

SKRIPSI

***PROTOTYPE* PENDETEKSI DAN PEMBERSIH ASAP *HYBRID*
SENSOR DALAM RUANGAN DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*
BERBASIS ARDUINO UNO**

Oleh :
Windy Syahraningsih
065117021



PROGRAM ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2022

SKRIPSI

PROTOTYPE PENDETEKSI DAN PEMBERSIH ASAP HYBRID SENSOR DALAM RUANGAN DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS ARDUINO UNO

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh :

Windy Syahraningsih

065117021



**PROGRAM ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : *Prototype* Pendeteksi Dan Pembersih Asap *Hybrid* Sensor Dalam Ruangan Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Uno

Nama : Windy Syahraningsih

NPM : 065117021

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



(Agus Ismangil, M.Si)

Pembimbing Utama
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



(Arie Qur'ania, M.Kom)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA – UNPAK



(Arie Qur'ania, M.Kom)

Dekan
FMIPA – UNPAK



The official stamp of the Faculty of Mathematics and Computer Science (FMIPA) at Unswatma (Universitas Pajanan) is visible. It features a circular emblem with a bird and the text 'FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM' and 'UNIVERSITAS PAJANAN'. A blue ink signature is written over the stamp.

(Asep Denih S.Kom., M.Sc., Ph.D)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bogor, Juli 2022



(Windy Syahraningsih)

065117021

PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Windy Syahraningsih

NPM : 065117021

Judul Skripsi : *Prototype* Pendeteksi Dan Pembersih Asap *Hybrid* Sensor Dalam
Ruangan Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Uno

Dengan ini saya menyatakan bahwa hak paten dan hak cipta dari produk skripsi dan tugas akhir diatas ini adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber inforasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, Hak Cipta dari Karya Tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, Juli 2022



Windy Syahraningsih
065117021

RIWAYAT HIDUP



Windy Syaraningsih lahir di Tangerang pada tanggal 10 September 1998 dari pasangan Bapak Selamat Purnomo dan Ibu Nunuk Setyaningsih sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar yang bertempat di SD Teruman Bantul, kemudian tahun 2010 masuk SMP Muhammadiyah 8 Wonogiri. Penulis adalah Alumni dari SMA Negeri 3 Wonogiri. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan ke Universitas Pakuan, Progra Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam. Selama di Universitas Pakuan, pada bulan juli 2022 penulis telah menyelesaikan penelitian dengan judul “*Prototype* Pendeteksi Dan Pembersih Asap *Hybrid* Sensor Dalam Ruangn Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Uno”.

RINGKASAN

Windy Syahraningsih 2022. *Prototype* Pendeteksi Dan Pembersih Asap *Hybrid* Sensor Dalam Ruangan Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Uno. Dibimbing oleh **ARIE QUR'ANIA** dan **AGUS ISMANGIL**.

Perkembangan teknologi telah memberikan kontribusi, salah satu contoh teknologi tersebut adalah sistem yang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian dengan memanfaatkan konektivitas jaringan internet dalam mengakses dan mengontrol perangkat dari jarak jauh atau disebut dengan *Internet Of Things* (IoT). Pemanfaatan teknologi IoT tersebut saat ini sudah cukup banyak di berbagai bidang, salah satunya adalah untuk mendeteksi dan membersihkan pencemaran udara dalam ruang (*Indoor Air Pollution*) dengan sistem *Hybrid*. Sistem *Hybrid* pada sistem pendeteksi umumnya membutuhkan tingkat sensitifitas yang tinggi dan hanya memiliki satu output dengan satu parameter. Namun ada sistem *Hybrid* yang saat ini sering digunakan dalam mengoptimalkan kinerja sistem sehingga dapat melakukan pemetaan parameter dengan lebih akurat dan lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi dan pembersih serta dapat melakukan *control* kualitas udara di dalam ruang melalui kerja sistem otomatis dengan menggunakan Arduino agar memudahkan dan membantu para Pengguna. Sistem monitoring yang dibuat juga memberikan kemudahan dalam mengakses informasi mengenai nilai dari sensor suhu, api dan status ruang secara *real-time*. Dari hasil uji validasi sebanyak 30 kali pada 5 durasi waktu berbeda yaitu lama waktu pengujian 30, 60, 90, 120, 150 Detik agar dapat melihat perbedaan hasil outputnya. Uji validasi sensor MQ-02 menghasilkan rata-rata kadar asap pada ruangan sebanyak 183,6 ppm dimana berdasarkan tabel Rentang Indeks Standar Pencemaran Udara masuk kedalam kategori ruangan tidak sehat, karena suatu ideal sebuah ruang dinyatakan baik ada pada Indeks Pencemaran Udara sebesar 50 ppm. Nilai rata-rata Suhu ruangan pada hasil penelitian yaitu 29,89 yang mana suhu ruang masih dalam kondisi normal, karena suhu ideal untuk sebuah ruangan yaitu 25 – 30°C. Sedangkan nilai rata-rata sensor nyala api pada hasil penelitian yaitu terdeteksi lebih banyak tidak menyala, karena kondisi api pada saat pengujian masih dalam kondisi kecil dan bukan api besar. Berdasarkan uji validasi pada seluruh sensor sudah dapat menjalankan output dengan baik dan sesuai fungsi yang dirancang sejak awal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya haturkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayahnya sehingga penyusunan Skripsi ini dengan judul “*Prototype* Pendeteksi Dan Pembersih Asap Hybrid Sensor Dalam Ruang Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Uno”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Unpak Bogor.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis dengan senang hati ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Arie Qur'ania M.kom, Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan moril dan waktu, bimbingan dan saran kepada penulis.
2. Agus Ismangil, S.Si.,M.Si, Dosen Pembimbing pendamping yang telah memberikan waktu, bimbingan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Arie Qur'ania M.kom, selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan Bogor yang telah memberikan ijin penelitian dalam memperlancar penyelesaian proposal penelitian.
4. Kedua Orang Tua yang telah memberikan perhatian dan senantiasa memberikan dorongan moril, materiel dan motivasi serta doanya kepada penulis.
5. Rekan-rekan kelas ekstensi Ilmu Komputer 2017 yang membantu memberikan motivasi kepada penulis.
6. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.

Menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Mudah-mudahan Allah SWT akan membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang membantu. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Bogor, Juni 2022

Windy Syahraningsih

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	v
RIWAYAT HIDUP	v
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tinjauan Pustaka	3
2.1.1 Klasifikasi Sumber Api	4
2.1.2 Internet Of Things (IoT).....	5
2.1.3 Integrasi Sistem <i>Hybrid-Sensor</i>	5
2.1.4 Website.....	5
2.1.5 Mikrokontroler	5
2.1.6 Sensor MQ2	6
2.1.7 Modul DC Stepdown LM2596	7
2.1.8 Sensor Api.....	7
2.1.9 Sensor Suhu DHT-11	7
2.1.10 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>).....	8
2.1.11 Fan Kipas	8
2.1.11 Modul Relay	9
2.1.12 NodeMCU ESP8266 ESP-01	9
2.1.13 Water Pump.....	10
2.1.14 Buzzer	10

2.2 Tinjauan Metode	10
2.2.1 Pendefinisian Variabel Fuzzy	10
2.2.2 Himpunan fuzzy	11
2.2.3 Fungsi Keanggotaan	11
2.2.4 Mesin inferensi	13
2.2.5 Defuzzyfikasi	13
2.3 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Metode Penelitian.....	15
3.1.1 Perencanaan Rancangan Penelitian (Project Planning).....	15
3.1.2 Studi Referensi (Research).....	16
3.1.3 Desain Sistem Listrik (<i>Electrical Design</i>)	16
3.1.4 Pengadaan Komponen	16
3.1.5 Pengetesan Komponen (<i>Part Testing</i>).....	16
3.1.6 Implementasi Listrik.....	16
3.1.7 Desain Sistem Mekanik (<i>Mechanical Design</i>).....	16
3.1.8 Implementasi Sistem Mekanik	16
3.1.9 Desain Perangkat Lunak (<i>Software Design</i>)	16
3.1.10 Implementasi <i>Software</i>	16
3.1.11 Uji <i>Software</i>	16
3.1.11 Perancangan Logika Fuzzy.....	17
3.1.13 Penerapan Logika Fuzzy	23
3.1.14 Integrasi.....	23
3.1.15 Uji Keseluruhan.....	23
3.1.16 Aplikasi	24
3.2 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	24
3.3 Alat Dan Bahan	24
3.3.1 Alat.....	24
3.3.2 Bahan	24
BAB IV RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	25
4.1 Perencanaan dan Rancangan Penelitian	25
4.1.1. Analisis kebutuhan Hardware	25
4.1.2 Analisis Kebutuhan <i>Software</i>	25
4.2 Studi Referensi	25

4.3 Desain Elektrik.....	26
4.4 Pengadaan Komponen.....	28
4.5 Pengujian Komponen.....	28
4.5.1 Pengujian Arduino UNO.....	28
4.5.2 Pengujian NodeMCU esp-01.....	28
4.5.3 Pengujian Komponen.....	29
4.6 Implementasi Elektrik.....	30
4.7 Desain Software.....	30
4.8 Implementasi Software.....	31
4.9 Pengujian <i>Software</i>	32
4.10 Desain Mekanik.....	32
4.11 Implementasi Mekanik.....	33
4.12 Integrasi.....	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
5.1 Hasil Penelitian.....	34
5.2 Uji Keseluruhan.....	34
5.2.1 Pengujian Fungsional.....	35
5.2.2 Pengujian Validasi.....	37
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
6.1 Kesimpulan.....	41
6.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Arduino Uno R3.....	6
Gambar 2. Sensor MQ-02.....	6
Gambar 3 Modul Stepdown LM2596.....	7
Gambar 4. Sensor Api.....	7
Gambar 5. Sensor DHT11	8
Gambar 6. LCD 16x2.....	8
Gambar 7. Kipas DC.....	9
Gambar 8. Modul Relay 1 Channel	9
Gambar 9. NodeMCU ESP-01.....	9
Gambar 10. <i>Water Pump</i>	10
Gambar 11. <i>Buzzer</i>	10
Gambar 12. Metode Penelitian Hardware Programming.....	15
Gambar 13. Metode Penelitian <i>Software</i>	17
Gambar 14. Tahapan Perancangan <i>Fuzzy Logic</i>	17
Gambar 15. Fungsi keanggotaan Asap	18
Gambar 16. Fungsi Keanggotaan Suhu	19
Gambar 17. Output Kecepatan Kipas	20
Gambar 18. Blok Diagram Sistem.....	26
Gambar 19. Desain Sistem Listrik.....	27
Gambar 20. Pengujian Daya Arduino.....	28
Gambar 21. Pengujian NodeMCU ESP-01.....	29
Gambar 22. Pengujian Sensor.....	29
Gambar 23. Implementasi Elektrik.....	30
Gambar 24. Flowchart Sistem Software	30
Gambar 25. Desain Sisem Web	31
Gambar 26. Implementasi Sistem <i>Software</i>	31
Gambar 27. Pengujian Sistem <i>Software</i>	32
Gambar 28. Design Sistem Mekanik Tampak Depan.....	32
Gambar 29. Desain Sistem Mekanik Tampak Serong	33
Gambar 30. Model Perakitan Tampak depan	33
Gambar 31. Model <i>Prototype</i> Tampak Depan.....	34
Gambar 32. Model <i>Prototype</i> Tampak Serong.....	34
Gambar 33. Pengujian Konektivitas ESP-01	35
Gambar 34. Pengujian Model Alat	35
Gambar 35. Halaman Login.....	36
Gambar 36. Halaman Dashboard.....	36
Gambar 37. Halaman History	37

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Rentang Indeks Standar Pencemar Udara.....	4
Tabel 2. Spesifikasi Tingkat Sensitivitas.....	7
Tabel 3. Tabel Terdahulu.....	14
Tabel 4. Mesin Inferensi Sensor Asap.....	20
Tabel 5. Mesin Inferensi Sensor Suhu.....	20
Tabel 6. Mesin inferensi Output Fan Kipas DC.....	20
Tabel 7. Fungsi Implikasi <i>Fuzzy Logic</i>	21
Tabel 8. Kebutuhan Tegangan Komponen.....	27
Tabel 9. Tabel Pengujian Arduino.....	28
Tabel 10. Tabel Pengujian NodeMCU Esp-01.....	29
Tabel 11. Tabel Pengujian Sensor.....	29
Tabel 12. Pengukuran Sensor MQ-02 Terhadap Asap.....	37
Tabel 13. Pengukuran Sensor MQ-02 terhadap Gas.....	38
Tabel 14. Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem.....	39
Tabel 15. Tabel Kondisi Output.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) terutama rumah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, Pada kehidupan sehari-hari banyak dijumpai pencemaran udara di sekitar kita. sebagai sumber polusi udara buatan Pencemaran udara terjadi karena adanya proses pembakaran, dengan macam-macam penyebab yaitu pembakaran bahan bakar, kegiatan pertanian, kegiatan industri, dan produk rumah tangga. Salah satu contoh ruangan yang berpotensi mengalami masalah polusi udara dalam ruangan yaitu ruangan Rumah tinggal, gedung tempat bekerja, Bar serta karaoke. Karena ruang-ruang tsb identik dengan orang-orang perokok dan ruang karaoke juga di desain sebagai ruangan yang kedap akan suara sehingga menyebabkan ventilasi udara terjadi kurang baik. Kendati hawa dalam ruangan terasa segar namun tidak jaminan udara ditempat itu bebas dari polusi. Terutama pekatnya asap jika terdapat pada ruangan akan sangat berdampak buruk apabila terhirup oleh balita, ibu hamil, dan juga lansia.

Dampak dari adanya pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) terhadap kesehatan dapat mengakibatkan iritasi mata, iritasi hidung dan tenggorokan, sakit kepala, mual dan nyeri otot (*fatigue*) bahkan penyakit berat lainnya seperti asma, hipersensitivitas pneumonia, kerusakan paru-paru serta terganggunya fungsi jantung (USEPA, 657). Pencemaran udara dalam rumah juga berisiko terhadap pneumonia pada balita diantaranya adalah bahan bakar memasak yang digunakan setiap hari, adanya perilaku merokok anggota keluarga dalam rumah, dan obat nyamuk bakar, sekam dan minyak tanah dalam rumah menyebabkan balita berisiko 4 kali lebih besar akan terkena pneumonia (Khasanah, dkk, 2016). Pencemar yang terdapat di udara ada yang berasal dari debu, gas, asap dan uap. Salah satu kendala yang sering ditemukan dalam mengatasi asap pekat dalam ruangan yakni penyebab munculnya asap. Asap bisa saja muncul karena adanya kebakaran pada ruangan, Keberadaan pencemar udara dalam ruang dapat dikendalikan dengan alat khusus agar asap dapat keluar dari ruangan sehingga sirkulasi udara dalam ruangan dapat terjadi dengan baik.

Dalam penelitian tahun terakhir, penelitian tentang deteksi dan pembersih asap pada ruangan semakin berkembang. Jacqueline M.S. (2020) membuat penelitian desain sistem deteksi asap dan api berbasis sensor mikrokontroler dan IOT. Sistem ini akan mendeteksi munculnya asap dan api, kemudian mengirimkan data melalui informasi ke Blynk server lewat internet.

Penelitian lainnya merupakan penelitian yang dilakukan oleh Gusrio & Denok (2020) membuat penelitian pendeteksi dan pembersih asap rokok otomatis dengan menggunakan sensor MQ2. Penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat mendeteksi asap rokok dalam ruangan serta membantu menghilangkan asap rokok tersebut. Penelitian yang berhubungan dengan hybrid sensor yakni penelitian yang dilakukan oleh Park, Jinho, Kim Heegwang, etc (2018) membuat penelitian mendeteksi sebuah gangguan berbasis hybrid sensor pada pengawasan berdaya rendah di dalam ruangan tertutup dengan penerangan atau tanpa penerangan. Dimana sensor akan mendeteksi penyusup menggunakan sensor suara dan akan melacak nya menggunakan sensor gambar.

