

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Tempe

Tempe merupakan makanan tradisional yang telah lama dikenal di Indonesia. Menurut SNI 3144-2009 tempe didefinisikan sebagai produk yang diperoleh dari fermentasi biji kedelai dengan menggunakan kapang *Rhizopus* sp., berbentuk padatan kompak, berwarna putih sedikit keabu-abuan dan berbau khas tempe[6].

Tempe merupakan salah satu produk olahan kacang-kacangan yang sangat populer di masyarakat. Tempe adalah sumber protein yang penting dalam menu makanan Indonesia yang merupakan bahan makanan lauk pauk nabati atau sebagai sumber protein nabati. Tempe umumnya dibuat dari bahan kedelai [7].

Tempe dibuat dengan cara fermentasi atau peragian dengan menggunakan bantuan kapang golongan *Rhizopus*. Pembuatan tempe umumnya membutuhkan bahan baku kedelai. Melalui proses fermentasi, komponen-komponen nutrisi yang kompleks pada kedelai dicerna oleh kapang dengan reaksi enzimatik dan dihasilkan senyawa-senyawa yang lebih sederhana[8].

Tempe mempunyai ciri-ciri putih, tekstur kompak. Pada dasarnya cara pembuatan tempe meliputi tahapan sortasi dan pembersihan biji, hidrasi atau fermentasi asam, penghilangan kulit, perebusan, penirisan, pendinginan, inokulasi dengan ragi tempe, pengemasan, inkubasi dan pengundukan hasil. Tahapan proses yang melibatkan jamur dalam pembuatan tempe adalah saat inokulasi atau fermentasi[9].

Kualitas tempe amat dipengaruhi oleh kualitas starter yang digunakan untuk inokulasinya. Inokulum tempe disebut juga sebagai starter tempe, dan banyak pula yang menyebutkan dengan nama ragi tempe. Starter tempe adalah bahan yang mengandung biakan jamur tempe, digunakan sebagai agensia pengubah kedelai rebus menjadi tempe akibat tumbuhnya jamur tempe pada kedelai dan melakukan kegiatan fermentasi yang menyebabkan kedelai berubah sifat/karakteristiknya menjadi tempe. Fermentasi tempe juga dapat menghilangkan

bau langu dari kedelai yang disebabkan oleh aktivitas dari enzim lipoksigenase. Jamur yang berperan dalam proses fermentasi tersebut adalah *Rhizopus oligosporus*. [9]

Kapang yang tumbuh pada kedelai menghidrolisasi senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia. Tempe kaya akan serat, kalsium, vitamin B dan zat besi. Berbagai macam kandungan dalam tempe mempunyai nilai seperti antibiotic untuk menyembuhkan infeksi dan antioksidan pencegah penyakit degenerative [7]

2.2 Teori Dasar Kapang *Rhizopus Oligosporus*

Rhizopus oligosporus adalah sejenis kapang yang berasal dari filum Mucormycota. Mereka sering ahli memanfaatkan sebagai komponen pembuat tempe, karena mampu menghasilkan enzim lipase yang berguna membantu proses fermentasi kedelai. Bagi masyarakat awam, jenis kapang *Rhizopus oligosporus* lebih populer dengan julukan Jamur Tempe. Ia tergabung dalam keluarga fungi Mucoraceae dengan genus *Rhizopus*. Anggota genus tersebut sebenarnya tidak cuma satu fungi. Selain jamur tempe, *Rhizopus* juga memiliki anggota lain seperti *R. oryzae*, *R. stolonifera*, *R. delemari*, dan sebagainya. Jamur tempe biasanya tumbuh di dalam tanah, buah, sayuran, roti hingga nasi yang telah basi. Selain proses fermentasi, fungi ini pakar ketahuai sanggup mengolah limbah.

2.2.1 Karakteristik *Rhizopus Oligosporus*

Rhizopus Oligosporus memiliki koloni berwarna abu-abu kecokelatan setinggi 1 mm atau lebih. Sporangiofornya tunggal atau berkelompok, dengan dinding halus atau agak kasar. Bagian pendukung hifa ini menjulang dengan tinggi lebih dari 1.000 mikro meter. Secara mikroskopik, dapat terlihat bahwa diameter sporangiofor berkisar 10 - 18 mikro meter. Sporangia globosa memiliki diameter 100 - 180 mikro meter, serta berwarna kehitaman saat masak. Klamidosporanya banyak, tunggal atau berantai pendek, serta tidak berwarna. Biasanya klamidospora jamur tempe muncul dari bagian hifa serta berisi granula. Bentuknya elip atau silindris, dengan ukuran 7 - 30 mikro meter atau 12 - 45 x 7 - 35 mikro meter. [2]

Melansir berbagai sumber, fungi genus *Rhizopus* (termasuk *Rhizopus oligosporus*) umumnya berbentuk filamen dan bercabang, serta tidak mempunyai dinding silang atau koesnositik. Suhu minimum untuk tumbuh adalah 12°C, suhu optimumnya 35° Celsius dan suhu maksimumnya 42°C[10].

