

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian terkait dengan rancang bangun alat pengering gabah menggunakan kendali *fuzzy* bukan penelitian yang pertama kali dilakukan, dalam bab ini ingin mengutipkan beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan studi penelitian eksplorasi kali ini sebagai bahan referensi lanjutan.

Penelitian dilakukan oleh Abdul Muin, Madagaskar, Hermanto Ali, M. Lazim pada tahun 2018 dengan judul “Desain Dan Pengujian Alat Pengering Gabah *Rotary* Dengan Memanfaatkan Bahan Bakar Sekam Gabah” dengan maksud untuk mengidentifikasi kecepatan penurunan kadar air gabah saat proses pengeringan, eksperimen ini menggunakan gabah dari hasil panen daerah Mata Merah Palembang dengan kadar air 18%. Proses pengeringan dilakukan menggunakan sistem *rotary* yang menggunakan sekam sebagai bahan bakar. Pemilihan sekam sebagai bahan bakar dikarenakan sekam sangat melimpah di area penggilingan beras. Dalam eksperimen ini, sekam digunakan sebagai sumber panas untuk mengeringkan 20 kg gabah basah. Panas penguapan dan panas udara pengering masing-masing adalah 18 J/s dan 65 J/s. Efisiensi alat pengering yang dicapai adalah 27,6% [8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Enjang Aripin, Dr. Asep Najmurokhman, S.T., M.T. pada tahun 2019 dengan judul “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengering Gabah Otomatis Berbasis Metode Logika *Fuzzy* Dengan Sistem Inferensi *Mamdani*” penelitian ini menggunakan metode Logika *Fuzzy*, dengan langkah awal merancang sistem *fuzzy* nya pada MATLAB lalu dilakukan pemrograman pada Arduino IDE dan disimulasikan pada *software* Proteus. Dari beberapa pengujian diperoleh hasil keseluruhan alat yang sesuai dengan program yang sudah dikonsepskan, penentuan waktu pemanasan yang diperoleh dari hasil sistem logika *fuzzy*, *error* yang terjadi pada sensor YL-69 dengan Moisture meter rata-rata 0,8% dan sensor ultrasonik membeca sesuai dengan kondisi aktual [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Santoso, Abdul Waris, pada tahun 2019 dengan judul “Uji Kinerja Sistem Kontrol Untuk Pengendalian Suhu Pada Alat

Pengering Biji-Bijian Berbasis *Fuzzy Logic*” pada penelitian ini menerapkan metode *hybrid* (himpunan *fuzzy* dan *crisp*) untuk kaidah-kaidah logika *fuzzy* kemudian mengonversi sinyal kontrol menjadi sinyal. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pengontrol *fuzzy logic* pada mesin pengering biji-bijian *type batch* memiliki kinerja yang lebih baik dengan menghindari *overshoot*, serta berhasil mengurangi penggunaan energi gas LPG selama proses pengeringan. Selama pengujian, sistem kontrol tersebut hanya menggunakan sekitar 304,760 Watt.jam daya [10].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hesti Renika, Lutfi Azizah, Fariz Nur Amali, Aris Triwiyatno Kecerdasan pada tahun 2020 dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengering Padi Dengan Optimalisasi Logika *Fuzzy* dan Implementasi IoT” diimplementasikan dalam suatu sistem produksi IoT dengan kecerdasan buatan berupa logika *fuzzy*. Berdasarkan hasil pengujian, SNIPER merupakan kecerdasan buatan yang terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi 14% dan efisiensi waktu 12% dibandingkan tanpa penggunaan kecerdasan buatan dengan suhu pengeringan 50-55°C dan untuk mencapai kadar air akhir gabah 14% sesuai Standar Gabah Nasional yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia [11].

Penelitian yang dilakukan oleh Rangga Al Arif, Yusrila Yeka Kerlooza pada tahun 2021 dengan judul “Penstabilan Suhu Pengeringan Kopi dengan Kontrol Logika *Fuzzy*” penelitian ini menggunakan metode sistem kendali logika *fuzzy* yang berfungsi untuk mengatur suhu di dalam ruang pengering dengan cara mengatur bukaan katup yang terhubung dengan motor servo SG90. Hasil dari penelitian ini adalah jumlah anggota *fuzzy* yang tepat untuk digunakan pada sistem logika *fuzzy* adalah 5 anggota dan kadar air gabah setelah proses pengeringan adalah 13,7%. Dampak nyata setelah melakukan pengujian pencarian jumlah anggota *fuzzy* yang tepat adalah, alat ini mampu menjaga kestabilan suhu pada ruang pengering disekitar 40°C [12].

Penelitian yang dilakukan oleh Tiya Adita Oktavia pada tahun 2022 dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* yang terdiri dari sensor DHT22 dan sensor *load cell* 5 kg. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa pengeringan dengan alat pengering menggunakan metode *fuzzy logic* membutuhkan

rata-rata waktu 204 menit sedangkan proses pengeringan secara konvensional membutuhkan rata-rata waktu 390 menit, sehingga dapat disimpulkan tingkat keberhasilan pada perancangan adalah 100% [13].