Dari gambaran permasalahan ini, saya menemukan ide untuk membuat alat yang dapat mendeteksi munculnya asap, memonitoring kenaikan suhu serta mendeteksi munculnya api, alat yang dapat memberikan peringatan adanya asap pekat dan mencari tahu atau melacak apakah api menjadi penyebab adanya asap, sekaligus penanganan

tentu berbasis kecerdasan buatan dengan konsep *hybrid* dan mikrokontroler, dengan perhitungan parameter menggunakan metode Logika Fuzzy.

Pada penelitian dilakukan sebuah akuisisi data dari rekayasa *hybrid-sensor*. Dimana hal ini dilakukan dengan integrasi multi sensor yang berguna memantau sebuah ruangan. Terdapat tiga buah parameter fisis yang akan digunakan yaitu, Asap, Suhu dan Api. Pengambilan parameter tersebut digunakan sebagai rujukan algoritma pengambil keputusan pada sistem dalam mengatasi setiap kondisi. Tujuan penelitian yakni mengetahui karakteristik rancangan *Hybrid-Sensor* dalam menunjang sistem pendeteksi Asap dan Kebakaran pada sebuah ruang tertutup.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan laporan tugas akhir ini adalah untuk ;

1. Merancang sebuah alat otomatis yang dapat mendeteksi serta memonitoring suhu dengan sensor DHT-11, memonitoring gas dan asap dengan sensor MQ-02 dan mendeteksi api dengan flame sensor.
2. Membangun *prototype* yang dilengkapi dengan sistem *exhaust* yang memiliki fungsi dalam membungas asap atau gas yang terdeteksi serta ditandainya sebuah alarm peringatan.

1.3 Ruang Lingkup

Dalam perencanaan penulisan ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem menggunakan koneksi internet untuk kendali jarak jauh.
2. Tidak membahas spesifikasi jenis-jenis Asap.
3. Pengukuran dilakukan pada simulasi tabung persegi akrilik sederhana dengan Representasi *prototype* ruangan mempunyai panjang 35 cm, tinggi 25 cm, lebar 24,5 cm.
4. Sedangkan untuk Ruang komponen mempunyai panjang 6,5 cm, tinggi 17 cm, lebar 10,5 cm.
5. Output berupa tampilan pada LCD, LED, dan alarm Buzzer, Fan DC serta *Water Pump*.
6. *Fuzzy Logic* mengambil keputusan pada sensor Asap, dan sensor Suhu untuk output kipas DC. *Fuzzy Logic* tidak mengambil keputusan pada sensor api karena sistem ini bernilai pasti dimana hanya mendeteksi api dengan variabel : api terdeteksi dan api tidak terdeteksi sehingga variabel output yang diperlukan hanya *nozzel sprayer* menyala dan *nozzel sprayer* mati.
7. Website hanya sebagai media monitoring data hasil deteksi sensor.
8. Sistem berfungsi untuk mengirimkan informasi adanya nilai terdeteksi dari suhu, api dan asap.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis mencoba merumuskan masalah tentang tugas akhir ini:

1. Sebuah *prototype* yang dapat memberikan informasi peringatan dini jika terjadi kebakaran.
2. Agar memudahkan pengguna dalam mengatasi pencemaran udara didalam ruangan, serta mengatasi hal-hal lain seperti kenaikan temperatur suhu dalam ruangan serta juga dapat mengatasi adanya titik api dalam ruangan agar menghindari munculnya kebakaran api yang lebih besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Pencemaran Udara di Dalam Ruangan

Pencemaran udara terbagi menjadi dua yaitu pencemaran udara luar ruangan dan pencemaran udara dalam ruang. Pencemaran udara dalam ruang walaupun tidak berhubungan langsung dengan emisi global, namun sangat penting untuk menentukan keterpaparan seseorang. Di daerah perkotaan, isu mengenai pencemaran udara dalam ruang berkembang pesat mengingat sebagian besar masyarakat menghabiskan waktu lebih banyak di dalam ruangan terutama dalam ruang kerja perkantoran dan industri (Kusnoputranto, 652).

Peningkatan kadar bahan polutan di dalam ruangan selain berasal dari penetrasi polutan luar ruangan dapat juga dari sumber polutan dalam ruangan seperti asap rokok, asap yang berasal dari duplet atau pemakaian obat anti nyamuk. Sumber lain bahan polutan di dalam ruangan adalah perlengkapan pekerjaan seperti pakaian, sepatu atau perlengkapan lain yang dibawa masuk ke dalam rumah dari tempat bekerja. Perbedaan bahan polutan di dalam dan di luar ruangan tergantung faktor gaya hidup individu, sosial ekonomi, struktur gedung, kondisi bahan polutan di dalam dan di luar ruangan, ventilasi dan sistem pendingin ruangan, geografi dan meteorologi serta lokasi sumber polutan di luar ruangan (Aila, Mukhtar dan Rita Rogayah, 2012).

Menurut Suma'mur (Pudjiastuti, 1998), dikatakan bahwa sifat-sifat fisik pada pencemar dijelaskan sebagai berikut :

- a) Gas, tidak memiliki bentuk wujud yang bangun sendiri, gas mengisi ruang tertutup pada keadaan suhu dan tekanan normal. Tingkat wujudnya bisa diubah menjadi cair atau juga padat hanya dengan kombinasi tingginya tekanan dan tendahnya suhu, sifat-sifat gas pada umumnya tidak terlihat, dalam kadar konsentrasi tertentu gas tidak berbau, tidak berwarna, dan dapat berdifusi mengisi seluruh ruangan.
- b) Uap, yaitu hasil penguapan gas dari zat-zat yang bisa berbentuk padat dan cair yang dapat dikembalikan kepada tingkat wujud semula hanya dengan meninggikan tekanan dan menurunkan suhu.
- c) Debu, merupakan partikel pada zat padat yang berasal dari bahan-bahan organik maupun anorganik. Seperti: debu batu, debu kapas, debu asbes, dan lainnya. Debu tidak berdifusi dan dapat turun oleh tarikan gaya tarik bumi. Debu dengan ukuran sampai dengan 10 μm sangat dapat terhirup oleh manusia.
- d) Asap, asap biasanya akan dianggap sebagai partikel zat karbon apabila ukurannya kurang dari 0,5 μm , biasanya muncul dari hasil-hasil pembakaran tidak sempurna bahan-bahan mengandung karbon.

2. Jenis Deteksi Kebakaran

Menurut **Standar Nasional Indonesia**. Kebakaran adalah suatu fenomena yang terjadi ketika suatu bahan mencapai temperatur kritis dan bereaksi secara kimia dengan oksigen yang menghasilkan panas, nyala api, cahaya, asap, uap air, karbonmonoksida, karbondioksida. Untuk mengawali secara awal terjadinya kebakaran perlu dilakukan pendeteksian awal bahaya kebakaran tsb. Api memiliki sifat mengeluarkan panas, asap dan sinar.

Sebagaimana dijelaskan Teguh Hambudi dalam bukunya berjudul (*Professional General Affair : Panduan bagian umum perusahaan modern*) bahwa alat deteksi awal mula munculnya kebakaran dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Alat Deteksi Asap (*Smoke Detector*)
Alat deteksi asap dapat memberikan sinyal ke alarm sebagai tanda bahaya dengan mendeteksi nilai kadar asap yang terdapat pada ruang.
2. Alat Deteksi Panas (*Heat Detector*)
Sebagai peringatan awal terjadinya sebuah kebakaran Alat deteksi panas bekerja mendeteksi apakah adanya kenaikan temperatur ruangan yang tajam.
3. Alat Deteksi nyala api (*Flame Detector*)
Alat ini merupakan alat yang akan mendeteksi adanya api dengan menangkap sinar ultra violet yang dipancarkan oleh nyala api.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2020, tabel 1 menampilkan rentang nilai yang terdapat pada indeks standar pencemar udara dalam ruangan dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 1. Rentang Indeks Standar Pencemar Udara

No.	Kategori	Rentang
1	Baik	1 – 50 ppm
2	Sedang	51 – 100 ppm
3	Tidak Sehat	101 – 65 ppm
4	Sangat Tidak Sehat	201 – 100 pm
5	Berbahaya	≥ 100 ppm

(Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2020)

PPM adalah nilai kepekatan asap (PPM), pada sensor asap pengujian sensor akan melakukan pengambilan data ADC yang didapat dari sensor kemudian diubah dalam bentuk satuan konsentrat kepekatan asap yaitu PPM (*Part Per Million*).

Pada umumnya, orang menghabiskan waktunya di dalam sebuah ruangan, sehingga manusia akan sangat membutuhkan udara yang nyaman dalam ruang tempat mereka beraktivitas, oleh karena itu kecepatan dan kenyamanan udara yang baik dalam ruangan sangat bermanfaat bagi mereka.

Berdasarkan data ketentuan persyaratan kesehatan tempat tinggal menurut keputusan menteri kesehatan republik indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999 menjelaskan bahwa ventilasi cukup baik untuk proses pergantian udara di dalam ruangan sehingga dapat menjaga kualitas udara dalam rumah yang memenuhi syarat yaitu dengan suhu bertemperatur sebesar 18°-30°C dengan nilai kelembaban udara sebesar 40 % - 70 %.

2.1.1 Klasifikasi Sumber Api

Adapun klasifikasi api menurut (Kelvin, dkk., 2015):

1. Api kelas A : berasal dari benda padat seperti kayu, kapas, plastik, kertas, kain, dll.
2. Api kelas B : berasal dari benda gas dan cair.
3. Api kelas C : berasal dari listrik (arus pendek).
4. Api kelas D : berasal dari logam yang mudah terbakar misalnya : Agnesium, Aluminium, dll.

5. Kategori lainnya dalam klasifikasi sumber api merupakan oksidasi yang berasal dari tempat-tempat penampungan seperti : Hydrogen Proksida, Asam Nitrit dan bahan lainnya.

2.1.2 Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Fungsi dari *Internet of Things* sendiri adalah untuk memudahkan monitoring dan kontroling suatu benda pada kehidupan sehari-hari, selain itu informasi yang didapat bisa setiap waktu. Iot sudah berkembang dan meluas dari konvergensi teknologi nirkabel, *microelectromechanical systems* (MEMS), dan internet. “A Things” pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implan jantung, hewan perternakan dengan *Transponder biochip*, serta teknologi mobil yang sudah dilengkapi dengan built-in sensor dalam peringatan pengemudi saat tekanan pada ban rendah (Christianto, 2018).

2.1.3 Integrasi Sistem Hybrid-Sensor

Integrasi Sistem *Hybrid-Sensor* merupakan tahapan instalasi dan konfigurasi pada sistem multi sesor dengan unit kendali yang cerdas dan otomatis. Pada penelitian ini sistem *Hybrid-Sensor* yang bekerja secara sekuensial dilakukan dengan menggabungkan tiga sensor atau bisa disebut multi-sensor sebagai input yang terhubung dalam satu sistem yang mendapat nilai output ditentukan berdasarkan keadaan pada nilai inputnya (Albanna, Isa 2015). Fungsi dari sistem *Hybrid-Sensor* adalah mampu memberikan sebuah respond lebih cepat terhadap sebuah kondisi dalam ruangan saat sistem sedang bekerja.

Pada penelitian dilakukan sebuah akuisisi data dari rekayasa *hybrid-Sensor*. Dimana hal ini dilakukan dengan integrasi multi sensor yang berguna memantau sebuah ruangan. Terdapat tiga buah parameter fisis yang akan digunakan yaitu, Asap, Suhu dan Api. Pengambilan parameter tersebut digunakan sebagai rujukan algoritma pengambil keputusan pada sistem dalam mengatasi setiap kondisi. Tujuan penelitian yakni mengetahui karakteristik rancangan *Hybrid-Sensor* dalam menunjang sistem pendeteksi Asap dan Kebakaran pada sebuah ruang tertutup.

2.1.4 Website

Website merupakan media informasi yang dapat diakses oleh semua orang dalam suatu jaringan baik itu terhubung sambungan internet atau tidak. Pada dasarnya *Website* merupakan suatu kumulan *Hyperlink* yang menuju dari alamat satu ke alamat lainnya dengan bahasa HTML (*HyperText Markup Language*) dan juga merupakan sebuah layanan yang banyak dimanfaatkan di internet (Nugraha, 2018).

2.1.5 Mikrokontroler

Menurut Zain (2016:37) “Mikrokontroler merupakan sebuah piranti elektronika berupa IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program) yang dibuat oleh programmer. Mikrokontroler merupakan contoh suatu sistem komputer sederhana yang terdapat hanya dalam satu Chip.”

Menurut saefullah, dkk (2017:272) “arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open Source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih”.

2.1.5.1 Arduino Uno

Arduino merupakan platform yang bersifat *Open Source* yang bukan hanya sebagai alat pengembang tetapi juga merupakan kombinasi antara hardware, bahasa pemrograman dan IDE (*Intergrated Development Environment*). Komponen utama di dalam papan arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk ATmega dengan 14 pin yang digunakan untuk onput dan output, dan 6 pin input analog.

Pada penelitian ini, Arduino Uno dipakai sebagai perangkat *Controller* utama yang digunakan untuk mengendalikan perangkat sensor asap, sensor suhu dan sensor api, dan sebagai pemroses data dari setiap sistem kerja sensor. Arduino Uno R3 ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini :



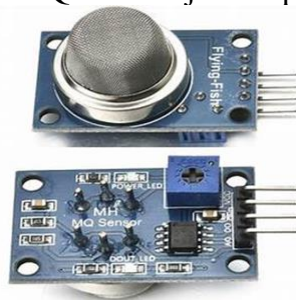
Gambar 1. Arduino Uno R3

Sumber : (<https://www.arduinoindonesia.id/2018/08/arduino-uno-r3.html>)

Diakses 10 Maret 2022

2.1.6 Sensor MQ2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang difungsikan untuk mengamati tingkat kontaminasi udara yang disebabkan oleh asap rokok, asap pembakaran dan gas-gas lainnya yang berinteraksi dengan gas untuk mengukur konsentrasinya. Sensor MQ-2 dirancang dengan SnO₂ sehingga konduktifitas sensor menjadi lebih tinggi, setiap mendeteksi kenaikan konsentrasi gas maka konduktifitas sensor juga naik. Sensor MQ-2 adalah sensor universal yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas, seperti Hidrogen (H₂), Karbon monoksida (CO), Metana (CH₄), Propana (C₃H₈), LPG dan gas hidrokarbon lainnya. Sensor MQ-02 ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Sensor MQ-02

(sumber : Agung & Fajri Septia, 2016)

Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan keluaranya berupa tegangan analog. Sensor ini sangat cocok di gunakan untuk alat emergensi sebagai deteksi gas-gas, seperti deteksi kebocoran gas, deteksi asap untuk pencegahan kebakaran dan lain lain.

Sensor MQ-2 ini bisa mendeteksi kadar gas seperti *Iso Butane*, *Propane Metana Alcohol*, asap (*smoke*) dan LPG. Untuk table tingkat Sensitivitas dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Spesifikasi Tingkat Sensitivitas

NO	Jenis Gas	Tingkat Sensitivitas
1	LPG & Propana	65 – 5000 ppm
2	I-Butana	100 – 5000 ppm
3	Metana	5000 – 6500 ppm
4	Hidrogen	100 – 5000 ppm
5	Etanol/Alkohol	100 – 650 ppm

2.1.7 Modul DC Stepdown LM2596

Modul converter DC ke DC ini merupakan sebuah IC LM2596S yang merupakan meruakan *Integreted Circuit* (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*Voltage level*) aruh searah/ *Direct Curent* (DC) menjadi lebih rendah dibandingkan tegangan masukannya. Modul DC Stepdown ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3 Modul Stepdown LM2596
(Riyan, Puspita. H, Deddy R. Wildan., 2019)

2.1.8 Sensor Api

Sensor api atau *Flame Sensor* merupakan salah satu alat pendeteksi kebakaran melalui adanya nyala api yang tiba-tiba muncul. Besarnya nyala api yang terdeteksi adalah nyala api dengan panjang gelombang 760 nm sampai dengan 1.100 nm. Sensor ini dirancang khusus untuk menemukan penyerapan cahaya gelombang tertentu. Sensor Api yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini :

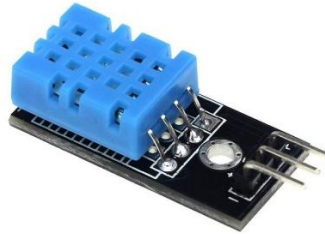


Gambar 4. Sensor Api
(Sumber: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Flame_Sensor_Module)
Diakses pada 11 Maret 2022

Prinsip kerja sensor api cukup sederhana, yaitu memanfaatkan sistem kerja metode optik. Optik yang mengandung *ultraviolet*, *infrared*, atau pencitraan visual api, dapat mendeteksi adanya percikan api sebagai tanda awal kebakaran. Jika telah terjadi reaksi percikan api yang cukup sering, maka akan terlihat emisi karbondioksida dan radiasi dari infrared. Perlu diperhatikan bahwa jarak pembacaan antara sensor dan objek yang dideteksi tidak boleh terlalu dekat, untuk menghindari kerusakan sensor.