2.2.2 Habitat Kapang *Rhizopus Oligosporus*

Bila kita bandingkan dengan mikroba pada umumnya, kapang dapat tumbuh dalam substrat atau medium dengan konsentrasi gula serta tingkat keasaman yang sangat tinggi. Mereka tidak membutuhkan terlalu banyak air, walau komponen ini merupakan pelarut esensial yang dibutuhkan semua reaksi biokimiawi untuk menyusun berat basah sel. Seperti *Rhizopus oligosporus*, mayoritas kapang bersifat aerobik. Ia membutuhkan oksigen sebagai syarat pertumbuhannya, dengan kadar pH rendah berkisar 2,0- 0,85 atau kurang. Tidak cuma itu, kelembapan adalah salah satu faktor penentu pertumbuhan jamur tempe.

Spesiesnya membutuhkan kira-kira 90% tingkat kelembapan untuk berbiak secara prima. Tingkat kelembapan ini terhitung yang paling tinggi daripada jenis kapang lain. Misalnya saja *Aspergillus* dan Jamur Penisilin, mereka hanya membutuhkan kelembapan sebesar 80%. Fungi *Rhizopus oligosporus* sendiri cukup banyak ahli temukan di Indonesia. Ia juga pakar ketahui berkembang di kawasan Jepang, Cina, serta beberapa negara Asia lainnya.

2.2.3 Manfaat Jamur *Rhizopus Oligosporus*

Secara sederhana, fermentasi jamur ini mampu menghasilkan ragi. Bahan masakan ini - seperti yang kita tahu merupakan bahan utama dalam industri pembuatan tempe. Ragi sendiri menyebabkan tekstur kedelai menjadi lunak. Selain itu komponen makro yang terkandung pada kedelai menjadi terurai, serta zat gizinya lebih mudah terserap oleh tubuh. Berkat *Rhizopus oligosporus* pula, proses fermentasi kedelai mampu menghasilkan antibiotik alami. Antibiotik ini ahli ketahui efektif melawan organisme merugikan bagi kesehatan. Karena itu mengonsumsi tempe pakar sinyalir efektif menangkal berbagai penyakit, seperti diare, diabetes, serta ampuh menjadi menu diet karena rendah garam dan kaya serat. Perlu Anda ketahui, spesies *R. oryzae* dan *R. stolonifera* nyatanya juga

sering dimanfaatkan dalam industri pangan. Mereka publik olah sebagai minum beralkohol dan asam fumarat.

2.2.4 Taksonomi Spesies Jamur Tempe

| Jamur Tempe (<i>Rizopus Oligosporus</i>) | |
|--------------------------------------------|----------------|
| Kerajaan | Fungi |
| Divisi | Mucormycota |
| Kelas | Mucoromycetes |
| Ordo | Mucorales |
| Famili | Mucoraceae |
| Genus | Rhizopus |
| Spesies | R. Oligosporus |

Tabel 2. 1 Taksonomi Spesies Jamur Tempe

2.3 Suhu

Suhu merupakan suatu besaran yang menunjukkan suatu keadaan panas atau dingin dengan skala satuan Celcius, Reaumur, Fahrenheit, Kelvin. Suhu memperlihatkan suatu derajat panas pada benda. Semakin tinggi suhu benda maka semakin panas benda tersebut. Alat mengukur suhu disebut Thermometer, ada berbagai macam jenis thermometer, salah satunya thermometer ruangan. Thermometer ruangan berfungsi untuk mengukur suhu pada ruangan dengan skala -50°C sampai 50°C.

2.3.1 Faktor Mempengaruhi Perubahan Suhu

Beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan suhu, sebagai berikut :

1. Lamanya waktu penyinaran matahari memiliki peran yang penting dalam mempengaruhi suhu udara. Semakin lama matahari menyinari suatu wilayah, maka semakin tinggi suhu di tempat tersebut.
2. Arah datangnya sinar matahari semakin kecil sudut matahari maka pancaran pada matahari tidak begitu besar sehingga suhu udara tidak terlalu panas. Jika pancaran sudut sinar matahari semakin besar maka hasil suhu yang terjadi akan semakin tinggi atau semakin panas.