Penelitian yang dilakukan oleh M.Rizal, Peni Handayani, Indra Chandra Joseph Riadi pada tahun 2022 yang berjudul “Sistem Kendali Suhu Oven Pengering Gabah Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis *Internet of Things*” Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah oven pengering gabah yang menggunakan energi. Metode yang digunakan adalah logika *fuzzy* dengan tipe *Mamdani*. Hasil uji menunjukkan bahwa untuk mengeringkan 10 Kg gabah, waktu yang dibutuhkan adalah 151 menit dengan kadar air terukur sebesar 13% untuk mode 1, 142 menit dengan kadar air terukur 14% untuk mode 2, dan 136 menit dengan kadar air terukur sebesar 14% untuk mode 3. Selain itu, akurasi pembacaan kadar air mencapai 0,68% dengan akurasi total mencapai 99,24% [4].

Dari penelitian yang telah dilakukan hal yang berpengaruh terdapat pada lokasi dan ruangan dalam memastikan kelembaban dan suhu untuk menjaga kondisi peralatan dan komponen agar tidak terjadi korosi atau kerusakan logam. Dengan pemanfaatan metode logika *fuzzy* sebagai pengontrol serta keputusan ataupun monitoring yang diharapkan mendapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang akan diinginkan. Pada tiap lokasi dan ruangan juga memiliki kelembaban ideal yang berbeda untuk memastikan parameter yang dikontrol sesuai dengan apa yang diharapkan serta peralatan yang tersedia tidak mengalami dampak negatif akibat dari kelembaban yang tidak sesuai dan merata.

Untuk penelitian ini sensor DHT22 akan mengukur nilai parameter yang diuji. Sensor DHT22 sendiri memiliki akurasi yang lebih baik dari sensor generasi sebelumnya yakni DHT11 karena memiliki akurasi yang galat sehingga nilai pengukuran 4% suhu dan 18% kelembaban. Parameter yang diuji yakni kelembaban karena kelembaban sangat mempengaruhi tingkat pengeringan kadar air pada gabah dengan waktu normal 4-7 hari bahkan lebih hingga mencapai titik seimbang yakni 13-14% RH agar gabah menghasilkan kualitas rendemen beras giling tertinggi [4] [5]. Sensor DHT22 memiliki nilai akurasi yang lebih baik dalam pengukuran kelembaban dan suhu. Nilai yang di dapat dari parameter kelembaban akan mempercepat dan mempengaruhi proses pengeringan kadar air pada gabah.

**Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu**

<b>Judul (Tahun)</b>	<b>Penulis</b>	<b>Metode Penelitian</b>	<b>Hasil dan Pembahasan</b>
Desain dan Pengujian Alat Pengereng Gabah Rotary Dengan Memanfaatkan Bahan Bakar Sekam Gabah (2018).	Abdul Muin, Madagaskar, Hermanto, Ali, M. Lazim.	Metode Pengujian dilakukan dengan alat pengereng sistem <i>rotary</i> menggunakan sekam, sehingga sekam dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk penghasil panas pengeringan dengan kapasitas pengeringan sebanyak 20 kg gabah basah.	Berdasarkan pengukuran lapangan temperatur sekam mendapatkan suhu 190°C. Temperatur ruang pengereng rata-rata 66,5°C dengan berat sample awal gabah 170 gram, pengujian dilakukan 2 jam 53 menit. Menghasilkan panas penguapan dan panas udara pengereng masing-masing sebesar 18 J/s dan 65 J/s. Efisiensi alat pengereng diperoleh sebesar 27,6%.
Rancang Bangun <i>Prototype</i> Alat Pengereng Gabah Otomatis Berbasis Metode Logika <i>Fuzzy</i> Dengan Sistem Inferensi <i>Mamdani</i> (2019).	Enjang Aripin, Dr. Asep N, S.T., M.T.	Metode Logika <i>Fuzzy</i> dengan Sistem Inferensi <i>Mamdani</i> yang dilakukan pada MATLAB lalu pemrograman pada Arduino IDE dan disimulasikan pada <i>software</i> Proteus.	Dari beberapa pengujian diperoleh hasil keseluruhan alat yang sesuai dengan program yang sudah dikonsepskan, penentuan waktu pemanasan yang diperoleh dari hasil sistem logika <i>fuzzy</i> , <i>error</i> yang terjadi pada sensor YL-69 dengan Moisture meter rata-rata 0,8% dan sensor ultrasonik membeca sesuai dengan kondisi aktual.
Uji Kinerja Sistem Kontrol Untuk Pengendalian Suhu Pada Alat Pengereng Biji-Bijian Berbasis <i>Fuzzy Logic</i> (2019).	Dwi Santoso, Abdul Waris.	Metode yang digunakan adalah <i>hybrid</i> (himpunan <i>fuzzy</i> dan <i>crisp</i> ) yakni untuk kaidah-kaidah logika <i>fuzzy</i> kemudian mengonversi sinyal	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem kontrol <i>fuzzy logic</i> pada alat pengereng biji-bijian tipe <i>batch</i> menunjukkan kinerja lebih baik, tidak terjadi <i>overshoot</i> , dan mampu

