

# Implementasi Metode Fuzzy Logic Dengan Algoritma Mamdani Untuk Sistem Kendali Air Conditioner Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Rev 3

Jaka Prayudha<sup>#1</sup>, Dicky Nofriansyah<sup>#2</sup>, Saniman<sup>#3</sup>

<sup>#1,3</sup> Program Studi Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

<sup>#2</sup> Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

---

## Article Info

### Article history:

Received Jan 13<sup>th</sup>, 2018

Revised Jan 22<sup>th</sup>, 2018

Accepted Jan 29<sup>th</sup>, 2018

---

### Keyword:

Air Conditioner (AC)

Fuzzy Logic

Algoritma Mamdani

Mikrokontroler Arduino

---

## ABSTRACT

Air Conditioner (AC) pada umumnya digunakan secara luas pada sebuah negara yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia karena Air Conditioner (AC) digunakan untuk mengkondisikan temperature udara yang diinginkan sesuai dengan kenyamanan bagi tubuh manusia. Suhu yang dapat dihasilkan oleh Air Conditioner (AC) di range 16-36°C. suhu Air Conditioner (AC) dikendalikan melalui sebuah sistem remote dengan sistem manual control.

Optimalisasi Air Conditioner (AC) di dalam pengaturan suhu ruangan dengan sebuah sistem Kecerdasan Buatan yang tertanam akan memberikan hasil yang lebih optimal dalam pengkondisian temperature udara. Teknik Reasoning Metode Fuzzy dengan Algoritma Mamdani digunakan dalam menggantikan sistem manual control penggunaan Air Conditioner (AC) selama ini.

Penggunaan sensor suhu LM35 digunakan untuk akuisisi temperature suhu ruangan serta penggunaan sensor photodiode yang digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah manusia yang ada didalam ruangan tersebut. Keseluruhan proses akuisisi data dari sensor yang digunakan kemudian akan diproses dengan sebuah sistem kecerdasan buatan yang telah ditanam pada mikrokontroler arduino uno rev 3.

Copyright © 2018 STMIK Triguna Dharma.

All rights reserved.

---

### First Author

Nama : Jaka Prayudha, S.Kom, M.Kom

Kantor : STMIK Triguna Dharma

Program Studi : Sistem Komputer

E-Mail : jaka\_prayudha@yahoo.com

---

## 1. PENDAHULUAN

Pengkondisi udara atau Air Conditioner (AC) adalah sistem atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembapan suatu area (yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu). Umumnya menggunakan siklus refrigerasi tetapi kadang-kadang menggunakan penguapan, biasanya untuk kenyamanan pendingin di gedung-gedung dan kendaraan bermotor Konsep pendingin udara diketahui telah diterapkan di Romawi Kuno dan Persia abad pertengahan. Pendingin modern muncul dari kemajuan dalam ilmu kimia selama abad 19, dan pendingin udara skala besar listrik pertama ditemukan dan digunakan pada tahun 1902 oleh Willis Haviland Carrier. Penggunaan Air Conditioner (AC) saat ini telah digunakan banyak masyarakat khususnya pada masyarakat negara tropis yang memiliki beberapa musim, untuk itu penggunaan Air Conditioner (AC) untuk saat ini menjadi kebutuhan yang wajib dimiliki beberapa area seperti perkantoran, tempat pendidikan, perumahan bahkan di beberapa tempat budidaya tanaman dan pengembangan hewan untuk dapat meningkatkan produktivitas hasil yang baik tetapi didalam proses pengaturan temperature suhu yang diinginkan masih menggunakan remote (pengendali jarak jauh) sebagai media pengatur temperature suhu yang diinginkan pengguna. Selain masih menggunakan sistem pengendalian remote, Air Conditioner (AC) belum dapat menyesuaikan suhu yang layak (baik) bagi penggunaannya secara otomatis.

Dilihat dari kemajuan perkembangan ilmu teknologi yang saat ini telah banyak dimanfaatkan para ilmuwan dalam mendukung pengembangan sistem, maka untuk dapat mengoptimalkan penggunaan air conditioner (AC) dibutuhkan sebuah sistem otomatis yang dapat melakukan pengaturan temperatur suhu secara otomatis dengan

beberapa parameter. Perkembangan sebuah Artificial Intelligence (Kecerdasan Buatan) pada sistem tertanam (Embedded System) saat ini telah banyak dikembangkan dalam beberapa peralatan sistem. Untuk dapat mengoptimalkan penggunaan Air Conditioner (AC) secara otomatis pada sebuah ruangan aktivitas dibutuhkan sebuah transducer sensor yang dapat melakukan pengambilan data (akuisisi) lingkungan untuk kemudian di proses. Setelah parameter ditentukan dan sensor telah melakukan akuisisi terhadap lingkungan untuk kemudian sebuah sistem kecerdasan buatan ditanam ke dalam embedded system.

Optimalisasi penggunaan Air Conditioner (AC) disini dimaksudkan untuk dapat melakukan pengaturan/pengendalian suhu yang diinginkan secara otomatis berdasarkan dari beberapa parameter yang ditentukan. Misalnya sistem Air Conditioner (AC) dinyalakan pada suhu 16 °C dalam waktu 20 menit dalam keadaan kosong maka dipastikan ruangan tersebut akan dingin dan sebaliknya ketika suhu dinyalakan pada suhu 35 °C maka ruangan akan terasa panas. Ketika seseorang atau lebih masuk kedalam ruangan tersebut maka pasti seseorang tersebut akan melakukan pengendalian suhu sesuai keadaan yang ada pada saat ingin menggunakan sebuah ruangan. Jadi, penggunaan cara seperti ini tidak optimal mengingat penggunaan listrik untuk sistem Air Conditioner (AC) sangat cukup besar. Akan lebih baik ketika sistem Air Conditioner (AC) dapat melakukan pengendalian suhu Air Conditioner (AC) secara otomatis berdasarkan suhu lingkungan pada ruangan dan jumlah orang yang berada dalam ruangan.