3. Adanya awan di langit awan mempengaruhi suhu udara, ketika awan melintasi sinar matahari mengakibatkan suhu udara menurun.
4. Ketinggian di suatu tempat semakin rendah lokasi, semakin tinggi suhu sebaliknya semakin tinggi lokasi semakin rendah suhu. Perbedaan suhu udara disebabkan oleh perbedaan ketinggian kedalaman area atau disebut amplitudo.
5. Perbedaan garis lintang di suatu wilayah keberadaan garis lintang ini membagi bumi menjadi empat wilayah yaitu, tropis, subtropis, sedang dan hujan. Daerah yang terletak di wilayah tropis atau di garis khatulistiwa terasa sangat panas, sedangkan di daerah dingin, hanya di daerah kutub, suhu udara terasa sangat dingin. Hal ini, karena sinar matahari cenderung memasuki wilayah khatulistiwa atau tropis.
6. Pergerakan arus laut dan angin arus laut dan angin mempengaruhi suhu udara, karena dapat terjadi ketika Australia mengalami musim dingin. Angin dan arus laut yang mengarah ke Indonesia akan membuat beberapa wilayah Indonesia terasa dingin karena turunnya suhu udara. Sebaliknya jika angin dan arus laut disebabkan oleh suhu panas. Maka, daerah yang dilintasi akan terasa panas dan suhu udara akan naik.
7. Kondisi geografis suatu wilayah bagi negara yang memiliki sebagian besar wilayahnya perairan maka, perubahan suhu antara siang dan malam tidak terlalu jauh di bandingkan negara yang jauh dari perairan seperti daerah gurun. Karena matahari lama menyerap panas dari air laut dan juga lama melepas panas dari air laut. Wilayah yang cukup jauh dari perairan akan mengalami perubahan suhu siang dan malam yang begitu drastis. Jika siang hari suhu mencapai 40°C maka saat malam suhu udara bisa turun mencapai 0°C .

2.4 Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah konsentrasi uap air di udara. Karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Perubahan tekanan sebagaimana uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada

tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30°C (86°F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0°C (32°F). Alat ukur kelembapan udara disebut Higrometer.

2.4.1 Macam-Macam Kelembaban Udara

Ada beberapa jenis kelembapan udara, sebagai berikut :

1. Kelembaban relatif atau nisbi adalah perbandingan jumlah uap air di udara dengan yang terkandung di udara pada suhu yang sama. Misalnya pada suhu 27°C, udara tiap-tiap 1m³ maksimal dapat memuat 25 gram uap air pada suhu yang sama ada 20 gram uap air maka lembab udara pada waktu itu sama dengan $20 \times 100\% = 80\%$.
2. Kelembaban absolut atau mutlak adalah banyaknya uap air dalam gram pada 1m³. contoh 1m³ udara suhunya 25°C terdapat 15 gram uap air maka kelembapan mutlak = 15 gram. Jika dalam suhu yang sama, 1m³ udara maksimum mengandung 18 gram uap air, maka kelembaban relatifnya = $15/18 \times 100\% = 83,33\%$.
3. Kelembaban spesifik adalah metode untuk mengukur jumlah uap air di udara dengan rasio terhadap uap air di udara kering. Kelembaban spesifik diekspresikan dalam rasio kilogram uap air, mw per kilogram udara ma.

2.4.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kelembaban Udara

Kelembaban udara di pengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Suhu merupakan derajat panas suatu benda. Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara. Jika suhu suatu udara semakin tinggi maka, kelembaban udara yang dimiliki semakin rendah. Begitu sebaliknya, jika semakin rendah suhu udara maka kelembaban yang dimiliki semakin rendah.
2. Tekanan udara dalam tingkat kelembaban udara berbanding lurus. Semakin tinggi udara di suatu tempat maka udara tersebut semakin memiliki kelembaban yang tinggi karena udara yang ada jumlah terbatas.
3. Pergerakan angin menjadi hal yang berpengaruh bagi kelembaban udara. Karena adanya angin dapat mempengaruhi proses penguapan pada sumber air dan menjadi salah satu faktor dalam bentuk awan.

4. Kuantitas dan kualitas penyinaran mempengaruhi kelembaban udara. Jika penyinaran matahari tinggi, maka kelembaban yang tinggi juga menurun. Hal tersebut dikarenakan kandungan uap air pada suatu udara. Penyinaran matahari akan menghilangkan kandungan uap air sehingga akan berdampak pada menurunnya tingkat kelembaban udara.
5. Vegetasi mempengaruhi kelembaban udara karena kerapatannya. Apabila suatu tempat memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi, maka kelembaban udaranya juga tinggi. Hal tersebut terjadi karena adanya seresah yang menutupi permukaan tanah dengan rapat, maka menyebabkan uap air terkunci didalamnya. Sebaliknya apabila kerapatan vegetasinya rendah, maka kelembaban udara ditempat tersebut juga rendah karena seresah yang menutupi permukaan tanah juga jarang.
6. Ketersediaan air untuk kelembaban udara diukur dari banyaknya uap air yang terkandung didalam udara. Daerah yang memiliki ketersediaan air banyak akan memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi. Sementara tempat yang memiliki ketersediaan air rendah maka tingkat kelembabannya juga rendah.
7. Ketinggian tempat mempengaruhi kelembaban udara. Jika berada di tempat yang tinggi. Udara akan terasa lebih dingin dari pada ketika berada di tempat yang lebih rendah. Dikarenakan kandungan uap air yang di wilayah ketinggian lebih banyak dari pada di wilayah rendah Maka, semakin tinggi suatu tempat kelembaban udaranya akan semakin tinggi. Begitu sebaliknya, semakin rendah suatu tempat maka kelembaban udaranya pun semakin rendah.
8. Kerapatan udara saling berkaitan dengan kelembaban udara. Semakin rapat udara di suatu tempat, maka kelembabannya pun tinggi. Sebaliknya apabila kerapatan udaranya renggang, maka kelembabannya rendah.

