan DC (Volt)	Respon Buzzer (I/O)	Telepon Masuk (Ada/Tidak Ada)	SMS Masuk (Ada/Tidak Ada)
1	Ada Asap	1,32	I	Ada	Ada
2	Tidak Ada Asap	0,12	O	Tidak Ada	Tidak Ada

Keterangan:

I = Buzzer bunyi

O = Buzzer tidak bunyi

8) Pengujian delay notifikasi saat terdeteksi asap

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian delay notifikasi/pemberitahuan saat terdeteksi adanya asap.

Tabel 8. Hasil pengujian delay notifikasi

Bahan baku asap	Delay buzzer (s)	Delay panggilan (s)	Delay SMS (s)
Kayu	9	17	13
	7	18	14
	8	18	17
	6	19	15
	8	17	16
Rata-rata	7,6	17,8	15
Kertas	8	17,5	14
	9	18,1	15
	7	17,9	13
	8	17,8	16
	6	18	17
Rata-rata	7,6	17,86	15
Spon	15	17,5	16
	16	17,2	17
	15	17	19
	18	18	18
	16	16	18
Rata-rata	16	17,14	17,6
kain	10	16,9	18
	9	16,2	17
	11	17,1	17
	12	19	15
	10	17,9	16
Rata-rata	10,4	17,42	16,6
Plastik	13	17,1	20
	14	16,9	19
	13	18,3	20
	15	16,9	19
	12	17,5	18
Rata-rata	13,4	17,34	19,2

Berikut merupakan perhitungan rata-rata delay/keterlambatan dalam memberikan pemberitahuan saat ada asap terdeteksi.

a) delay buzzer

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah data}}{\text{Banyaknya data}}$$

dimana:

Jumlah data = hasil dari penjumlahan data dalam 1 tabel

Banyaknya data = jumlah data dalam 1 tabel

maka:

$$\text{Rata - rata delay buzzer} = \frac{7,6 + 7,6 + 16 + 10,4 + 13,4}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay buzzer} = \frac{55}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay buzzer} = \mathbf{11 \text{ detik}}$$

b) delay sms

$$\text{Rata - rata delay sms} = \frac{15 + 15 + 17,6 + 16,6 + 19,2}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay sms} = \frac{83,4}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay sms} = \mathbf{16,68 \text{ detik}}$$

c) delay panggilan

$$\text{Rata - rata delay panggilan} = \frac{17,8 + 17,86 + 17,14 + 17,42 + 17,34}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay panggilan} = \frac{87,56}{5}$$

$$\text{Rata - rata delay panggilan} = \mathbf{17,51 \text{ detik}}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka hasil dapat dituangkan ke dalam bentuk tabel berikut

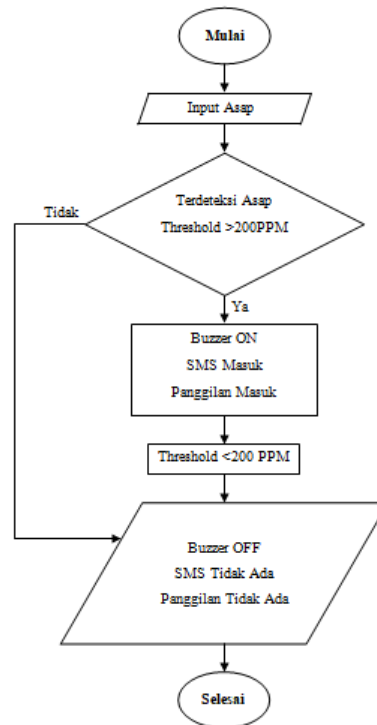
Tabel 9. Rata-rata hasil pengujian delay notifikasi

Percobaan	Waktu Rata-Rata (detik)
Delay buzzer	11
Delay pengiriman sms SIM800L V2	16,68
Delay emergency call SIM800L V2	17,51

cara kerja alat pendeteksi kebakaran

Berikut ini merupakan cara kerja dari alat pendeteksi kebakaran berbasis arduino uno yang bisa mengirim SMS (Short Message Service) dan melakukan panggilan apabila terdeteksi adanya asap dalam ruangan yang di proteksi.