Penggunaan teknik reasoning (penalaran) dalam Artificial Intelligence menjadi hal yang penting dikarenakan sistem harus dapat berfikir secara rasional dan sistematis berdasarkan dari mode inputan yang diterima dan kemudian hasil dari penalaran yang telah dirancang sebelumnya akan memberikan sebuah keputusan hasil yang optimal. Metode fuzzy termasuk salah satu dari beberapa metode yang terdapat pada teknik reasoning dalam artificial intelligence. Metode ini digunakan untuk dapat memberikan sebuah tingkat kepastian yang optimal dari sebuah informasi yang diakuisi. Terdapat beberapa algoritma dalam pengembangan metode fuzzy saat ini, diantaranya mamdani, sugeno dan tsukamoto. Algoritma tersebut masing-masing memiliki karakteristik dalam pengambilan keputusan hasil. Tetapi tahapan pada masing-masing algoritma sama yaitu fuzzyfication – Defuzzyfication – Inference Rule.

Metode fuzzy membutuhkan sebuah input data untuk itu dalam proses akuisisi data lingkungan diperlukan beberapa sensor yang dapat melakukan akuisisi berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Suhu lingkungan merupakan sebuah parameter utama dalam pengembangan sistem Air Conditioner (AC) yang otomatis. Karena suhu ruangan keadaan awal (disebut initial state) yang akan berfungsi untuk memberikan nilai input awal pada sistem berbasis fuzzy. Sensor LM35 digunakan untuk dapat melakukan proses akuisisi suhu ruangan kemudian penggunaan sensor photodiode sebagai media pendeteksi jumlah orang yang berada pada ruangan. dua parameter ini nantinya yang menjadi input pada sistem berbasis fuzzy untuk kemudian akan diproses dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno rev 3.

Mikrokontroler digunakan sebagai unit pengendali utama artinya data yang telah diakuisi oleh sensor LM35 dan Photodiode akan diproses untuk dapat dipahami serta dapat diimplementasikan dengan metode fuzzy. Mikrokontroler arduino uno digunakan karena beberapa hal, antara lain harga terjangkau, memiliki interface IDE yang mudah digunakan, memiliki ukuran yang relative kecil untuk model sistem minimum yang siap digunakan, mendukung mobiltas tinggi sistem yang akan dirancang, serta menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrograman pada IDE yang dimilikinya.

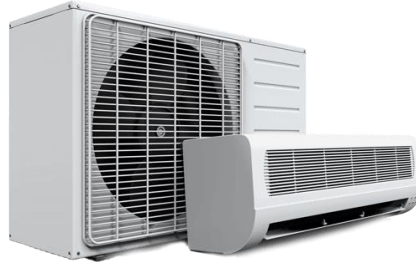
## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Air Conditioner**

Air Conditioning (AC) umumnya digunakan untuk mendapatkan kenyamanan termal dalam beraktifitas diruangan. Pada saat digunakan, kalor yang diserap di evaporator (indoor unit) dibuang di kondensor (outdoor unit) tanpa dimanfaatkan sama sekali. Panas buang di kondensor ini kalornya cukup besar, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air sekaligus dapat menaikkan kinerja sistem AC. Penggunaan AC untuk mendapatkan kenyamanan termal dan sekaligus untuk memanaskan air di kondensor dummy, dikenal sebagai Air Conditioning Water Heater (ACWH). Penggunaan AC sebagai ACWH akan mempengaruhi kinerja sistem AC secara keseluruhan, sehingga perlu dilakukan analisis kinerja sistem AC sebagai ACWH.

Secara termodinamika, sistem AC yang bekerja dengan siklus kompresi uap (SKU) akan mengambil/menyerap kalor di ruangan yang dikondisikan (evaporator/indoor unit) pada temperatur dan tekanan rendah refrigeran (zat pendingin) dan membuang kalor tersebut pada temperatur dan tekanan tinggi refrigeran ke luar ruangan melalui outdoor unit dengan bantuan kompresor, kemudian refrigeran akan kembali ke indoor unit mengambil kalor di ruangan pada temperatur dan tekanan rendah setelah melewati sebuah katup ekspansi. Proses pendinginan ini akan berlangsung terus-menerus dalam SKU, sehingga kenyamanan termal akan tercapai. Ditinjau dari keseimbangan termodinamikanya, daya pemanasan dari kalor yang dibuang di kondensor (outdoor unit) besarnya adalah sebesar daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kompresor ditambah daya pengambilan/ penyerapan kalor yang dihasilkan di evaporator (indoor unit). Kalor

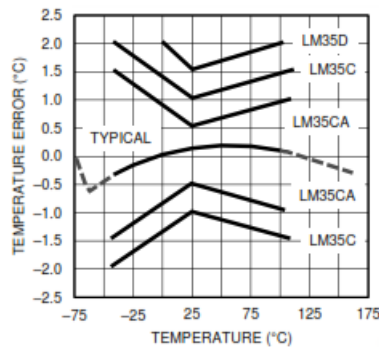
yang dibuang percuma di kondensor ke lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air (water heater) untuk berbagai keperluan air panas seperti di rumah, hotel, klinik dan rumah sakit<sup>[3]</sup>



Gambar 1. Air Conditioner (AC)

## 2.2 Sensor LM35

Sensor LM35 merupakan salah satu jenis transduser input yang mengubah besaran suhu ke besaran listrik. Sensor yang diproduksi oleh National Semiconductor ini, memiliki besaran listrik yaitu berupa sebuah tegangan. Jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain LM35 mempunyai keakuratan yang tinggi dan memiliki sifat linieritas yang tinggi. Sensor ini memiliki impedansi yang rendah sehingga dapat langsung dihubungkan dengan rangkaian yang lain. maksimum error adalah  $1.5^{\circ}\text{C}$ . Error maksimum ini hanya terjadi ketika suhu  $-50^{\circ}\text{C}$  dan  $150^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan error typical mendekati  $0^{\circ}\text{C}$ . Dari grafik pada Gambar 2.1 terlihat bahwa LM35 memiliki beberapa varian tertentu<sup>[2]</sup>



Gambar 2. Grafik Akurasi LM35 terhadap Suhu

Varian dari LM35 adalah sebagai berikut:

1. LM35 dan LM35A memiliki range pengukuran temperatur  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+150^{\circ}\text{C}$ .
2. LM35C dan LM35CA memiliki range pengukuran temperatur  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+110^{\circ}\text{C}$
3. LM35D memiliki range pengukuran temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  hingga  $+100^{\circ}\text{C}$ .