Judul (Tahun)	Penulis	Metode Penelitian	Hasil dan Pembahasan
		kontrol menjadi sinyal.	menghemat penggunaan energi gas LPG selama proses pengeringan. Jumlah daya yang digunakan sistem kontrol selama proses pengujian dilakukan, yakni 304.760 (Watt.jam).
Rancang Bangun Alat Pengering Padi Dengan Optimalisasi Logika <i>Fuzzy</i> dan Implementasi IoT (2020).	Hesti Renika, Lutfi Azizah, Fariz Nur Amali, Aris Triwiyatno.	Metode logika <i>fuzzy</i> dengan sistem kecerdasan buatan yang diimplementasikan pada sistem produksi IoT.	Berdasarkan hasil pengujian, SNIPER merupakan kecerdasan buatan yang terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi 14% dan efisiensi waktu 12% membutuhkan waktu pengeringan 108 menit dibandingkan tanpa penggunaan kecerdasan buatan dengan suhu pengeringan 50-55°C dan untuk mencapai kadar air akhir gabah 14% sesuai Standar Gabah Nasional yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia.
Penstabilan Suhu Pengeringan Kopi dengan Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> (2021).	Rangga Al Arif, Yusrila Yeka Kerlooza.	Metode sistem kendali logika <i>fuzzy</i> yang berfungsi untuk mengatur suhu di dalam ruang pengering dengan cara mengatur bukaan katup yang terhubung dengan motor servo SG90.	Hasil dari penelitian ini adalah jumlah anggota <i>fuzzy</i> yang tepat untuk digunakan pada sistem logika <i>fuzzy</i> adalah 5 anggota dan kadar air gabah setelah proses pengeringan adalah 13,7%. Dampak nyata setelah melakukan pengujian pencarian jumlah anggota <i>fuzzy</i> adalah alat ini mampu menjaga kestabilan suhu pada ruang pengering disekitar 40°C.

Judul (Tahun)	Penulis	Metode Penelitian	Hasil dan Pembahasan
Rancang Bangun Alat Pengereng Pakaian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i> (2022).	Tiya Adita Oktavia.	Menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> yang terdiri dari sensor DHT22 dan sensor <i>load cell</i> 5 kg.	Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa pengeringan dengan alat pengering menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> membutuhkan rata-rata waktu 204 menit sedangkan proses pengeringan secara konvensional membutuhkan rata-rata waktu 390 menit, sehingga dapat disimpulkan tingkat keberhasilan pada perancangan adalah 100%.
Sistem Kendali Suhu Oven Pengereng Gabah Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> (2022).	M. Rizal, Peni Handayani, Indra Chandra Joseph Riadi.	Metode yang digunakan adalah logika <i>fuzzy</i> dengan tipe <i>Mamdani</i> dengan tujuan membuat oven pengering gabah menggunakan energi.	Hasil uji menunjukan untuk mengeringkan 10 Kg gabah membutuhkan waktu selama 151 menit dengan kadar air terukur sebesar 13% untuk mode 1, 142 menit dengan kadar air terukur 14% untuk mode 2, dan 136 menit dengan kadar air terukur sebesar 14% untuk mode 3 dengan akurasi pembacaan kadar air sebesar 0,68% dengan akurasi mencapai 99,24%.

Terdapat perbedaan pada rancang dari desain *prototype* alat pengering gabah, sensor yang digunakan yakni dari DHT22 dan aktuator *heater* DC, menggunakan metode kendali *fuzzy logic* dengan aturan *Sugeno*, penelitian eksplorasi berfokus pada respon sistem pada pengering agar diperoleh hasil kualitas gabah terbaik serta sesuai dengan *set point*, agar sistem yang dibuat dapat stabil serta menghemat energi dan tidak berbasis IoT.

## 2.2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan mengkaji tentang apa saja yang harus dipahami pada penelitian. Terkait yang akan dilakukan dengan *software* ataupun *hardware* yang digunakan untuk mendapatkan hasil gambaran dalam proses mengembangkan ide yang akan dikaji.

### 2.2.1 Pengertian Gabah

Gabah adalah produk pertanian yang merupakan bahan baku utama dalam memproduksi beras. Gabah memiliki beberapa kualitas yang berbeda, dan faktor-faktor seperti varietas padi, pada kondisi tanah, dan cuaca saat panen juga mempengaruhi pada kualitas gabah. Gabah adalah nama umum dari hasil panen padi yang produknya belum diolah dan belum mengalami proses penyosohan (pemisahan). Dalam istilah bahasa "gabah" juga dapat digunakan untuk mengacu pada padi segar yang masih berada dalam bentuk bulir (biji) [14].

Gabah memiliki beberapa jenis, termasuk gabah kering panen (GKP), gabah kasar, dan gabah hampas. Gabah kering panen (GKP) adalah gabah yang sudah mengalami proses pengeringan dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Gabah kasar adalah gabah yang masih memiliki tingkat kelembapan yang tinggi dan biasanya digunakan untuk memproduksi beras segar. Gabah hampas adalah bagian dari gabah yang tidak dapat diproses menjadi beras dan biasanya digunakan sebagai pakan ternak [15].



**Gambar 2.1. Ilustrasi Gabah**

### 2.2.2 Proses Pengeringan Gabah

Proses pengeringan gabah adalah proses mengurangi kadar air pada biji padi yang baru dipanen dengan tujuan untuk menjaga kualitas dan daya simpannya yang

dapat dilakukan dengan menjemur di bawah sinar matahari atau menggunakan alat khusus seperti mesin pengering. Pengeringan gabah merupakan proses penting dalam pengolahan padi karena biji padi yang terlalu basah dapat membusuk dan menjadi berjamur sehingga mengurangi kualitas dan nilai jualnya.

Sementara itu, pengeringan dengan menggunakan mesin pengering biasanya dilakukan dengan cara memanaskan udara di dalam ruang pengering dan mengalirkannya melalui gabah yang tersebar di atas rak atau *conveyor*. Alat pengering memiliki kontrol kelembaban dan suhu yang akurat serta efisien waktu dalam mengoptimalkan pengeringan serta dapat menghemat tenaga atau energi.