2.1.9 Sensor Suhu DHT-11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan sebuah kalibrasi sinyal yang mampu memberikan infoemasi suhu dan kelembaban. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik, respon pembacaan yang cepat dan kemampuan anti-interference serta memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor suhu DHT-11 ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Sensor DHT11

(Sumber: <https://www.musbikhin.com/apa-itu-sensor-dht11-dan-dht22-serta-perbedaannya/>)
Diakses pada 08 Maret 2022

DHT11 merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (*humidity*). Pada sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur keakuratan suhu.

2.1.10 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang kini banyak dipergunakan. LCD merupakan salah satu jenis display elektronik yang terbentuk dari teknologi CMOS logic yang bekerja memantulkan cahaya yang berada disekitarnya dengan mentransmisikan cahaya dari *back-lit* menuju *front-lit*. LCD terdiri dari lapisan campuran organik antara kaca bening dan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda transparan juga pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan tegangan, maka molekul organik yang panjang dan silindris akan menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Berikut adalah LCD 16x2 yang ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6. LCD 16x2

(Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/>)
Diakses pada 09 Maret 2022

LCD sebagai penampil data dalam berbagai bentuk seperti karakter, huruf, angka bahkan sebuah grafik. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan LCD sebagai indikator data dari setiap sensor yang bekerja seperti halnya mendeteksi asap, memonitoring suhu serta mendeteksi munculnya asap. Spesifikasi LCD dijelaskan pada tabel 9 dibawah ini.

2.1.11 Fan Kipas

Perkembangan kipas semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan, posisi, serta fungsi. Kipas angin banyak juga digunakan oleh alat-alat elektronik guna menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang ditetapkan. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi menjadi dua yaitu centrifugal (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan axial (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas)

Pada penelitian ini Fan DC 12 Volt akan digunakan sebagai penyalur dan penghisap asap pekat yang ada didalam ruangan untuk di keluarkan keluar ruangan dan menarik udara segar untuk menetralkan asap yang ada di dalam ruangan. Berikut merupakan bentuk gambaran Fan DC yang ditunjukkan pada Gambar 7 dibawah ini :



Gambar 7. Kipas DC
(Sumber : Sriwidodo, 2017)

2.1.11 Modul Relay

Modul relay adalah suatu peralatan elektronik yang memiliki fungsi utama sebagai pemutus dan penghubung suatu rangkaian elektronik yang satu dengan rangkaian elektronika yang lainnya. Relay merupakan suatu komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Kendali on/off pada modul relay ini ditentukan dengan nilai yang dikirimkan dari mikrokontroler menuju modul relay.

Pada penelitian ini, modul relay akan digunakan sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik pada output tertentu sebagai aksi dari hasil deteksi sensor. Modul Relay 1 Channel ditunjukkan pada Gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Modul Relay 1 Channel

(Sumber: <https://components101.com/switches/5v-relay-pinout-working-datasheet>)
Diakses pada 12 Maret 2022

2.1.12 NodeMCU ESP8266 ESP-01

NodeMCU adalah sebuah platform IOT yang bersifat open source. Terdiri dari perangkat keras berupa system on chip ESP8266 dari ESP8266 buatan espresif system (Saputro,2017) NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board mikrokontroler terkoneksi dengan ESP8266 ESP-01 yang digunakan dengan menggabungkan pada arduino sebagai jembatan penghubung Arduino agar dapat diakses melalui internet melalui komunikasi wifi. NodeMCU yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 9 dibawah ini :



Gambar 9 NodeMCU ESP-01

Sumber : <https://www.sinauarduino.com/artikel/esp8266/>
Diakses pada 08 maret 2022

2.1.13 Water Pump

Water Pump atau yang sering disebut pompa air merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan mendorong energi listrik pada cairan yang dipindahkan secara terus menerus. Dengan kata lain, *Water pump/Pompa air* berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga penggerak menjadi tenaga kinetis/kecepatan, dimana tenaga ini berguna untuk mengairkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada pada sepanjang pengaliran (Pradestya ari prihono, 2017). Pada penelitian ini, *Water Pump* digunakan untuk mendapatkan tekanan yang diperlukan untuk mendorong larutan keluar dari nozzle. Berikut adalah gambar dari *Water Pump Mini*. *Water Pump* ditunjukkan pada Gambar 10 dibawah ini :



Gambar 10. Water Pump
(Sumber: Pradesta Ari Parihono, 2017)

2.1.14 Buzzer

Buzzer Arduino adalah salah satu komponen yang biasa dipadukan dalam rangkaian elektronik. *Buzzer* merupakan komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara dalam gelombang bunyi. *Buzzer* bekerja ketika aliran listrik mengalir ke rangkaian *Buzzer*, maka akan terjadi perubahan dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat di dengar oleh manusia.

Pada penelitian ini, Alarm *Buzzer* digunakan sebagai salah satu rangkaian yang berfungsi sebagai sebuah peringatan ketika sensor mendeteksi adanya asap dan mendeteksi titik api. Berikut adalah gambar dari *Buzzer*. *Buzzer* ditunjukkan pada Gambar 11 dibawah ini :



Gambar 11. Buzzer

(Sumber: <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-buzzer-elektronika-fungsi-prinsip-kerja.html>) Diakses pada 09 Maret 2022

2.2 Tinjauan Metode

Logika fuzzy merupakan peningkatan dari logika boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Metode logika fuzzy bukanlah logika yang tidak jelas (kabur), tetapi logika yang digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan. Logika fuzzy didasarkan pada gagasan bahwa segala sesuatu mempunyai nilai derajat.

2.2.1 Pendefinisian Variabel Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh seorang professor bernama Lotf A.Zadeh

pada tahun 1965. Menurut (Kusumadewi, et, al, 654) logika fuzzy merupakan cara yang tepat untuk memetakan ruang input kedalam suatu ruang output. Menggunakan ungkapan bahasa untuk menggambarkan sebuah nilai variabel dan bekerja dari sebuah nilai yang kemudian digunakan untuk menentukan hasil yang diinginkan berdasarkan atas spesifikasi yang telah ditentukan.

2.2.2 Himpunan fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*) nilai sebuah keanggotaan suatu item x dalam sebuah himpunan A . Yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 buah kondisi atau sebagai sebuah kemungkinan (Kusumadewi S, Purnomo H, 654) yaitu :

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam sebuah himpunan, atau
2. Nol (0), yang memiliki arti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa sehari-hari, seperti Dingin, Normal, Panas
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 15, 30, 45 dsb.

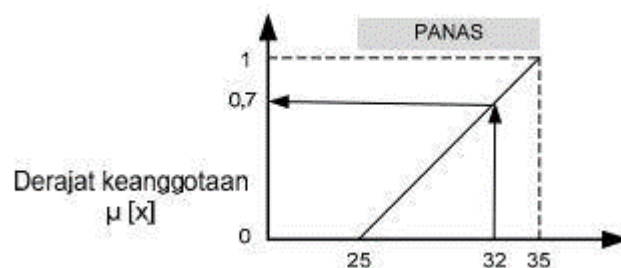
2.2.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan sebuah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Apabila U untuk menyatakan himpunan universal dan A adalah himpunan fungsi fuzzy dalam U , maka A dapat dinyatakan sebagai pasangan terurut (Wang, 1997 dari Wulandari, F., 655).

Menurut Kusumadewi (654) ada beberapa representasi yang bisa digunakan. Beberapa fungsi keanggotaan diantaranya :

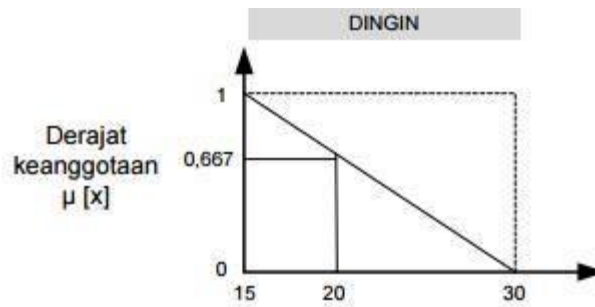
- a) Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Representasi linear biasa digunakan untuk keputusan mendekati suatu konsep yang kurang jelas.



Dengan fungsi keanggotaan :

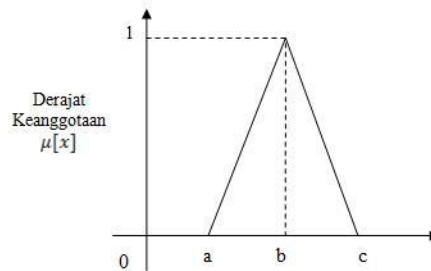
$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$



Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} (b-x) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

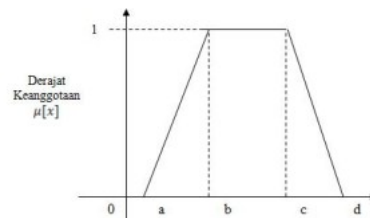
b) Representasi Kurva Segitiga



Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x) / (c-b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

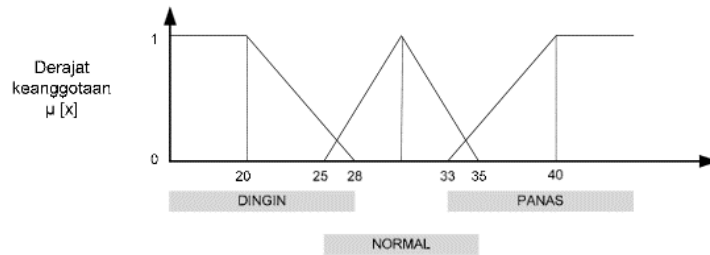
c) Representasi Kurva Trapesium



Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x) / (d-c); & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

d) Representasi Kurva Bentuk Bahu



Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (b-x) / (b-a); & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a) / (b-a); & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

2.2.4 Mesin inferensi

Jika sudah diketahui nilai dari fungsi keanggotaan pada inputan asap dan suhu, maka proses selanjutnya ialah fungsi implikasi menggunakan nilai (*minimum*) untuk menentukan nilai z dengan persamaan berikut $Z = p_1, x + q_1, y + r$ sehingga akan memotong output himpunan fuzzy.

2.2.5 Defuzzyfikasi

Setelah nilai dari impikasi dan masing-masing *rule* pada setiap nilai a dan z selanjutnya menuju tahap *defuzzifikasi*. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan menggunakan metode rata-rata dengan persamaan $Z = \frac{\sum a_i z_i}{\sum a_i}$ guna mendapatkan nilai output dari kipas (Z_k).

2.3 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka pada bab ini merupakan sebuah acuan utama dalam beberapa studi yang pernah dilakukan yang juga berkaitan dengan penelitian ini. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

Gusrio Tendra, Denok Wulandari (2020) dari AMIK “Tri Dharma” Pekanbaru telah membuat sebuah penelitian tentang alat pembersih asap rokok otomatis menggunakan sensor MQ-2. Alat ini dirancang agar dapat mempermudah pengguna dalam mengurangi asap rokok dari ruangan yang berisi perokok aktif maupun pasif.

Amsar, Khairuman, Marlina (2020) dari Politeknik Aceh Selatan membuat sebuah sistem perancangan pendeteksi CO2 menggunakan sensor MQ-2 berbasis Internet Of Things. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi kadar dari karbon dioksida, ketika terdeteksi maka akan terkirim pesan melalui jaringan IOT berbasis notifikasi via telegram.

Jacqueline M.S (2020) dari Universitas Klabat juga membuat sistem deteksi asap dan api berbasis mikrokontroler dan IOT. Alat ini di rancang untuk mendeteksi adanya potensi bahaya kebakaran di dalam rumah maupun gedung tertentu, serta memberikan peringatan dini mengenai adanya potensi kebakaran melalui alarm serta notifikasi pesan teks di smartphone.

Hasil Park, Jinho Park, Heegwang kim, Sung Q Lee, dkk (2018) dari Chung-Ang University telah membuat sistem *Sensor-Hybrid* dalam sebuah ruangan. Sistem ini menggunakan teknik sensor hibrid untuk mendeteksi sebuah gerakan/intrusi di

sebuah ruangan dengan penerangan rendah dan daerah hemat daya, sensor akan mendeteksi sebuah gerakan asing dalam keadaan gelap sebelum gangguan kejahatan terjadi.

Diah ajeng, Muhammad lutfi, sukrawaty (2020) dari Universitas Mataram juga membuat sebuah istem pengendalian suhu ruang pengering *Hybrid* tipe rak berputar. Dimana alat ini berbentuk sebuah pengering yang didesain tidak terlalu rumit, pengoperasian sederhana, dan juga bahan tembus cahaya pada atap dan dindingnya sehingga energi surya dapat masuk dengan mudah.

Pada Tabel 3 menunjukan perbandingan objek penelitian, metode/alat penelitian dan bahasa pemrograman yang digunakan.

Tabel 3. Tabel Terdahulu

No	Penelitian & Tahun	Input			Proses			Output					Interface
		DHT 11	MQ - 02	Flame Detector	Arduino Node	MCU8266	Fuzzy Logic	LCD	LED	Buzzer	Fan	Water Pump	
1	Gusrio Tendra, Denok Wulandari (2020)		✓		✓				✓				Tampilan LCD
2	Amsar, Khairuman, Marlina (2020)		✓			✓							Notifikasi Telegram
3	Jacqueline M.S (2020)		✓	✓					✓	✓			Blynk
4	Diah ajeng, Muhammad lutfi, sukrawaty (2020)		✓		✓			✓			✓		Tampilan LCD
5	Windy Syahransih (2021)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Website

Proyek yang diusulkan adalah sistem pendeteksi dan pembersih asap berbasis *hybrid* menggunakan 3 elemen sensor meliputi : Sensor Asap, Sensor Suhu, serta Sensor Api yang bekerja secara otomatis dengan Arduino Uno sebagai mikrokontroller, Sistem ini dirancang untuk dapat mendeteksi asap serta memonitoring kenaikan suhu pada suatu ruangan serta mendeteksi munculnya api, alat yang dapat memberikan peringatan adanya asap dengan bantuan *buzzer* dan kemudian sistem akan mencari tahu apakah Api menjadi penyebab munculnya asap. Sekaligus memberikan penanganan tentu berbasis kecerdasan buatan dengan konsep *hybrid* dan mikroelektronika. Dengan perhitungan parameter menggunakan metode *Fuzzy Logic*.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode untuk perancangan pembuatan sistem yang digunakan dalam penelitian “pendeteksi dan pembersih asap *hybrid sensor* dalam sebuah ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis arduino uno” ini menggunakan metode penelitian bidang *Hardware Programming* yang ditunjukkan pada Gambar 12 dibawah ini :



Gambar 12 Metode Penelitian Hardware Programming

3.1.1 Perencanaan Rancangan Penelitian (Project Planning)

Dalam sebuah perencanaan proyek penelitian terdapat beberapa hal penting yang perlu ditentukan dan dipertimbangkan, antara lain :

1. Kemungkinan penerapan dari sistem yang dirancang
2. Keterangan awal penelitian
3. Estimasi Kebutuhan alat dan bahan
4. Estimasi anggaran

3.1.2 Studi Referensi (Research)

Tahap Studi Referensi merupakan proses penelitian pada aplikasi yang akan dibuat mulai dari pemilihan komponen serta pengetesan komponen (alat maupun bahan) yang akan digunakan, kemungkinan rancangan awal dan akhir dalam merancang pendeteksi dan pembersih asap hybrid sensor dalam sebuah ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis arduino uno.