2.5 Fermentasi

Fermentasi memiliki arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan *industrial microbiologist*. Menurut ahli biokimia, fermentasi berhubungan dengan pembangkitan energy dengan proses katabolisme senyawa-senyawa organic, yang berfungsi sebagai donor electron dan terminal electron acceptor. Sedangkan dari sisi *industrial microbiologist*, fermentasi berhubungan dengan proses produksi produk dengan menggunakan mikroorganisme sebagai biokatalis[11].

Fermentasi merupakan kegiatan mikroba pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. Contoh bakteri yang digunakan dalam fermentasi adalah *Acetobacter xylium* pada pembuatan nata de coco. Contoh khamir dalam fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisae* pada pembuatan alcohol sedangkan contoh kapang adalah *Rhizopus* sp. Pada pembuatan tempe[10].

Fermentasi dibedakan menjadi dua yaitu fermentasi *solid state* dan *submerged*. Fermentasi *solid state* adalah metode menumbuhkan mikroorganisme pada kondisi yang kandungan airnya terbatas tanpa memiliki aliran air yang mengalir bebas. Mikroorganismenya tumbuh pada permukaan padatan yang lembab, tetapi juga dapat berhubungan dengan udara secara langsung. Fermentasi *solid state* banyak diaplikasikan di negara-negara Cina, Jepang dan Korea yang dikenal fermentasi koji, untuk produksi produk-soya seperti tempe, soya sauce dan lain-lain. Fermentasi *submerged* adalah proses fermentasi yang mikroorganismenya dan substrat berada menjadi satu dalam *submerged state* dalam media cair dalam jumlah yang besar[11].

2.5.1 Jenis-Jenis Fermentasi

Fermentasi di bagi menjadi tiga kategori yaitu, sebagai berikut :

1. Fermentasi berdasarkan produk yang dihasilkan terbagi menjadi dua jenis yaitu, sebagai berikut :

- a. Heterofermentatif Jenis fermentasi yang menghasilkan produk berupa asam laktat serta etanol yang kadarnya sama banyak. Seperti, proses fermentasi pembuatan tape.
 - b. Homofermentatif Jenis fermentasi yang menghasilkan produk hanya berupa asam laktat. Seperti, proses fermentasi pembuatan youghurt.
2. Fermentasi berdasarkan penggunaan oksigen menurut fardiaz, ada dua jenis fermentasi berdasarkan penggunaan oksigen yaitu aerobik dan anaerobik. Fermentasi aerobik adalah fermentasi yang memerlukan oksigen sedangkan fermentasi anerobik adalah fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen dalam prosesnya.
 3. Fermentasi berdasarkan proses yang dihasilkan oleh mikroba terbagi menjadi tiga yaitu, sebagai berikut :
 - a. Fermentasi yang memproduksi sel mikroba terbagi menjadi 2 yaitu :
 - a) Proses produksi sel mikroba menjadi produksi yeast yang penting bagi industri roti.
 - b) Proses produksi sel mikroba sebagai bahan makanan untuk manusia dan hewan.
 - b. Fermentasi yang menghasilkan enzim dari mikroba memiliki keunggulan dibandingkan enzim yang diproduksi tanaman dan hewan yaitu mampu menghasilkan enzim dalam jumlah yang besar serta meningkatkan produktivitas.
 - c. Fermentasi yang menghasilkan metabolit mikroba terbagi menjadi dua yaitu :
 - a) Metabolit primer adalah etanol, butanol, vitamin dan lain-lain.
 - b) Metabolit sekunder adalah antibiotic, inhibitor enzim.

2.5.2 Manfaat Fermentasi

Selain sebagai pengawet makanan, fermentasi juga bermanfaat bagi tubuh contohnya sebagai berikut :

1. Merangsang pertumbuhan bakteri baik mengkonsumsi makanan yang di fermentasi baik bagi sistem pencernaan tubuh. Karena proses fermentasi

dapat menghasilkan probiotik yang berfungsi sebagai menjaga kesehatan usus. Jika bakteri pada usus tidak seimbang maka dapat menyebabkan intoleransi gluten atau laktosa infeksi jamur bahkan asma serta alergi.

