

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah tanaman yang berasal dari benua afrika. Tanaman ini dapat tumbuh dengan curah hujan yang ideal sekitar 2.000 mm/tahun dan suhu rata-rata untuk produksi buah pertahun berkisar antara 22-23⁰C serta dapat hidup di tanah gambut, pasang surut, dan mineral. Keberadaan kelapa sawit di Indonesia bermula dari tahun 1848 yaitu dengan dibawanya dua bibit kelapa sawit dari daerah Mauritius dan dua lainnya dari Hortus Botanicus (Belanda) oleh pemerintah Hindia Belanda yang kemudian ditanam sebagai tanaman hias di Kebun Raya Bogor. Menurut (Agung), kelapa sawit adalah jenis tanaman yang paling produktif dalam menghasilkan minyak nabati. Perkembangan revolusi industrimenimbulkan ledakan permintaan akan minyak nabati. Hal ini memicu para produsen untuk menggenjot produksi minyak nabati. Salah satu yang potensial adalah minyak sawit dari daerah tropis. Pemerintah Hindia Belanda kemudian menggiatkan perkebunan kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit pertama berada di Deli, Sumatra Utara dan Aceh dengan luas perkebunan mencapai 5000 ha. Habitat aslitanaman kelapa sawit adalah di daerah tropis yaitu daerah yang berada pada posisi antara 15° lintang utara sampai dengan 15° lintang selatan. Kelapa sawit akan dapat tumbuh dan berkembang baik pada ketinggian di bawah 500 m dari permukaan laut. Di atas ketinggian tersebut, pertumbuhan kelapa sawit tidak akan optimal dan tingkat produktivitas yang rendah. Kelapa sawit juga akan tumbuh baik pada daerah dengan curah hujan yang stabil yang turun merata sepanjang tahun (2.500–3.000 mm) dengan kelembaban yang tinggi (80–90%). Pola curah hujan tahunan sangat mempengaruhi perilaku pada proses pembungaan dan produksi buah sawit. Variasi suhu yang tidak terlalu tinggi yaitu berkisar antara 25–27°C sangat cocok untuk pertumbuhannya. Sementara untuk jenis tanah yang sesuai adalah jenis tanah latosol, podsolik merah kuning, tanah aluvial, dan cocok juga pada tanah organosol atau tanah gambut (Menurut Pahan, 2015). Dalam hal ini pH tanah untuk kelapa sawit optimum antara 5,0–5,5, meskipun dapat tumbuh

pada toleransi pH antara 4,0 sampai dengan 6,5. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan Kelapa Sawit adalah sebagai berikut :

2.1.1 Perubahan Suhu

Hartley, (1997) menjelaskan bahwa Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tanpa terkecuali kelapa sawit, sangat bergantung pada faktor genetik, kondisi tanah dan iklim. Selain itu, produktivitas yang tinggi juga tergantung pada tindakan kultur teknis dan pengelolaan perkebunan. Akan tetapi perlu diingat, iklim bukanlah satu-satunya komponen yang dibutuhkan secara esensial, tetapi iklim juga saling berinteraksi dengan faktor lain dalam memberikan daya dukung terhadap suatu sistem perkebunan. Tanpa mengesampingkan unsur iklim lainnya, unsur iklim yang berpengaruh dominan pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah curah hujan, radiasi matahari, dan suhu udara (untuk kasus di dataran tinggi). Temperatur udara pada batas-batas tertentu berpengaruh terhadap metabolisme sel-sel pada organ tanaman yang akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan produksi. Perkebunan kelapa sawit dengan hasil yang tinggi terdapat pada kawasan-kawasan yang mempunyai variasi suhu udara bulanan yang kecil. (Ferwerda, 1977).