3.1.3 Desain Sistem Listrik (*Electrical Design*)

Dalam merancang desain sistem Listrik terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain yaitu :

1. Sumber catu daya dan pembagian daya untuk masing-masing komponen.
2. Desain skema rangkaian yang akan dibuat.
3. Kebutuhan daya mikrocontroller dan sensor.

3.1.4 Pengadaan Komponen

Pengadaan komponen merupakan tahapan persiapan dalam mengumpulkan komponen-komponen yang diperlukan dalam penelitian agar pada saat proses perakitan tidak kekurangan komponen.

3.1.5 Pengetesan Komponen (*Part Testing*)

Dalam proses pengetesan komponen dilakukan pengetesan alat terhadap fungsi komponen berdasarkan kebutuhan sistem yang akan dibuat.

3.1.6 Implementasi Listrik

Implementasi elektrik adalah pengimplementasian rangkaian dari gambaran yang sebelumnya sudah di desain sesuai dengan fungsinya.

3.1.7 Desain Sistem Mekanik (*Mechanical Design*)

Dalam rencana perancangan perangkat keras, desain mekanik merupakan hal yang sangat penting yang harus dipertimbangkan, pada umumnya kebutuhan aplikasi terhadap desain mekanik antara lain :

1. Bentuk dan ukuran PCB (*printed circuit board*).
2. Penempatan modul-modul rangkaian elektronik.
3. Ketahanan dan fleksibilitas terhadap lingkungan.
4. Pengetesan sistem mekanik yang telah dirancang.
5. Bentuk desain ukuran interface hardware.

3.1.8 Implementasi Sistem Mekanik

Implementasi desain mekanik adalah tahapan pengimplementasian dari desain mekanik yang sudah di bentuk sebelumnya.

3.1.9 Desain Perangkat Lunak (*Software Design*)

Untuk mendukung kerja sistem pada perancangan alat ini diperlukan adanya perangkat lunak. Perangkat lunak yang merupakan *sketch* yang akan di upload menucu IC EEPROM yang terdapat pada arduino mega yaitu software IDE yang merupakan suatu program yang dikhususkan untuk sautu komputer agar dapat membuat sebuah rancangan program pada papan Arduino.

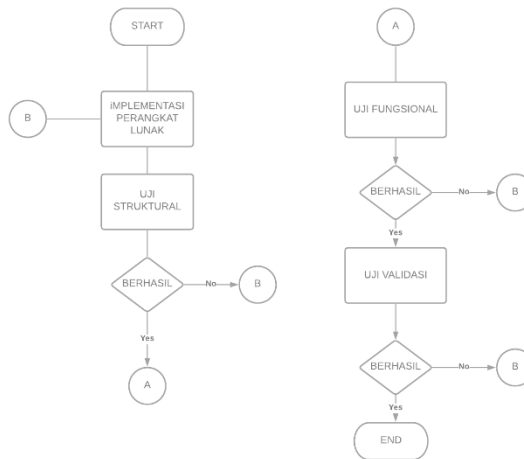
3.1.10 Implementasi *Software*

Implementasi *Software* adalah pengimplementasian dari gambaran desain software yang telah dibuat sebelumnya. Kemudian setelah pengimplementasian software selesai di lanjut ke tahap uji software.

3.1.11 Uji *Software*

Pengujian pada *software* dilakukan agar desain perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya sesuai dengan yang diharapkan sehingga pada saat penelitian bisa berfungsi dengan baik. Uji perangkat lunak meliputi uji structural, uji fungsional dan

uji validasi. Metode penelitian *software Programming* ditunjukkan pada Gambar 13 dibawah ini :



Gambar 13 Metode Penelitian *Software*

3.1.11.1 Uji struktural

Pengujian struktural pada perangkat lunak berguna untuk mengetahui apakah software yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

3.1.11.2 Uji Fungsional

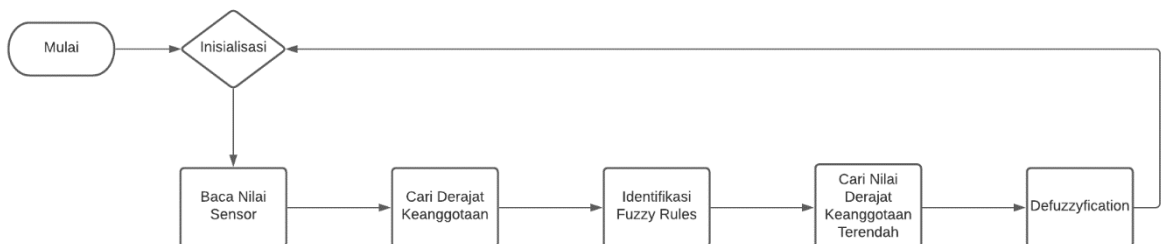
Pengujian fungsional dilakukan dalam mengintergrasi sistem software yang telah didesain pada *prototype*.

3.1.11.3 Uji validasi

Pengujian validasi pada perangkat lunak untuk menguji kinerja dari software yang telah dibuat apakah perangkat lunak tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak.

3.1.11 Perancangan Logika Fuzzy

Tahapan perencanaan *Fuzzy Logic* yang digunakan peneliti pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 14 dibawah ini :



Gambar 14 Tahapan Perancangan *Fuzzy Logic*

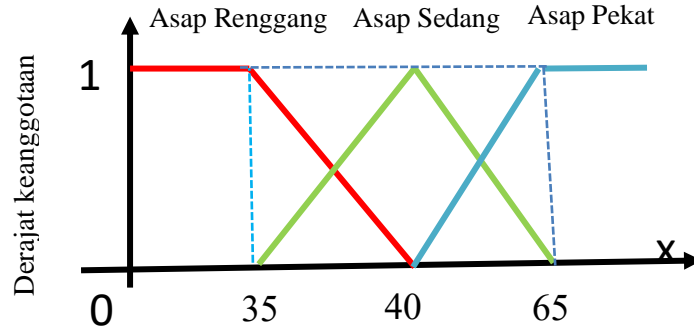
Untuk algoritma logika fuzzy, dilakukan perancangan fungsi keanggotaan dan perancangan rule atau aturan dasar yang akan diimplementasikan pada sistem, sehingga sistem dapat melakukan pengambilan keputusan sesuai dengan kondisi pada saat itu. Penulis menggunakan metode Sugeno dalam proses perhitungan karena proses perhitungannya yang cukup sederhana. Adapun langkah pengambilan keputusan menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* sebagai berikut :

3.1.12.1 Himpunan Fuzzy

1. Fungsi keanggotaan Asap

Pada variabel Asap dibagi menjadi bentuk himpunan *fuzzy* yaitu Low, Medium, High. Dimana variabel input asap menggunakan nilai *part per*

million (ppm). Dengan semesta pembicaraan pada variabel asap yaitu [0 1000]. Biasanya polusi udara dalam ruangan terjadi ketika kepekatan udara meningkat dalam sebuah ruangan dari batas normal lebih besar dari nilai 400 ppm. Menurut Prayoga, Yamin dan Ramadhan (2016) Domain himpunan pada variabel suhu yaitu : *Low* [0 400], *Medium* [350 650], dan *High* [600 1000]. Sehingga dapat dibuat derajat keanggotaanya seperti pada Gambar 15 dibawah ini :



Gambar 15 Fungsi keanggotaan Asap

Asap Renggang : [0, 0, 25, 40]

Asap sedang : [35, 50, 65]

Asap pekat : [60, 80, 100, 100]

Fungsi keanggotaan tidak berasap, asap sedang dan asap pekat dinyatakan dalam sebuah persamaan dibawah ini :

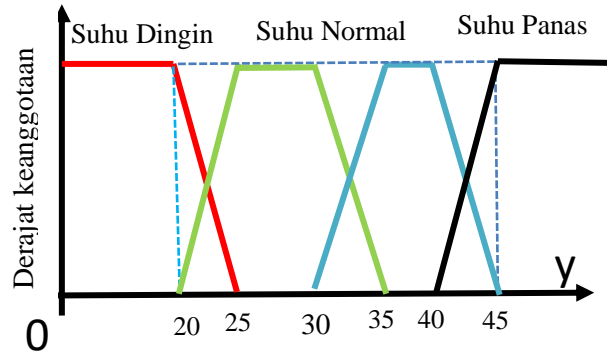
$$\mu_{\text{AsapRenggang}}[x] = \begin{cases} 0 & , x \geq 25 \\ \frac{40-x}{40-25} & , 25 \leq x \leq 40 \\ 1 & , x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{AsapSedang}}[x] = \begin{cases} 0 & , x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-35}{50-35} & , 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50} & , 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{AsapPekat}}[x] = \begin{cases} 0 & , x \leq 60 \\ \frac{x-60}{80-60} & , 60 \leq x \leq 80 \\ 1 & , x \geq 80 \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan Suhu

Pada variabel Suhu dibagi menjadi bentuk himpunan *fuzzy* yaitu Dingin, Normal, Panas. Dengan semesta pembicaraan pada variabel suhu yaitu [15 60] Dimana diketahui kebakaran terjadi biasanya jika kenaikan suhu melebihi batas normal yaitu 30°C. Dengan domain himpunan fuzzy yaitu : Dingin [15 25], Normal [20 35], Hangat [30 45] dan Panas [40 60]. Sehingga dapat dibuat derajat keanggotaannya seperti pada gambar 16 dibawah ini :



Gambar 16 Fungsi Keanggotaan Suhu (Prayogi, Yamin dan ramadhan., 2016)

Keterangan :

Dingin : [15, 15, 20, 25]

Normal : [20, 25, 30, 35]

Hangat : [30, 35, 40, 45]

Panas : [40, 45, 60, 60]

Persamaan ketiga himpunan dinyatakan dibawah ini :

$$\mu_{Suhu\ Dingin}[y] = \begin{cases} 0 & , y \geq 20 \\ \frac{25-y}{25-20} & , 20 \leq y \leq 25 \\ 1 & , x \leq 25 \end{cases}$$

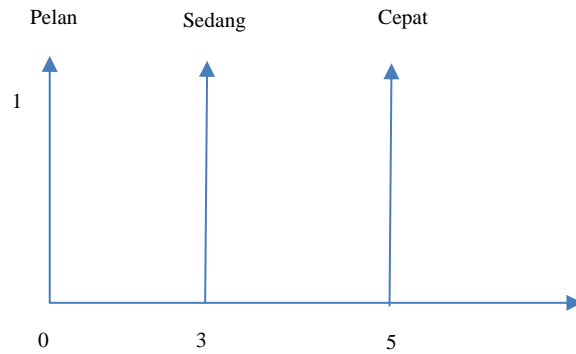
$$\mu_{Suhu\ Normal}[y] = \begin{cases} 0 & , y \leq 20 \text{ atau } y \geq 35 \\ \frac{y-25}{25-20} & , 20 \leq y \leq 25 \\ 1 & , 25 \leq x \leq 30 \\ \frac{35-y}{35-30} & , 30 \leq y \leq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{Suhu\ Hangat}[y] = \begin{cases} 0 & , y \leq 30 \text{ atau } y \geq 45 \\ \frac{y-30}{35-30} & , 30 \leq y \leq 35 \\ 1 & , 35 \leq x \leq 40 \\ \frac{45-y}{45-40} & , 40 \leq y \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Suhu\ Panas}[y] = \begin{cases} 0 & , y \leq 40 \\ \frac{y-40}{45-40} & , 40 \leq y \leq 45 \\ 1 & , y \geq 45 \end{cases}$$

3. Output / Keluaran Kecepatan Kipas

Pada output/keluaran dari kipas dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu mati, normal, cepat. *Output* ini berupa waktu (detik) yang akan menandakan seberapa lama kipas akan menyala. *Output* kipas dapat dilihat pada gambar 17 berikut ini :



Gambar 17 Output Kecepatan Kipas
(Prayogi, Yamin dan ramadhan., 2016)

3.1.12.2 Mesin Inferensi / Fungsi Implikasi (*Rule Base*)

Pada fungsi implikasi terjadi karena proses pengolahan nilai-nilai input dari fuzzyfikasi dengan aturan-aturan (*Rule*) yang memungkinkan terjadi. Dibawah ini dijelaskan beberapa *Rule-Rule* pernyataan pada sistem pendeteksi dan pembersih asap dalam ruangan menggunakan Logika *Fuzzy* :

Tabel 4. Mesin Inferensi Sensor Asap

Fungsi	Nama variabel	Nama himpunan fuzzy	Semesta pembicara (unit)	Interval
Masukan	Sensor Asap	Asap	[0-100]	0-40
		Renggang	ppm	
		Asap sedang		35-65
		Asap pekat		60-100

Tabel 5. Mesin Inferensi Sensor Suhu

Fungsi	Nama variabel	Nama himpunan fuzzy	Semesta pembicara (unit)	Interval
Masukan	Sensor Suhu	Dingin	[0-60] °C	15-25
		Normal		20-35
		Hangat		30-45
		Panas		40-60

Tabel 6. Mesin inferensi Output Fan Kipas DC

Fungsi	Nama variabel	Nama himpunan fuzzy	Semesta pembicara (unit)	Interval
Keluaran	Fan Cooling DC	Mati	[0-5] (Detik)	0
		Normal		3
		Cepat		5

Tabel 7. Fungsi Implikasi *Fuzzy Logic*

	Asap Renggang	Asap sedang	Asap pekat
Suhu dingin	kipas mati	kipas normal	kipas cepat
Suhu normal	kipas normal	kipas normal	kipas cepat
Suhu hangat	kipas cepat	kipas normal	kipas cepat
Suhu panas	kipas cepat	kipas cepat	kipas cepat

Keterangan :

- [R1] **IF** (suhu dingin) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas mati)
- [R2] **IF** (suhu dingin) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas normal)
- [R3] **IF** (suhu dingin) **AND** (asap pekat) **THEN** (kipas cepat)
- [R4] **IF** (suhu normal) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas normal)
- [R5] **IF** (suhu normal) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas normal)
- [R6] **IF** (suhu normal) **AND** (asap pekat) **THEN** (kipas cepat)
- [R4] **IF** (suhu Hangat) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas cepat)
- [R5] **IF** (suhu Hangat) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas normal)
- [R6] **IF** (suhu Hangat) **AND** (asap pekat) **THEN** (kipas cepat)
- [R7] **IF** (suhu panas) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas cepat)
- [R8] **IF** (suhu panas) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas cepat)
- [R9] **IF** (suhu panas) **AND** (asap pekat) **THEN**(kipas cepat)

Pada teknik implikasi fuzzy menggunakan penalaran sebagai dasar yang merelasikan implikasi sederhana dengan bentuk umum seperti dibawah ini :

$$\mathbf{IF} (X_1 \text{ is } A_1) \mathbf{AND} (X_2 \text{ is } A_2) \mathbf{THEN} Z = k$$

Dengan penjelasan bahwa x dan y merupakan saklar, A dan B adalah himpunan masukan dan keluaran fuzzy, posisi yang mengikuti IF dibesut anteseden, sedangkan posisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen.

Contoh relasi dari sebuah himpunan asap, suhu dengan himpunan keluaran kipas dan buzzer dalam program diekspresikan dengan aturan tunggal sebagai berikut :

[R9] **IF** (suhu **is** panas) **AND** (asap **is** pekat) **THEN** (kipas **is** cepat)

3.1.12.3 Defuzzyfikasi

Proses ini merupakan proses mengubah nilai fuzzy menjadi nilai tegas. Metode defuzzyfikasi yang digunakan adalah weighted average dengan rumus berdasarkan perhitungan di bawah ini :

$$Z = \frac{w_1z_1 + w_2z_2 + \dots + w_nz_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

Implikasi secara monoton akan menyeleksi daerah fuzzy asap, suhu dan daerah kipas dengan fungsi berikut :

❖ Misal kadar Asap ruangan terbaca oleh sensor 38ppm, memiliki nilai keanggotaan Suhu pada 28°C. Maka Asap yang dibaca akan masuk ke anggota tidak berasap dan berasap, serta suhu yang dibaca akan masuk pada anggota Dingin dan Normal.