2. Dapat membuang racun bagi tubuh makanan dan minuman yang melewati proses fermentasi memiliki sistem nutrisi yang bagus bagi tubuh untuk membantu detoksifikasi. Kandungan asam dalam makanan atau minuman dapat membantu membuang racun atau logam berat dalam tubuh.
3. Dapat meningkatkan daya tahan tubuh mengkonsumsi makanan dan minuman yang melewati proses fermentasi berpengaruh bagi sistem kekebalan tubuh karena datangnya berbagai penyakit dari bakteri pada usus.
4. Dapat menurunkan tekanan darah tinggi seperti youghurt.
5. Melawan kanker prostat berdasarkan penelitian, mengkonsumsi makanan atau minuman yang telah difermentasi dapat melawan penyakit kanker prostat. Karena makanan dan minuman yang difermentasi mengandung banyak vitamin K2 dimana jika rutin mengonsumsi vitamin K2 dapat mengurangi resiko terkena penyakit kanker prostat.
6. Meningkatkan kesehatan jantung mengkonsumsi produk susu hasil fermentasi mengandung sifat-sifat yang menyehatkan jantung.
7. Makanan menjadi mudah dicerna mengkonsumsi makanan yang telah difermentasi dapat membantu memecah nutrisi yang terkandung dalam makanan sehingga usus lebih mudah untuk mencerna.

2.6 Teori Dasar Alat Stabilisator Temperatur

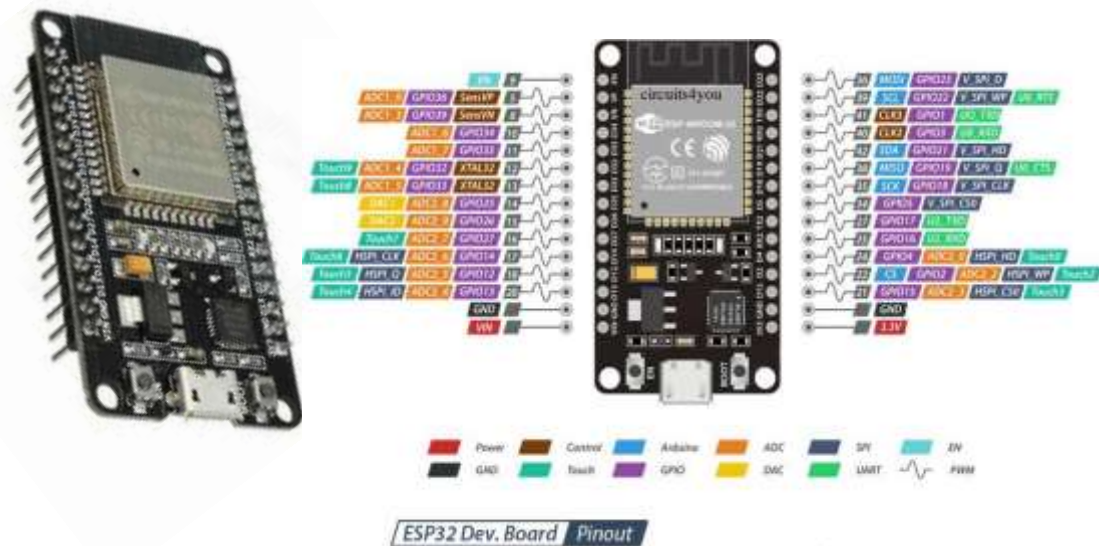
Alat ini dirancang menggunakan metode loop tertutup (*closed loop*) dimana akan mengontrol sistem agar tetap stabil pada keadaan yang diinginkan. Jadi sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembapan memberikan *feedback* untuk proses pengontrolan. Untuk mengatur suhu dalam lemari digunakan lampu reftile 300 *Watt* digunakan untuk mengatur kelembaban didalam ruangan lemari agar terjaga sesuai dengan *setpoint*. Modul NodeMCU ESP32 sebagai

pengontrolan driver lampu, ketika suhu dalam lemari fermentasi lebih rendah dari nilai *setpoint* maka lampu akan hidup, ketika suhu lebih tinggi dari nilai *setpoint* maka lampu akan mati sampai suhu yang diinginkan tetap tercapai.

2.7 Modul ESP32

ESP326 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul wifi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. Modul ini sudah DUAL-Core 32 bit, jadi jelas lebih cepat kinerja. Selain itu modul ini juga mempunyai Bluetooth, satu fitur yang tidak ada di ESP8266. Modul ini juga memiliki WIFI mode ganda 2,4 Ghz dan koneksi nirkabel BT. Selain itu, mikrokontroler telah terintegrasi : SRAM 512KB dan memori 4 MB, 2x DAC, 1x SPI, 1x I2C, 2x UART, PWM diaktifkan di semua pin digital. Open source platform IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan Kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC , 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board. Keunikan dari NodeMcu ini sendiri yaitu Boardnya yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan dengan berat 7 gram. Tapi walaupun ukurannya yang kecil, board ini sudah dilengkapi dengan fitur wifi dan firmwarena yang bersifat opensource[12]. Penggunaan NodeMcu lebih menguntungkan dari segi biaya maupun efisiensi tempat, karena NodeMcu yang ukurannya kecil, lebih praktis dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan Arduino Uno. Arduino Uno sendiri merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak diminati dan memiliki bahasa pemrograman C++ sama seperti NodeMcu, namun Arduino Uno belum memiliki modul wifi dan belum berbasis IoT. Untuk dapat menggunakan wifi Arduino Uno memerlukan perangkat tambahan berupa wifi shield. NodeMcu merupakan salah satu produk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk

dapat menggunakan aplikasi Arduino sehingga bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan board Arduino pada umumnya.