Bentuk fisik LM35 menyerupai bentuk transistor dengan 3 kaki dengan TO-92 plastic package



Gambar 3. Sensor LM35

Salah satu kelebihan dari sensor ini adalah bahwa LM35 ini membutuhkan arus hanya sekitar  $60\ \mu\text{A}$ , sehingga efek self heating yang menyebabkan kesalahan pembacaan sensor cukup kecil. Efek self heating ini adalah efek pemanasan akibat arus yang mengalir pada sensor yang menyebabkan kesalahan pembacaan suhu. Kesalahan akibat self heating ini cukup rendah, yaitu kurang dari  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Jika dirangkum maka karakteristik sensor LM35 ini,

## 2.3 Sensor Photodiode

Sensor cahaya adalah komponen elektronika dapat berfungsi mengubah suatu besaran optik (cahaya) menjadi besaran elektrik. Sensor cahaya berdasarkan perubahan elektrik yang dihasilkan dibagi menjadi dua jenis, yaitu fotovoltaiik dan fotokonduktif. Salah satu sensor cahaya jenis fotokonduktif adalah sensor fotodiode. Sensor fotodiode dapat merespon stimulus berupa cahaya tampak maupun tidak tampak dan mengkonversi intensitas cahaya yang terdeteksi menjadi arus<sup>[4]</sup>

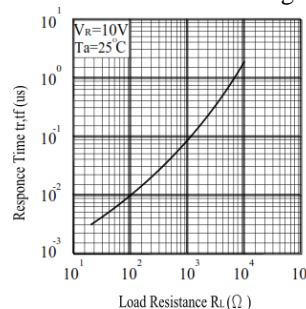
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kumala dan Endarko (2012) mengenai karakteristik alat ukur dan sensor standar pada proses kalibrasi data sensor cahaya, dijelaskan bahwa nilai iluminansi cahaya berkurang seiring dengan semakin jauhnya jarak sensor dengan sumber cahaya dan semakin kecilnya diameter lubang penghalang masuknya cahaya ke sensor, yaitu LDR dan fotodiode. Fotodiode dapat berfungsi sebagai sensor untuk mengukur intensitas cahaya. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenainya, arus yang dihasilkan fotodiode juga akan semakin besar.

Photodiode dibuat dari semikonduktor dengan bahan yang populer adalah silicon ( Si) atau galium arsenida ( GaAs), dan yang lain meliputi InSb, InAs, PbSe. Material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 &Aring; - 11000 &Aring; untuk silicon, 8000 &Aring; &ndash; 20,000 &Aring; untuk GaAs. Ketika sebuah photon (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, di mana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah Arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. cara tersebut didalam sebuah photodiode digunakan untuk mengumpulkan photon - menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir/terbentuk di bagian-bagian elektroda.<sup>[5]</sup>



Gambar 4. Sensor Photodiode

Photodiode digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh Infrared. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh photodiode tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh infrared. Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa diode (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas infra merah yang diterima maka sinyal pulsa listrik yang dihasilkan akan baik jika sinyal infra merah yang diterima intensitasnya lemah maka infra merah tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (light collector) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor infra merah ini harus dikuatkan. Pada prakteknya sinyal infra merah yang diterima intensitasnya sangat kecil sehingga perlu dikuatkan. Selain itu agar tidak terganggu oleh sinyal cahaya lain maka sinyal listrik yang dihasilkan oleh sensor infra merah harus difilter pada frekuensi sinyal carrier yaitu pada 30KHz sampai 40KHz. Selanjutnya baik photodiode maupun phototransistor disebut sebagai photodetector.



Gambar 5. Response Time vs Load Resistance

Dalam penerimaan infra merah, sinyal ini merupakan sinyal infra merah yang termodulasi. Pemodulasian sinyal data dengan sinyal carrier dengan frekuensi tertentu akan dapat memperjauh transmisi data sinyal infra.

#### 2.4 Metode Fuzzy Algoritma Mamdani

Lofti Zadeh mengembangkan logika fuzzy pada tahun 1964, dasar pemikirannya adalah tidak ada keadaan yang hanya selalu bernilai “benar” dan “salah” atau “on” dan “off”, tetapi ada gradasi nilai diantara dua nilai ekstrim tersebut. Dengan memperhatikan kenyataan ini, kita memerlukan penggeseran skala variabel yang dapat diukur sebagai bagian dari “on” dan sebagian dari “off” atau sebagian besar “benar” dan sebagian “salah”. Teori himpunan klasik berdasarkan pada logika ekstrem yang menetapkan objek sebagai anggota atau bukan anggota himpunan. Sebaliknya, pada logika fuzzy, suatu objek dapat menjadi anggota pada banyak himpunan dengan derajat keanggotaan berbeda-beda pada masing-masing himpunan. Derajat keanggotaan pada suatu himpunan didasarkan pada skala 0 sampai dengan 1 dan menetapkan 1 sebagai keanggotaan lengkap dan 0 sebagai tidak ada keanggotaan.<sup>[6]</sup>