Fuzzy Asap

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{Asap Renggang}}[38] = \begin{cases} \frac{40-x}{40-35} & 35 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{Asap Renggang}}[38] = \begin{cases} \frac{40-38}{40-35} = \frac{2}{5} = 0,4 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{Asap Sedang}}[38] = \begin{cases} \frac{x-35}{45-35} & 35 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{Asap Sedang}}[38] = \begin{cases} \frac{38-35}{45-35} = \frac{30}{100} = 0,3 \end{cases}$$

Dimana $x = 38$, nilai keanggotaan fuzzy asap pada 38 ppm yaitu dengan nilai Asap Renggang 0,4 dan asap sedang sebanyak 0,3.

Fuzzy Suhu

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{SuhuDingin}}[28] = \begin{cases} \frac{30-y}{30-25} & 25 \leq y \leq 30 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{SuhuDingin}}[28] = \begin{cases} \frac{30-28}{30-25} = \frac{2}{5} = 0,4 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{SuhuNORMAL}}[28] = \begin{cases} \frac{y-25}{30-25} & 25 < y < 30 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \mu_{\text{SuhuNORMAL}}[28] = \begin{cases} \frac{28-25}{30-25} = \frac{3}{5} = 0,6 \end{cases}$$

Dimana $y =$ nilai keanggotaan fuzzy suhu pada 28°C yaitu dengan nilai Suhu Dingin 0,4 dan Suhu Normal sebanyak 0,6.

Proses kedua merupakan proses penentuan output lama waktu penyalaan Fan Cooling DC berdasarkan dari hasil kendali fuzzy, nilai variabel waktu akan ditentukan berdasarkan hasil percobaan pada sistem, dengan 3 variabel yaitu kipas mati, kipas normal 20 detik, dan kipas cepat 40 detik.

Misal nilai kadar asap yang dibaca sebanyak 38ppm, berdasarkan perhitungan diatas maka derajat keanggotaan terdapat di anggota Tidak Berasap sebesar 0,4 dan anggota Berasap sebesar 0,3. Kemudian nilai keanggotaan pada suhu sebesar 28°C, berdasarkan perhitungan diatas maka derajat keanggotaannya adalah 0,4 di Suhu Dingin dan 0,6 pada Suhu Normal. Maka proses inferensinya adalah :

a) Operasi logika AND, diperoleh :

IF (suhu dingin) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas mati)

IF (suhu dingin) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas normal)

IF (suhu normal) **AND** (Asap Renggang) **THEN** (kipas mati)

IF (suhu normal) **AND** (asap sedang) **THEN** (kipas normal)

b) Metode Implikasi Min.

Jika Suhu = Dingin (0.4) AND Asap = Asap Renggang (0.4), THEN kipas is mati (0.4)

Jika Suhu = Dingin (0.4) AND Asap = asap sedang (0.3), THEN kipas normal (0.3)

Jika suhu = Normal (0.6) AND Asap = Asap Renggang (0.4), THEN kipas is mati (0.4)

Jika suhu = Normal (0.6) AND Asap = asap sedang (0.3), THEN kipas is normal (0.3)

c) Metode agregasi Max.

Max (kipas mati (0.4), kipas mati (0.4)) = (kipas normal (0.3), kipas normal (0.3))

Maka dihasilkan durasi kipas mati dengan derajat keanggotaan (0.4) dan kipas normal dengan derajat keanggotaan (0.3).

d) Defuzzyfikasi

Proses ini merupakan proses mengubah nilai fuzzy menjadi nilai tegas. Metode defuzzyfikasi yang digunakan adalah weighted average dengan rumus berdasarkan perhitungan di bawah ini :

$$Z = \frac{w_1z_1 + w_2z_2 + \dots + w_nz_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

Misal hasil dari proses inferensi diatas diperoleh output durasi kipas mati dengan keanggotaan (0.4) dan kipas normal dengan derajat keanggotaan (0.3) maka proses defuzzyfikasi ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$Durasi = \frac{kipas\ mati\ (0,4) + kipas\ normal\ (0,3)}{0,4 + 0,3} = \frac{0\ (0,4) + 20\ (0,3)}{0,4 + 0,3} = \frac{6}{0,7} = 9\ \text{detik}$$

Sehingga, durasi Fan Cooling DC menyala pada suhu 28°C dan kadar adap sebanyak 38 ppm adalah 9 detik.

3.1.13 Penerapan Logika Fuzzy

Banyak hal yang dapat dimudahkan dalam penerapan perhitungan metode *Fuzzy Logic*, dalam sistem ini *Fuzzy Logic* bisa dikatakan digunakan sebagai pembentuk toleransi terhadap data yang tidak tepat, terhadap data yang masih harus dipastikan berdasarkan beberapa kondisi. Dalam sistem ini *Fuzzy Logic* dimanfaatkan sebagai pengambil keputusan pada sensor suhu dan sensor asap. Berdasarkan perhitungan, nilai fuzzy dihasilkan untuk melakukan otomatisasi pada sistem kerja output yaitu kipas DC. Fuzzy digabungkan kedalam sistem untuk meningkatkan atau mengubah performa sistem. Operasi berbasiskan input sensor asap dan suhu menghasilkan berapa lama waktu yang dibutuhkan kipas DC dalam mengatasi kondisi sesuai dengan data hasil deteksi

Bagaimana jadinya jika di sistem ini, pengambilan keputusan pada sensor asap dan suhu tidak menggunakan metode *Fuzzy Logic* ? karena *Fuzzy Logic* pada sistem ini digunakan untuk mengatasi asap dan temperatur suhu, dimana kipas memproses hasil dari aturan aturan yang dibuat oleh user yang memerintah target sistem kontrol, jika sistem tidak dihubungkan dengan *Fuzzy Logic* maka maslaah baru mungkin bisa muncul, antara lain :

1. Karena jika tidak diberikan sebuah nilai tengah diantara dua evaluasi disetiap kondisi yang berbeda, sensor yang mendeteksi hal sejenis asap dalam nilai tidak pasti, akan kesulitan mengambil keputusan pada output, serta tidak ada otomatisasi durasi kinerja output, sehingga alarm dan output akan sering menyala meskipun hal tersebut belum tentu merupakan sebuah asap sebagai pencemar atau asap karena adanya api.

3.1.14 Integrasi

Modul listrik yang diintegrasikan dengan perangkat lunak didalam kontrollernya, kemudian diintegrasikan dalam struktur mekanik yang telah dilancang. Kemudian dilakukan pengujian berupa uji fungsional, dan uji validasi.

3.1.15 Uji Keseluruhan

Pada tahap uji keseluruhan dilakukan pengujian dari keseluruhan sistem, pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dibuat sesuai dengan rancangannya atau tidak. Bila ada sistem yang tidak dapat bekerja dengan baik maka harus dilakukan proses perakitan ulang pada setiap desain sistemnya.

3.1.15.1 Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk engntegrasi sistem listrik dan software yang telah di desain. Pengujian ini dilakukan untuk meningkatkan performa dari perangkat lunak dalam mengontrol desain listrik dan mengeliminasi *Error (bug)* dari software yang telah dibuat.

3.1.15.2 Uji Validasi

Uji Validasi memiliki tujuan untuk menguji kinerja dari alat yang telah selesai dibuat apakah alat tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak.

3.1.16 Aplikasi

Pengoptimalan dilakukan dalam meningkatkan performa dari aplikasi yang telah dirancang. Lalu optimasi ditekankan pada desain mekanik dan perangkat lunak agar penggunaan lebih maksimal dan tidak ditemukan eror.

3.2 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai dengan Februari 2022. Waktu pelaksanaan dilakukan setiap hari senin sampai dengan jum'at di Laboratorium Workshop Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan Bogor.

3.3 Alat Dan Bahan

Dalam mendukung proses penelitian ini maka diperlukan beberapa alat dan bahan berupa *software* dan *hardware*.

3.3.1 Alat

Pada penelitian ini, alat yang dibutuhkan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak seperti dibawah ini :

- Perangkat keras : Laptop ASUS X454Y RAM 4 GB, processor AMD Quad-Core A8-7410
- Perangkat Lunak : Microsoft Office 2013, Sketchup 2021, Fritzing, Arduino IDE 1.8.10, Google Chrome.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Sensor MQ-2
2. Sensor DHT11
3. Sensor *Flame*
4. Motor Servo
5. *Water Pump*
6. Lampu LED
7. LCD
8. Relay
9. NodeMcu 8266 Esp-01
10. Cooling Fan
11. *Nozzel Sprayer*
12. *Buzzer*
13. Arduino
14. Wadah Air
15. Modul Relay
16. Komponen Pendukung (PCB, Transistor, Kapasitor, Jumper, Dll)
17. Akrilik
18. Buku panduan skripsi dan tugas akhir Prodi Ilmu Komputer Fakultas MIPA
19. Jurnal referensi yang terkait dengan penelitian ini.

BAB IV

RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

4.1 Perencanaan dan Rancangan Penelitian

Tahap Perencanaan proyek penelitian adalah kegiatan dari sebuah proses pembuatan sistem. Komponen yang digunakan dalam perancangan sistem adalah Adaptor 12Volt, Arduino Uno, NodeMCU, Sensor Asap MQ-02, Sensor Suhu DHT 11, Sensor Api, *Active Buzzer*, Relay, LCD, *Water Pump*, *Nozzel Sprayer*, Fan DC, LED, Adaptor 5 Volt.

4.1.1. Analisis kebutuhan Hardware

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan sebuah analisa kebutuhan hardware seperti dibawah ini :

1. Pemilihan Modul Mikrokontroller

Modul mikrokontroller merupakan modul yang digunakan untuk membangun sebuah sistem dengan hanya menggunakan NodeMCU ESP-01 dan Arduini Uno. NodeMCU ESP-01 merupakan sebuah board yang memiliki fitur agar dapat terkoneksi dengan wifi, sedangkan Arduino Uno memiliki Chip utama IC mikrokontroller tipe atmel ATmega328, dan juga terdapat Chip IC ATmega16U2 yang berfungsi sebagai jalur komunikasi USB yang dapat langsung terhubung dengan komputer sehingga proses flashing program dapat berlangsung lebih cepat.

2. Pemilihan Sensor

Dalam membangun alat pendeteksi dan pembersih asap *Hybrid Sensor* dalam sebuah ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis arduino uno ini membutuhkan Sensor Mq-02 yang berfungsi mendeteksi asap dan gas, sesor suhu DHT11 yang berfungsi mendeteksi suhu di dalam ruangan, sensor api berguna untuk mendeteksi munculnya api. Sensor tersebut akan dihubungkan dengan Arduino dan NodeMCU esp-01 sebagai mikrokontroller dan penghubung komunikasi antara alat dan internet, kemudian nilai dari hasil deteksi sensor dikir dan disimpan kedalam database untuk ditampilkan melalui website untuk memonitoring suhu, asap/gas, dan api.

3. Pemilihan Casing

Casing atau kotak penyimpanan rangkaian yang digunakan guna membangun alat *prototype* pendeteksi dan pembersih asap *Hybrid Sensor* dalam ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis Arduino Uno akan menggunakan sebuah box akrilik berwarna hitam dengan tinggi 17 cm dan lebar 10,5 cm.

4.1.2 Analisis Kebutuhan Software

Analisa kebutuhan perangkat lunak untuk alat *prototype* pendeteksi dan pembersih asap *Hybrid Sensor* dalam ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis arduino uno ini menggunakan Arduino IDE. Arduino IDE merupakan Sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam memudahkan pembuatan serta pengembangan sistem yang akan dibangun mulai dari menuliskan *Source* program sampai upload hasil kompilasi, dan pengujian secara terminal serial. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam menggunakan membuat website yaitu menggunakan *Visual Studio Code*.

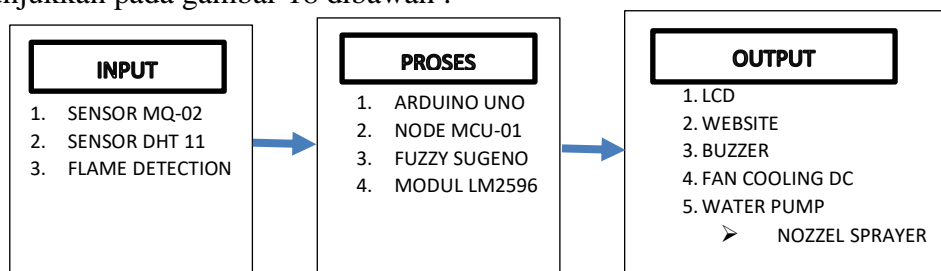
4.2 Studi Referensi

Setelah tahapan perencanaan dan analisis selesai, kemudian selanjutnya dilakukan sebuah penelitian awal dari sebuah sistem yaitu dengan perancangan rangkaian mekanik serta komponen dari model sistem dalam memastikan jika semua

komponen bisa berfungsi sebaik mungkin dan dapat digunakan secara maksimal. Sistem ini menggunakan sebuah mikrkontroller Arduino Uno yang menggunakan module NodeMCU ESP-01 untuk dapat terhubung dengan wifi. Input dari sistem ini menggunakan beberapa sensor seperti sensor MQ-02, DHT11 dan sensor api yang akan bekerja secara *hybrid* dan juga dikombinasikan dengan *Active Buzzer* dan *led red & green*. Output pada sistem berupa sebuah tampilan yang akan muncul pada LCD saat sensor mendeteksi serta tampilan pada website yang akan menyimpan riwayat apabila sistem tercatat mendeteksi sesuatu dalam ruangan. Dan juga output lainnya berupa Fan DC yang digunakan untuk mengatasi asap apabila sensor mendeteksi ruangan terdapat sebuah kenaikan nilai asap, serta adapula waterpump yang akan berkerja memompa air dari tabung air untuk disalurkan menuju *Nozzle Sprayer* berguna untuk mengatasi apabila sistem mendeteksi adanya titik api pada ruangan.

