

**PENERAPAN *SMART ENVIRONMENT* BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC***

SKRIPSI

**AHMAD FAUZI
71153021**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA**

2020

**PENERAPAN *SMART ENVIRONMENT* BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

AHMAD FAUZI

71153021



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA**

2020

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -
Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Ahmad Fauzi
Nomor Induk Mahasiswa	: 71153021
Program Studi	: Ilmu Komputer
Judul	: Penerapan <i>Smart Environment</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> Dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i>

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 29 Juli 2020 M
08 Dzul Hijjah 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom.
NIP. 198503162015031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Fauzi
Nim : 71153021
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Penerapan *Smart Environment* Berbasis *Internet Of Things* Dengan Metode *Fuzzy Logic*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya serahkan ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan-ringkasan yang semuanya saya jelaskan sumbernya.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil ciplakan, maka gelar dan ijazah yang diberikan oleh institut batal saya terima.

Medan, 29 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Ahmad Fauzi

Nim. 71153021



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683

Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B.041/ST/ST.V.2/PP.01.1/03/2021

Judul : Penerapan *Smart Environment* Berbasis *Internet of Things* Dengan Metode *Fuzzy Logic*
: Ahmad Fauzi
Nama : 71153021
Nomor Induk Mahasiswa : Ilmu Komputer
Program Studi : Sains dan Teknologi
Fakultas

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Senin, 29 Juli 2020
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah
Ketua,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Dewan Penguji,
Penguji I, Penguji II,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Rakhmat Kurniawan R, S.T, M.Kom.
NIP. 198503162015031003

Penguji III,

Penguji IV,

Heri Santoso, M.Kom.
NIB. 1100000114

Abdul Halim Hasugian, M.Kom.
NIB. 1100000113

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan

Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 196609101999031002

ABSTRAK

Di Indonesia polusi udara sudah sangat memprihatinkan, ada banyak resiko yang dihasilkan dari polusi udara, termasuk resiko kanker darah. Tetapi banyak masyarakat yang tidak menyadari hal itu, akibatnya banyak yang terkena infeksi saluran pernafasan, asma, maupun kanker paru paru akibat polusi udara. Seiring dengan perkembangan teknologi, muncul konsep baru yaitu *Internet of things* dari perkembangan *Internet of things* ini menghasilkan banyak penemuan, salah satunya *Smart Environment*. Dengan *Smart Environment* kita dapat memantau tingkat kualitas suatu lingkungan, salah satunya kualitas udara. Banyaknya informasi terkait pencemaran udara menjadi alasan penulis untuk membuat alat yang menggunakan sensor MQ7 berbasis mikrokontroler Nodemcu yang diharapkan dapat membantu mengurangi resiko yang dihasilkan dari polusi udara khususnya karbon monoksida (CO). Alat ini juga menerapkan konsep *internet of things* sehingga hasil dari bacaan sensor dapat dipantau secara *online* dari mana saja dan kapan saja secara *realtime*. Ada klasifikasi tingkat pencemaran udara pada alat ini diantaranya udara sehat, udara tidak sehat dan udara berbahaya, udara sehat berada di rentang nilai 0-100 PPM, udara tidak sehat berada di rentang nilai 100-200 PPM, dan udara berbahaya berada di rentang nilai >200 PPM. Pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* karena metode ini cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat *realtime* seperti dalam mengambil keputusan untuk mencari kadar polusi udara yang berubah-ubah dan kurang pasti. Dengan metode *fuzzy logic* ini didapatkan kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidak pastian, ketidak jelasan, ketidak tepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial. Hasil pendeteksian sensor MQ7 terhadap karbon monoksida dimonitoring melalui platform *Internet of Things* buatan Indonesia yaitu Antares.id.

Kata Kunci: *Internet of things, smart environment, mq7, node mcu, fuzzy logic*

ABSTRACT

In Indonesia, air pollution is a very concern, many risks are resulting from air pollution, including the risk of blood cancer. But many people are not aware of this as a result, many are affected by respiratory infections, asthma, and lung cancer due to air pollution. Along with technological developments, a new concept emerged, namely the Internet of things, from the development of the Internet of Things, which resulted in many discoveries, one of which was the Smart Environment. With Smart Environment we can monitor the quality level of an environment, one of which is air quality. The amount of information related to air pollution is the reason for the author to make a tool that uses the Nodemcu microcontroller-based MQ7 sensor which is expected to help reduce the risk generated from air pollution, especially carbon monoxide (CO). This tool also applies the concept of the internet of things so that the results of sensor readings can be monitored online from anywhere and anytime in realtime. There is a classification of air pollution levels in this tool including healthy air, unhealthy air, and dangerous air, healthy air is in the value range 0-100 PPM, unhealthy air is in the value range of 100-200 PPM, and dangerous air is in the value range > 200 PPM. This research uses the fuzzy logic method because this method is suitable for use in most real-time problems such as making decisions to look for fluctuating and uncertain levels of air pollution. With this fuzzy logic method, the mathematical framework is used to present uncertainty, obscurity, imprecision, lack of information, and partial truth. The results of the MQ7 sensor detection of carbon monoxide are monitored through the Indonesian-made Internet of Things platform, Antares.id.

Keywords: internet of things, smart environment, mq7, node mcu, fuzzy logic

KATA PENGANTAR

Tiada puja dan puji syukur yang pantas dilantunkan oleh penulis selain kepada Allah SWT yang tidak pernah berhenti memberikan segala nikmat dan hidayah sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Penerapan *Smart Environment* Berbasis *Internet of things* Dengan Metode Fuzzy Logic”. Shalawat serta salam tidak lupa tercurahkan selalu kepada Nabi yang insyaa Allah akan memberi syafaat ialah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para umatnya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dukungan dan nasehat-nasehat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak H.M Jamil, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknoligi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Mhd. Furqan S.Si., M.Comp., Sc. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer, Pembimbing Akademik dan Pembimbing Skripsi I. Semoga selalu memberikan yang terbaik untuk generasi ilmu komputer.
4. Bapak Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing skripsi II yang senantiasa memberikan pengarahan dalam tugas akhir ini. Semoga keberkahan selalu tercurah kepada beliau.
5. Kedua orang tua, Ayahanda Ahmad Sofyan dan Ibunda Alm. Yuliati tercinta yang tiada hentinya mendoakan di setiap sujud sholatnya, mengingatkan di sepanjang waktunya dan memberi motivasi bagi penulis.

6. Kakak dan adik penulis, Nurul Fadhillah dan Atikah Husna yang selalu memberikan support dan bantuan kepada penulis.
7. Seluruh dosen dan pegawai Program Studi Ilmu Komputer maupun diluar ilmu komputer yang pernah memberikan ilmunya kepada penulis, semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah.
8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015 yang sama-sama sedang berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir. Semoga kita selalu di rahmati Allah SWT.
9. Adik-adikku di Ilmu komputer semua angkatan sebagai tempat berbagi ilmu pengetahuan. Semoga kita semua diberikan kemudahan dalam mengerjakan segala sesuatu dan diberkahi Allah.
10. Serta semua pihak memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak tersebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis memohon maaf atas kesalahan dan kekurangan yang terdapat di dalamnya dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pembacanya. Amin.

Medan, 29 Juli 2020

Penulis,

Ahmad Fauzi

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
2.1 Polusi Udara	5
2.1.1 Penyebab Polusi Udara	6
2.2.2 Karbon Monoksida dan Dampaknya Bagi Kesehatan Manusia.....	6
2.2 <i>Internet of things</i>	7
2.3 <i>Smart city</i>	8
2.4 <i>Smart Environment</i>	10
2.5 Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.5.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	11
2.5.2 Fungsi keanggotaan.....	12
2.5.3 <i>Fuzzifikasi</i>	18
2.5.4 <i>Rule Evaluation</i>	19
2.5.5 <i>Defuzzifikasi</i>	19
2.6 Website	20

2.6.1	Hosting	21
2.6.2	Domain	22
2.7	Arduino IDE	22
2.8	Mikrokontroler	24
2.8.1	NodeMCU 8266	25
2.9	Sensor Gas MQ7.....	26
2.11	Antares	27
2.12	Hadits dan Surah Yang berkaitan.....	28
2.13	Penelitian Terdahulu	28
BAB III	29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	29
3.2.1	Perangkat Keras	29
3.2.2	Perangkat Lunak.....	30
3.2.3	Bahan Penelitian.....	30
3.3	Prosedur Penelitian.....	30
3.4	Tahap Persiapan	31
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.6	Analisis Kebutuhan.....	33
3.7	Tahap Perancangan	33
3.7.1	Perakitan Komponen.....	34
3.7.3	<i>Flowchart</i> Program	34
3.7.4	Tahap Pengujian.....	38
3.7.5	Penerapan	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Pembahasan	39
4.1.1	Analisis Data	39
4.1.2	Representasi Data.....	40
4.1.3	Hasil Analisis Data.....	44
4.1.4	Perancangan	44

4.2 Hasil Penelitian	51
4.2.1 Pengujian.....	51
4.2.2 Penerapan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN-LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Ilustrasi Internet of things	7
Gambar 2.2	Ilustrasi Smart City.....	9
Gambar 2.3	Dimensi dan Indikator Smart City	9
Gambar 2.4	Representasi Linear Naik	13
Gambar 2.5	Representasi Linear Turun	14
Gambar 2.6	Representasi Kurva Segitiga	15
Gambar 2.7	Representasi Kurva Trapesium	16
Gambar 2.8	Representasi Kurva Bentuk Bahu	17
Gambar 2.9	Bentuk Fungsi Keanggotaan	18
Gambar 2.10	Tampilan Arduino IDE.....	22
Gambar 2.11	Mikrokontroler	25
Gambar 2.12	NodeMCU	26
Gambar 2.13	Sensor Gas MQ 7	26
Gambar 2.14	Antares (Platform IOT).....	27
Gambar 3.1	Prosedur Penelitian.....	31
Gambar 3.2	Tahap Persiapan	32
Gambar 3.3	Rangkaian Alat.....	34
Gambar 3.4	Flowchart Rangkaian Kerja Perangkat Keras	35
Gambar 3.5	Flowchart Rangkaian Kerja Perangkat Keras	36
Gambar 3.6	Flowchart Fuzzyfikasi	37
Gambar 4.1	Fungsi Keanggotaan Masukan dari Sensor MQ7.....	41
Gambar 4.2	Flowchart Cara Kerja Alat	45
Gambar 4.3	Rangkaian Alat monitoring karbon monoksida 1	46
Gambar 4.4	Rangkaian Alat monitoring karbon monoksida 2	47
Gambar 4.5	Server alat monitoring karbon monoksida	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Arduino IDE.....	23
Tabel 2.2	Fitur Mikrokontroler	25
Tabel 2.3	Spesifikasi Sensor MQ7	27
Tabel 3.1	Perencanaan	29
Tabel 3.2	Perangkat Keras Penelitian	29
Tabel 3.3	Perangkat Lunak Penelitian	30
Tabel 3.4	Bahan Penelitian	30
Tabel 4.1	Himpunan fuzzy	40
Tabel 4.2	Aturan Fuzzy (Rule evaluation).....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Judul Lampiran

- | | |
|----|--------------------------|
| 1. | Listing Program Sensor 1 |
| 2. | Listing Program Sensor 2 |
| 3. | Listing Program Server |
| 4. | Daftar Riwayat Hidup |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT memerintahkan manusia untuk saling tolong menolong dalam kebaikan. Salah satu perintah tersebut terdapat pada Al-Qur'an (Al-Ma'idah Ayat 2)

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya : Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya – (Q.S Al-Maidah: 2)

Mengutip pendapat Ibnu Katsir dalam tafsirnya menyebutkan bahwa Allah Ta'ala menyuruh hamba-hamba-Nya yang beriman supaya tolong-menolong dalam mengerjakan berbagai kebaikan, yaitu kebaikan dalam meninggalkan aneka kemungkarannya, yaitu ketakwaan, serta melarang mereka tolong-menolong dalam melakukan kebatilan dan bekerjasama dalam berbuat dosa dan keharaman. Salah satu bentuk tolong-menolong dalam berbuat kebaikan ialah membantu sesama manusia untuk menghindari hal-hal yang dapat memperburuk kesehatan manusia.