### **2.2.3 Karakteristik Gabah**

Gabah juga memiliki beberapa kualitas yang berbeda, seperti kualitas mutu gabah, kemasan, dan kadar air. Kualitas mutu gabah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti varietas padi, kondisi tanah, dan kondisi cuaca saat panen. Kualitas gabah dapat dipengaruhi juga dengan suhu, kelembaban, kotoran, dan infeksi pada gabah tersebut.

Kadar air didalamnya yakni ketika pascapanen bisa 20-26%, gabah dengan 14% kadar air lebih bagus dibandingkan dengan gabah yang memiliki kadar air 12% dan 16%, karena butiran beras akan berbeda jika gabah digiling pada kadar air yang berbeda [5].

### **2.2.4 Kendali *Fuzzy Logic***

*Fuzzy logic* atau logika *fuzzy* dikenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi Zadeh yang memiliki arti samar, kabur atau tidak jelas. Teori *fuzzy* dibuat untuk merepresentasikan konstruksi *linguistic* yakni “banyak”, “sedikit”, “sering”, “besar”, dan lainnya. Sehingga digunakan untuk menghadapi permasalahan terkait dengan hal ketidakpastian. Logika *fuzzy* memiliki konsep menirukan cara pikir manusia dengan menggunakan sifat kesamaan pada suatu nilai. Nilai logika *fuzzy* tidak hanya 0 (nol) atau 1 (satu) namun seluruh kemungkinan di antara 0 (nol) hingga 1 (satu) di mana logika *fuzzy* tidak terpaku pada satu keputusan (fleksibel) sehingga dapat memberi toleransi pada ketidakpastian [4]. Sistem kontrol logika *fuzzy* merupakan kontroler yang menentukan nilai presisi pada suatu sistem instrumentasi.



Kontrol logika *fuzzy* berarti kontrol terbuka dan tertutup dari proses teknis termasuk pengolahan nilai yang terukur, berasal dari *variable* terukur, dan *set point*. *Variable* keluaran dalam bentuk *variable* pengoreksi. Transformasi harus dilakukan antara masukan dan *variable* keluaran dari proses dan dunia *fuzzy* (fuzzifikasi, defuzzifikasi) komponen inti pengendalian *fuzzy* terdiri dari aturan dasar (*rule base*) dan kesimpulan (*inference*) [16]. Logika *fuzzy* digunakan sebagai pengontrol karena memiliki fleksibilitas pada nilai keanggotaanya.

Kontrol logika *fuzzy* memiliki 2 macam yakni metode *Mamdani* dan *Sugeno*, metode pada *Mamdani* adalah sebuah metode dari *fuzzy* inferensi sistem yang dipakai sebagai penarikan kesimpulan maupun keputusan terbaik pada suatu permasalahan yang tidak pasti, dan metode *Sugeno* merupakan metode inferensi *fuzzy* sebagai aturan yang representasi *output* dalam sebuah *IF-THEN* yang mana hasil dari sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* namun berupa konstanta *linear*.

### 2.2.5 Fungsi Keanggotaan

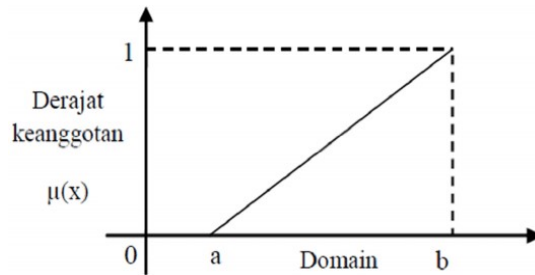
Fungsi keanggotaan atau *membership function* ialah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan poin-poin *input* data kedalam derajat keanggotaannya atau sering juga disebut dengan nilai keanggotaan yang memiliki interval dari 0 (nol) sampai 1 (satu). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi [17]. Terdapat beberapa representasi digunakan untuk mendefinisikan fungsi keanggotaan yakni:

#### 2.2.5.1 Representasi *Linear*

Pada representasi *linear*, pemetaan pada *input* ke derajat keanggotaan digambarkan menjadi suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas (*fuzzy*).

##### 1. Representasi *Linear* Naik

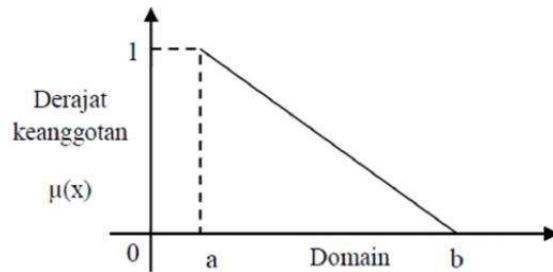
Pada gambar di atas (Gambar 2.2) menunjukkan representasi *linear* kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi, sering digunakan untuk pengambilan keputusan karena sederhana dan mudah dipahami (*user friendly*) [17].



Gambar 2.2. Representasi *Linear Naik*

## 2. Representasi *Linear Turun*

Pada gambar di bawah menunjukkan representasi *linear* turun merupakan kebalikan dari *linear* naik.

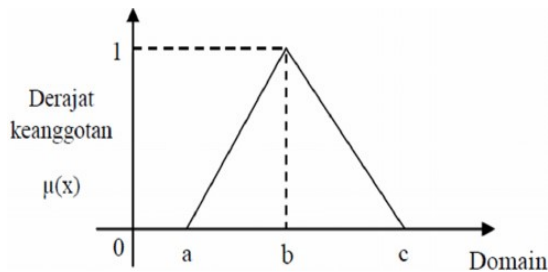


Gambar 2.3. Representasi *Linear Turun*

Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah namun kurang mampu dipresentasikan dalam *non-linear* dari suatu sistem yang kompleks [17].