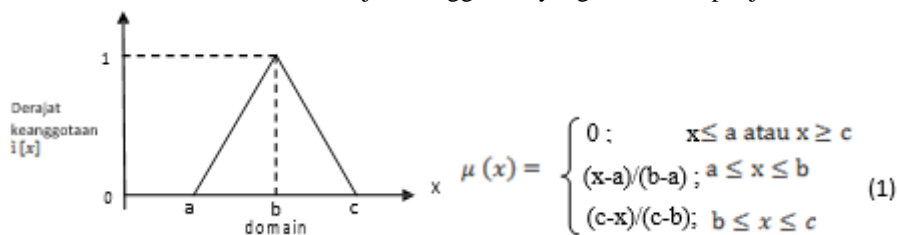
Pelopop aplikasi logika fuzzy dalam bidang kontrol, yang merupakan aplikasi pertama dan utama dari logika fuzzy adalah Prof. Ebrahim Mamdani dkk dari Queen Mary College London. Penerapan kontrol logika fuzzy secara nyata di industri banyak dipelopop para ahli dari Jepang, misalnya Prof. Sugeno dari Tokyo Institute of Technology. Aplikasi logika fuzzy hampir tak terbatas, misalnya untuk kontrol proses, proses produksi, robotika, manajemen skala besar, teknik sipil, kimia, transportasi, kedokteran maupun ekonomi. Pengaturan (control) sistem non linier yang mengandung sejumlah informasi padat memerlukan pengintegrasian sistem secara cepat dan dapat diterapkan dengan menggunakan logika fuzzy. Suatu keluaran dihitung berdasarkan nilai keanggotaan yang diberikan oleh masukan sesudah dikonfigurasi dalam kumpulan aturan fuzzy. Sebelum menjadi keluaran sistem, sistem memerlukan tiga transformasi untuk masukan sistem. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy (Kusumadewi dan Purnomo, 2004) antara lain :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat dibangun dan diaplikasikan berdasarkan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat digunakan pada sistem kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Fungsi keanggotaan (membership functions) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval dari 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. (Kusumadewi dan Purnomo 2004). Beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan di dunia nyata, yaitu: (Suyanto,2007).

1. Fungsi Segitiga

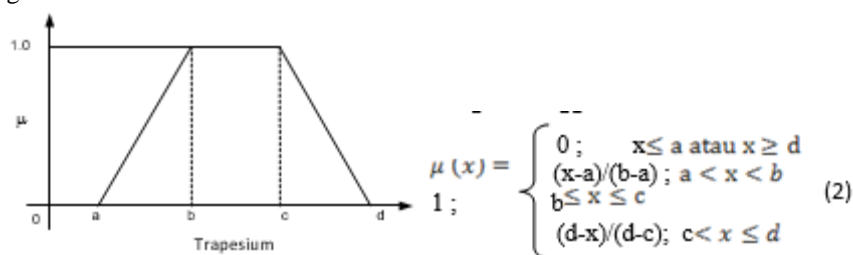
Fungsi ini memiliki satu nilai  $x$  yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika  $x=b$ . Tetapi, nilai-nilai di sekitar  $b$  memiliki derajat keanggotaan yang turun cukup tajam.



Gambar 6.Fungsi Segitiga

2. Fungsi Trapesium

Fungsi ini terdapat beberapa nilai  $x$  yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika  $b \leq x \leq c$ . Tetapi, derajat keanggotaan untuk  $a < x < b$  dan  $c < x \leq d$  memiliki karakteristik yang sama dengan fungsi segitiga.



Gambar 7.Fungsi Trapesium

Motivasi utama teori fuzzy logic adalah memetakan sebuah ruang input ke dalam ruang output dengan menggunakan IF-THEN rules. Pemetaan dilakukan dalam suatu Sistem Inferensi Fuzzy(Fuzzy Inference System/FIS)disebut juga fuzzy inference engine adalah sistem yang dapat mengevaluasi semua rule secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan dan urutan rule bisa sembarang (Naba, 2009).

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Menggunakan MIN pada fungsi implikasi, dan MAX pada komposisi antar fungsi implikasi. Diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975(Kusumadewi dan Purnomo 2004). Ada beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan output, adalah sebagai berikut<sup>[7]</sup> :

1. Pembentukan variable input, himpunan fuzzy, dan output fuzzy. Variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy
2. Derjat keanggotaan, Menentukan derajat keanggotaan berdasarkan input dan himpunan fuzzy
3. Aplikasi operator fuzzy, Pada tahap ini menentukan  $\alpha$ -predikat aturan dengan fungsi implikasi MIN dan selanjutnya menentukan nilai dari Z masing-masing aturan.
4. Penegasan (defuzzy), Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan adalah Metode Centroid (Composite Moment), solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z = \frac{\sum_{i=0}^n \mu_{C_i}(z_i)}{\sum_{i=0}^n \mu_{C_i}(z_i)} \quad (5) \quad z = \frac{\int_{SR_1}^{SR_2} z \mu_C(z) dz}{\int_{SR_1}^{SR_2} \mu_C(z) dz}$$

## 2.5 Mikrokontroler Arduino Uno Rev 3

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328P (datasheet). Ini memiliki 14 pin input / output digital (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP dan tombol reset. Ini berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler; cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-to-DC atau baterai untuk memulai .. Anda dapat bermain-main dengan UNO Anda tanpa terlalu banyak memikirkan tentang melakukan sesuatu yang salah, skenario terburuk yang dapat Anda ganti chip untuk beberapa dolar dan mulai lagi. "Uno" berarti satu bahasa Italia dan dipilih untuk menandai perilisannya Arduino Software (IDE) 1.0. Uno board dan versi 1.0 dari Arduino Software (IDE) adalah versi referensi Arduino, sekarang berevolusi ke rilis yang lebih baru. Dewan Uno adalah yang pertama dari rangkaian papan Arduino USB, dan model referensi untuk platform Arduino; untuk daftar luas papan arus, masa lalu atau ketinggalan zaman, lihat indeks papan Arduino<sup>[1]</sup>.

Tabel 1. Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno Rev 3

Microcontroller	<a href="#">ATmega328P</a>
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Arduino Uno dapat diprogram dengan Arduino Software (IDE)). Pilih menu "Arduino / Genuino Uno dari menu Tools> Board (sesuai dengan mikrokontroler di forum Anda). Untuk rinciannya, lihat referensinya. ATmega328 di Arduino Uno diprogram ulang dengan bootloader yang memungkinkan Anda mengunggah kode baru ke dalamnya tanpa menggunakan pemrogram perangkat keras eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol STK500 yang asli (referensi, file header C). Anda juga dapat melewati bootloader dan memprogram mikrokontroler melalui header ICSP (In-Circuit Serial Programming) menggunakan Arduino ISP atau yang serupa; lihat petunjuk ini untuk rinciannya<sup>[1]</sup>.