Udara adalah salah satu unsur kehidupan yang ada di bumi, setiap makhluk hidup membutuhkan udara untuk bernafas. Udara yang di hirup oleh makhluk hidup adalah oksigen dan di keluarkan dalam bentuk karbon dioksida. Udara bisa saja tercemar akibat beberapa hal salah satunya adalah yang dikenal dengan polusi udara. Di Indonesia polusi udara sudah sangat memprihatinkan, ada banyak resiko yang dihasilkan dari polusi udara, termasuk resiko kanker darah. Tetapi banyak masyarakat yang tidak menyadari hal ini, akibatnya

banyak yang terkena infeksi saluran pernafasan, asma, maupun kanker paru paru akibat polusi udara.

Banyaknya kendaraan berbahan bakar fosil dan berbagai industri membuat kualitas udara menurun dan membahayakan kesehatan masyarakatnya. Masyarakat terlalu sibuk dengan segala aktifitasnya sehari-hari sehingga mereka hanya fokus dengan pekerjaannya. Polusi udara dapat timbul di mana saja. Salah satu penyumbang terbesar polusi udara adalah gas buang kendaraan bermotor. Jenis polusi udara berbahaya yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor adalah Karbon Monoksida (CO).

Karbon monoksida sering dijuluki "*Silent Killer*" karena sifatnya yang tidak berwarna dan tidak berbau (Cooper, Alley, 2011). Hemoglobin (Hb) dalam darah manusia yang bertugas untuk mengikat Oksigen (O₂) dan mengedarkannya ke seluruh tubuh, akan lebih tertarik untuk mengikat CO dikarenakan berat jenisnya yang lebih ringan. Oleh karena sifatnya yang dapat mengganggu kinerja Hemoglobin di dalam tubuh dalam mengikat Oksigen, CO dianggap sebagai polutan dan masuk ke dalam golongan zat berbahaya.

Seiring berkembangnya zaman munculah berbagai perkembangan teknologi. Salah satu perkembangan teknologi paling populer saat ini adalah konsep IoT atau *Internet of Things* yang dapat digambarkan sebagai koneksi benda fisik ke jaringan internet. Objek fisik ini dapat berupa peralatan elektronik dan terhubung ke perangkat keras yang biasanya tertanam dalam berbagai jenis peralatan sehingga terhubung ke internet . Salah satu contoh perangkat keras tertanam yang dapat digunakan adalah NodeMCU yang sering digunakan pada peralatan canggih sebagai pengontrol kerja. Perangkat ini biasanya digunakan sebagai pusat akses atau penghubung antara internet dan sensor sehingga data dari sensor ini dapat dapat diakses melalui internet. (Mhd Furqan, Rakhmat Kurniawan, 2019)

Dengan berkembangnya *Internet Of Things* munculah suatu konsep baru yaitu sistem untuk mengelola kehidupan masyarakat yang memanfaatkan

perkembangan teknologi bernama *Smart city*. Menurut Suhono S. Supangkat seorang inisiator *Smart city* dari ITB pada suatu acara seminar menjelaskan bahwa *Smart city* ini nantinya diharapkan mampu menjadi solusi kendala perkotaan, misalnya seperti transparansi dan partisipasi publik, transportasi publik, transaksi non tunai, manajemen limbah, energi, keamanan, data dan informasi. Salah satu konsep *Smart city* ini ada pembahasan tentang lingkungan yaitu *Smart Environment*, nantinya *Smart Environment* ini mampu memberitahu tingkat kualitas suatu lingkungan, seperti kualitas udara, tanah, dan air demi terciptanya lingkungan yang aman dan nyaman dari pencemaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik membuat judul skripsi tentang “Penerapan *Smart Environment* Berbasis *Internet of things* Dengan Metode Fuzzy Logic”. Untuk dapat memonitoring kualitas udara maka dibutuhkan suatu alat yang mampu mendeteksi polusi udara khususnya karbon monoksida. Alat ini juga memanfaatkan logika *fuzzy* untuk mengklasifikasi kadar karbon monoksida. Penelitian ini juga memanfaatkan teknologi informasi melalui aplikasi berbasis web yaitu Antares, sehingga nantinya pengguna dapat melihat hasil pembacaan sensor terhadap karbon monoksida melalui aplikasi web Antares.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat di rumuskan:

1. Bagaimana merancang alat monitoring kadar karbon monoksida
2. Bagaimana mengklasifikasi kadar karbon monoksida dengan menggunakan logika *fuzzy*
3. Bagaimana memonitoring alat monitoring karbon monoksida melalui aplikasi web

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah ini dapat lebih terarah, maka perlu adanya batasan masalah, yaitu:

1. Alat monitoring karbon monoksida ini sementara hanya mengukur kadar karbon monoksida
2. Alat ini menggunakan logika *fuzzy* sebagai metode
3. Perancangan alat monitoring karbon monoksida ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler
4. Hasil pembacaan alat monitoring karbon monoksida dimonitoring melalui aplikasi web Antares.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Membuat rancangan alat monitoring karbon monoksida yang dapat mengukur kadar karbon monoksida di area parkir
2. Merancang logika fuzzy untuk mengklasifikasi kadar karbon monoksida
3. Memonitoring kadar karbon monoksida secara realtime

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari skripsi ini adalah :

1. Bagi akademisi dan peneliti, penelitian ini di jadikan sebagai tambahan informasi dan referensi, yang di harapkan mampu digunakan dengan sebaiknya untuk penelitian selanjutnya.
2. Bagi masyarakat umum, penelitian ini mampu memberikan informasi mengenai alat untuk memantau kadarkarbon monoksida secara *realtime*.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat di jadikan rujukan informasi dan pertimbangan dalam merumuskan kebutuhan masyarakat yang sensitif terhadap karbon monoksida

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polusi Udara

Pencemaran udara dapat mengganggu kesehatan manusia, tanaman dan binatang atau pada benda-benda, dapat pula mengganggu pandangan mata, kenyamanan hidup dari manusia dan penggunaan benda-benda. Pengaruh yang sangat penting adanya pencemaran udara pada manusia adalah dalam aspek: kesehatan, kenyamanan, keselamatan, estetika, dan perekonomian

Menurut Wardhana Pencemaran udara dapat pula diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan terjadinya perubahan susunan komposisi udara dari susunan atau keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan jangka waktu tertentu akan dapat menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan. (Wardhana, 2004)

Peraturan Pemerintah No.41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, 1999, menyatakan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. (Peraturan Pemerintah No.41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, 1999)

Pencemaran udara (polusi udara) adalah bercampurnya berbagai macam gas yang tidak tetap maka dari itu berbagai macam gas tersebut mengganggu kehidupan atau strerial udara. udara menjadi sebagaian atmosfir yang ada di sekeliling bumi yang berfungsi sangat penting untuk kehidupan. Udara mengandung oksigen untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun dan ozon untuk menahan sinar ultra violet.

2.1.1 Penyebab Polusi Udara

secara umum penyebab pencemaran udara ada 2 macam, yaitu:

- a. Karena faktor internal (secara alamiah) yaitu:
 1. Debu yang beterbangan akibat tiupan angin.
 2. Abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi beserta gas-gas vulkanik.
 3. Proses pembusukan sampah organik.

- b. Karena faktor eksternal (akibat ulah manusia) yaitu:
 1. Hasil pembakaran bahan bakar fosil.
 2. Debu/serbuk dari kegiatan industri.
 3. Pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara. (Sunu, 2001)

2.2.2 Karbon Monoksida dan Dampaknya Bagi Kesehatan Manusia

Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa, maka dari itu, karbon monoksida sulit untuk dideteksi. Padahal, gas ini benar benar berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika seseorang menghirupnya pada kadar rendah, dapat mengakibatkan sesak napas dan pucat. Jika kadarnya lebih tinggi dapat menyebabkan pingsan hingga kematian pada manusia.

Saat seseorang menghirup karbon monoksida, maka gas tersebut akan masuk ke paru-paru dan mengikat hemoglobin pada sel darah. Hemoglobin lebih mudah terikat pada karbon monoksida dibanding oksigen. Sehingga jumlah karbon monoksida dalam tubuh akan meningkat dan jumlah oksigen akan berkurang. Hal ini lah yang dapat menyebabkan seseorang mengalami sesak napas, pingsan, bahkan kematian.

Ketika napas terganggu, paru-paru tidak dapat mengalirkan oksigen ke dalam darah dengan mudah. Selain itu, gagal napas juga dapat menimbulkan berbagai macam gangguan pada fungsi organ tubuh, seperti penyumbatan pada pembuluh darah paru-paru, serangan jantung, terganggunya fungsi

Internet of things dalam penerapannya juga dapat mengidentifikasi, menemukan, melacak, memantau objek dan memicu event terkait secara otomatis dan real time, Pengembangan dan penerapan komputer, Internet dan teknologi informasi dan komunikasi lainnya (TIK) membawa dampak yang besar pada masyarakat manajemen ekonomi, operasi produksi, sosial manajemen dan bahkan kehidupan pribadi.

Tantangan utama dalam IOT adalah menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi. Seperti bagaimana mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah interface antara pengguna dan peralatan itu. sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario real time dan mengkonversikan ke dalam mesin format yang dimengerti sehingga akan mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (Things) (Deakin & Al Waer, 2011)

2.3 Smart city

Smart city (Kota Pintar) adalah sebuah pendekatan yang luas, terintegrasi dalam meningkatkan efisiensi pengoperasian sebuah kota, meningkatkan kualitas hidup penduduknya, dan menumbuhkan ekonomi daerahnya (Utomo & Hariadi, 2016). *Smart city* juga dapat didefinisikan dengan pembobotan aspek lingkungan menjadi: *Smart city* menggunakan ICT secara pintar dan efisien dalam menggunakan berbagai sumber daya, menghasilkan penghematan biaya dan energi, meningkatkan pelayanan dan kualitas hidup, serta mengurangi jejak lingkungan, semuanya mendukung ke dalam inovasi dan ekonomi ramah lingkungan. (Hammi, Khatoun, Zeadally, Fayad, & Khoukhi, 2018)



Gambar 2.2 Ilustrasi Smart City
(Infokomputer.grid.id)

Pada intinya, konsep *Smart city* adalah bagaimana cara menghubungkan infrastruktur fisik, infrastruktur sosial, dan infrastruktur ekonomi dengan menggunakan teknologi ICT, yang dapat mengintegrasikan semua elemen dalam aspek tersebut dan membuat kota yang lebih efisien dan layak huni

(Giffinger, Fertner, Kramar, & Meijers, 2007) menjelaskan 6 (enam) dimensi dalam konsep *smart city* sebagai dasar dari penerapan *smart city* yang kemudian digunakan dalam menghitung indeks *smart city* 70 (tujuh puluh) kota di Eropa. Keenam dimensi beserta indikatornya tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

<p>SMART ECONOMY (Competitiveness)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovative spirit • Entrepreneurship • Economic image & trademarks • Productivity • Flexibility of labour market • International embeddedness • Ability to transform 	<p>SMART PEOPLE (Social and Human Capital)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Level of qualification • Affinity to life long learning • Social and ethnic plurality • Flexibility • Creativity • Cosmopolitanism/Open-mindedness • Participation in public life
<p>SMART GOVERNANCE (Participation)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participation in decision-making • Public and social services • Transparent governance • Political strategies & perspectives 	<p>SMART MOBILITY (Transportation & ICT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Local accessibility • (Inter-)national accessibility • Availability of ICT-infrastructure • Sustainable, innovative and safe transport systems
<p>SMART ENVIRONMENT (Natural Resources)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Attractivity of natural conditions • Pollution • Environmental protection • Sustainable resource management 	<p>SMART LIVING (Quality of Live)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultural facilities • Health conditions • Individual safety • Housing quality • Education facilities • Touristic attractivity • Social cohesion

Gambar 2.3 Dimensi dan Indikator Smart City
(Giffinger et al., 2007)

Namun sebenarnya konsep *Smart city* pertama kali dicetuskan oleh perusahaan IBM. *Smart city* ini menggunakan teknologi informasi (TI) untuk menjalankan roda kehidupan kota yang lebih efisien. Versi IBM, *smart city* adalah sebuah kota yang instrumennya saling berhubungan dan berfungsi cerdas. Pada awalnya IBM membuat 6 (enam) indikator yang harus dicapai.