## 3. Representasi Kurva Segitiga

Pada gambar di bawah (Gambar 2.4) Menunjukkan representasi kurva segitiga yang merupakan gabungan antara 2 garis atau *linear* dan memiliki *type trimf* pada *membership function*.

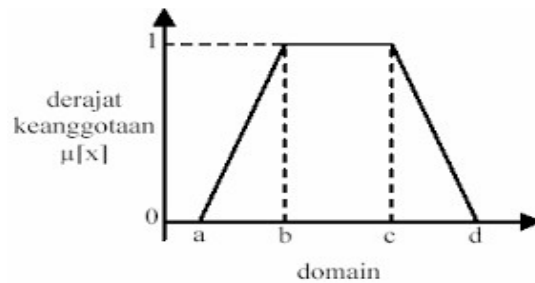


Gambar 2.4. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga ditentukan oleh 3 parameter yakni  $\{a, b, \text{ dan } c\}$  dengan mengikuti aturan dalam persamaan atau dengan menggunakan nilai *min* dan nilai *max*. Segitiga  $(x:a,b,c) = \max(\min(x-a/b-a, c-x/c-b), 0)$ . Parameter  $\{a, b, c\}$  dengan  $a < b < c$  menentukan koordinat x dari 3 sudut fungsi keanggotaan segitiga [17].

#### 4. Representasi Kurva Trapesium

Pada di bawah (Gambar 2.5) menunjukkan representasi kurva trapesium yang memiliki bentuk hampir sama seperti kurva segitiga, tetapi memiliki beberapa titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1 dan menggunakan *type trapmf* pada *membership function*.



**Gambar 2.5. Representasi Kurva Trapesium**

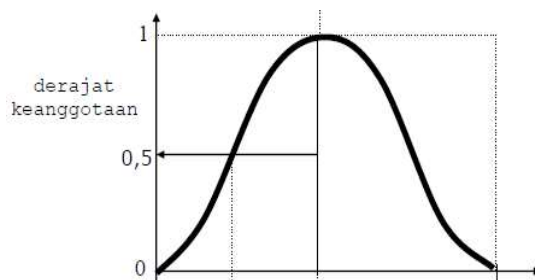
Fungsi keanggotaan pada kurva trapesium ditentukan oleh 4 parameter  $\{a,b,c,d\}$  dengan  $a < b < c < d$  menentukan koordinat x dari 3 sudut fungsi keanggotaan trapesium tersebut [17].

#### 2.2.5.2 Representasi *Non-Linear*

Pada representasi *non-linear*, pemetaan pada *input* ke derajat keanggotaan dapat dijelaskan menjadi beberapa bentuk fungsi dan pilihan untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas (*fuzzy*).

##### 1. Fungsi *Gaussian (G-Bell)*

Fungsi ini memiliki bentuk lonceng, nilai keanggotaannya akan mencapai puncak ketika *variable* masukan nilai tengah, fungsi ini digunakan karena sifatnya yang *non-linear* dan dapat merepresentasikan himpunan *fuzzy* segitiga dan trapesium (*gaussmf*) secara bersamaan.

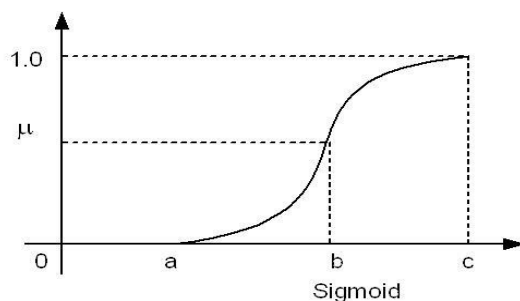


**Gambar 2.6. Representasi Kurva Gaussian (G-Bell)**

Berbeda dengan fungsi *pi-shaped*, yakni pada segi grafik terdapat dua buah puncak yang terpisah dan terdapat tingkatan nilai keanggotaan yang menurun secara simetris dari kedua puncak [18].

## 2. Fungsi Sigmoid

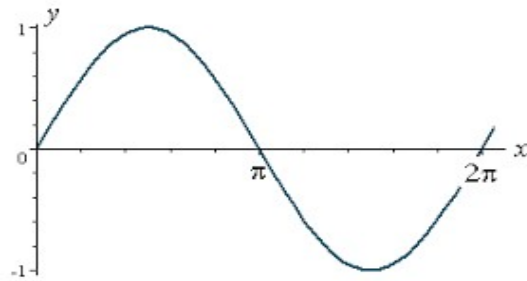
Pada fungsi ini memiliki bentuk kurva S, nilai keanggotaan akan meningkat secara cepat diawal kemudian melambat ketika dekat batas himpunan *fuzzy* kurva pada *sigmoidal* cenderung memiliki transisi yang tajam di sekitar titik tengah, berguna menangani klasifikasi sistem kendali mesin atau harga saham.



**Gambar 2.7. Representasi Kurva Sigmoid**

## 3. Fungsi Trigonometri

Fungsi trigonometri seperti *sinus* dan *cosinus* dapat digunakan sebagai fungsi keanggotaan yang *non-linear* pada logika *fuzzy*. Fungsi *sinus* dan *cosinus* biasanya digunakan pada sistem kontrol robotik dan kendali motor.