Gambar 2. 1 Modul dan pinout NodeMCU ESP32

Spesifikasi modul NodeMCU ESP32

- Tipe ESP32 Wrom
- 18 Analog-to-Digital Converter (ADC) channels
- 10 Capacitive sensing GPIO
- 3 UART interfaces
- 3 SPI interfaces
- 16 PWM output channels
- 2 Digital-to-Analog Converters (DAC)
- 2 I2S interfaces

2.8 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat/pengolah sinyal yang terbentuk dalam satu sistem pengindera. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan

yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.

Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor keseimbangan, sensor tekanan, sensor jarak, sensor kamera dan lain sebagainya. Berdasarkan sistem monitoring yang akan dibuat maka sensor dibutuhkan adalah *sensor DHT22*.

2.8.1 Sensor DHT22



1. VCC
2. DATA
3. NC
4. GND

Gambar 2. 2 Sensor DHT22

Pada gambar 2.2 merupakan DHT22 yang merupakan salah satu sensor suhu kelembaban yang juga dikenal sebagai sensor AM2302. Sensor ini hampir sama seperti DHT11 juga memiliki empat kaki. Pada gambar 2.2 memperlihatkan empat kaki sensor DHT22 yaitu kaki Vcc, Data, NC dan Ground. Tegangan sumber disambungkan ke kaki Vs dimana tegangan sumber yang digunakan pada umumnya adalah sebesar 5V karena mengikuti tegangan kerja mikrokontroler yaitu sebesar 5V juga. Kemudian kaki Data disambungkan dengan sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara yang telah diukur.

Kaki NC yaitu kaki Not Connected, merupakan kaki yang tidak disambungkan ke manapun. Jadi dalam pengujian, kaki ini tidak boleh dihubungkan dengan apa-apa. Sedangkan kaki Ground disambung dengan Ground tegangan sumber.

2.8.2 Spesifikasi Sensor DHT22

- a. Catu daya : 3,3 – 6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
- b. Sinyal keluaran : digital lewat bus tunggal dengan kecepatan 5 ms/operasi
- c. Elemen pendeteksi : kapasitor polimer (polymer capacitor)
- d. Jenis sensos : kapasitif (capacitive sensing)
- e. Rentang deteksi kelembaban : 0-100% RH (akurasi $\pm 2\%$ RH)
- f. Rrentang deteksi suhu : -40° - $+80^{\circ}$ Celcius (akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
- g. Resolusi sensitivitas : 0,1% RH; $0,1^{\circ}\text{C}$
- h. Histeresis kelembaban : $\pm 0,3\%$ RH
- i. Stabilitas jangka panjang : $\pm 0,5\%$ RH/tahun
- j. Periode pemindaian rata-rata : 2 detik
- k. Ukuran : 25,1 x 15,1 x 7,7 mm
- l. Hubungan pin#2 (data) dari sensor ini dengan pin Digital I/O pada MCU (Mikrokontroler Unit)

2.9 Internet Of Things (IoT)

Istilah Internet of Things (IoT) pada mulanya diperkenalkan oleh Kevin Ashton, di Tahun 1999 saat presentasi kepada Proctor dan Gamble. Pada saat itu, Kevin Ashton merupakan seorang co-founder Auto-ID Lab MIT. Kevin Ashton mempromosikan RFID (digunakan pada barcode detector) untuk supply-chain management domain. Dia juga telah memulai Zensi, sebuah perusahaan yang membuat energi untuk teknologi penginderaan dan monitoring (Maruf, 2018). Singkatnya, Internet of Things (IoT) terdefiniskan sebagai sebuah akses perangkat elektronik melalui internet. Akses ini dapat terjadi karena adanya keinginan untuk berbagi data, berbagi sumberdaya, dan mempertimbangkan keamanan dalam aksesnya. IoT bekerja dengan memanfaatkan argumen pemrograman, dimana masing-masing perintah argumen dapat menghasilkan interaksi antara mesin yang telah terhubung secara otomatis. Manusia dalam ranah pekerjaan IoT hanya menjadi pengatur dan pengawas mesin yang bekerja secara langsung[13].



Gambar 2. 3 *Internet of Things (IoT)*

Unsur-unsur Pembentuk IoT yang menadasr antara lain adalah sebagai berikut,

1. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI)

Simulasi kecerdasan manusia dalam mesin yang diprogram untuk dapat berpikir seperti manusia sampai dengan meniru tindakannya. Karakteristik ideal AI adalah kemampuannya dalam merasionalisasi dan mengambil tindakan yang memiliki peluang terbaik untuk mencapai tujuan tertentu. Istilah ini kerap kali diterapkan pada mesin apapun yang menunjukkan sifat-sifat yang sama dengan pikiran manusia.