2.4 *Smart Environment*

Smart Environment merupakan bagian atau dimensi pada *smart city* yang mengkhususkan pada bagaimana menciptakan lingkungan yang pintar. Kriteria penilaian disini mencakup proses kelangsungan dan pengelolaan sumber daya yang lebih baik. Untuk mewujudkan *Smart Environment* perlu adanya beragam terapan aplikasi dan komputer dalam bentuk *sensor network* dan *wireless sensor network*, jaringan komputer, kecerdasan buatan, database sistem, *mobile computing*, sistem operasi, *parallel computing*, *recognition (face recognition, image recognition)*, *image processing*, *intelligence transport system*, dan beragam teknologi lainnya yang terkait dengan pengelolaan lingkungan hidup dan manusia itu sendiri.

2.5 *Logika Fuzzy*

Menurut Irwansyah dan Faisal (Irwansyah dan Faisal, 2015) Logika *fuzzy* merupakan salah satu cabang dari bidang *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lothfi A. Zadeh, seseorang profesor ilmu computer di University of California di Barkley. Logika *fuzzy* merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (true) dan kesalahan (false).

Sri Kusumadwi .(Sri Kusumadwi,2002:3) memaparkan alasan penggunaan Logika *Fuzzy* :

1. Logika *Fuzzy* sangat fleksibel.
2. Logika *Fuzzy* memiliki toleransi.

3. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

Sistem *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. A. Zadeh dari Berkeley pada tahun 1965. Sistem *fuzzy* merupakan penduga numerik yang terstruktur dan dinamis. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem intelijen dalam lingkungan yang tak pasti. Sistem ini menduga suatu fungsi dengan logika *fuzzy*. Dalam logika *fuzzy* terdapat beberapa proses yaitu penentuan himpunan *fuzzy*, penerapan aturan *IF-THEN* dan proses inferensi *fuzzy*. (Marimin, 2007)

2.5.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah suatu kelas objek dengan kontinum nilai keanggotaan. Pada himpunan tegas, nilai keanggotaan pada suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu :

1. Satu (1), suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. *Linguistic* yaitu penggunaan bahasa alami untuk penamaan suatu *group* yang memiliki suatu kondisi tertentu, misalnya tua dan muda.
2. *Numeris* merupakan suatu nilai menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 25, 50.

Ada beberapa yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

a. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang dibahas dalam sistem *fuzzy*.

Contoh: umur, *temperature*.

b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi tertentu pada suatu variabel *fuzzy*.

c. Semesta Pembicaraan

Merupakan keseluruhan nilai yang boleh digunakan pada operasi variabel *fuzzy*.

d. Domain

Domain merupakan keseluruhan nilai yang diperoleh pada semesta pembicaraan dan yang diperbolehkan untuk dioperasikan.

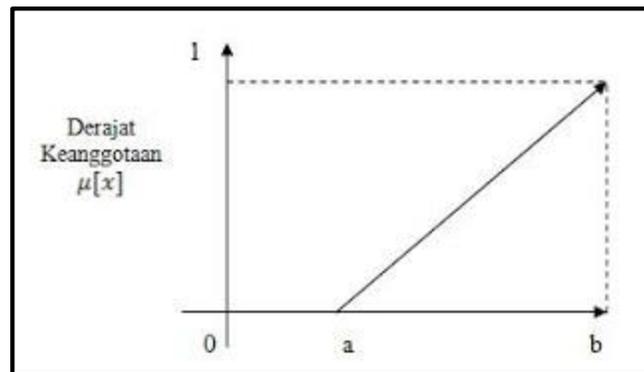
2.5.2 Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang memetakan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya. Kurva tersebut memiliki interval antara 0-1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan memulai pendekatan fungsi. Beberapa fungsi yang dapat digunakan, diantaranya:

1. Representasi Linier

Representasi linear merupakan bentuk representasi yang paling sederhana. Pemetaan input kederajat keanggotaan pada representasi linear digambarkan dengan suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat 2 keadaan himpunan *fuzzy*, yaitu:

- a. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



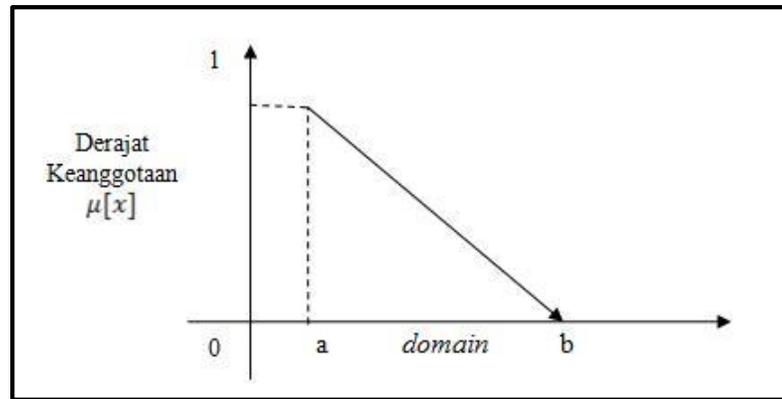
Gambar 2.4 Representasi Linear Naik

(Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

- b. Kedua, kebalikan yang pertama, yaitu garis lurus ditarik dari nilai dominan dengan derajat keanggotaan tertinggi yang terletak pada sisi kiri, lalu bergerak kebawah ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.5 Representasi Linear Turun
(Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana:

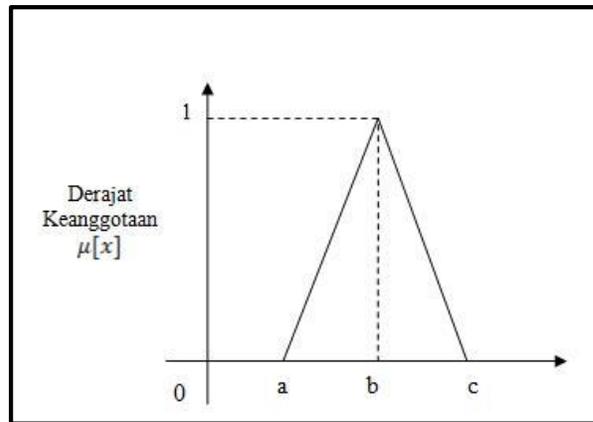
a = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

b = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

2. Representasi Kurva segitiga

Kurva segitiga adalah kombinasi dari dua garis (linear) seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.6 Representasi Kurva Segitiga
(Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana

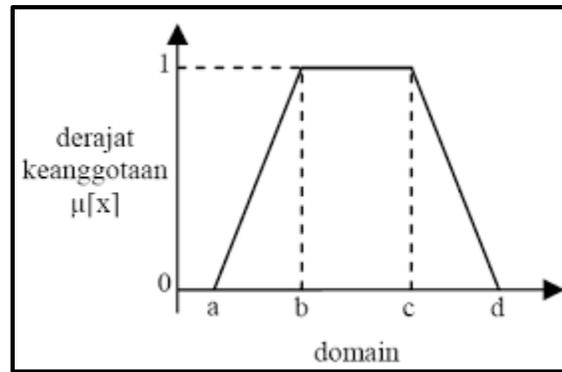
a = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

b = nilai dominan yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

c = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium memiliki bentuk segitiga, dimana terdapat titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium
(Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

Dimana

a = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

b = nilai dominan terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

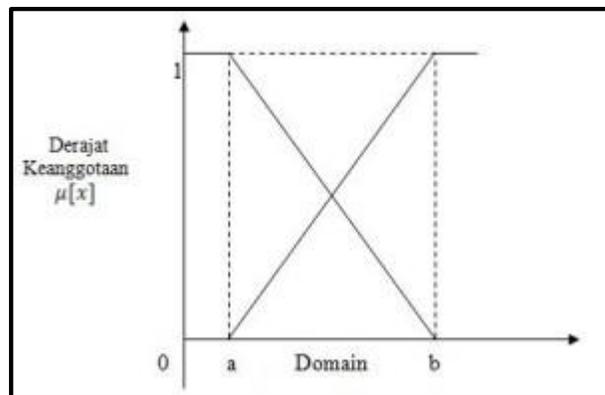
c = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

d = nilai dominan terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

e = nilai input yang akan diubah ke-

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga. Pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan, DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperature akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan *fuzzy* 'bahu' bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar berikut menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



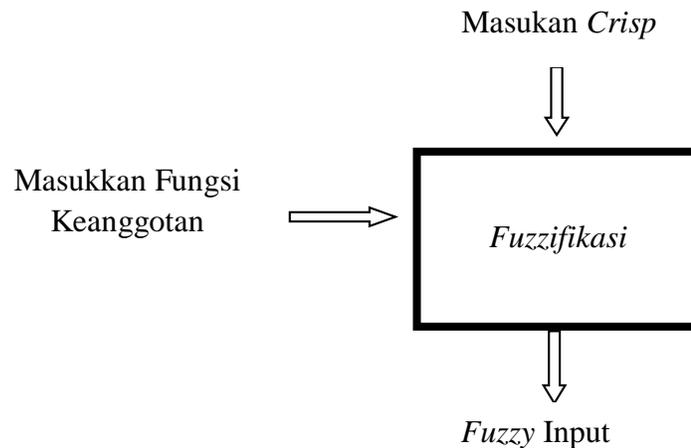
Gambar 2.8 Representasi Kurva Bentuk Bahu
(Irwansyah dan Faisal, 2016)

Fungsi keanggotaan :

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

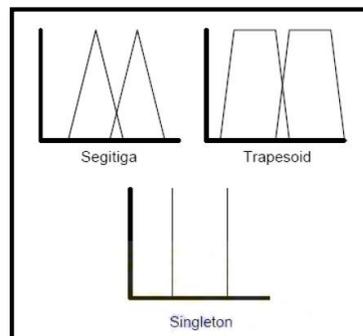
2.5.3 Fuzzifikasi

Pada proses *fuzzy logic* proses yang pertama kali dilakukan adalah proses *fuzzifikasi*. Dimana proses *fuzzifikasi* dapat dijelaskan melalui skema di bawah ini.



Langkah pertama dalam memproses *fuzzy logic* mengandung transformasi domain yang dinamakan *fuzzifikasi*. Masukan *crisp* ditransformasikan kedalam masukan *fuzzy*. Untuk mengubah bentuk masukan *crisp* kedalam masukan *fuzzy*. (Fauzi, 2010) Keanggotaan pertamakali harus ditentukan untuk tiap masukan. Sekali fungsi keanggotaan ditentukan, *fuzzifikasi* mengambil nilai masukan secara *realtime*, dan membandingkannya dengan informasi fungsi keanggotaan yang tersimpan untuk menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

Pada proses *fuzzifikasi* ada beberapa bentuk fungsi keanggotaan *fuzzy* yang ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.9 Bentuk Fungsi Keanggotaan
(Fauzi, 2010)

Fungsi keanggotaan dinyatakan untuk memberi arti numerik pada tiap label. Setiap fungsi keanggotaan mengidentifikasi daerah nilai masukan yang berkorespondensi dengan label.