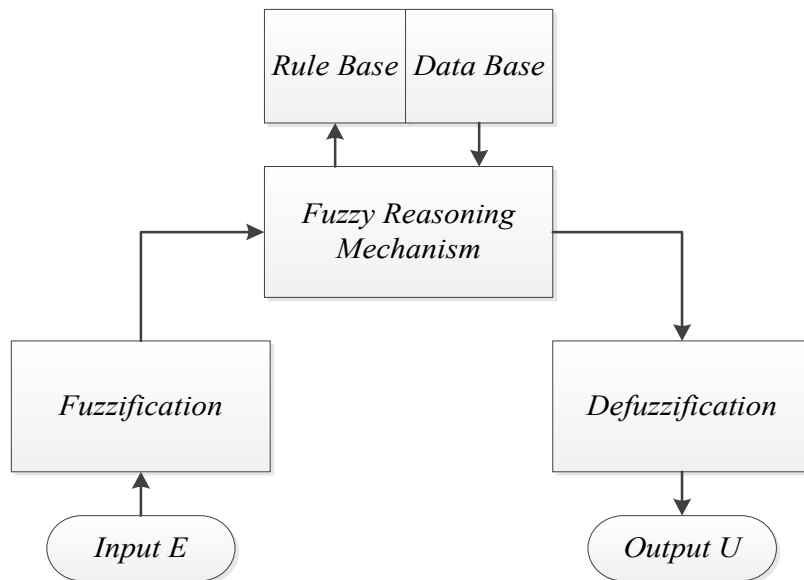
**Gambar 2.8. Representasi Kurva Trigonometri**

#### 4. Fungsi Logaritmik

Fungsi logaritmik juga merupakan salah satu fungsi *non-linear* yang dapat digunakan pada logika dalam *fuzzy*. Fungsi ini sering digunakan pada sistem pengendalian suhu dan pengendalian pH dalam dunia industri kimia [19].

#### 2.2.6 *Fuzzy Inference Systems (FIS)*

Proses inferensi merupakan proses membuat keputusan berdasarkan pengetahuan. aturan berguna untuk mencapai nilai dari *rule for set* yang dibuat yang merupakan *core* dari sebuah pemrosesan *fuzzy* agar respon dari sistem dapat berkerja dengan *steady* oleh karena itu perlu dibuat aturan adalah hal penting dalam pembuatan pengendalian *fuzzy*.



**Gambar 2.9. Struktur Pada Sistem Kendali *Fuzzy***

Pengetahuan dasar dari *fuzzy* terdapat dua tipe informasi, diantaranya adalah *data base* yakni yang membagi fungsi keanggotaan dari masing-masing *variable*

yang digunakan, lalu *rule base* yakni terdiri dari sejumlah aturan dari *fuzzy* yang dinyatakan dalam bentuk *IF-THEN*. *Variable* pada sistem mempunyai masukan (*Input E*) dapat diukur dari proses yang dikontrol, lalu *variable* keluaran (*Output U*) yang dapat digunakan pada sistem kendali *fuzzy logic* untuk mengontrol prosesnya. Sedangkan pada penalaran logika *fuzzy* sendiri menggunakan cara pengambilan keputusan dari sisi manusia. Nilai yang di-*input* ke sistem kendali dan nilai keluaran dari sistem kendali tersebut merupakan berbentuk himpunan *crisp*, proses fuzzifikasi mengubah himpunan *crisp* kedalam himpunan *fuzzy*, sedangkan proses defuzzifikasi memetakan himpunan *fuzzy* kedalam himpunan *crisp* [16].

#### **2.2.6.1 Fuzzifikasi**

Fuzzifikasi merupakan salah satu proses pada tahapan kendali logika untuk *fuzzy* yang dilakukan untuk memberikan nilai dengan tujuan agar sesuai dengan *set point* dari kelembaban pada *prototype* alat pengering gabah agar sesuai dengan yang diinginkan. Pada proses ini masukan *crisp* (masukan yang mendefinisikan 0 dan 1) dirubah menjadi himpunan tegas dari kelembaban dan suhu dengan menggunakan persamaan berupa aturan *variable fuzzy* tersebut.

#### **2.2.6.2 Pengertian Rule Base**

Adapun *Rule Base* yang akan digunakan dalam *Fuzzy Inference Systems* (FIS) adalah aturan yang dipakai untuk melakukan inferensi atau pengambilan keputusan dalam sebuah sistem *fuzzy control*, pada studi penelitian eksplorasi kali ini terdapat 3 himpunan *fuzzy* untuk *variable input* (Kelembaban), yakni "Kering", "Lembab", dan "Basah", dan 3 himpunan *fuzzy* untuk *variable input* (Suhu), yakni "Dingin", "Normal", dan "Panas". Setiap aturan terdiri dari kondisi berbentuk klausa *IF-THEN* yang menghubungkan himpunan *fuzzy* pada *variable input* dan *output* [16] [20].

#### **2.2.6.3 Pengertian Data Base**

Implementasi *Data Base* yang akan digunakan dalam *Fuzzy Inference Systems* (FIS), serta fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan *fuzzy* dari *input* nilai kelembaban dan suhu dengan *range* 1-100 yang diimplementasikan ke dalam sistem, nilai tersebut akan diubah menjadi *variable fuzzy* menggunakan fungsi

keanggotaan. Kemudian, sistem inferensi *fuzzy* akan mengaplikasikan aturan-aturan di atas untuk menghasilkan nilai *fuzzy* pada *variable output* kelembaban dan suhu. Nilai akhir *fuzzy* pada *variable output* diubah menjadi nilai tegas menggunakan defuzzifikasi [16].