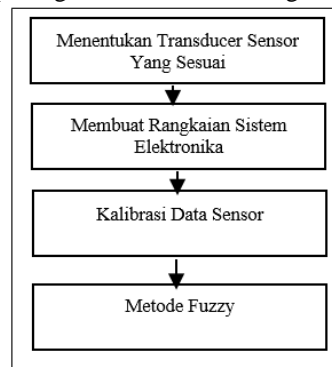


Gambar 8. Arduino Uno Rev3

### 3. ANALISIS DAN HASIL

#### 3.1. Analisis

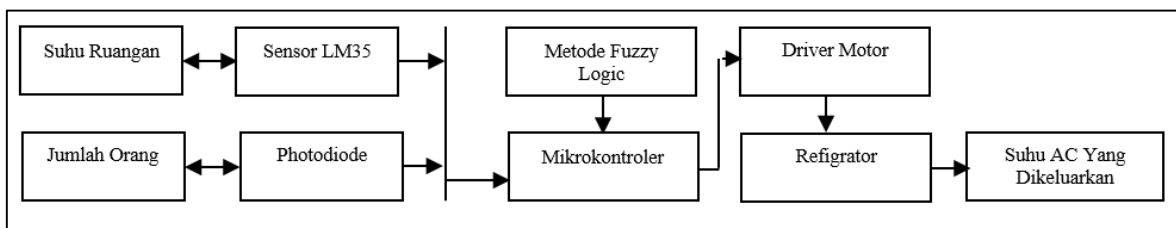
Untuk melakukan optimalisasi penggunaan Air Conditioner (AC) dalam pengaturan suhu ruangan dibutuhkan beberapa tahapan yang dapat digambarkan melalui algoritma sistem berikut ini :



Gambar 9. Algoritma Sistem Optimalisasi Air Conditioner (AC)

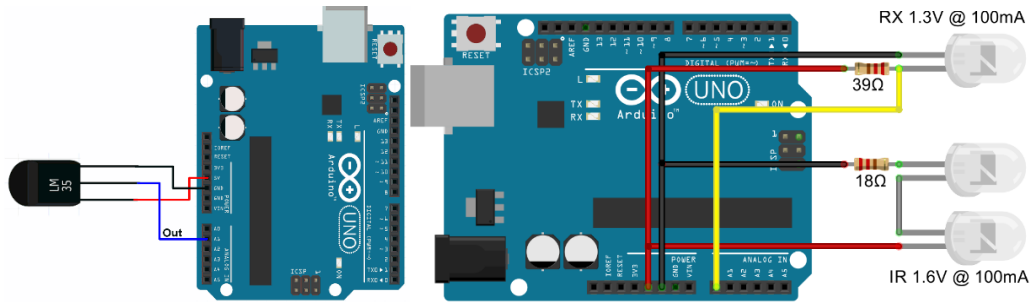
Pada algoritma sistem tersebut terdapat 4 tahapan utama dimulai dari tahap 1 yaitu menentukan transducer sensor yang sesuai untuk penyelesaian permasalahan yang ada, dikarenakan terdapat beragam varian sensor yang dapat melakukan akuisisi dari parameter suhu dan mendeteksi jumlah orang dalam ruangan. contohnya sensor suhu terdapat jenis LM35, thermocouple, SHT, dan lainnya. tahap 2 yaitu membuat rangkaian sistem elektronik yakni melakukan perakitan sensor ke mikrokontroler. Tahap 3 yaitu melakukan kalibrasi data dari sensor yang digunakan, proses kalibrasi ini sangat perlu dilakukan dikarenakan data yang diakuisisi sensor merupakan data analog tidak langsung menghasilkan data derajat suhu. Untuk melakukan validasi nilai yang diakuisisi sensor proses kalibrasi biasanya digunakan alat bantu yang akurat, seperti thermometer untuk validasi sensor suhu yang digunakan. Tahap 4 yaitu data yang sudah valid dari pembacaan sensor kemudian diimplementasikan ke metode fuzzy untuk kemudian metode fuzzy akan melakukan sebuah proses penalaran sampai dalam pengambilan keputusan.

Pada perancangan sistem tertanam diperlukan sebuah pemodelan sistem alur komponen sistem, pada umumnya dilakukan menggunakan blok diagram sistem, berikut ini blok diagram sistem untuk optimalisasi :



Gambar 10. Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram tersebut dapat diuraikan bahwa sistem yang akan dirancang berfungsi untuk melakukan pengendalian refrigator berdasarkan 2 parameter yaitu suhu ruangan dan jumlah orang yang ada pada ruangan tersebut. Berikut ini rangkaian elektronik dari sistem kendali pengatur suhu pada Air Conditioner (AC) secara otomatis :



Gambar 11. Rangkaian Sistem

Berikutnya membangun kecerdasan buatan yang akan ditanamkan didalam sistem mikrokontroler arduino dengan menggunakan teknik reasoning (penalaran) dalam artificial intelligence menggunakan metode fuzzy logic algoritma mamdani.

#### fuzzyfication

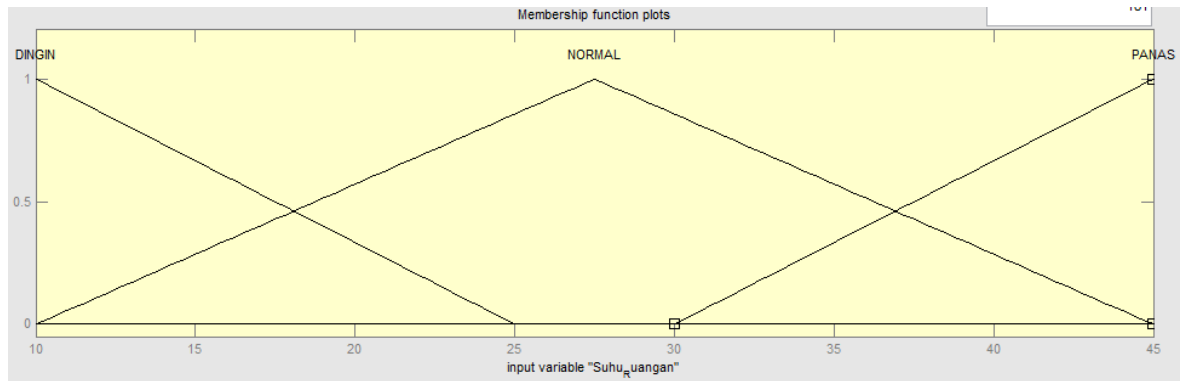
Pada tahapan fuzzyfication ini menentukan variable keanggotaan dan nilai himpunan keanggotan :