4.3 Desain Elektrik

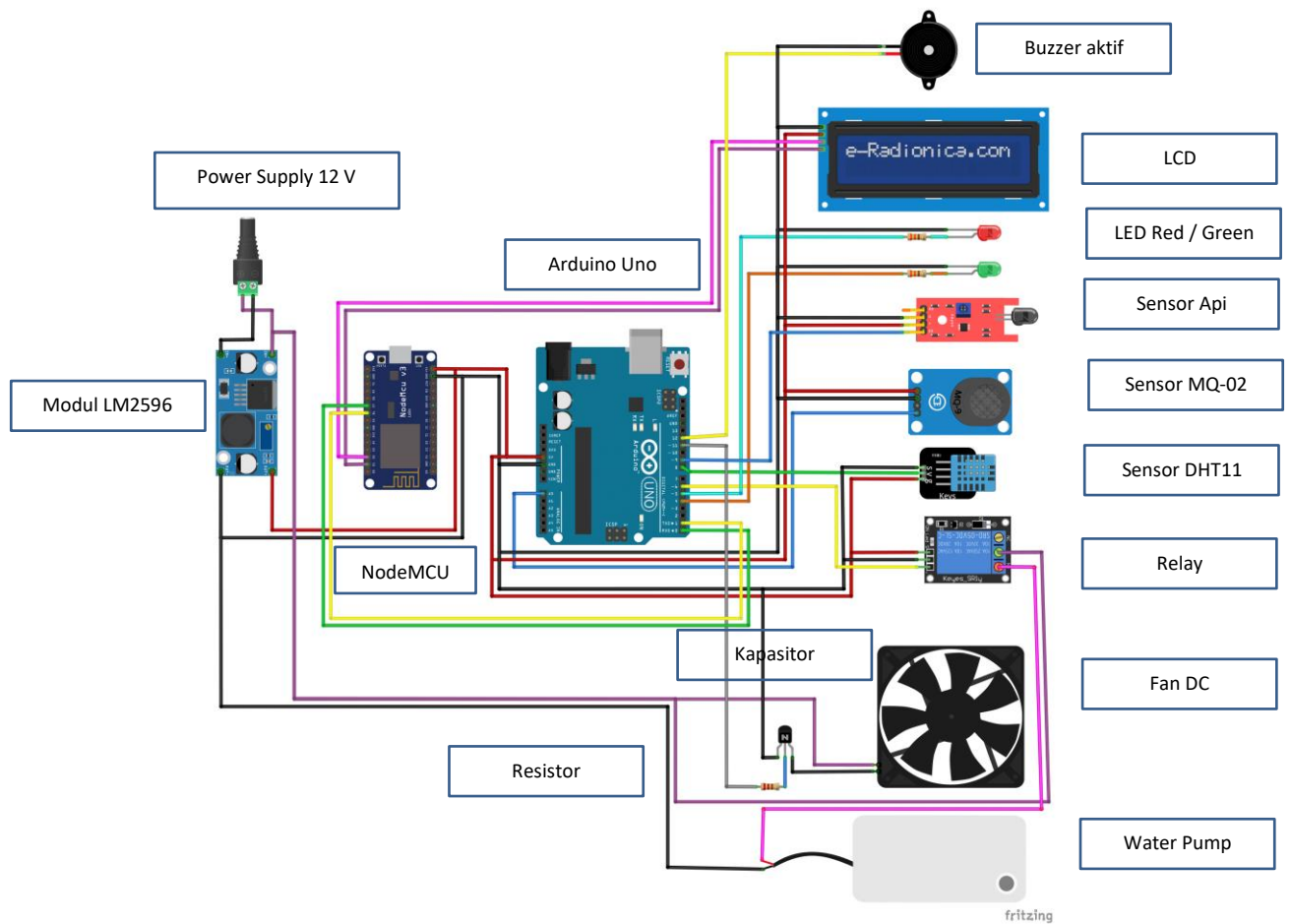
Berikut ini merupakan bagian-bagian blok komponen yang terdapat dari input, proses dan output dari desain elektrik yang dibuat. Desain Elektrik pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 18 dibawah :



Gambar 18 Blok Diagram Sistem

Keterangan :

1. Sensor MQ-02 yang pertama digunakan untuk mendeteksi asap.
2. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu.
3. Sensor *Flame Detector* yang digunakan untuk mendeteksi api .
4. Arduino digunakan guna menyimpan program yang telah dibuat dan guna mengirim dan menjalankan perintah yang telah diberikan.
5. *Fuzzy Logic* untuk mengatasi permasalahan alat guna mengambil keputusan pada keluaran.
6. NodeMCU esp-01 untuk menghubungkan mikrokontroller pada website.
7. Website digunakan untuk menampilkan data dari hasil deteksi sensor untuk memonitoring jarak jauh.
8. LCD berguna sebagai penampil pada suatu kondisi berupa status pada sensor dan pemberitahuan.
9. Buzzer Digunakan sebagai bunyi alarm.
10. Relay digunakan menyambung dan memutuskan arus listrik pada rangkaian output.
11. Kipas DC digunakan sebagai menetralsir kepekatan asap pada ruangan.
12. *Water Pump* digunakan agar dapat mendorong air dari wadah air.
13. Nozel Sprayer berfungsi sebagai keluaran yang akan menyembrotkan air pada ruangan ketika terdeteksi api oleh sensor.



Gambar 19. Desain Sistem Listrik

Tabel 8. Kebutuhan Tegangan Komponen

Komponen		Kebutuhan Tegangan
Arduino Uno		4,56 V
Node MCU		5,10 V
Modul LM2596		5,12 V
Buzzer		5, 12 V
LCD		5, 14 V
LED		5, 14 V
Sensor Api		5,14 V
Sensor MQ-02		5,14 V
Sensor DHT-11		5,14 V
Relay		5,17 V
Kipas DC		5, 12 V
Water Pump		5, 12 V
Daya	Power Suplay	12 V
	Adaptor	5 V

Penjelasan dari rangkaian skematik sebagai berikut :

1. Sumber listrik (*Power Supply*)
Power supply yang akan digunakan pada Device ini bekerja pada tegangan 12V kemudian di turunkan dengan LM2596 (*Buck Converter / Adj Step Down*) Menjadi 5V untuk menjalankan Arduino, NodeMCU dan I/O
2. Mikrokontroller yang digunakan.
Mikrokontroller yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU ESP-01 Sebagai platform sebuah program ke dalam mikrokontroller yang akan berfungsi sebagai pengolah perintah yang diterima dari sensor dan akan menghubungkan pada jaringan wifi.
3. Desain sistem kontrol yang diterapkan Sistem kontrol menggunakan pemrograman bahasa C untuk mengakuisisi data serial dari rangkaian mikrokontroller.

4.4 Pengadaan Komponen

Selepas seluruh komponen yang dibutuhkan sudah terkumpul maka selanjutnya dilakukan pengujian setiap komponen.

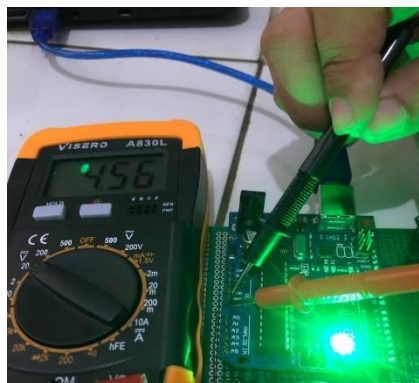
4.5 Pengujian Komponen

Pengujian Komponen merupakan pengetesan semua komponen yang akan digunakan menggunakan multimeter, uji coba ini meliputi input dan output voltase dari komponen dan

sensor, dan pengetesan menggunakan platform serial monitor dengan cara dalam melihat output dari masing-masing komponen yang di uji.

4.5.1 Pengujian Arduino UNO

Dalam mengetahui apakah sebuah Arduino Uno dapat berfungsi dan terkoneksi dengan baik antara Arduino Uno dengan Software Arduino IDE, maka proses yang harus dilakukan adalah sebuah pengujian dengan memberikan tegangan 5 – 12V. berikut pengujian Arduino Uno yang terdapat Digambar 20 dibawah ini :



Gambar 20 Pengujian Daya Arduino

Tabel 9. Tabel Pengujian Arduino

Tegangan Input	Tegangan Output
5 V	4,56
12 V	4,56

4.5.2 Pengujian NodeMCU esp-01

Dalam pengujian NodeMCU ini dilakukan dengan cara memberikan sebuah tegangan yang sama dengan pengujian Arduino yaitu tegangan sebesar 5-12V. setelahnya output tegangan di cek menggunakan mutimeter pada VIN dan GND yang

dihubungkan dengan negatif dan Positif pada multimeter. Berikut hasil nilai dari pengujian NodeMCU dibawah ini :



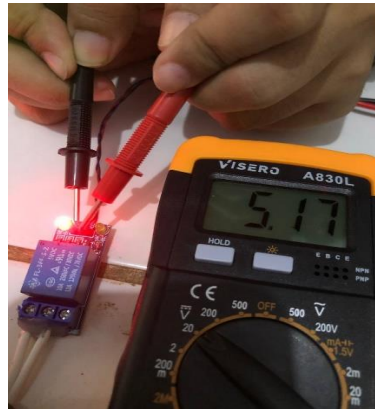
Gambar 21 Pengujian NodeMCU ESP-01

Tabel 10. Tabel Pengujian NodeMCU Esp-01

Tegangan Input	Tegangan Output
5 V	5,10 V
12 V	5,10 V

4.5.3 Pengujian Komponen

Pengujian sensor dilakukan pada beberapa macam komponen meliputi sensor MQ-02, sensor DHT11 dan sensor api, buzzer dan LCD. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan sebesar 5V. pengujian sensor ini dilakukan dengan alat multimeter terhubung dengan kabel sensor ground sedangkan kabel multimeter positif terhubung dengan pin analog atau output digital sensor.



Gambar 22 Pengujian Sensor

Tabel 11. Tabel Pengujian Sensor

No.	Nama sensor dan komponen	Tegangan Input	Tegangan Output
1.	Modul LM2590	5 V	5,12 V
2.	Sensor api	5 V	5,14 V
3.	DHT 11	5 V	5,14 V
4.	MQ-02	5 V	5.14 V
5.	Relay	5 V	5,17 V
6.	LCD	5 V	5, 14 V
7.	Buzzer	5 v	5, 12 V

Dari hasil pengujian masing-masing sensor diketahui bahwa output dari beberapa sensor yang sudah diberi tegangan input sebesar 5V menghasilkan tegangan yang nilainya berbeda, ini sudah sesuai dengan setiap sensor dan komponen yang dibutuhkan.

4.6 Implementasi Elektrik

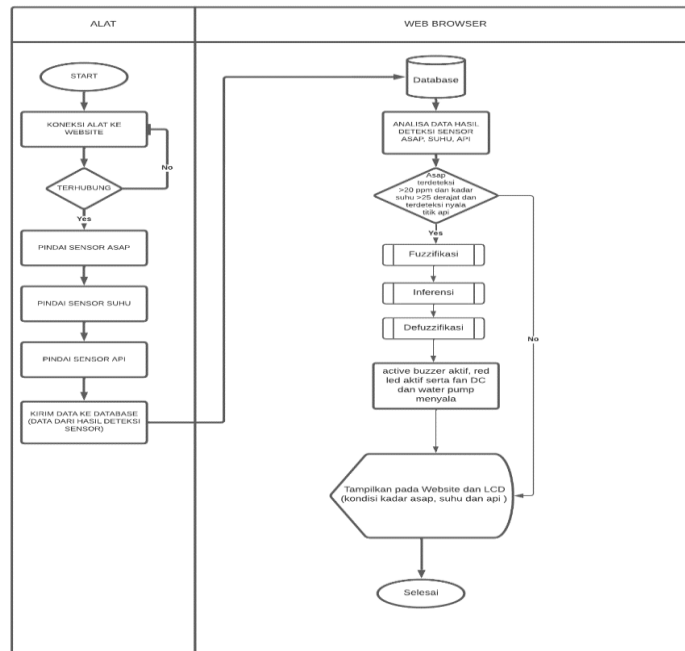
Implementasi Elektrik merupakan tahap dari hasil desain elektrik yang sebelumnya sudah di buat sebelumnya untuk gambaran implementasi elektrik dapat dibuat pada **Gambar 24** dibawah ini :



Gambar 23 Implementasi Elektrik

4.7 Desain Software

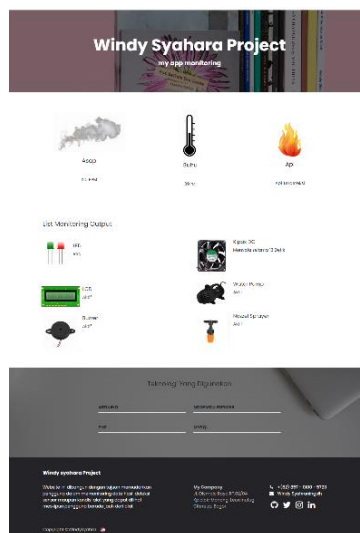
Untuk desain perangkat lunak dari sistem *prototype* pendeteksi dan pembersih asap hybrid sensor dalam ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis Arduino Uno dapat dilihat pada **Gambar 24** dibawah ini.



Gambar 24 Flowchart Sistem Software

Penjelasan *Flowchart* sistem diatas dimulai ketika alat dinyalakan lalu periksa koneksi ke *website* jika tersambung maka akan langsung menunjukkan nilai hasil deteksi dari sensor. Sensor menghubungkan data yang di dapat dari hasil deteksi lalu ditampilkan pada *website*. Dengan cara menghubungkan terlebih dahulu pada koneksi dan xampp kemudian *web browser* akan mengambil data dari database lalu dianalisis oleh sistem kemudian di ditampilkan pada *website*.

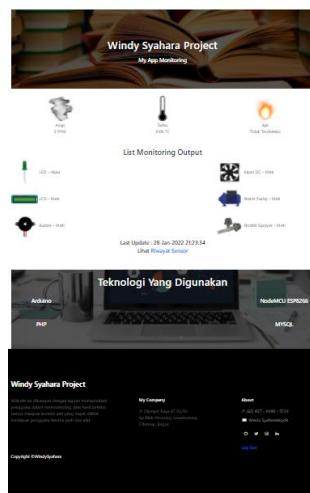
1. Baca data kadar kepekatan udara dalam ruangan, jika kadar melebihi 20 ppm maka sistem akan mengirim perintah untuk menghiduka kipas DC lalu informasi terkait nilai kadar pada asap akan muncul pada *website* begitu pula dengan info pada saat kipas menyala yang akan ditampilkan pada *website*.
2. jika sistem tidak membaca kadar asap dan suhu yang berlebih pada ruangan maka info mengenai lampu led aktif akan muncul pada *website*.
3. Jika sistem mendeteksi asap dan nilai suhu yang tinggi serta api juga terdeteksi pada ruangan maka sistem akan menyalakan *buzzer*, kipas DC serta waterpump untuk menyalurkan air pada *nozzle*, info mengenai berapa nilai kadar ppm dan tingkat suhu akan ditampilkan pada *website*.
4. Untuk tampilan *website* hasil inialisasi nilai pada sensor MQ-02, sensor DHT-11 dan Sensor Flame yang datanya sudah tersimpan pada *database* selanjutnya akan ditampilkan pada *website* dan LCD. Untuk desain pada *website* dapat dilihat pada **Gambar 25** berikut :



Gambar 25 Desain Sisem Web

4.8 Implementasi Software

Pada tahap implementasi perangkat lunak merupakan hasil dari desain perangkat lunak yang sudah dibuat sebelumnya. Berikut ditampilkan implementasi perangkat lunak pada gambar 26 dibawah ini :



Gambar 26 Implementasi Sistem Software

4.9 Pengujian Software

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan mengamati informasi yang disampaikan mikrokontroller menuju website sesuai dengan data hasil deteksi dari alat. Mengamati juga apakah website menambahkan riwayat data hasil deteksi sensor yang pernah terjadi di waktu yang lalu dan waktu yang akan datang. Pengujian ini berfungsi sebagaimana semestinya atau tidak. Untuk dapat mengetahui gambaran pengujian perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 27 dibawah ini :

Daftar riwayat sensor terdeteksi

Clear History

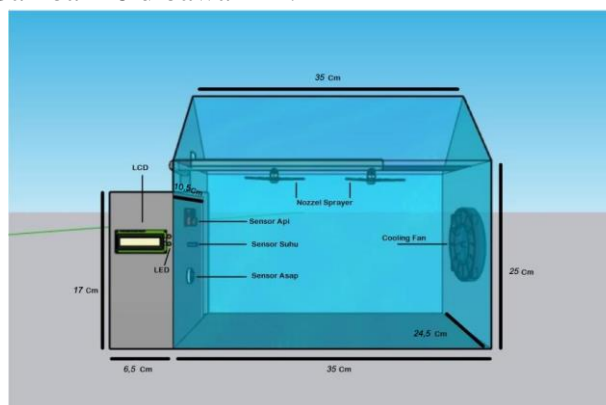
Show 50 entries

No	Waktu	Suhu	PPM	Api	Keterangan
216	23-Mar-2022 02:33:52	Terdeteksi 29.90°C	Terdeteksi 62 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
215	23-Mar-2022 19:32:02	Terdeteksi 29.80°C	Terdeteksi 51 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
214	23-Mar-2022 19:30:41	Terdeteksi 30.10°C	Terdeteksi 47 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
213	23-Mar-2022 19:29:57	Terdeteksi 30.60°C	Terdeteksi 38 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
212	23-Mar-2022 19:29:17	Terdeteksi 30.10°C	Terdeteksi 23 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
211	23-Mar-2022 19:28:34	Terdeteksi 30.60°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
210	23-Mar-2022 02:28:10	Terdeteksi 30.50°C	Terdeteksi 30 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
209	23-Mar-2022 02:27:50	Terdeteksi 29.40°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
208	23-Mar-2022 02:25:20	Terdeteksi 29.30°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
207	23-Mar-2022 02:23:33	Terdeteksi 29.11°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
206	23-Mar-2022 02:22:06	Terdeteksi 29.10°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
205	23-Mar-2022 02:21:46	Terdeteksi 28.50°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
204	20-Mar-2022 19:20:57	Terdeteksi 30.30°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
203	20-Mar-2022 19:20:40	Terdeteksi 30.20°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
202	20-Mar-2022 19:20:27	Terdeteksi 30.10°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
201	20-Mar-2022 19:20:13	Terdeteksi 31.50°C	Terdeteksi 1355 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
200	20-Mar-2022 19:20:00	Terdeteksi 29.90°C	Terdeteksi 1320 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
199	20-Mar-2022 19:19:33	Terdeteksi 30.20°C	Terdeteksi 1102 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
198	20-Mar-2022 19:18:46	Terdeteksi 30.00°C	Terdeteksi 1012 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
197	20-Mar-2022 19:18:06	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 251 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
196	20-Mar-2022 19:17:24	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 14 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
195	20-Mar-2022 19:16:56	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 14 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi

Gambar 27 Pengujian Sistem Software

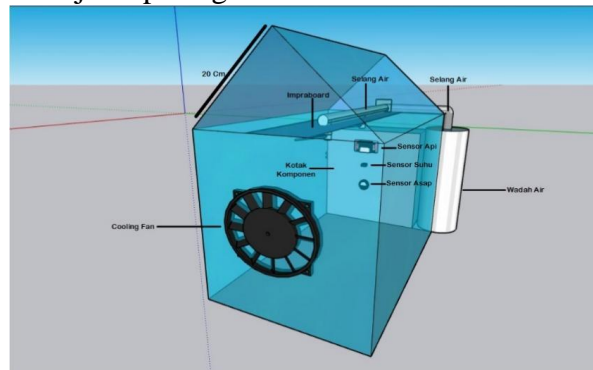
4.10 Desain Mekanik

Penjelasan pada skematik desain mekanik tampak depan pada gambar dibawah merupakan miniatur ruang persegi panjang berbentuk rumah. Pembuatan mekanisme menggunakan papan akrilik yang disusun berbentuk balok sebagai representasi dari bentuk sebuah ruangan sebagai case dari project. Representasi ruangan mempunyai panjang 35 cm, tinggi 25 cm, lebar 24,5 cm. Ruang komponen mempunyai panjang 6,5 cm, tinggi 17 cm, lebar 10,5 cm. Dan seluruh pernyataan dari ruang komponen dibangun seperti Gambar 28 dibawah ini.



Gambar 28. Design Sistem Mekanik Tampak Depan

Desain pada gambar diatas ditunjukkan pada gambar Ruang Komponen, Sensor Asap MQ-02, Sensor Suhu DHT11, Sensor Api, Cooling Fan, LED, LCD, Nozzel Sprayer terlihat lebih jelas pada gambar 29 dibawah ini :



Gambar 29. Desain Sistem Mekanik Tampak Serong

Desain pada gambar tampak samping terlihat cukup jelas penempatan bagian Cooling Fan, Wadah Air, dan Selang air.

4.11 Implementasi Mekanik

Pada tahapan implementasi mekanik ini merupakan tahapan pembuatan alat dari gambar yang sudah dirancang dan didesain sebelumnya keudian setelah pengimplementasian selesai maka selanjutnya dilakukan integrasi atau perakitan komponen.

4.12 Integrasi

Dalam proses integrasi ini dilakukan sesuai berdasarkan dari proses desain mekanik, desain listrik dan desain perangkat lunak sehingga menjadi satu keseluruhan dari sebuah alat. Pada perakitan model sistem yang sudah jadi memiliki spesifikasi dengan tinggi 25 cm dan lebar 24,5 cm serta panjang 35 cm. Model Perakitan sistem tampak depan ditunjukkan pada gambar 30 dibawah ini :



Gambar 30 Model Perakitan Tampak depan

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini merupakan hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya yang telah diejlaskan dengan diawali dari proses perencanaan, perancangan, hingga implementasi keseluruhan dari alat *Prototype* ini. Hasil penelitian ini penulis telah menyelesaikan beberapa hal yang menjadi sebuah acuan sebagai referensi dalam mendapatkan hasil yang maksimal dengan desain model yang rapih, terlihat efektif dan sesimple mungkin. Model dalam penelitian ini adalah memonitoring kadar asap dan kenaikan suhu pada sebuah ruangan yang di bentuk sebuah *prototype* dengan sebuah akrilik. Kemudian diimplementasikan menggunakan rangkaian elektronika yang disimpan pada sebuah kotak penyimpanan agar tidak memakan banyak tempat. Berikut gambar alatnya dapat dilihat pada gambar 31 dan 32.



Gambar 31. Model *Prototype* Tampak Depan



Gambar 32. Model *Prototype* Tampak Serong

5.2 Uji Keseluruhan

Tahapan ini dilakukan pengujian seluruh fungsi sistem, mulai dari pengujian hardware program, *user interface* website, notifikasi pada website dan tampilan pada

LCD. Jika ada sistem yang tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya maka akan dilakukan implementasi mekanik pada sistem. Uji keseluruhan meliputi uji fungsional dan uji validasi.

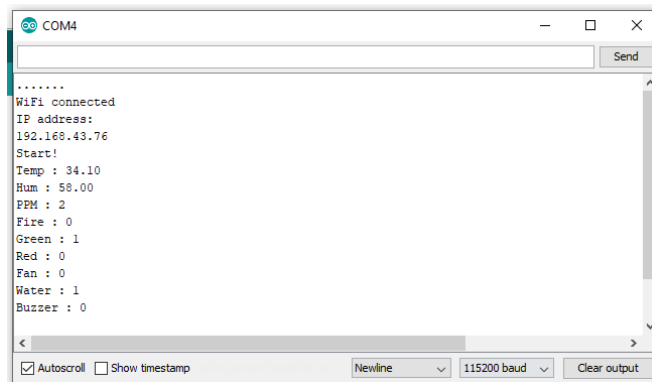
5.2.1 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dapat bertujuan dalam mengetahui apakah sebuah aliran tegangan yang masuk pada sebuah sirkuit sudah sesuai dengan kebutuhan atau tidak sehingga pengujian ini dilakukan agar dapat berfungsi dengan baik sebagai mana seharusnya. Pada proses pengujian ini dilakukan dengan menguji output tegangan masing-masing komponen dengan menggunakan multimeter dan program alat.

5.2.1.1. pengujian keseluruhan sistem

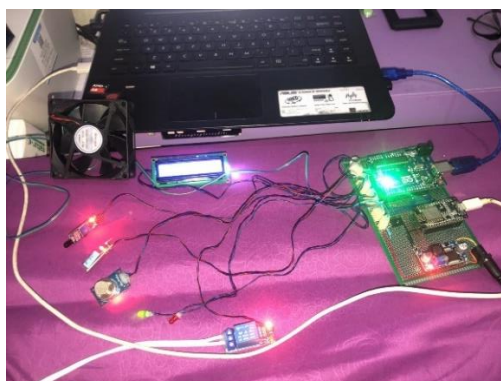
Dalam beberapa rangkaian pengujian yang telah dilakukan pada setiap komponen yang ada, maka tahap yang akan dilakukan selanjutnya adalah pengujian keseluruhan pada sistem yang dibuat. Tahap awal yang dilakukan yakni merangkai semua komponen, ketika selesai maka upload program ke dalam chip Arduino Uno. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan pada sistem keseluruhan antara lain dibawah ini :

1. Pengujian dari alat pada serial monitor pada Arduino IDE, pengecekan terhadap konektivitas dari ESP01, apakah terkoneksi dengan jaringan sekitar sehingga mendapatkan IP dinamis yang kemudian nantinya dapat melakukan koneksi dengan interface monitoring seperti gambar 33 dibawah :



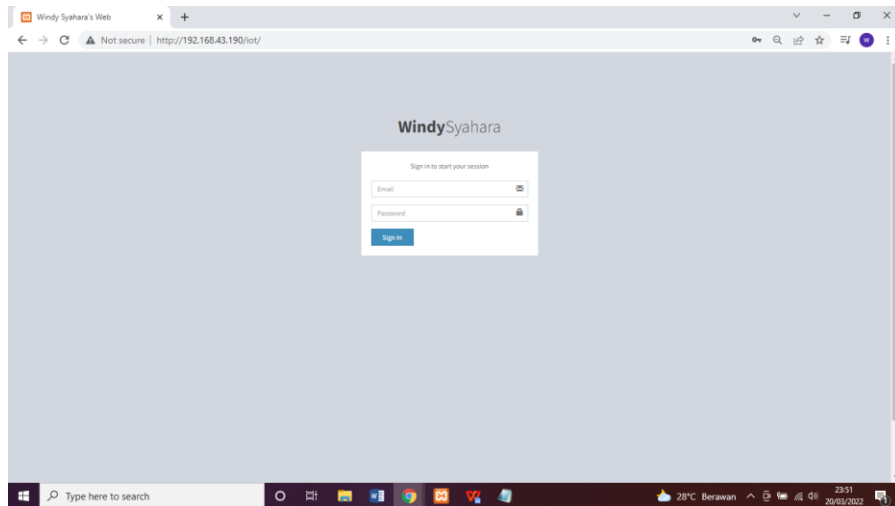
Gambar 33. Pengujian Konektivitas ESP-01

2. Pengujian kedua yaitu pengujian pada model alat *prototype* berbasis *Internet of Things* (IoT). Dilakukan pada saat sistem pertama kali di nyalakan atau diaktifkan dan semua komponen yang digunakan telah berfungsi sesuai dengan kebutuhannya seperti yang ditunjukkan pada gambar 34 dibawah ini :

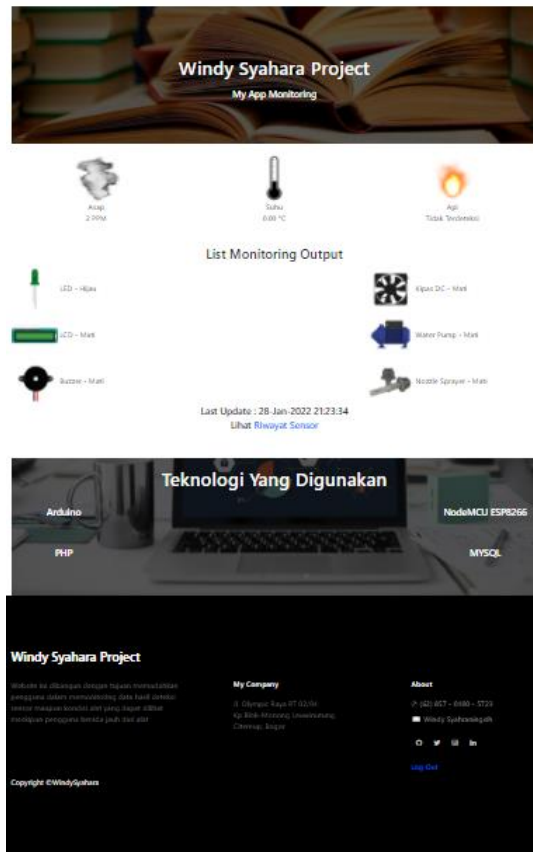


Gambar 34. Pengujian Model Alat

3. Dalam pengujian user interface pada website akan ditampilkan dua buah tampilan data yang menunjukkan nilai nilai sensor yang terdeteksi pada saat sistem diaktifkan. Pengujian user interface sistem monitoring hasil deteksi ini dapat diakses melalui link <http://projectautotic.com/> dengan id username : windy dan password : windy123 berikut merupakan tampilan gambar 35 dan gambar 26 yang dapat dilihat seperti dibawah ini :



Gambar 35. Halaman Login



Gambar 36. Halaman Dashboard

Daftar riwayat sensor terdeteksi

Clear History

Show 10 entries

Search here

No	Waktu	Suhu	PPM	Api	Keterangan
216	23-Mar-2022 02:33:52	Terdeteksi 29.90°C	Terdeteksi 62 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
215	23-Mar-2022 19:32:02	Terdeteksi 29.80°C	Terdeteksi 51 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
214	23-Mar-2022 19:30:41	Terdeteksi 30.10°C	Terdeteksi 47 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
213	23-Mar-2022 19:29:57	Terdeteksi 30.60°C	Terdeteksi 38 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
212	23-Mar-2022 19:29:17	Terdeteksi 30.10°C	Terdeteksi 23 PPM	Terdeteksi	Suhu, Asap, Api, Terdeteksi
211	23-Mar-2022 19:28:34	Terdeteksi 30.60°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
210	23-Mar-2022 02:28:10	Terdeteksi 30.50°C	Terdeteksi 30 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
209	23-Mar-2022 02:27:50	Terdeteksi 29.40°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
208	23-Mar-2022 02:25:20	Terdeteksi 29.30°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
207	23-Mar-2022 02:23:33	Terdeteksi 29.11°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
206	23-Mar-2022 02:22:06	Terdeteksi 29.10°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
205	23-Mar-2022 02:21:46	Terdeteksi 28.50°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
204	20-Mar-2022 19:20:57	Terdeteksi 30.30°C	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi	Suhu, Api, Terdeteksi
203	20-Mar-2022 19:20:40	Terdeteksi 30.20°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
202	20-Mar-2022 19:20:27	Terdeteksi 30.10°C	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Suhu, Terdeteksi
201	20-Mar-2022 19:20:13	Terdeteksi 31.50°C	Terdeteksi 1355 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
200	20-Mar-2022 19:20:00	Terdeteksi 29.90°C	Terdeteksi 1320 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
199	20-Mar-2022 19:19:33	Terdeteksi 30.20°C	Terdeteksi 1102 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
198	20-Mar-2022 19:18:46	Terdeteksi 30.00°C	Terdeteksi 1012 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
197	20-Mar-2022 19:18:06	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 251 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
196	20-Mar-2022 19:17:24	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 14 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi
195	20-Mar-2022 19:16:56	Terdeteksi 29.10°C	Terdeteksi 14 PPM	Tidak Terdeteksi	Suhu, Asap, Terdeteksi

Gambar 37. Halaman History

5.2.2 Pengujian Validasi

Pada tahapan ini tahapan yang bertujuan untuk menguji kinerja dan fungsi dari alat yang telah dibuat, apakah alat tersebut dapat berjalan dengan baik atau sebaliknya dengan melakukan pengujian ini kita dapat mengetahui batas kemampuan sensor dalam beberapa nilai, dapat juga mengetahui *Error* yang timbul pada saat sistem dinyalakan. Dengan begitu pengujian ini dilakukan agar bisa menggambarkan hasil yang optimal.

Untuk mengetahui batasan kemampuan sensor dalam mendeteksi, berikut ini dilakukan pengukuran sensor dengan nilai jarak pada masing-masing sensor terhadap objek :

1. Pengukuran Sensor MQ-02 terhadap Asap

Pengujian ini pada sensor ini bertujuan mengetahui kesensitifan sensor pada asap yang ada pada ruangan dimana sensor akan membutuhkan tenaga 5 Vdc. Pada pengujian sensor ini digunakan media percobaan berupa Asap Pembakaran kertas yang akan dideteksi ada jarak antara 10 sampai 100 cm, dibawah ini merupakan data hasil pengujian kesensitifan sensor MQ-02.

Tabel 12. Pengukuran Sensor MQ-02 Terhadap Asap

Sampel Percobaan	Jarak (cm)	Buzzer
Asap Pembakaran Kertas	10	Nyala
	20	Nyala
	30	Mati
	40	Mati
	50	Mati
	60	Mati
	70	Mati

	80	Mati
	90	Mati
	100	Mati

2. Pengukuran Sensor MQ-02 terhadap Gas

Pengukuran ini dilakukan dengan jarak yang berbeda-beda guna mengetahui sejauh mana jarak kesensitifan terhadap gas yang dihasilkan oleh korek api.