#### 2.2.6.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi yakni langkah terakhir pada respon sistem untuk kendali menggunakan *fuzzy*. Proses akan terjadi saat perubahannya data *input* sebuah himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan nilai outpunya berupa nilai tegas. Tujuannya dibuat agar posisi dari keluaran sesuai dengan yang harapan agar sistem dapat berjalan dengan aturan yang lebih simple agar cocok dengan keadaan respon sistem dapat stabil sesuai dengan acuan dari *set point* yang diinginkan [20].

Adapun rumus “*TheRule*” yang akan digunakan nantinya pada program:

$$z(\text{aktuator}) = \frac{\text{minr}[i] \times \text{rule\_aktuator}[i]}{\text{minr}[i]} \quad (2.1)$$

#### 2.2.7 Software Arduino IDE

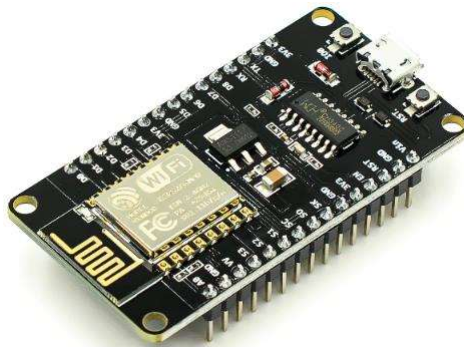
Arduino IDE merupakan *software open souce* yang sedang dikembangkan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti agar digunakan untuk membuat pemrogram sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, dan meng-*upload* ke *board* yang telah ditentukan. Dengan harga yang terjangkau sehingga dapat dijalankan pada berbagai jenis *operating system* (OS) seperti Windows, Linux, macOS, dan sebagainya [21].



Gambar 2.10. Software Arduino IDE

### 2.2.8 Module Mikrokontroler ESP8266

Module NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *OpenSource*, ESP8266 (*Espressif System*) merupakan *chip* gabungan antara Wi-Fi (ESP-12E Chip) dan *Bluetooth* 2,4 GHz tunggal dengan mikroprosesor Tensilica 32-bit (Arsitektur RISC) yang dirancang oleh perusahaan *semiconductor* yakni TSMC (*Taiwan Semiconductor Manufacturing Company*) dengan teknologi 40 nm berdaya rendah, fleksibel untuk segala pengaplikasian sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, karena memiliki kinerja dengan daya yang baik serta menunjukan keserbagunaan, kekokohan dalam berbagai aspek dan kebutuhan. Pada *module* ESP8266 dapat diprogram dalam Bahasa *C* dan *Python* sama halnya dengan mikrokontroler lainnya yakni dengan *software* Arduino IDE.



**Gambar 2.11. Module NodeMCU ESP8266**

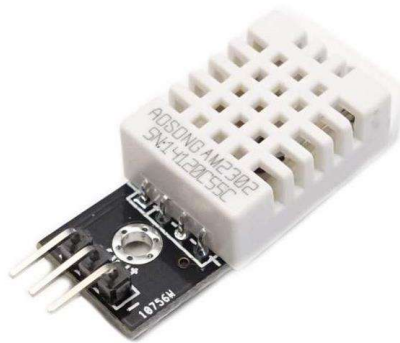
Spesifikasi dari *module* ESP8266 ini sebagai berikut:

1. Memiliki 2 jenis paket pin, yaitu paket pin 32 dan 28. Untuk paket 32-pin terdapat 17 pin GPIO (*General Purpose Input/Output*) yang dapat digunakan untuk mengontrol dan membaca *input*, sedangkan untuk paket pin 28-pin, terdapat 11 pin I/O.
2. 520 KB SRAM *on-chip* untuk data dan instruksi, dan 4 Mb memori *flash*, lalu RTC (*Real-Time Clock*) *FAST Memory* yang dapat mempertahankan dan mengelola data, serta waktu yang akurat dengan cepat dan efisien serta dapat digunakan untuk penyimpanan data untuk diakses kembali oleh CPU utama selama RTC *Boot* dari mode *Deep-Sleep* menyala.



### 2.2.9 Sensor DHT22

Sensor DHT-22 (*Digital Temperature and Humidity*) merupakan modul sensor suhu dan kelembaban (AM2302) dengan sinyal keluaran yang sudah terkonversi di mana terdapat perhitungan yang dilakukan oleh MCU 8-bit yang menghasilkan keluaran berupa sinyal digital. Sensor DHT22 sudah terkalibrasi dengan akurat serta memiliki nilai *error* yang sangat relatif kecil dari generasi sebelumnya adapun prinsip kerja sederhana dari sensor DHT22 adalah membaca kondisi parameter sinyal pada sensor kemudian data pengukuran dikirimkan ke mikrokontroler dalam bentuk tegangan dengan arus lemah.



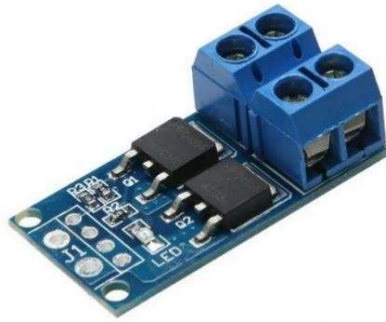
Gambar 2.12. Sensor DHT22

### 2.2.10 Driver

Motor *driver* merupakan sebuah penggerak pada suatu sistem untuk berbagai jenis aktuator salah satunya dengan menggunakan konsep PWM, PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah teknik yang membuat pin digital dapat bernilai analog, agar dapat mengatur kecepatan pada suatu motor.