2.5.4 Rule Evaluation

Langkah berikutnya setelah *fuzzifikasi* yaitu *rule evaluation*, kita akan mengetahui bagaimana aturan-aturan menggunakan masukan *fuzzy* untuk menentukan aksi sistem. Tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* : metode *max*, metode *additive*, metode *probabilistic or*.

2.5.5 Defuzzifikasi

Input dari *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. *Defuzzifikasi* merupakan lanjutan dari proses *rule base*. Beberapa metode dalam *defuzzifikasi* adalah:

1. Metode *center of Gravity / centroid*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan pada persamaan 2.1 untuk variabel kontinu dan persamaan 2.2 untuk variabel diskrit.

$$z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad (2.1)$$

$$z = \frac{\sum_{j=1}^n z\mu(z_f)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_f)} \quad (2.2)$$

2. Metode *bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah

total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan pada persamaan 2.3

$$\int_{\alpha}^{z_{BOA}} \mu(z) dz = \int_{z_{BOA}}^{\beta} \mu(z) dz \quad (2.3)$$

Dimana:

$$\alpha = \min \{z \mid z \in Z\} \quad \beta = \max \{z \mid z \in Z\}$$

3. Metode *mean of maximum*

Pada solusi ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

4. Metode *largest of maximum*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

5. Metode *smallest of maximum*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

2.6 Website

Website adalah fasilitas internet yang menghubungkan dokumen dalam lingkup lokal maupun jarak jauh. Dokumen pada website disebut dengan *web page* dan link dalam website memungkinkan pengguna bisa berpindah dari satu page ke page lain (*hyper text*), baik diantara page yang disimpan dalam server yang sama maupun server diseluruh dunia. Pages diakses dan dibaca melalui browser seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome dan aplikasi browser lainnya (Hakim Lukmanul, 2004)

Website merupakan kumpulan halaman web yang saling terhubung dan file filenya saling terkait. Web terdiri dari page atau halaman, dan kumpulan halaman yang dinamakan *homepage*. *Homepage* berada pada posisi teratas dengan halaman terkait berada di bawahnya. Halaman di bawah *homepage* disebut *child page* yang berisi *hyperlink* ke halaman lain dalam web (Gregorius, 2001).

2.6.1 Hosting

Hosting merupakan tempat penyimpanan data website dimana didalamnya meliputi kapasitas penyimpanan, bandwidth yang merupakan sebuah kapasitas yang di gunakan untuk mengukur jumlah pengunjung website serta database. Hosting juga memiliki arti layanan berbasis internet sebagai tempat penyimpanan data atau tempat menjalankan aplikasi ditempat terpusat yang disebut dengan server dan dapat diakses melalui jaringan internet(Yolanda, 2017)

Ada beberapa jenis layanan hosting yaitu *shared hosting*, VPS atau *Virtual Private Server*, *dedicated server*, *colocation server*.

1. *Shared Hosting* adalah menggunakan server hosting bersama sama dengan pengguna lain satu server dipergunakan oleh lebih dari satu nama domain. Artinya dalam satu server tersebut terdapat beberapa account yang dibedakan antara account satu dan lainnya dengan username dan password.
2. VPS, *Virtual Private Server*, atau juga dikenal sebagai *Virtual Dedicated Server* merupakan proses virtualisasi dari lingkungan *software* sistem operasi yang dipergunakan oleh server. Karena lingkungan ini merupakan lingkungan virtual, hal tersebut memungkinkan untuk menginstall sistem operasi yang dapat berjalan diatas sistem operasi lain.
3. *Dedicated Server* adalah penggunaan server yang dikhususkan untuk aplikasi yang lebih besar dan tidak bisa dioperasikan dalam *shared hosting* atau *virtual dedicated server*. Dalam hal ini, penyediaan server ditanggung oleh perusahaan hosting yang biasanya bekerja sama dengan vendor.
4. *Colocation Server* adalah layanan penyewaan tempat untuk meletakkan server yang dipergunakan untuk hosting. Server disediakan oleh pelanggan yang biasanya bekerja sama dengan vendor.(Yolanda, 2017)

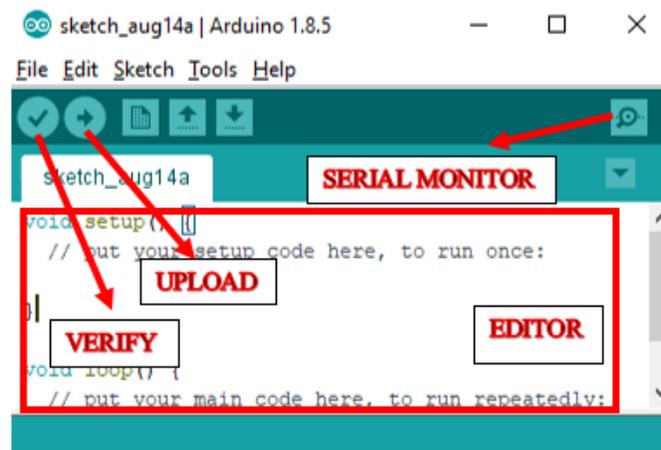
2.6.2 Domain

Pengertian Domain Menurut Premysl Raban.eu domain name (eu domena) bahwa sistem nama domain (DNS) sesungguhnya adalah sistem global (*global addressing system*) yang membuat biasanya penerjemahan alat Internet Protokol (IP) yang tersusun atas angka menjadi nama (nama domain) dan sebaliknya.

DNS (*Domain name system*) dapat dianalogikan seperti pemakaian buku telepon, dimana orang kita kenali berdasarkan nama. Akan tetapi untuk menghubungi kita harus menelpon nomor telepon di ponsel atau di telpon rumah, yang dinamakan nomor tersebut dapat kita tulis dengan nama orang yang kita hubungi, dan akan terlihat di ponsel anda nama dan nomor orang tersebut. Syafrizal (2005)

2.7 Arduino IDE

Area pemrograman arduino dikenal dengan *Integrated Deveopment Environment* (IDE). Area pemrograman yang digunakan untuk menulis baris program dan sesungguhnya kedalaman board Arduino. Disamping itu juga dibuat lebih mudah dan dapat berjalan pada beberapa sistem operasi seperti Windows, Macintosh, dan Linux. (Artanto, 2018)



Gambar 2.10 Tampilan Arduino IDE

Tabel Keterangan Pada Arduino

<i>Ferify</i>	Menguji apakah ada kesalahan pada program atau <i>sketch</i> . Apabila <i>sketch</i> sudah besar, maka <i>sketch</i> tersebut akan dikompilasi. Kompilasi adalah proses mengubah kode program ke dalam mesin
<i>Upload</i>	Menggunakan kode mesin hasil kompilasi ke <i>board</i> Arduino
<i>Serial Monitor</i>	Menampilkandata yang dikirim dan diterima melalui komunikasi serial

Tabel 2.1 Arduino IDE

Kelebihan arduino dari platform *hardware* mikrokontroller lain adalah:

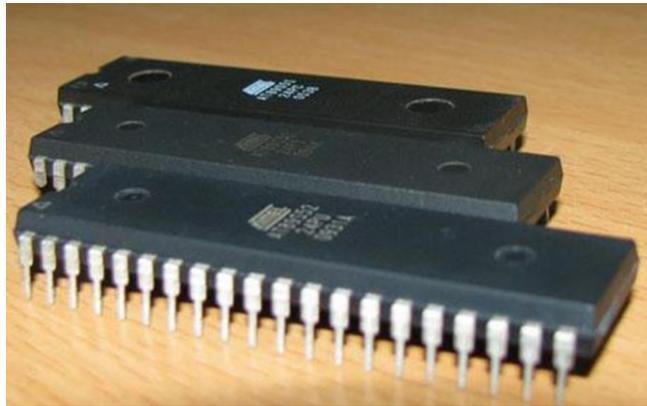
- a. IDE Arduino merupakan multiplatform, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.
- b. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE Processing sederhana sehingga mudah digunakan.
- c. Pemrograman Arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB bukan port serial. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang ini tidak memiliki port serial.
- d. Arduino adalah *hardware* dan *software open source*, pembaca bisa mendownload *software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
- e. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
- f. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.

- g. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi terutama oleh programmer pemula. (Artanto, 2018)

2.8 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya (Bejo, 2008). Menurut (Yahya, 2018) Mikrokontroller adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi didalamnya. Salah satu mikrokontroler yang bisa digunakan yaitu Arduino. Arduino uno merupakan sebuah papan sistem minimum mikrokontroller yang bersifat *open source*. Di dalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.



Gambar 2.11 Mikrokontroler

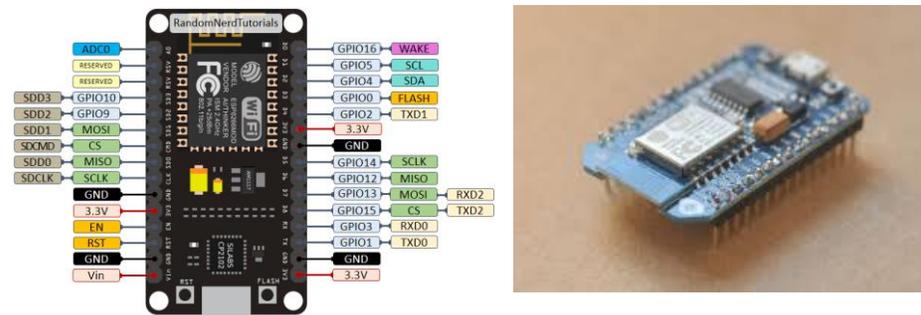
Pada sebuah mikrokontroler umumnya memiliki fitur sebagai berikut

1	<i>Central Procecing Unit (CPU)</i> , prosesor yang digunakan mulai dari 4-bit hingga 64-bit
2	<i>Random Acces Memory (RAM)</i> untuk menyimpan data
3	<i>Input/Output</i> antar muka jaringan (UART)
4	<i>Timer</i>
5	Pengubah analog ke digital
6	Flash memory untuk menyimpan program

Tabel 2.2 Fitur Mikrokontroler

2.8.1 NodeMCU 8266

NodeMCU bisa dianalogikakan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintergrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapalitas ases terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dala pemograman hanya dibutuhkan kabel data USB. NodeMCU 8266 berukuran panjang 4.83PPM, lebar 2.54PPM, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat opensource.



Gambar 2.12 NodeMCU

(www.nodemcu.com)

2.9 Sensor Gas MQ7

Sensor gas mq7 adalah sensor yang mampu mengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO). karbon monoksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang bereaksi dengan udara menghasilkan gas buangan. Pada sensor ini terdapat nilai resistansi sensor (R_s) yang dapat berubah bila mendeteksi gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersih sensor dari kontaminasi udara dari luar. Fitur dari sensor gas MQ7 ini mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO).



Gambar 2.13 Sensor Gas MQ 7

Spesifikasi sensor MQ7

1	Sumber catu daya menggunakan sensor 5v
2	Menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit
3	Pin <i>input/output</i> kompatibel dengan <i>level</i> tegangan TTL

4	Dilengkapi dengan antar muka UART TTL dan 12C
5	Sinyal instruksi indicator <i>output</i>
6	<i>Output</i> ganda sinyal (<i>output</i> analog, dan <i>output</i> tingkat TTL)
7	TTL <i>output</i> sinyal yang <i>valid</i> rendah; (<i>output</i> sinyal cahaya rendah, yang dapat diakses mikrokontroler IO port)
8	Analog <i>Output</i> dengan meningkatnya konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi tegangan;
9	Memiliki umur panjang dan stabilitas handal;
10	karakteristik pemulihan respon cepat.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor MQ7

2.11 Antares

Antares merupakan web yang menyediakan layanan teknologi *Internet of things* . Layanan Antares berupa *cloud* yang dapat menyimpan data dan dapat dimanfaatkan juga untuk menampilkan data parameter yang diuji. Tampilan berupa data raw pada bagian Applications dan terdapat fitur Widgets yang dapat menampilkan grafik dari hasil pengolahan datanya.