Suhu ruangan (sh) memiliki range (10 °C sampai 45 °C) dengan keanggotaan dan nilai himpunan sebagai berikut :

Dingin : 10-25 °C

Normal : 10-45 °C

Panas : 30-45 °C



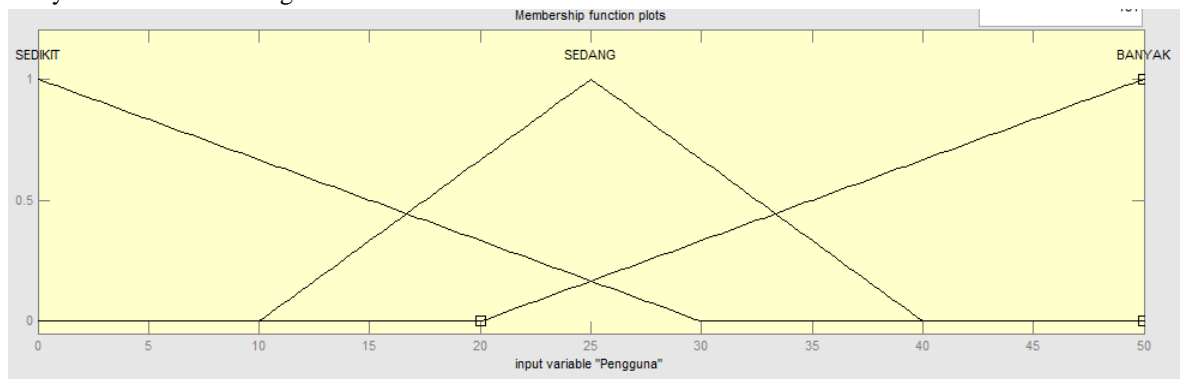
Gambar 12. Membership Function Suhu Ruang

Jumlah orang (pengguna dalam ruangan) (Or) memiliki range (0 sampai 50 orang) dengan keanggotaan dan nilai himpunan sebagai berikut :

Sedikit : 0-30 Orang

Sedang : 10-40 Orang

Banyak : 20-50 Orang



Gambar 13. Membership Function Jumlah Orang Dalam Ruang

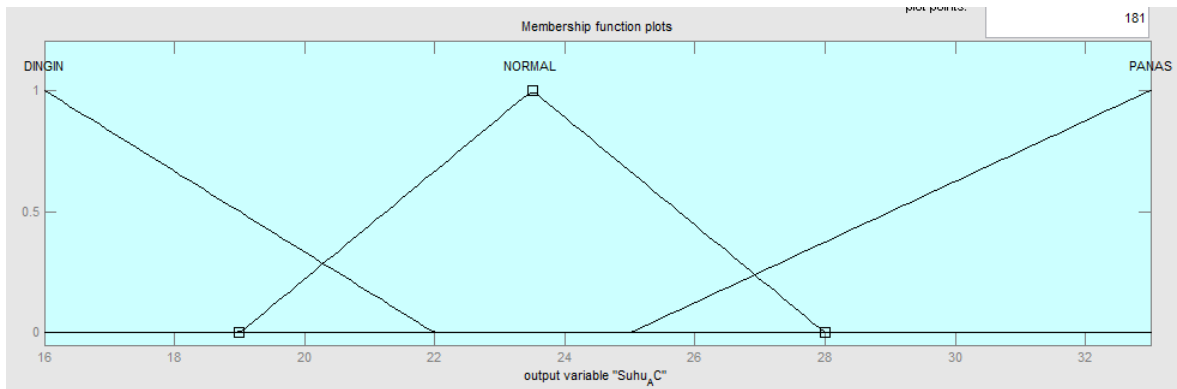
Suhu Air Conditioner (AC) yang dikeluarkan memiliki range (16 °C sampai 33 °C) dengan keanggotaan dan nilai himpunan sebagai berikut :

Dingin : 16-22 °C

Normal : 19-28 °C

Panas : 25-33 °C



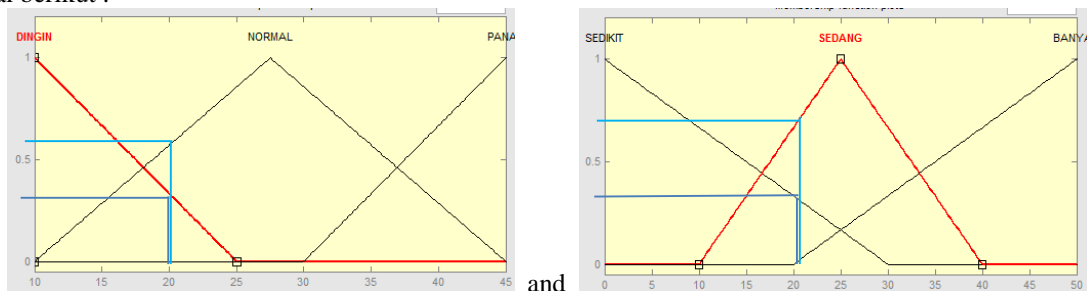


Gambar 14. Membership Function Suhu AC Yang Akan Dikeluarkan

Berikutnya dibuatlah sebuah inference rule, sebagai berikut :

- IF Suhu Ruang Dingin and Jumlah Orang Sedikit Then Panas
- IF Suhu Ruang Dingin and Jumlah Orang Sedang Then Normal
- IF Suhu Ruang Dingin and Jumlah Orang Banyak Then Normal
- IF Suhu Ruang Normal and Jumlah Orang Sedikit Then Normal
- IF Suhu Ruang Normal and Jumlah Orang Sedang Then Normal
- IF Suhu Ruang Normal and Jumlah Orang Banyak Then Dingin
- IF Suhu Ruang Panas and Jumlah Orang Sedikit Then Normal
- IF Suhu Ruang Panas and Jumlah Orang Sedang Then Dingin
- IF Suhu Ruang Panas and Jumlah Orang Banyak Then Dingin