Tanaman kelapa sawit tumbuh dan berkembang baik pada kawasan yang mempunyai suhu udara rata-rata tahunan 24-28⁰C (Hartley, 1977). Menjelaskan bahwa untuk produksi yang tinggi dibutuhkan suhu udara maksimum rata-rata kisaran 29-32⁰C dan suhu udara minimum rata-rata pada kisaran 22-24⁰C. Batas temperatur udara minimum rata-rata untuk syarat pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit adalah 18⁰C. Bila kurang akan menghambat pertumbuhan dan mengurangi hasil. Temperatur udara yang rendah pada bulan-bulan tertentu akan menghambat penyerbukan bunga yang akan menjadi buah. Temperatur udara rendah akan meningkatkan aborsi bunga betina sebelum antesis dan memperlambat pematangan buah. (Ferwerda, 1997).

2.1.2 Tanah

Tanah merupakan salah satu komponen mengenai karakteristik tanah di perkebunan kelapa sawit sangat diperlukan sebagai dasar dalam menentukan tindakan kultur teknis yang akan dilakukan dalam rangka menjamin kesinambungan produktivitas lahan. Pembentukan tanah dipengaruhi oleh sebagian

faktor seperti iklim, bahan induk, topografi/relief, organisme dan waktu. Oleh karena itu, generalisasi status kesuburan tanah pada suatu lahan dengan lingkungan fisik yang berbeda sangat tidak relevan. Sifat tanah sangat menentukan dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman, baik sifat fisik, biologi dan kimia tanah. Sifat kimia tanah antara lain pH tanah dan kandungan unsur hara tingkata kesuburan kimiawi seperti kandungan unsur hara utama (N,P,K) kemasaman tanah (pH), kapasitas tukar kation (KTK) kandungan bahan organik (C/N rasion) merupakan suatu petunjuk guna mengetahui merosotnya kesuburan tanah akibat ahli fungsi lahan (RR Darlita, Joy, & Sudirja, 2017).

Tabel 2.1 Persyaratan Tumbuh Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jack*).

Persyaratan tumbuh tanaman	Kelas kesesuaian			
	S1	S2	S3	N
<i>Suhu udara (t) :</i>				
Suhu udara tahunan rata-rata (°C)	25 – 28 28 – 32	22 – 25 32 – 35	20 – 22	< 20 > 35
<i>Ketersediaan air (w) :</i>				
Curah hujan rata-rata tahunan (mm)	1.700 – 2.500	1.450 – 1.700 2.500 – 3.500	1.250 – 1.450 3.500 – 4.000	< 1.250 > 4.000
Jumlah bulan kering (bulan)	< 2	2 – 3	3 – 4	> 4
<i>Media perakaran (r) :</i>				
Kelas drainase	Baik-sedang	Agak terhambat	Terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat
Tekstur tanah (permukaan)	Halus, agak halus, sedang	-	Agak kasar	Kasar
Kedalaman tanah mineral (cm)	> 100	75 – 100	50 – 75	< 50
<i>Gambut :</i>				
Ketebalan (cm)	< 60	60 – 140	140 – 200	> 200
Ketebalan (cm, ada sisipan bahan mineral)	< 140	140 – 200	200 – 400	> 400
Kematangan	Saprik	Saprik, hemik	Hemik, fibrik	Fibrik
<i>Retensi hara (r) :</i>				
KTK liat (cmolc kg ⁻¹)	> 16	< 16	-	-
pH (H ₂ O)	5,0 – 6,5	4,2 – 5,0 6,5 – 7,0	< 4,2 > 7,0	-
C-organik (%)	> 0,8	< 0,8	-	-
<i>Ketersediaan hara (n) :</i>				
Total N	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
P ₂ O ₅	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
K ₂ O	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
<i>Terain (s) :</i>				
Lereng (%)	3 – 8	8 – 15	15 – 25	25
Batuan permukaan (%)	< 5	5 – 15	15 – 40	> 40
Singkapan batuan (%)	< 5	5 – 15	15 – 25	> 25