2. Konektivitas

Membuat atau membuka jaringan baru, dan jaringan khusus IoT. Jadi, jaringan ini tak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. IoT bisa menciptakan jaringan kecil tersebut di antara perangkat sistem.

3. Sensor

Sensor berfungsi untuk mengumpulkan data-data dari lingkungan sekitarnya. Sensor ini saling terhubung, baik secara langsung maupun tidak, ke jaringan IoT, setelah konversi dan pemrosesan sinyal dengan hasil akhir nilai atau informasi yang dapat dipahami oleh pengguna. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah IoT dari jaringan standar dan

cenderung pasif dalam perangkat, hingga menjadi suatu sistem aktif yang mampu diintegrasikan ke dunia nyata.

4. Keterlibatan Aktif (Active Engagement)

Engagement diterapkan pada teknologi IoT menciptakan paradigma baru yang aktif, baik dari segi konten, produk, maupun keterlibatan layanan.

5. Perangkat Berukuran Kecil

IoT memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus ini agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik. Hingga saat ini IoT banyak dimanfaatkan ke hampir seluruh lini atau sektor kehidupan manusia.

2.10 Blynk

Diciptakan pada tahun 2015, platform aplikasi khusus OS *Mobile Android* dan *IOS* ini memiliki fungsi sebagai media penghubung koneksi internet dengan perangkat-perangkat mikrokontroler seperti *Arduino*, *NodeMCU* atau *Mini CPU* seperti *Raspberry Pi*.

Blynk App menjadi salah satu platform yang paling sering dipakai karena kemudahannya dalam pemakaian serta mudahnya source code untuk tiap-tiap perintah yang ada di dalam aplikasi tersebut. Selain itu, untuk penggunaan perintah yang sedikit atau untuk sekedar uji coba, *Blynk App* memberikan limit berupa 2000 poin untuk tiap pengguna barunya sehingga jika kamu sekedar ingin mengaksesnya maka kamu tidak perlu membayar. Hal ini berbeda jika kamu ingin memakainya untuk skala komersial dan dalam jangka waktu panjang[12].



Gambar 2. 4 Logo *Blynk App*

2.10.1 Komponen Blynk

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat *project interface* dengan berbagai macam komponen *input output* yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik. Terdapat 4 jenis kategori komponen yang berdasar pada Aplikasi *Blynk*.

1. Controller digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke Hardware
2. Display digunakan untuk menampilkan data atau perintah dari hardware ek smartphone
3. Notification digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi
4. Interface pengaturan tampilan pada aplikasi Blynk dapat berupa menu ataupun tab.

2.10.2 Blynk Server

Blynk server merupakan fasilitas *Backend Service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *smart phone* dengan lingkungan *hardware*. Kemampuannya untuk menangani puluhan hardware pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT. Blynk server juga tersedia dalam bentuk local server apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet. Blynk server local bersifat open source dan dapat diimplementasikan pada Hardware Raspberry Pi.

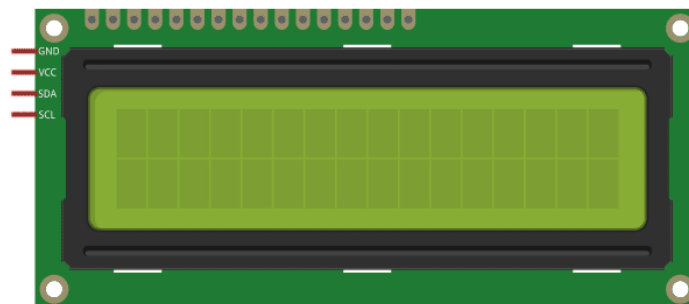
2.10.3 Blynk Library

Blynk Library dapat digunakan untuk membantu pengembangan code. Blynk library tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas hardware yang didukung oleh lingkungan Blynk. (<http://Introduceblynk//tptometro.com>).

2.11 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display*

elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan *indium oksida* dalam bentuk tampilan *seven - segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segmen*. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul - molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Bentuk fisik dari LCD 16x2 ditunjukkan pada gambar 2.7 sebagai berikut. (Saraswaty, 2014)



Gambar 2. 5 LCD 16x2

Fungsi Pin LCD (*Liquid Cristal Display*) Pada LCD terdiri dari pin-pin sebagai berikut :

1. DB0 – DB7 adalah jalur data (data bus) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontroler ke modul LCD.
2. RS adalah pin yang berfungsi sebagai selektor register (*register sellect*) yaitu dengan memberikan logika *low* (0) sebagai *register* perintah dan logika *high* (1) sebagai *register* data.
3. R/W adalah pin yang berfungsi untuk menentukan mode baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7 yaitu dengan memberikan

logika *low* (0) untuk fungsi *readdan* logika *high* (1) untuk mode *write*.