Diketahui Jika Suhu Ruang = 20 °C dan Jumlah Pengguna 30 Orang Maka Suhu AC yang akan dikeluarkan sebagai berikut :



$$\text{Dingin} = (25-20)/(25-10) = 0,33$$

$$\text{Normal} = (45-20)/(45-10) = 0,71$$

$$\text{Sedikit} = (30-20)/(30-0) = 0,33$$

$$\text{Sedang} = (40-20)/(40-10) = 0,66$$

#### Inferensi :

Mesin Inferensi :

[R1] IF Suhu Ruang Dingin and Jumlah Orang Sedikit Then Panas

[Panas]  $\min(0,33;0,33) = 0,33$

[R2] IF Suhu Ruang Dingin and Jumlah Orang Sedang Then Normal

[Normal]  $\min(0,33;0,66) = 0,33$

[R4] IF Suhu Ruang Normal and Jumlah Orang Sedikit Then Normal

[Normal]  $\min(0,71;0,33) = 0,33$

[R5] IF Suhu Ruang Normal and Jumlah Orang Sedang Then Normal

[Normal]  $\min(0,71;0,66) = 0,66$

#### Komposisi Aturan :

- $R1 = 0,33 (33-25)+33 = 35,64$
- $R2 = 28-0,33 (28-19) = 249,03$
- $R4 = 28-0,33 (28-19) = 249,03$
- $R5 = 28-0,66 (28-19) = 246,76$

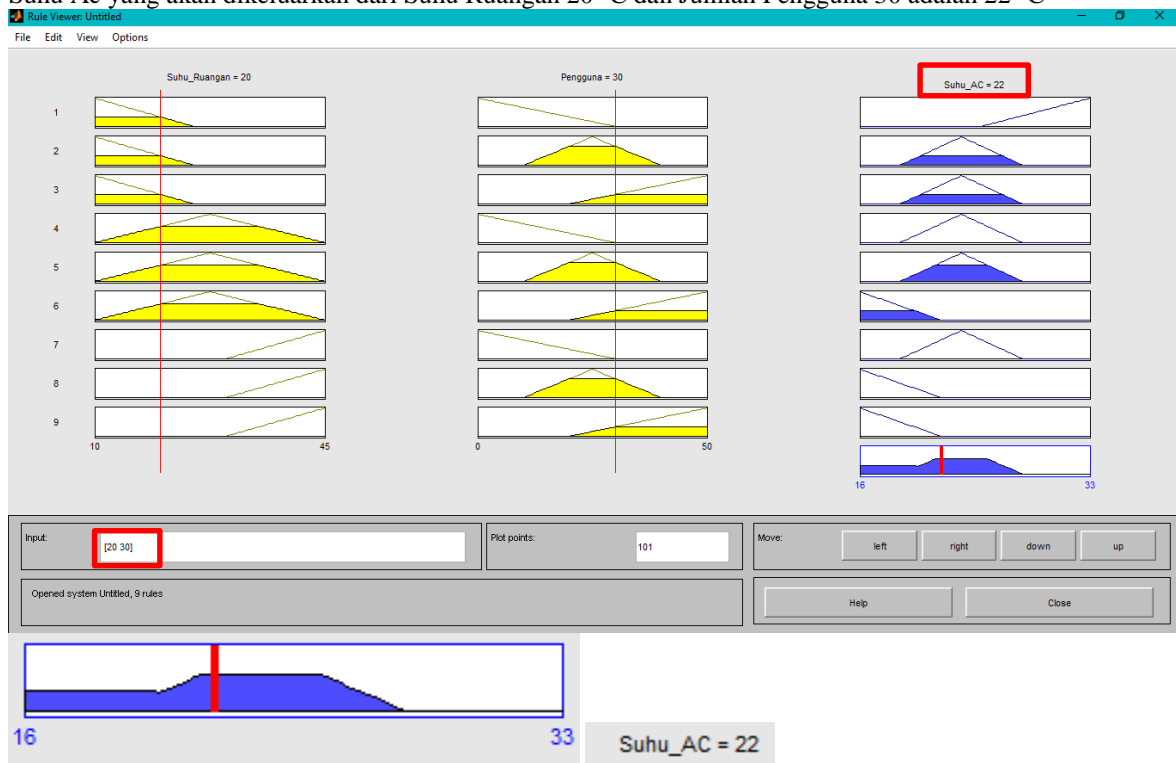
#### Defuzzifikasi :

Suhu AC yang dikeluarkan =

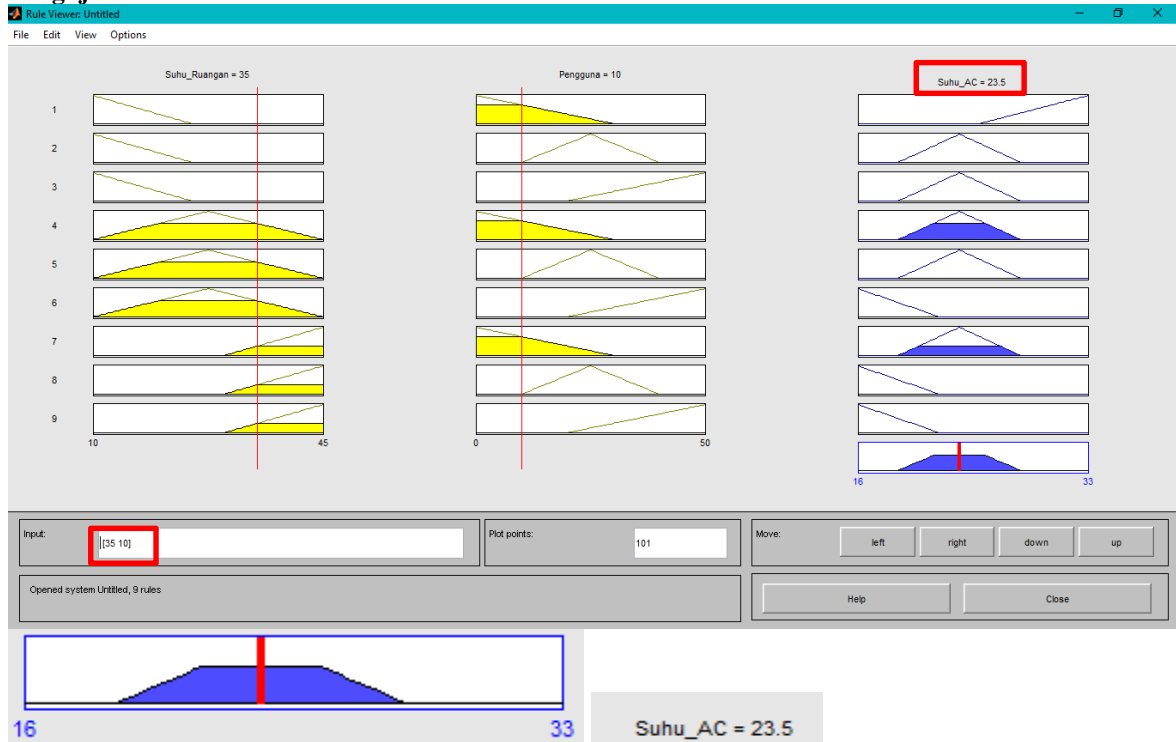
$$(35,64+249,03+249,03+246,76)/((33-25)+(28-19)+(28-19)+(28-19)) = 779,76/35 = \mathbf{22,27886 = 22}$$