Gambar 2.14 Antares (Platform IOT)

2.12 Hadits dan Surah Yang berkaitan

QS. Ar-Rum Ayat 41

وَنَرَجِعُ لَعْلَهُمْ عَمَلُوا الَّذِي بَعْضَ لِيُذَيِّقَهُمُ النَّاسِ آيِدِي كَسَبَتْ بِمَا وَالْبَحْرِ النَّبْرِ فِي الْفَسَادُ ظَهَرَ

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

QS. Al-A'raf Ayat 56

الْمُحْسِنِينَ مِّن قَرِيبٍ اللَّهُ رَحِمَتْ إِنَّ ۖ وَطَمَعًا خَوْفًا وَادْعُوهُ إِصْلَاحِهَا بَعْدَ الْأَرْضِ فِي تُفْسِدُوا وَلَا

Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.

2.13 Penelitian Terdahulu

Menurut (Rasjid, St, & St, n.d.) dalam skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT”. Penelitian ini dibuat menggunakan Arduino Uno berbasis ATmega328P sebagai mikrokontrolernya, pada mikrokontroler dipasang sensor MQ7 untuk mengukur kadar kontaminan udara, dan menggunakan sensor dht11 untuk mengukur kelembaban udara. Untuk masalah komunikasinya Arduino dipasangkan modul GSM sebagai *wireless* modem untuk menjangkau jaringan internet, dan menggunakan aplikasi web untuk menampilkan informasi kualitas udara.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian alat ini akan dilakukan di laboratorium robotik Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Keterangan	Juli 2019		DESEMBER 2019				JUNI 2020				
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
Pengumpulan Data											
Studi Observasi											
Studi Literatur											
Analisis Kebutuhan											
Perancangan											
Pengujian											
Penerapan											

Tabel 3.1 Perencanaan

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan penelitian berupa perangkat lunak dan keras

3.2.1 Perangkat Keras

No	Nama Alat	Jumlah
1	NodeMcu ESP8266	3 buah
2	Sensor Gas MQ7	2 buah
3	Shield NodeMcu V3	3 buah

Tabel 3.2 Perangkat Keras Penelitian

3.2.2 Perangkat Lunak

No	Nama Alat	Jumlah
1	Arduino IDE	1 buah
2	Sistem Operasi Windows 10 64-Bit	1 buah
3	Antares	1 buah
4.	Fritzing	1 buah

Tabel 3.3 Perangkat Lunak Penelitian

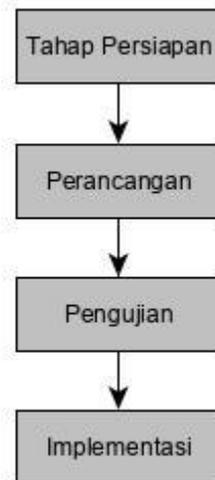
3.2.3 Bahan Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop Lenovo, Ideapad 110, AMD A9	1 buah
2	Obeng	1 buah
3	Solder	1 buah
4	Timah	Secukupnya
5	Dan bahan tambahan lainnya	Secukupnya

Tabel 3.4 Bahan Penelitian

3.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan *hardware* dan *software* yang dimana metodologi yang digunakan dalam membuat alat monitoring karbon monoksida akan dijelaskan dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

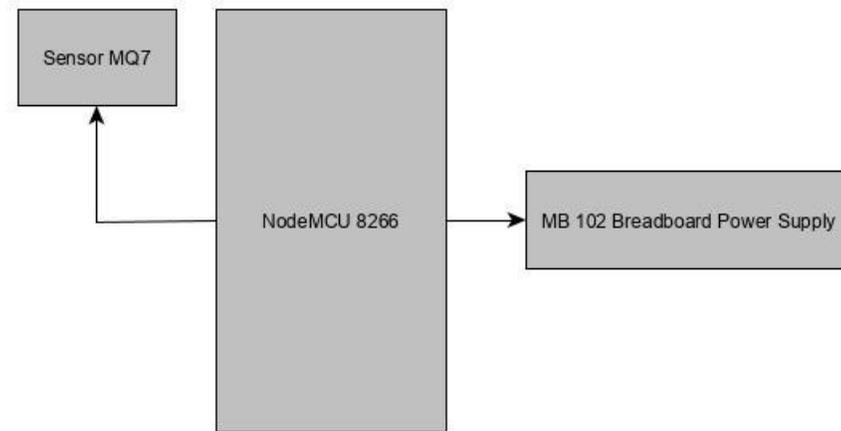
- a. Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai tahapan pengumpulan data dan pengelolannya.
- b. Perancangan penelitian ini berisikan tentang pengembangan dari tahapan requirement yang diubah kedalam diagram blok, flowchart dan lainnya, supaya penulis memahai alur atau fungsi rancangan yang akan dibuat.
- c. Pada tahap pengujian akan dilakukan berbagai pengujian yang telah diimplementasikan pada tahap sebelumnya dan menghasilkan yang sesungguhnya.
- d. Tahap implementasi ialah proses penerapan semua yang telah didesain dengan baik antara perangkat keras, dan lunak yang sudah digabungkan dengan source code.

3.4 Tahap Persiapan

Pada tahap ini, pengambilan data dengan studi literatur yaitu pencarian informasi dengan studi pustaka pada beberapa jurnal ilmiah, skripsi dan tugas akhir yang berhubungan dengan skripsi ini.

Pada tahap persiapan semua rangkaian (*layout*) yang akan dirancang terlebih dahulu dibuat diagram bloknya sehingga pada tahap perancangan akan

disesuaikan dengan diagram blok alat monitoring karbon monoksida yang ditunjukkan pada Gambar berikut



Gambar 3.2 Tahap Persiapan

Pada diagram blok digambarkan sistem perangkat keras pada alat monitoring karbon monoksida. Adapun penjelasan diagram blok sebagai berikut :

1. NodeMCU 8266 berfungsi sebagai otak dari system yang memproses data dari sensor dan juga mengirimkan data yang sudah diterima ke user
2. Sensor MQ7 berfungsi membaca kadar karbon monoksida
3. MB Beardboard Power Supply berfungsi mengkonversi arus

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini, studi literatur yaitu pencarian informasi dengan studi pustaka pada beberapa jurnal ilmiah, skripsi dan tugas akhir yang berhubungan dengan skripsi ini dan dengan cara observasi yaitu teknik pengumpulan data dengan mengadakan penelitian dan peninjauan langsung terhadap permasalahan yang diambil ke lokasi penelitian. Dan studi literatur yaitu pencarian informasi dengan studi pustaka pada beberapa jurnal ilmiah dan tugas akhir yang berhubungan dengan skripsi ini.

3.6 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini akan di lakukan analisis terhadap kebutuhan-kebutuhan sistem dan perangkat keras dalam pembuatan alat monitoring karbon monoksida. Sistem yang di analisis adalah sistem yang berisi informasi tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan alat monitoring karbon monoksida

a. Analisis kebutuhan *input*

Tahap analisis kebutuhan *input*, tahap ini menentukan apa yang sesuai dengan penelitian yang dibuat oleh penulis. Kebutuhan *input* yang di masukkan adalah informasi data dari kadar karbon monoksida yang di deteksi oleh sensor gas MQ7.

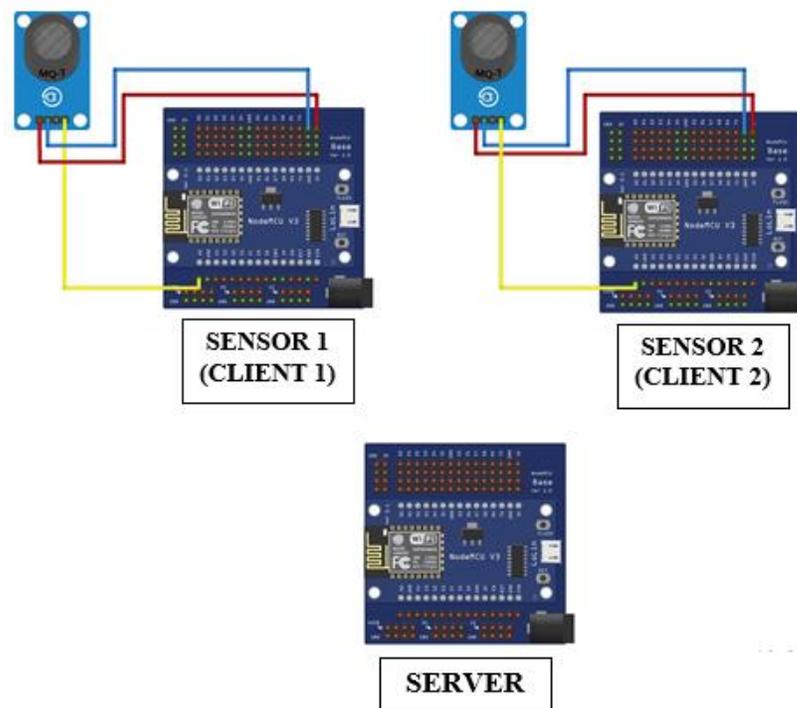
b. Analisis kebutuhan *output*

Pada tahap analisis kebutuhan *output* yang sudah ditentukan penulis dengan menggunakan masukan yang sudah di analisis. yang sudah ditentukan pada penelitian ini adalah alat monitoring karbon monoksida adalah mampu membaca kadar karbon monoksida, mengklasifikasi kadar karbon monoksida, dan mengirimkan data ke web Antares.

3.7 Tahap Perancangan

Tahap perancangan alat monitoring karbon monoksida ini terbagi dari analisis mekanik, perancangan perangkat keras (*Hardware*), dan perancangan perangkat (*Software*). Tahap pertama yang dilakukan ialah perancangan perangkat keras dengan mengintegrasikan seluruh perangkat yang sudah disiapkan yaitu sensor yang dibutuhkan, modul, dan Node MCU itu sendiri.