4. *Enable* (E), berfungsi sebagai *Enable Clock* LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

2.12 Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik[12].

Relay memiliki kondisi *contact point* dalam 2 posisi yang akan berubah pada saat *Relay* mendapat tegangan sumber pada kumparan. Kedua posisi tersebut adalah :

1. Posisi NO (*Normally Open*), yaitu posisi *contact point* yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini terjadi apabila elektromagnetik pada *Relay* mendapat tegangan sumber.
2. Posisi NC (*Normally Close*), yaitu posisi *contact point* yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi apabila elektromagnetik pada *Relay* tidak mendapat tegangan sumber.

Dilihat dari desain saklarnya maka *Relay* dibedakan menjadi :

1. SPST (*Single Pole Single Throw*), yaitu *Relay* yang memiliki 4 terminal dimana 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 2 terminal lagi sebagai saklar. *Relay* ini hanya memiliki posisi NO (*Normally Open*) saja.
2. SPDT (*Single Pole Double Throw*), yaitu *Relay* yang memiliki 5 terminal terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 3 terminal sebagai saklar dan memiliki 2 kondisi.
3. DPST (*Double Pole Single Throw*), *Relay* yang memiliki kondisi NO saja di lengkapi dengan 6 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk

input pada kumparan dan 4 terminal saklar.

4. DPDT (*Double Pole Double Throw*), yaitu *Relay* yang memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi pada masing-masing saklarnya.



Gambar 2. 6 Bentuk *Relay*

Relay terdiri dari *Coil & Contact*. *Coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. Ada beberapa jenis *Relay* berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu:

1. *Normally On*: Kondisi awal kontaktor tertutup (*On*) dan akan terbuka (*Off*) jika *Relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) *Relay*. Istilah lain kondisi ini adalah *Normally Close* (NC).
2. *Normally Off*: Kondisi awal kontaktor terbuka (*Off*) dan akan tertutup jika *Relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) *Relay*. Istilah lain kondisi ini adalah *Normally Open* (NO).
3. *Change-Over* (CO) atau *Double-Throw* (DT): *Relay* jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *Relay* yaitu ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas dan *contact* akan menutup.

2.13 *Power Supply*

Power Supply adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). *Power supply* / adaptor merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. *Power supply* digunakan untuk menurunkan tegangan AC 220 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis *power supply* berdasarkan sistem kerjanya, *power supply* sistem *trafo step down* dan *power supply* sistem *switching*. (Damayanti, 2017)

Dalam prinsip kerjanya kedua sistem *power supply* tersebut berbeda, *power supply step-down* menggunakan teknik induksi medan magnet, komponen utamanya adalah kawat email yang di lilit pada teras besi, terdapat 2 lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder, ketika listrik masuk kelilitan primer maka akan terjadi induksi pada kawat email sehingga akan terjadi gaya medan magnet pada teras besi kemudian akan menginduksi lilitan sekunder. Sedangkan sistem *switching* menggunakan teknik transistor maupun IC *switching*, *power supply* ini lebih baik dari pada adaptor teknik induksi, tegangan yang di keluarkan lebih stabil dan komponennya suhunya tidak terlalu panas sehingga mengurangi tingkat resiko kerusakan karena suhu berlebih, biasanya regulator ini di gunakan pada peralatan elektronik digital. *Power supply* dapat dibagi menjadi empat macam, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. *Power supply DC Converter* adalah sebuah *Power supply* yang dapat mengubah tegangan DC yang besar menjadi tegangan DC yang kecil. Misalnya: Dari tegangan 12v menjadi tegangan 5v.
2. *Power supply Step Up* dan *Step Down* adalah sebuah *Power supply* yang dapat mengubah tegangan AC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya: Dari Tegangan 110v menjadi tegangan 220v. Sedangkan *Power supply Step Down* adalah *Power supply* yang dapat mengubah tegangan AC yang besar menjadi tegangan AC yang kecil. Misalnya: Dari tegangan 220v menjadi tegangan 110v.

3. *Power supply Inverter*, adalah *Power supply* yang dapat mengubah tegangan DC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya: Dari tegangan 12v DC menjadi 220v AC.

Bentuk fisik dari *power supply* yang digunakan pada alat ini ditunjukkan pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2. 7 Power Supply

2.14 Lampu Reptile

Lampu reptile adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pemanas yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu memiliki bentuk seperti bola kaca yang berisi kawat kecil yang akan menyala jika di aliri listrik. Jenis lampu pijar mudah untuk menyala jika di aliri arus listrik, tetapi akan berubah panas jika digunakan dalam waktu relatif lama. Maka dari itu lampu reptile dapat bertahan 1000 jam atau rata-rata pemakaian 10 jam sehari semalam, hanya bertahan dalam waktu 3-4 bulan. Lampu ini cocok untuk memanaskan makanan, telur yang membutuhkan kehangatan yang lebih.



Gambar 2. 8 Lampu Raptive