#### 2.2.10.1 Driver Mosfet

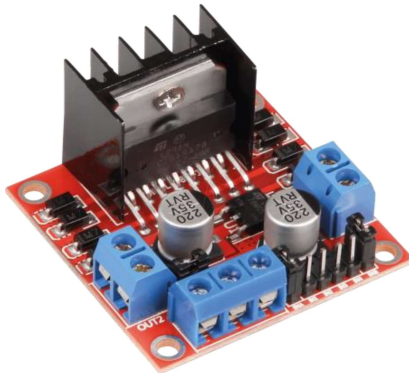
Adapun *driver* yang digunakan untuk memanaskan *Heater DC* yakni *Driver* (Mosfet) *Trigger Switch HW-517 High Power* yang menggunakan Mosfet D4184 dengan sumber tegangan yang dihubungkan dengan *power supply* dan dikontrol menggunakan pin dari mikrokontroler ESP8266.



**Gambar 2.13. Driver Mosfet D4184 (HW-517)**

### 2.2.10.2 Driver Motor

Selanjutnya pada *driver* motor yang digunakan untuk motor DC sebagai pengaduk gabah adalah *module driver* L298N adapun sumber tegangan yang dihubungkan dengan *power supply* dan dikontrol menggunakan pin dari mikrokontroler ESP8266 agar menghasilkan kontak ON atau OFF.



**Gambar 2.14. Driver Motor L298N**

### 2.2.11 LCD 16x2 (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan *output* berupa nilai karakter huruf ataupun angka. LCD terbuat dari kristal cair dengan kondisi fisik yang tipis. LCD yang digunakan adalah *Module* 16x2 LCD disandingkan dengan adapter I2C (*Inter Integrated Circuit*) 1602 dengan standar komunikasi serial dua arah yang memiliki konsumsi daya rendah.



Gambar 2.15. *Liquid Crystal Display 16x2 dan I2C 1602*

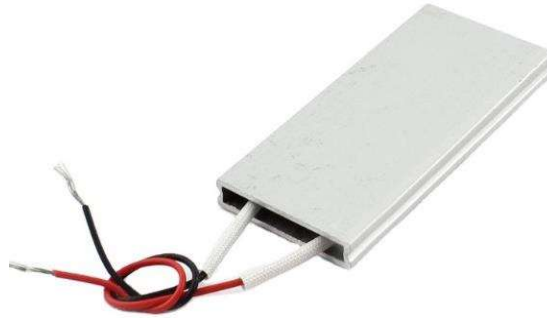
### 2.2.12 Aktuator

Aktuator merupakan sebuah peralatan atau perangkat mekanis yang berfungsi sebagai penggerak atau pengontrol dari suatu sistem. Aktuator dikendalikan dengan media pengontrol otomatis yang telah diprogram dalam suatu sistem misalnya mikrokontroler. Aktuator bekerja dengan mengkonversikan sebuah besaran listrik analog menjadi gerakan maupun besaran lainnya. Aktuator dapat melakukan gerakan atau perintah secara otomatis apapun sesuai dengan yang telah ditamakan dari sistem. Berbeda dengan sensor, aktuator merubah sebuah masukan listrik menjadi gerakan ataupun besaran lainnya. Adapun beberapa pengontrolan kelembaban dan suhu yang akan digunakan yakni sebagai berikut:

#### 2.2.12.1 *Heater DC 12V*

Elemen Pemanas 12V (*Heater Direct Current*), merupakan alat piranti yang mengkonversi energi listrik menjadi energi panas melalui proses pemanasan *joule* ( $I^2R$ ). Pemanasan *joule* yakni proses di mana arus listrik dilewatkan melalui bahan dengan tujuan utama memanaskannya melalui konversi energi listrik menjadi energi panas.

Adapun tegangan yang dapat diatur dari *driver* Mosfet HW-517, memiliki lapisan berupa aluminium dengan perlindungan IP54/II (terisolasi ganda) [22]. Prinsip kerja elemen pemanas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen tersebut.



**Gambar 2.16. Heater Direct Current**

Elemen pemanas memiliki beberapa persyaratan sebagai berikut: a). Harus tahan lama dan sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki, b). Koefisien pemuaian kecil, agar tidak merubah bentuknya pada suhu yang dikehendaki, c). Memiliki tahanan jenis yang tinggi, d). Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan [22].

#### **2.2.12.2 Motor DC 12V**

Motor DC, terdapat dua jenis kumparan yakni kumparan medan dan jangkar. Kumparan medan difungsikan untuk menghasilkan medan magnet, lalu kumparan jangkar diberfungsikan menjadi tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E), maka jika kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet akan menimbulkan torsi (T) yang menyebabkan motor berputar dengan tegangan yang diatur dari *Driver Motor L298N*.



**Gambar 2.17. Motor Direct Current 12V**

#### **2.2.13 Catu Daya**

Catu daya atau biasa disebut dengan *power supply* merupakan suatu perangkat atau sistem yang berfungsi untuk mengubah energi listrik dari sumbernya dengan asumsi AC menjadi DC, dengan kapasitas tertentu yang memiliki kualitas

yang baik dan stabil untuk dialiri tegangan ke piranti elektronik yang membutuhkan catu daya. Catu daya biasanya digunakan pada berbagai perangkat elektronik seperti komputer, ponsel, televisi, dan peralatan rumah tangga lainnya.



**Gambar 2.18. Power Supply**