3.7.1 Perakitan Komponen

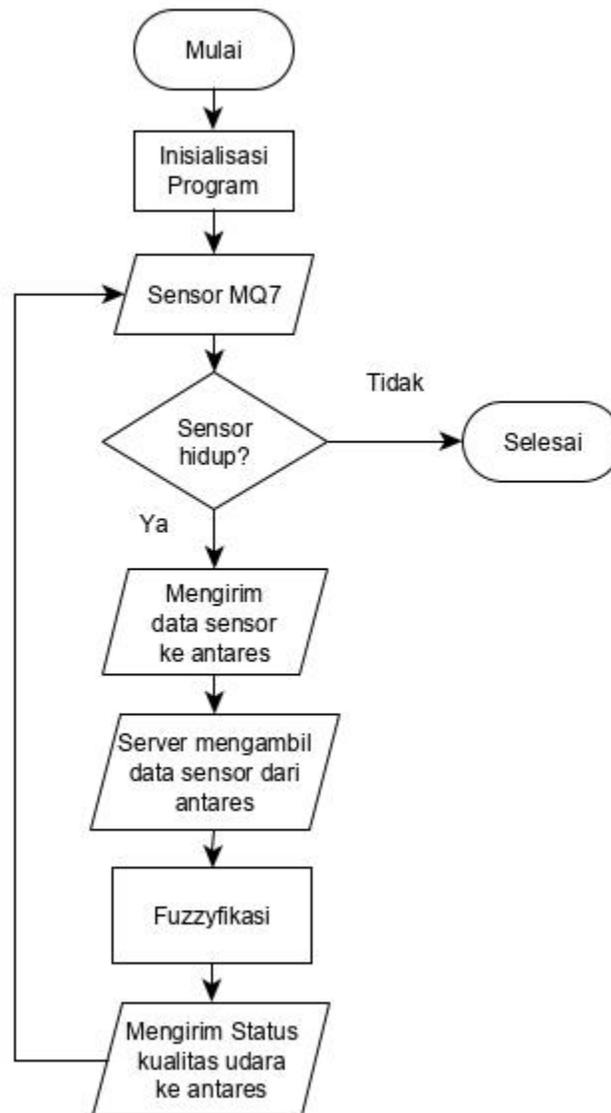


Gambar 3.3 Rangkaian Alat

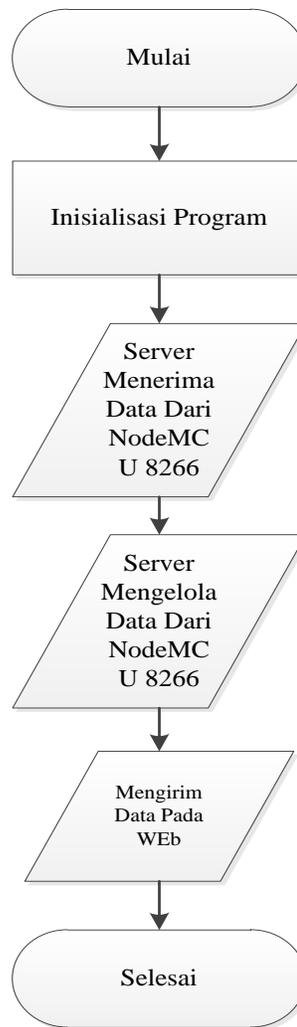
Pada rangkaian alat di atas, Fungsi dari NodeMCU adalah berfungsi sebagai otak, yang memproses segala program yang sudah di *input* kedalamnya.

3.7.3 Flowchart Program

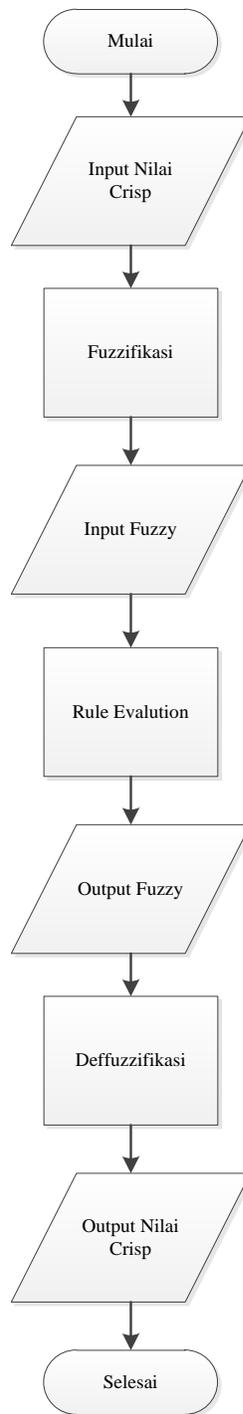
Agar program yang dibuat sesuai dengan perangkat keras yang telah dibuat, maka kiranya perlu dibuat suatu alur program sehingga algoritma program dapat terstruktur dan jelas. Program ditulis menggunakan bahasa pemrograman C pada aplikasi arduino. *Flowchart* pembuatan program ditunjukkan oleh gambar berikut



Gambar 3.4 Flowchart Rangkaian Kerja Perangkat Keras



Gambar 3.5 Flowchart Rangkaian Kerja Perangkat Keras



Gambar 3.6 Flowchart Fuzzyfikasi

3.7.4 Tahap Pengujian

Proses pengujian alat monitoring karbon monoksida ini dilakukan dengan cara melakukan instalasi alat pada tempat yang sudah ditentukan. Selanjutnya melakukan uji coba sensor yang akan digunakan yaitu sensor gas MQ7 yang sudah di instalasi, setelah menguji coba sensor tahap selanjutnya adalah merancang konektivitas antara sensor yang sudah terinstalasi dengan aplikasi web Antares. Setelah koneksi berhasil tahap selanjutnya adalah melakukan proses *fuzzyfikasi* data sensor, lalu mengirimkan hasil *fuzzyfikasi* dalam bentuk status karbon monoksida ke web Antares.

3.7.5 Penerapan

Penerapan alat monitoring karbon monoksida ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU dan sensor gas MQ7 untuk mendeteksi kadar karbon monoksida. Alat ini nantinya akan diterapkan di kawasan parkir gedung H.Anif Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Alat ini menggunakan jaringan wifi yang berfungsi sebagai penghubung antara alat dengan aplikasi web Antares. Nantinya pengguna dapat melihat kadar karbon monoksida di kawasan parkir melalui aplikasi web Antares.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Beberapa tahapan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu analisis data, representasi data, hasil analisis data, dan perancangan sebagai berikut.

4.1.1 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis yang diperlukan dalam pembuatan alat monitoring karbon monoksida ini berupa analisis sistem fuzzy, analisis sensor MQ7, analisis perangkat lunak dan analisis perangkat keras.

1. Analisis Sistem Fuzzy

Sistem fuzzy pada penelitian ini yaitu kadar karbon monoksida. Sistem pengendali berfungsi mendeteksi berapa kadar karbon monoksida yang terdeteksi oleh sensor MQ7 sesuai dengan ketentuan kadar yang dibuat.

2. Analisis Perangkat Lunak

Sebelum program *fuzzy* ditanamkan dalam mikrokontroler, pemilihan komponen *hardware* sangat mempengaruhi keluaran data jarak yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mengurangi error yang besar. Selain itu, untuk mencapai keakuratan dan ketepatan data, proses pemrograman pada *compiler* Arduino IDE disertai dengan perhitungan secara manual.

3. Analisis Perangkat Keras

Komponen perangkat keras terdiri dari dua buah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi kadar karbon monoksida, tiga buah NodeMCU yang digunakan untuk memprogram system, satu NodeMcu digunakan untuk sebagai server, dua buah sensor MQ7 yang digunakan untuk membaca kadar karbon monoksida.

Dalam perancangan dan implementasi *fuzzy logic* untuk alat monitoring karbon monoksida ini, hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan kadar aman karbon monoksida.

4.1.2 Representasi Data

1. Masukan *Crisp*

Masukan yang berupa kadar karbon monoksida dari sensor MQ7 meliputi kadar udara baik, udara buruk dan udara berbahaya sebagai berikut.

Udara sehat : $0 \text{ ppm} < \text{kadar karbon monoksida} \leq 100 \text{ ppm}$

Udara tidak sehat : $100 \text{ ppm} < \text{kadar karbon monoksida} \leq 200 \text{ ppm}$

Udara Berbahaya : $200 \text{ ppm} < \text{kadar karbon monoksida} \geq 300 \text{ ppm}$

2. *Fuzzifikasi*

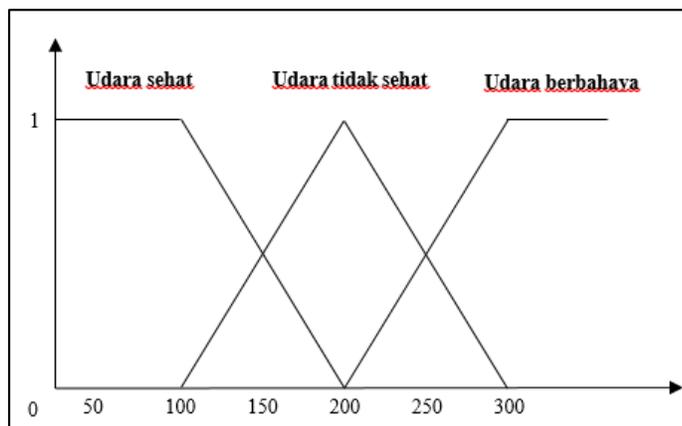
Setelah mendapatkan nilai masukan dari sensor, kemudian dilakukan proses *fuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan. Untuk itu, diperlukan fungsi keanggotaan masukan. Pada penelitian ini, memiliki dua fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan masukan sensor, dan fungsi keanggotaan keluar buzzer. Fungsi keanggotaan masukan sensor depan dan belakang memiliki masukan yang sama yaitu jarak objek pada sensor, dan memiliki tiga himpunan fuzzy yaitu dekat, sedang, dan jauh. Fungsi keanggotaan keluaran buzzer memiliki dua himpunan fuzzy yaitu mati, pendek dan panjang. Himpunan fuzzy masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Himpunan fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Kadar karbon monoksida	Udara sehat	[0 0 100 200]
		Udara tidak sehat	[100 200 300]
		Udara Berbahaya	[200 250 300 300]
Output	Informasi karbon	Angka karbon monoksida dan	[0 0 100 200]

	monoksida di halaman web	tulisan “udara sehat”	
		Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”	[100 200 300]
		Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”	[200 250 300 300]

Pada fungsi keanggotaan masukan sensor ini menggunakan yaitu bentuk kurva segitiga dan trapesium karena perumusan matematika yang sederhana. Fungsi keanggotaan masukan sensor ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan Masukan dari Sensor MQ7

Untuk fungsi keanggotaan masukan dari sensor MQ7 diatas menggunakan dua fungsi keanggotaan yaitu representasi kurva segitiga dan representasi kurva trapesium sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Udara sehat}} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 100 \\ \frac{200-x}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ 0 & ; & x \geq 200 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Udara Tidak sehat}} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{200-100} & ; & 100 \leq x \leq 200 \\ \frac{300-x}{300-200} & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Udara berbahaya}} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{200-100} & ; & 200 \leq x \leq 300 \\ 1 & ; & 200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

3. Evaluasi Aturan (*Rule evaluation*)

Aturan fuzzy pada alat monitoring karbon monoksida dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Aturan Fuzzy (Rule evaluation)

No.	Data Sensor MQ7 - 1	Data Sensor MQ7 - 2	Output Di Halaman WEB Antares
1.	Udara Berbahaya	Udara Berbahaya	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”
2.	Udara Berbahaya	Udara Tidak Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”
3.	Udara Berbahaya	Udara Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”

4.	Udara Tidak Sehat	Udara Berbahaya	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”
5.	Udara Tidak Sehat	Udara Tidak Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”
6.	Udara Tidak Sehat	Udara Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”
7.	Udara Sehat	Udara Berbahaya	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”
8.	Udara Sehat	Udara Tidak Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”
9.	Udara Sehat	Udara Sehat	Angka karbon monoksida dan tulisan “udara sehat”

Maka aturan fuzzy (*Rule evaluation*) yang didapat pada tabel 4.2 diatas sebanyak 9 aturan fuzzy yaitu:

[Aturan ke-1] If (Sensor Depan is Berbahaya) and (Sensor Belakang is Berbahaya) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”)

[Aturan ke-2] If (Sensor Depan is Berbahaya) and (Sensor Belakang is Tidak Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”)

[Aturan ke-3] If (Sensor Depan is Berbahaya) and (Sensor Belakang is Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”)

[Aturan ke-4] If (Sensor Depan is Tidak Sehat) and (Sensor Belakang is Berbahaya) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”)

[Aturan ke-5] If (Sensor Depan is Tidak Sehat) and (Sensor Belakang is Tidak Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”)

[Aturan ke-6] If (Sensor Depan is Tidak Sehat) and (Sensor Belakang is Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”)

[Aturan ke-7] If (Sensor Depan is Sehat) and (Sensor Belakang is Berbahaya) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”)

[Aturan ke-8] If (Sensor Depan is Sehat) and (Sensor Belakang is Tidak Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”)

[Aturan ke-9] If (Sensor Depan is Sehat) and (Sensor Belakang is Sehat) then (keluaran Angka karbon monoksida dan tulisan “udara sehat”)

Setelah didapatkan nilai derajat keanggotaan dari nilai masukan (*antecedent*), kemudian dilakukan implikasi untuk mendapatkan nilai keluaran (*consequent*). Untuk mendapatkan nilai keluaran, terlebih dahulu ditentukan fungsi himpunan keanggotaan dari setiap fungsi keanggotaan keluaran. Fungsi keanggotaan untuk keluaran kadar angka karbon monoksida dan tulisan kualitas udara terdiri dari tiga fungsi, yaitu Angka karbon monoksida dan tulisan “udara berbahaya”, Angka karbon monoksida dan tulisan “udara tidak sehat”, Angka karbon monoksida dan tulisan “udara sehat”.