### 3.2. Hasil

Suhu Ac yang akan dikeluarkan dari Suhu Ruang 20 °C dan Jumlah Pengguna 30 adalah 22 °C



### Pengujian :



## 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dari sistem optimalisasi pengaturan suhu *temperature air conditioner* menggunakan metode fuzzy dengan algoritma mamdani berbasis mikrokontroler arduino uno rev.3, sebagai berikut :

1. Metode fuzzy dengan algoritma mamdani pada penelitian ini cukup akurat untuk dapat melakukan pengendalian suhu *temperature air conditioner* dengan akurat

2. Penggunaan sensor suhu LM35 dan sensor *detect human* Photodiode sesuai dengan perancangan karena sensor tersebut dapat melakukan akuisisi dengan kemampuan akurat dan cepat mendeteksi perubahan kondisi berikutnya.
3. Untuk dapat mengoptimalkan kembali penggunaan *air conditioner* dapat juga membandingkan beberapa algoritma mamdani, sugeno dan tsukamoto.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ditemukenali 10 November 2017 di <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- [2] Yoga Alif K.U. 2016. Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu Dengan Menggunakan Arduino Pro Mini. eJurnal NARADOIRD Vol.2 No.2 Juli 2016 Universitas Widya Kartika Surabaya.
- [3] Azridjal A, Herisiswanto, Hardianto G, Noverianto H, Wahyudi R. 2014. Analisis Kinerja Air Conditioning Sekaligus Sebagai Water Heater (ACWH). SNTI IV Universitas Trisakti
- [4] Nurmalia N, Amir S, dan Sri Wahyu S. 2015. Implementasi Sensor Fotodiode Sebagai Pendeteksi Serapan Sinar Infra Merah Pada Kaca. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika. Vol.03 No.02.
- [5] Lilik G. 2011. Photodiode & Infrared.
- [6] Ahyar Sm Azwardi. 2015. Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation Untuk Sistem Kendali kecepatan Robot Line Follower. INKOM Vol.9 No.1 Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [7] Yulmaini. 2015. Penggunaan metode fuzzy inference system (FIS) mamdani, dalam pemilihan peminatan mahasiswa untuk tugas akhir. Jurnal Informatika Vol.15. No.1. Fakultas Ilmu Komputer Informatics & Business Institute Darmajaya.

#### BIOGRAFI PENULIS

	<p><b>Jaka Prayudha, S.Kom, M.Kom</b>, Pria kelahiran Medan 20 Mei 1992 ini merupakan pengembang sistem otomatis berbasis kecerdasan buatan, bidang riset yang ditekuni ialah Jaringan Syaraf Tiruan dan Robotika System. Saat ini menduduki jabatan sebagai sekretaris Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat (PRPM) STMIK Triguna Dharma Beliau mengampu beberapa mata kuliah diantaranya : Algoritma dan Pemrograman, Sistem Kendali, Pengantar dan Aplikasi Robotika, Jaringan Syaraf Tiruan, Kecerdasan Buatan, Pemrograman Mobile Sistem Kendali, dan lain sebagainya yang berkaitan dengan Sistem Komputer. Tamat 2014 Strata 1 Sistem Komputer STMIK Triguna Dharma dan Tamat 2016 Strata 2 Magister Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia YPTK Padang. Menjadi Narasumber Untuk Tema What's It's Artificial Intelligence, Ethical Hacking, Robotic Today, Workshop Development Smarthome and Smartcity.</p>
	<p><b>Dicky Nofriansyah, S.Kom, M.Kom</b>, Pria kelahiran Medan 31 Oktober 1989 anak ke-4 dari 4 bersaudara, dari Seorang ibu yang bernama : Hj.Rodiah dan Ayah : H.Syamsul Bachri (alm). Dan telah menikah dengan seorang wanita bernama : Febriani Sartika, S.Kom dikarunia 2 (dua) orang anak laki-laki : 1.Assyadil Dzikri Nofriansyah (Putera Pertama), 2.Alkhalifi Kenzie Nofriansyah (Putera Kedua). Saya lulus dari Program Studi Strata 1 tahun 2011 di STMIK Triguna Dharma, dan Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia (UPI-YPTK) Padang. Dan saat ini sedang menempuh pendidikan Doktorat di Universitas Negeri Padang. Pekerjaan saya saat ini adalah dosen di STMIK Triguna Dharma Medan. Beberapa buku telah dihasilkan diantaranya : Sistem Pendukung Keputusan VS Data Mining, Multi Criteria Decision Makin (MCDM) Pada Sistem Pendukung Keputusan.</p>
	<p><b>Saniman, ST, M.Kom</b>, Beliau merupakan dosen tetap STMIK Triguna Dharma, beliau aktif sebagai dosen peneliti khususnya pada bidang ilmu Sistem Komputer.</p>