Pada penjelasan cara kerja alat ini, peneliti menampilkan flow chart/diagram alir agar lebih mudah dipahami



Gambar 27. Flow chart cara kerja alat pendeteksi kebakaran

Cara kerja alat pendeteksi kebakaran sesuai dengan diagram alir di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Objek yang digunakan dalam pengujian alat ini yaitu asap.
- 2) Threshold >200 PPM artinya apabila ada asap yang terdeteksi dan melebihi ambang batas (threshold 200 PPM) maka buzzer akan bunyi. sms dan panggilan akan masuk ke smartphone atau handphone.
- 3) Threshold <200 PPM artinya apabila ambang batas asap kurang dari 200 PPM maka buzzer akan off, sms dan panggilan tidak ada.

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil perancangan alat pendeteksi kebakaran dengan MQ2 sebagai sensor yang memiliki karakteristik sensitivitas cukup tinggi terhadap asap dan modul SIM800L sebagai pengirim notifikasi berupa SMS (Short Message Service) dan panggilan ke handphone. Kekurangan dari modul GSM SIM800L ini yaitu penangkapan sinyal kurang baik.
- 2) Dengan adanya modul SIM800L maka responsibilitas akan meningkat apabila terjadi kebakaran. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian pada bab sebelumnya yaitu delay notifikasi dari buzzer 11 detik, delay emergency call 17,51 detik dan delay pengiriman sms 16,8 detik,
- 3) Cara kerja dari alat ini yaitu apabila terdeteksi ada asap dalam ruangan maka sensor MQ2 akan mengirimkan sinyal berupa tegangan DC ke modul arduino dan apabila tingkat kepekatan asap melebihi 200 PPM maka buzzer akan bunyi, modul SIM800L mengirimkan pesan dan panggilan ke nomor tujuan yang dimasukkan ke dalam program arduino

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan, bimbingan, arahan dan dukungan dari Bapak Dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik. Juga teman sejawat yang telah memberikan masukan serta dukungan dan juga seluruh Dosen dan staf akademik yang telah membantu memberikan fasilitas dan ilmunya dalam penyelesaian penelitian ini

Referensi/ Reference

- [1] **A Ardiana, N.** 2020. Rancang bangun alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor flame, sensor MQ-2 berbasis arduino uno. Tugas Akhir. Politeknik Nasional Denpasar
- [2] **Apyandi, S.** 2013. Rancang bangun sistem detektor kebakaran via handphone berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Universitas Sumatra Utara.* Medan. 4 (2): 80-81
- [3] **Dani, I.R.** 2017. Alat pendeteksi kebakaran. Terdapat pada: <https://create.arduino.cc/projecthub/irdani/arduino-uno-alat-pendeteksi-kebakaran-c59832>. Diakses tanggal 10 Januari 2022
- [4] **Jannah, M.** 2017. Rancang bangun alat pendeteksi asap kebakaran menggunakan sensor mq-2 berbasis arduino uno. Tugas Akhir. Universitas Sumatra Utara.
- [5] **Putra, G.P.** 2020. *Perancangan alat smoking detector berbasis arduino.* Proyek Akhir. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam. Batusangkar-Sumatera Barat.
- [6] **Sindi, B.** 2014. Rancang bangun sistem deteksi kebakaran pada ruangan menggunakan sensor asap MQ2 berbasis SMS. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Medan. Medan.
- [7] **Virgian, D.** 2020. *Sistem pendeteksi kebakaran dini menggunakan sensor MQ2 dan flame sensor berbasis web.* Terdapat Pada: <https://www.researchgate.net/> Diakses Tanggal 18 Maret 2022.
- [8] **Winanda, A.** 2019. Rancang bangun alat pendeteksi kebakaran dan kebocoran gas dengan menggunakan sms gateway berbasis arduino R3. Tugas Akhir. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [9] **Mauludin, M.S., Alfalah, A.F., Wobowo, D.D.** 2016. Mq 2 sebagai sensor anti asap rokok berbasis arduino dan bahasa C. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.* 1 (1). 264.
- [10] **Abrar, A.R., Kaharmen. H.R., Hakim, I.N.** 2020. Prototype alat pendeteksi kebakaran berbasis internet of things dengan aktifasi flame sensor menggunakan arduino. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety).* 7 (2): 90-91.