4.1.3 Hasil Analisis Data

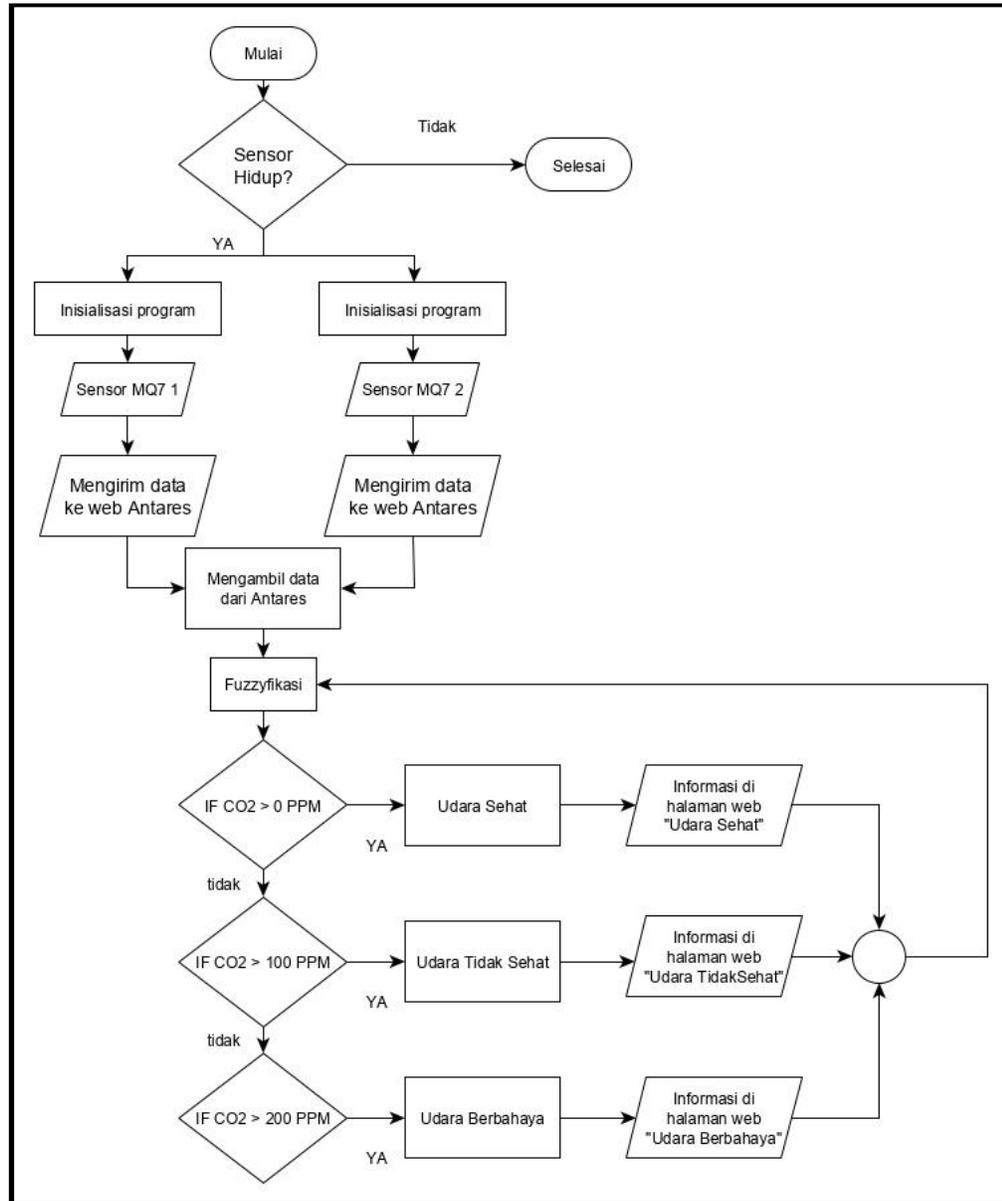
Setelah menganalisis data diatas, maka didapatkan hasil analisis data yang meliputi baik tidaknya sensor sebagai masukan, serta faktor-faktor apa saja yang dapat memengaruhinya. Selain itu, analisis dari rangkaian *hardware* pada setiap komponen yang rentan terhadap air yang menyebabkan dapat mengurangi kinerja dari rangkaian komponen pengendali sistem.

4.1.4 Perancangan

1. Flowchart

Pada tahapan ini, maka dilakukan penjelasan alur program kerja sistem yang dibuat dalam bentuk *flowchart* (diagram alir) yang bertujuan untuk menggambarkan urutan dan hubungan proses dalam suatu program. Berikut

flowchart program yang dibuat untuk alat monitoring karbon monoksida yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dibawah ini



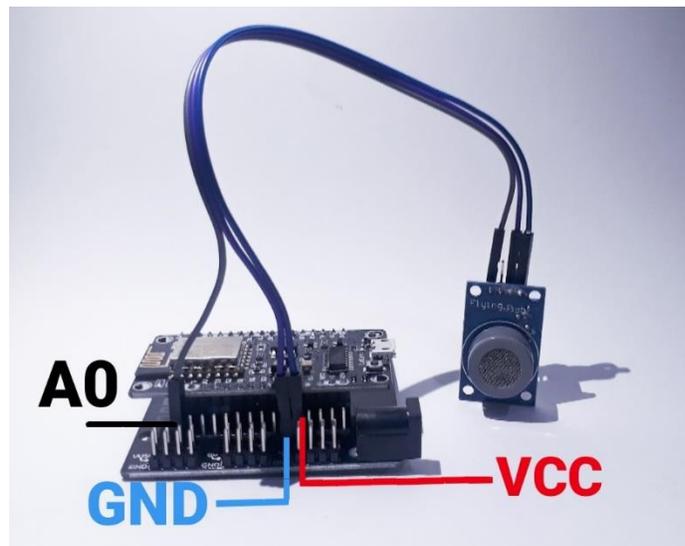
Gambar 4.2 Flowchart Cara Kerja Alat

2. Perancangan alat

Dari beberapa tahapan proses kerja maupun pengumpulan bahan dan dasar teori, akhirnya telah dibuat purwarupa dari Penerapan Internet of things Pada Perancangan alat monitoring karbon monoksida ini . Alat ini telah mampu menjalankan system dengan urutan sesuai listing program yang telah ditentukan dengan keluaran kadar karbon monoksida dan status kualitas udara dengan logika fuzzy. Alat ini terdiri dari perangkat hardware yang berupa sensor MQ7, NodeMcu ESP8266, dan Kabel Jumper

a. Rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1

Rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1 dalam penelitian ini adalah suatu rangkaian lengkap untuk mendeteksi kadar karbon monoksida di area parkir depan gedung H.Anif dan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke web Antares dengan menggunakan jaringan wifi. Hasil pembuatan rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1 dapat dilihat pada **gambar 4.3**

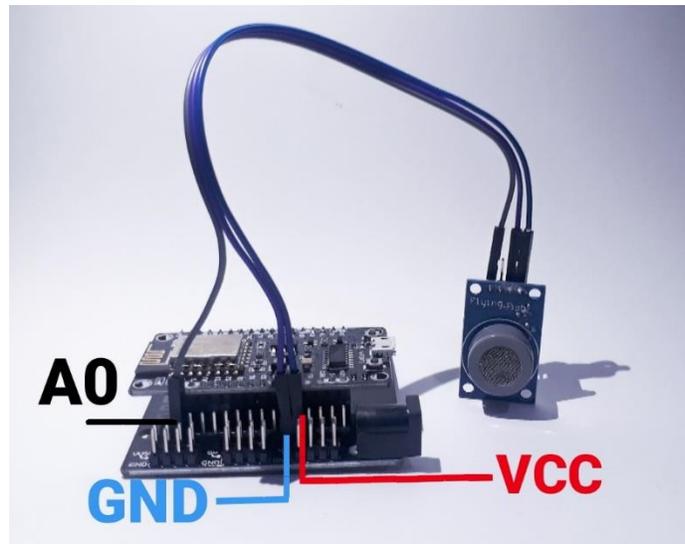


Gambar 4.3 Rangkaian Alat monitoring karbon monoksida 1

rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1 pada gambar 4.3 dihubungkan menggunakan kabel *jumper* menuju *NodeMCU*. Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor dengan *NodeMCU* ada 3 pin yaitu pin (VCC) sebagai arus tegangan positif dari sensor ultrasonik menuju ke pin 3.3V pada *NodeMCU*, kemudian pin (GND) sebagai arus tegangan negative dari sensor ultrasonik menuju pin (GND) pada *NodeMCU*, pin A0 pada sensor MQ7 yang berfungsi sebagai pembaca nilai analog dihubungkan dengan pin (A0) pada *NodeMCU*

b. Rangkaian alat monitoring karbon monoksida 2

Rangkaian alat monitoring karbon monoksida 2 dalam penelitian ini adalah suatu rangkaian lengkap untuk mendeteksi kadar karbon monoksida di area parkir belakang gedung H.Anif dan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke web Antares dengan menggunakan jaringan wifi. Hasil pembuatan rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1 dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Rangkaian Alat monitoring karbon monoksida 2

rangkaian alat monitoring karbon monoksida 1 pada gambar 4.4 dihubungkan menggunakan kabel *jumper* menuju *NodeMCU*. Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor dengan *NodeMCU* ada 3 pin yaitu pin

(VCC) sebagai arus tegangan positif dari sensor ultrasonik menuju ke pin 3.3V pada *NodeMCU*, kemudian pin (GND) sebagai arus tegangan negative dari sensor ultrasonik menuju pin (GND) pada *NodeMCU*, pin A0 pada sensor MQ7 yang berfungsi sebagai pembaca nilai analog dihubungkan dengan pin (A0) pada *NodeMCU*

c. Server alat monitoring karbon monoksida

Server alat monitoring karbon monoksida 2 dalam penelitian ini berfungsi mengambil data terakhir sensor yang sebelumnya sudah dikirimkan oleh Alat monitoring karbon monoksida 1 dan Alat monitoring karbon monoksida 2. Setelah berhasil mengambil data terakhir sensor lalu dilakukanlah proses fuzzyfikasi dari kedua data sensor, setelah itu Server alat monitoring karbon monoksida mengirimkan hasil *fuzzyfikasi* sensor dalam bentuk status kualitas udara ke web Antares. Gambar dari Server alat monitoring karbon monoksida dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Server alat monitoring karbon monoksida

3. Perancangan Sistem

Alur pemrograman ini terdiri atas desain program C, proses *compile*, *upload* program, dan tes. Pada kompilator Arduino IDE perlu dilakukan konfigurasi awal pemrograman seperti penentuan *chip* sesuai kebutuhan sistem dan *port-port* berdasarkan fungsinya, sebagai *input* atau *output*. Setelah dilakukan konfigurasi,

kemudian program ditulis menggunakan bahasa C, setelah itu di-*upload* pada mikrokontroler setelah dilakukan proses *compile* untuk mengetahui apakah ada *error* atau tidak. Jika tidak ada *error* maka program siap ditanamkan pada mikrokontroler.