Tabel 13. Pengukuran Sensor MQ-02 terhadap Gas

Sampel Percobaan	Jarak (cm)	Buzzer
Gas Korek Api	10	Nyala
	20	Mati
	30	Mati
	40	Mati
	50	Mati
	60	Mati
	70	Mati
	80	Mati
	90	Mati
	100	Mati

3. Pengujian Flame Sensor terhadap delay respon

Pengukuran ini dilakukan dengan jarak berbeda maka akan mengetahui berapa lama delay sensor dapat mendeteksi titik api.

Tabel 14. Pengujian Delay Flame Sensor

Sampel Percobaan	Jarak (cm)	Delay Sensor	Delay Nozzle
Lilin	10	0,12	2,10
	20	1,22	3,3
	30	4,25	3,4
	40	Mati	Mati
	50	Mati	Mati
	60	Mati	Mati
	70	Mati	Mati
	80	Mati	Mati
	90	Mati	Mati
	100	Mati	Mati

Untuk tabel hasil pengujian penelitian seluruh sensor dapat dilihat pada Tabel 14 dibawah ini :

Tabel 15. Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem

No.	Sampel Percobaan	Lama Waktu Pengujian	Nama sensor			Output				Kondisi
			Sensor MQ-02	Sensor DHT-11	Sensor flame	Status	Durasi (ms)	Delay Nozzel	Buzzer	
1.	Obat Nyamuk Bakar	30 Detik	6 ppm	29.30 °C	Off	Asap renggang suhu normal	182,1	Off	On	Sesuai
2.		60 Detik	15 ppm	28.60 °C	Off	Asap renggang suhu normal	126,8	Off	On	Sesuai
3.		90 Detik	21 ppm	29.45 °C	Off	Asap renggang suhu normal	228,9	Off	On	Sesuai
4.		120 Detik	25 ppm	28.90 °C	Off	Asap renggang suhu normal	272,4	Off	On	Sesuai
5.		150 Detik	29 ppm	28.90 °C	Off	Asap renggang suhu normal	202,5	Off	On	Sesuai
6.	Rokok	30 Detik	6 ppm	29.70 °C	Off	Asap renggang suhu normal	166,3	Off	On	Sesuai
7.		60 Detik	13 ppm	30.20 °C	Off	Asap renggang suhu hangat	123,3	Off	On	Sesuai
8.		90 Detik	24 ppm	39.30 °C	Off	Asap renggang suhu hangat	269,6	Off	On	Sesuai
9.		120 Detik	29 ppm	29.70 °C	Off	Asap renggang suhu normal	232,7	Off	On	Sesuai
10.		150 Detik	38 ppm	28.62 °C	Off	Asap sedang suhu normal	347,1	Off	On	Sesuai
11.	Kertas Terbakar	30 Detik	24 ppm	28.80 °C	On	Asap renggang suhu normal	365,2	2,3	On	Sesuai
12.		60 Detik	41 ppm	30.20 °C	On	Asap sedang suhu hangat	423,8	3,1	On	Sesuai
13.		90 Detik	50 ppm	30.20 °C	On	Asap sedang suhu hangat	451,1	2,4	On	Sesuai
14.		120 Detik	25 ppm	30.40 °C	On	Asap renggang suhu hangat	371,4	3,0	On	Sesuai
15.		150 Detik	48 ppm	29.70 °C	On	Asap sedang suhu normal	466,2	1,8	On	Sesuai
16.	Lilin	30 Detik	Off	29.90 °C	On	Api terdeteksi suhu normal	Off	2,8	On	Sesuai
17.		60 Detik	Off	28.90 °C	On	Api terdeteksi suhu normal	Off	3,2	On	Sesuai
18.		90 Detik	Off	28.90 °C	On	Api terdeteksi suhu normal	Off	2,8	On	Sesuai
19.		120 Detik	Off	31.20 °C	On	Api terdeteksi suhu hangat	Off	0,8	On	Sesuai

20.		150 Detik	Off	29.40 °C	On	Api terdeteksi suhu normal	Off	1,7	On	Sesuai
21.	Gas	30 Detik	251 ppm	29.10 °C	Off	Asap pekat suhu normal	1266,2	Off	On	Sesuai
22.		60 Detik	1004 ppm	30.10 °C	Off	Asap pekat suhu hangat	1321,8	Off	On	Sesuai
23.		90 Detik	1105 ppm	29.90 °C	Off	Asap pekat suhu normal	1423,2	Off	On	Sesuai
24.		120 Detik	1152 ppm	30.20 °C	Off	Asap pekat suhu hangat	1933,1	Off	On	Sesuai
25.		150 Detik	1322 ppm	29.90 °C	Off	Asap pekat suhu normal	2141,0	Off	On	Sesuai
26.	Pembakaran Sampah	30 Detik	17 ppm	29.10 °C	On	Asap sedang suhu normal	127,3	1,4	On	Sesuai
27.		60 Detik	23 ppm	28.30 °C	On	Asap sedang suhu normal	322,4	0,2	On	Sesuai
28.		90 Detik	29 ppm	29.10 °C	On	Asap sedang suhu normal	327,7	1,7	On	Sesuai
29.		120 Detik	54 ppm	30.30 °C	On	Asap sedang suhu hangat	449,1	0,6	On	Sesuai
30.		150 Detik	68 ppm	30.40 °C	On	Asap pekat suhu hangat	522,8	0,1	On	Sesuai

Pada pengujian kali ini alat atau sistem dinyalakan selama beberapa waktu berbeda dan dilakukan pada 6 media percobaan berbeda yaitu obat nyamuk bakar, pembakaran kertas, rokok, lilin, gas dan pembakaran sampah. pengujian ini digunakan mengetahui keefektifitasan sensor dan menguji respon output terhadap setiap data yang didapat dari hasil deteksi sistem. Berdasarkan tabel pengujian diatas terdapat *Error* yang muncul pada saat dilakukan percobaan pada media tertentu, *Error* muncul pada bunyi nyala buzzer yang terkadang tidak aktif padahal asap terdeteksi, serta dapat dilihat bahwa disetiap durasi waktu berbeda sensor mendeteksi nilai ppm yang berbeda disetiap media percobaan sehingga hasil pada output yang dikeluarkan juga berbeda.

Pengujian waktu eksekusi sistem bertujuan dalam mengetahui kecepatan sistem dalam eksekusi input menjadi output sesuai dengan perhitungan fuzzy. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, maka didapatkan hasil seperti Uraian pada Tabel 15 dibawah ini :

Tabel 16. Tabel Kondisi Output

Output	Kondisi
± 200 ms	Suhu normal Asap Renggang
± 400 ms	Suhu normal Asap sedang
± 500 ms	Suhu hangat Asap sedang
± 1500 ms	Suhu normal Asap Pekat
± 2000 ms	Suhu hangat Asap Pekat

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa waktu eksekusi setiap output berbeda. Hal ini disebabkan karna adanya proses komputasi fuzzy yang terintegrasi dengan data hasil deteksi sensor. Hal ini dapat dilihat dengan kondisi terjadi deteksi asap yang tidak pekat dan kondisi tidak terjadi kebakaran maka waktu eksekusi lebih cepat dibandingkan dengan kondisi saat asap terdeteksi pekat dan ruangan terdeteksi titik api dengan waktu eksekusi yang lebih lama.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai *prototype* pendeteksi dan pembersih asap *Hybrid Sensor* dalam sebuah ruangan dengan metode *Fuzzy Logic* berbasis arduino uno, pencemaran udara dianggap memiliki pengaruh buruk terhadap tubuh manusia baik itu didalam sebuah ruangan maupun diluar ruangan. Semakin tinggi tingkat bahan pencemar yang masuk pada ruang lingkup kehidupan manusia maka akan semakin tinggi resiko penyakit berbahaya akan berdampak dengan aktivitas manusia bahkan di dalam ruangan.

Terdapat 3 hipotesis dari penelitian ini, hasil dari penelitian ini didapat kesimpulan yaitu :

1. Sistem *prototype* ini bekerja dengan otomatis pada sebuah *prototype* ruangan tertutup, sistem akan berfungsi ketika sensor suhu DHT-11 dan sensor asap & gas MQ-02 mendapat input berupa nilai dari hasil deteksi pada ruangan tsb. Sistem juga akan mencari tahu jika nilai asap dan kenaikan suhu yang terdeteksi merupakan berasal dari api terhadap sesuatu hal yang terbakar pada *prototype* ruangan.
2. Sistem *prototype* tidak hanya mengontrol asap dengan mengirimkan pesan berupa nilai hasil deteksi untuk menentukan output yang harus dikeluarkan, tetapi sistem juga dapat menentukan output jika terdapat asap serta api yang terdeteksi pada ruangan, dan juga menentukan output jika hanya terdapat api yang terdeteksi pada ruangan.
3. Monitoring yang dilakukan pada *prototype* ini akan terjadi secara real-time selama sensor mendeteksi, sehingga dapat mengetahui kondisi kadar asap maupun gas pada ruangan saat asap terdeteksi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghubungkan wifi kepada sistem *prototype* kemudian monitoring sistem dapat diakses melalui tautan <http://Projectautotic.com/> dengan id username : windy dan password : windy123

Dalam penelitian ini penulis menyadari bahwa ada beberapa faktor yang menjadi kendala atau hambatan pada saat penelitian dilakukan. Diantara lainya yaitu :

1. biaya merupakan peranan penting yang menentukan penyuksesan penelitian. Keterbatasan biaya operasiona menjadi satu hal kendala yang membuat peneliti membatasi sampai dimana penelitian dilakukan.
2. keterbatasan waktu peneliti sebagai seorang mahasiswi yang memiliki tuntutan untuk segera menyelesaikan studi jenjang sarjana (S1) termasuk dalam kendala yang dihadapi penulis. Hal ini pun menjadikan penulis membuat batasan-batasan pada penelitian.

6.2 Saran

Dikarenakan adanya keterbatasan penulis dalam melakukan penelitian ini, sehingga hasil akhir penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dan mungkin untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut, diantaranya yaitu :

1. Memperbanyak nilai parameter agar batasan terhadap sensor lebih akurat.
2. Menambah output berupa notifikasi yang terhubung pada smartphone pengguna sehingga hal ini bisa mendapat perhatian pengguna saat berada jauh dari rumah

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Fajri Septia, et al. (2016). Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruang Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara. AMIN GI MDP.
- Ajeng, D.S., Muhammad, L.H., Sukmawaty. (2020) Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Ruang Pengering Hybrid Tipe Rak Berputar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol.9, No.1 (2020) : 1-9.
- Amsar., Khairuman., Marlina (2020) Perancangan Alat Pendeteksi CO₂ Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Internet Of Thing. *METHOMIKA*.vol.4, No. 1 April 2020.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.(1998) Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).
- Fajar Salis H, ST. (2011) Pembuatan Alarm Kebakaran Dengan Menggunakan Sensor Suhu Dan Sensor Asap. Universitas Nurtanio Bandung. *INDEPT*, Vol.1, No.2 Juni 2011.
- Albanna, Isa. (2015). Akuisisi Data Hybrid Sensor Sebagai Pemantau Kelembaban Tanah Dan Kondisi Udara Pada Lahan Pertanian. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Seminar Nasional Sains dan Tenkologi Terapan III 2015; ISBN 978-602-98569-1-0
- Hambudi, T. (2015). Professional General Affair: Panduan Bagian Umum Perusahaan Modern. Jakarta Selatan : Transmedia Pustaka.
- Prayogi, Yamin dan Ramadhan (2016) Perancangan dan Implementasi Ptototype Sistem Pendeteksi Asap dan Panas Pada Ruang Tertutup Menggunakan Logika Fuzzy Metode Sugeno. *semanTIK*, Vol.2, No.2, Jul-Des 2016.
- Haris, A., Ikhsan, M., Rogayah, R.,(2012) Asap Rokok Sebagai Bahan Pencemar dalam Ruang. *Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia*.CDK-189/Vol.39 No.1 2012.
- Hasil, P., Jinho, P., Haegwang, K., etc (2018) Hybrid Sensor Network-Based Indoor Surveillance System for Intrusion Detection. *Syemtry 2018, 10, 181; DOI:10.3390/sym10060181*.
- Riyan, Puspita. H, Deddy R. Wildan., (2019) Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid). Universitas Nurtanio Bandung. *INDEPT*, Vol. 8, No.2 Juni – September 2019.
- Hermawan, D., Setiawan, E.B (2017) *Prototype Of Gas Warning Monitoring Application Using Mobile Android Smartphone*. *IJNMT*. Vol. 4, No. 1 Juni 2017.
- Jacqueline M.S (2020) Desain Sistem Asap dan Api Berbasis Sensor Mikrokontroler dan IOT. *Cogito Smart Journal*. Vol.6 No.1 Juni 2020.
- Kaichen Xu., Yuyao Lu., & Kuniharu Takei (2020) Flexible Hybrid Sensor Systems With Feedback Functions. *DOI: 10.1102/adfm.20657436*. December 2020.
- Kusriyanto, Medilla, dan Aditya Saputra. 2016. Rancang Bangun Timbangan Digital Terintegrasi Informasi Bmi dengan Keluaran Suara Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknoin*. Vol. 2 No.22:70.

- Kusumadewi, S, dan Purnomo, H, (654). Aplikasi Logika Fuzzy Sistem Pendukung Keputusan. *Graha Ilmu. Yogyakarta.*
- Maulidin, M.S., Alfalah, A.F., Wibowo, D.D (2016) MQ2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino Dan Bahasa C. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. *Prosiding SNST ke-7 tahun 2016.*
- Prayogi, Shabri., Yamin, Muh., & Ramadhan Rahmat. (2016). Perancangan Dan Implementasi Prototipe Sistem Pendeteksi Asap Dan Panas Pada Ruang Tertutup Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno. *SemanTIK*, No-2, No.2, Jul-Des 2016.
- Prihono, Pradestya Ari. 2017. *Vijeo Designer Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Modicon M221 pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Pemanas Air Otomatis*. Tugas Akhir. D3 Teknik Elektro. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pudjiastuti, Lily. (1998) Kualitas Udara dalam Ruangan. Jakarta: *Depdikbud.*
- Riecky, S.S., Poekoel, Vecky, C dkk (2109) Rancang Bangun Sistem Kendali Tenaga Hibrida Berbasis Citra Digital. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol.8 No.3 September-Desember 2019.
- Rizaldy, H.O., Yahya, M., Farrady, A.F (2018) Prototipe Sistem Peringatan Dini Kebakaran Menggunakan Hybrid Sensor Api Dan Mq-2 Berbasis IOT. *Jurnal Ilmiah Setrum*. 7:2 (2018) 228-236.
- Saefullah, Asep, Endang Sunandar, Muhammad Nur Rifai. 2017. Prototipe Robot Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega dengan Interface Web Browser. *Jurnal CCIT*. Vol.10 No.2:272.
- Satria, Dhimas., Listijorini, Erny., Muhammad, R.N. (2015). Perancangan Sistem Kendali Suhu Pada Mesin Pengering Hybrid Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol.3, No.2 September 2015.
- Setiawati, D.A., Hakim, M.L., Sukmawaty (2020) Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Ruang Pengering Hybrid Tipe Rak Berputar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol.9 No.1 Maret 2020.
- SNI 03-3985-650 Mengenai Tata Cara Perencanaan, Pemasangan Dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Mencegah Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung.
- Sriwidodo. 2017. *Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban Pada Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Menggunakan Sensor Dht 11*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Tendra, G., Wulandari, D (2020) Alat Pembersih Asap Rokok Otomatis Dengan Menggunakan Sensor MQ2. *Jurnal Informatika, manajemen dan komputer*, Vol.12 No.1 Mei 2020.
- Yoga Alif, K.U, S.ST., M.T. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu Menggunakan Arduino Pro Mini. *E-Jurnal Narodroid*, Vol.2, No.2 Juli 2016.
- Zain, Abdul. 2016. Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector. *Jurnal INTEK*. Vol.3 No.1:37.