4. Program Logika Fuzzy

Pada pembuatan system ini menggunakan aplikasi Arduino IDE. Program ditulis menggunakan bahasa pemrograman C pada sketch aplikasi arduino. Proses dalam algoritma Fuzzy disini terdiri dari tahap Fuzzifikasi dan Rule Evaluation. Berikut pseudocode pembuatan alat monitoring karbon monoksida

```

//Fuzzyfikasi
// Udara Sehat & Udara Sehat
if (datasensor1 <=100 && datasensor2 <=100)
{
    Serial.println("Udara Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text1);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Sehat & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 <=100 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Sehat & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 <=100 && datasensor2 >=201)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Tidak Sehat & Udara Sehat
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 <=100)
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Tidak Sehat & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

```

```

// Udara Tidak Sehat & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 >=201)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Berbahaya & Udara Sehat
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 <=100)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Berbahaya & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Berbahaya & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 >=201 )
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Sensor Tidak Terdeteksi
else
{
    Serial.println("Sensor tidak terdeteksi!");
}
}

```

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Pengujian

Tahap pengujian alat dilakukan setelah semua komponen dirangkai dan alat siap beroperasi. Pengujian alat dilakukan dengan tujuan agar mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan keinginan atau tidak. Dalam pengujian alat ini dapat diambil kelebihan dan kekurangan dari alat yang dibuat.

Sebelum pengujian perlu dilakukan pengecekan pada pemasangan kabel *jumper* yang menghubungkan semua komponen pada *NodeMCU*. Proses pengujian system ini dilakukan dengan cara melakukan uji coba sensor-sensor yang akan digunakan yaitu: 2 sensor karbon monoksida MQ7. Rangkaian kedua sensor MQ7 akan diuji sesuai kebutuhan program yang penulis rancang yaitu jika kadar karbon monoksida diantara rentang nilai 0-100 maka mikrokontroler akan mengirimkan pesan ke web Antares status udara sehat, jika rentang nilai diantara 100-200 maka mikrokontroler akan mengirimkan pesan ke web Antares status udara tidak sehat, dan jika rentang nilai lebih dari 200 maka mikrokontroler akan mengirimkan pesan ke web Antares status udara berbahaya. Pengujian dilakukan dengan cara mendekatkan sensor MQ7 dengan sumber asap. Berdasarkan hasil pengujian alat dan mengirimnya ke web Antares aplikasi pengukuran melalui metode *fuzzy* yang tertanam pada system ini sudah bekerja dengan baik.

4.2.2 Penerapan

Penerapan alat monitoring karbon monoksida ini nantinya akan diterapkan di tempat tempat yang diduga mengandung kadar karbon monoksida tinggi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sensor MQ7 yang digunakan untuk mengukur kadar karbon monoksida berjalan dengan baik yang dimana jika rentang nilai kadar karbon monoksida diantara 0 - 100 maka mikrokontroler akan mengirimkan informasi “Udara Sehat” ke web Antares. jika rentang nilai kadar karbon monoksida 101 – 200 maka mikrokontroler akan mengirimkan informasi “Udara Tidak Sehat” ke web Antares . Dan jika rentang nilai kadar karbon monoksida lebih dari 201 maka mikrokontroler akan mengirimkan informasi “Udara berbahaya” ke web Antares. *implementasi fuzzy logic* pada alat ini dapat menentukan status dari kadar karbon monoksida, dan status tersebut dapat dilihat dari web Antares secara *real time*.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan kedepan terhadap alat dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pelindung alat monitoring karbon monoksida ini masih belum terlalu baik untuk melindungi dari hujan.
2. Untuk pengembangan kedepan penulis menyarankan untuk mengimplementasi dan dikolaborasikan alat ini dengan beberapa alat atau perangkat lain untuk menunjang fungsi dan efektifitas dari alat tersebut sehingga mampu menciptakan sebuah sistem kompleks yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Bejo, “Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATMega8535”, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2008.
- Artanto, H. (2018). TRAINER IOT BERBASIS ESP8266 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH KOMUNIKASI DATA DAN INTERFACE DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA UNY TUGAS. *Mathematics Education Journal*, 1(1), 75. <https://doi.org/10.29333/aje.2019.423a>
- Cooper CD., & Alley FC. 2011. *Air Polution Control : A Design Approach Fourth Edition* . Long Grove, IL: Wavelan Press, Inc.
- Deakin, M., & Al Waer, H. (2011). From intelligent to smart cities. *Intelligent Buildings International*, 3(3), 133–139. <https://doi.org/10.1080/17508975.2011.586673>
- Fauzi, A. Z. (2010). Pengenalan Pola Ruang Mobile Robot Menggunakan Metode Neural Network. *Skripsi, Teknik Elektro*.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). *Abigail_Final_Research_Papper*. 1–12.
- Hammi, B., Khatoun, R., Zeadally, S., Fayad, A., & Khoukhi, L. (2018). IoT technologies for smart cities. *IET Networks*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1049/iet-net.2017.0163>
- Hakim, Lukmanul dan Uus Musalini. 2004. *Cara Cerdas Menguasai Layout, Desain dan Aplikasi Web*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Idn times <https://www.idntimes.com/health/fitness/rully-bunga/bahaya-gas-karbon-moniksida/full> 2019, di akses Juni 2019
- Irwansyah, Edy dan Muhammad Faisal. 2015. *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*. Deepublish : Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 2003
- Marimin. (2007). Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial. *Teori Dan Aplikasi Sistem Pakar Dalam Teknologi Manajerial*, (JANUARY 2009).
- Mhd Furqan, Rakhmat Kurniawan, I. G. B. R. (2019). Tempat Sampah Pintar Dengan Logika Fuzzy Berbasis NodeMCU. *STMIK Indonesia Padang*, 9.
- Rasjid, R. F., St, S. H., & St, A. H. (n.d.). *PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS IoT DESIGN of AIR QUALITY MONITORING SYSTEM BASED on IoT*.
- Syafrizal, Melwin., 2005, *Pengantar Jaringan Computer*. Andi: Yogyakarta.
- Utomo, C. E. W., & Hariadi, M. (2016). Strategi Pembangunan Smart City dan Tantangannya bagi Masyarakat Kota. *Jurnal Strategi Dan Bisnis Vol.4*, 4(2), 159–176.
- Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. (2013). Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. *IEEE Sensors Journal*, 13(10), 3505–3508. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906>
- Wardhana, Wisnu, “Dampak Pencemaran Lingkungan” (Edisi Revisi), Yogyakarta : Andi Offset., 2004

- Yahya, R. (2018). *Purwarupa Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT (Internet Of Things)*. (Agustus), 1–15.
- Yolanda, S. A. dan K. (2017). APLIKASI PLUGIN TRANSFER DOMAIN DI PT BEON INTERMEDIA. *Jurnal Teknologi Informasi*, 08(1), 1–7. Retrieved from <http://www.albayan.ae>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Listing Program Sensor 1

```
#define analogMQ7 A0
int sensor1 = 0; // Nilai awal sensor
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "AntaresESP8266HTTP.h"
//API Key Antares
#define ACCESSKEY "83d4468a0d8c2010:c79d67b5fd47fd21"
//SSID dan Password WiFi
#define WIFISSID "FAUZI"
#define PASSWORD "1234567890"
//Nama Aplikasi Antares
#define projectName "COMonitoringByFauzi"
//Nama Device Antares
#define deviceName "COMonitoring2"
AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);
// *****

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println(F("SENSOR PENDETEKSI KADAR CO"));

    pinMode(analogMQ7, INPUT);
    antares.setDebug(true);

    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(WIFISSID, PASSWORD);
```

```
Serial.println("");

Serial.print("Connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(WIFISSID);
}

// *****

void loop() {

    analogWrite(analogMQ7, HIGH);
    delay(1000);
    analogWrite(analogMQ7, 71.4);
    delay(1000);
    analogWrite(analogMQ7, HIGH);
    delay(50);
    sensor1 = analogRead(analogMQ7);
    Serial.print("MQ-7 PPM: ");

    Serial.println(sensor1);
    antares.add("Client_1", sensor1);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
    delay(5000);
}
```

Lampiran 2

Listing Program Sensor 2

```
#define analogMQ7 A0
int sensor2 = 0; // Nilai awal sensor
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "AntaresESP8266HTTP.h"
//API Key Antares
#define ACCESSKEY "83d4468a0d8c2010:c79d67b5fd47fd21"
//SSID dan Password WiFi
#define WIFISSID "FAUZI"
#define PASSWORD "1234567890"
//Nama Aplikasi Antares
#define projectName "COMonitoringByFauzi"
//Nama Device Antares
#define deviceName "COMonitoring2"
AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);
// *****

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println(F("SENSOR PENDETEKSI KADAR CO"));

    pinMode(analogMQ7, INPUT);
    antares.setDebug(true);

    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(WIFISSID, PASSWORD);
    Serial.println("");

    Serial.print("Connecting");
```

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(WIFISSID);
}

// *****

void loop() {

    analogWrite(analogMQ7, HIGH);
    delay(1000);
    analogWrite(analogMQ7, 71.4);
    delay(1000);
    analogWrite(analogMQ7, HIGH);
    delay(50);
    sensor2 = analogRead(analogMQ7);
    Serial.print("MQ-7 PPM: ");

    Serial.println(sensor2);
    antares.add("Client_2", sensor2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
    delay(5000);
}
```

Lampiran 3

Listing Program Server

```
#include <AntaresESP8266HTTP.h > // Inisiasi library
HTTP Antares

#define ACCESSKEY "83d4468a0d8c2010:c79d67b5fd47fd21"
// Acceskey akun Antares

#define WIFISSID "FAUZI" // SSID WiFi

#define PASSWORD "1234567890" // password WiFi

#define projectName "COMonitoringByFauzi" // Nama
aplikasi di akun Antares

#define deviceName "COMonitoring2"// Nama device di akun
Antares

String text1 = "Udara Sehat";
String text2 = "Udara Tidak Sehat";
String text3 = "Udara Berbahaya";

AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    antares.setDebug(true);
    antares.wifiConnection(WIFISSID,PASSWORD);
}

void loop() {
    antares.getProjectName, deviceName);
    int datasensor1 = antares.getInt("Client_1");
```

```
int datasensor2 = antares.getInt("Client_2");

//Fuzzyfikasi
// Udara Sehat & Udara Sehat
if (datasensor1 <=100 && datasensor2 <=100)
{
    Serial.println("Udara Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text1);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Sehat & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 <=100 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Sehat & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 <=100 && datasensor2 >=201)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Tidak Sehat & Udara Sehat
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 <=100)
```

```
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Tidak Sehat & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Tidak Sehat");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text2);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Tidak Sehat & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 <=200 && datasensor2 >=201)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Berbahaya & Udara Sehat
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 <=100)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}
```

```
// Udara Berbahaya & Udara Tidak Sehat
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 <=200)
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Udara Berbahaya & Udara Berbahaya
else if (datasensor1 >=201 && datasensor2 >=201 )
{
    Serial.println("Udara Berbahaya");
    antares.add("Status Kualitas Udara :", text3);
    antares.sendNonSecure(projectName, deviceName);
}

// Sensor Tidak Terdeteksi
else
{
    Serial.println("Sensor tidak terdeteksi!");
}
delay(5000);
}
```

Lampiran 3

DAFTAR RIWAYAT HIDUP
(*CURICULUM VITAE*)

Nama : Ahmad Fauzi
NIM : 71153021
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 23 Juli 1997
Usia : 23 Tahun
IPK : 3,43
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Fakultas/Jurusan/Semester : Sains dan Teknologi/Ilmu Komputer/X
Alamat : Jalan Bersama, Gang Jawa, Nomor 15
No. Handphone : +62 821-6019-3107
Email : ahmadjambak99@gmail.com

Latar Belakang Pendidikan

– SD/MI : SD MIN MEDAN
– SMP/MTS : SMP NEGERI 27 MEDAN
– SMA/MA/SMK : SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN

Nama Orang Tua

– Ayah : Ahmad Sofyan
– Ibu : Yuliati