2.2 Sistem Monitoring

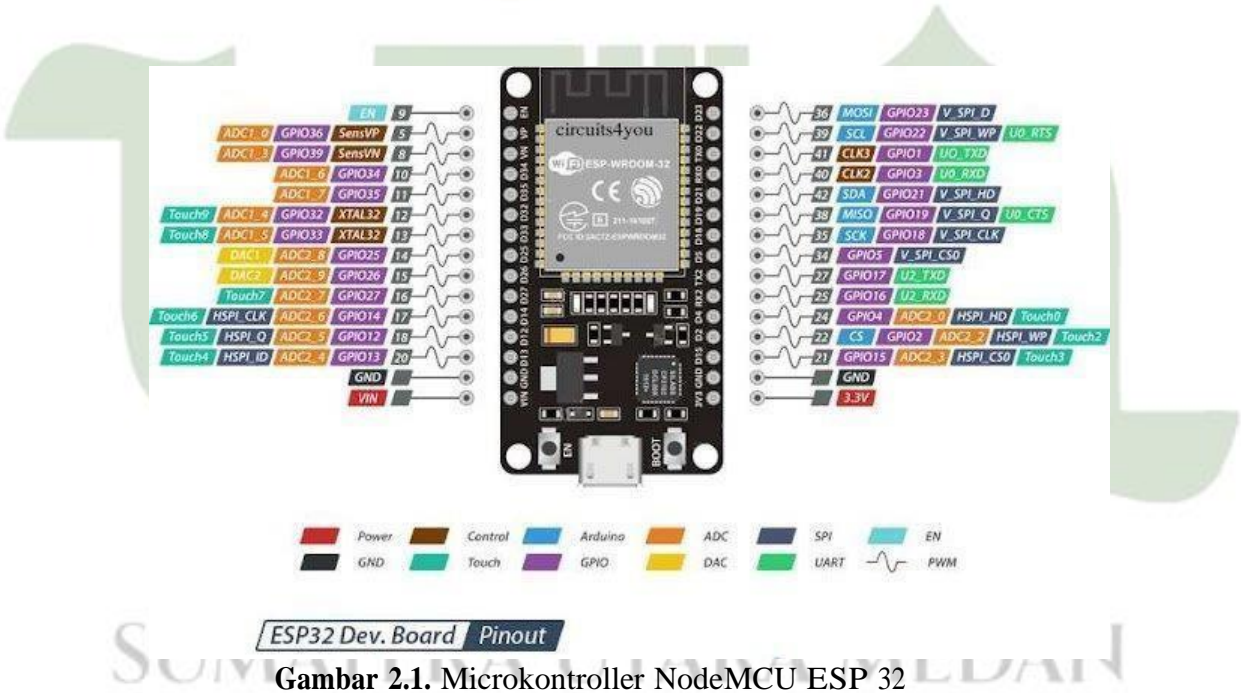
Menurut para ahli seperti Cassely dan Kumar (1987), monitoring merupakan program yang terintegrasi, bagian penting dipraktek manajemen yang baik dan arena itu merupakan bagian integral di manajemen sehari-hari. Menurut Calyton dan Petry (1983), Monitoring adalah mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program/proyek. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia mencatatkan bahwa memonitor adalah mengawasi, mengamati, dengan cermat, terutama untuk khusus, memantau. Dalam hal ini kita dapat memahami bahwa sistem monitoring adalah suatu sistem untuk memantau dan menginformasikan kepada orang-orang agar mengetahui setiap aktivitas yang terjadi. Untuk sebuah monitoring banyak software yang bisa digunakan misalnya menggunakan *web application*. Biasanya web application ini yaitu menampilkan data hasil monitoring secara real time. Kegunaan web application adalah untuk memudahkan monitoring secara realtime. Kemudian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan sistem monitoring dengan interface berupa web application ditampilkan dalam bentuk yang bermacam salah satunya teks. Web application ini menggunakan hardware pendukung lain berupa Arduino Uno untuk mengolah data yang didapat dari sensor DHT 11 (sensor suhu), sensor (*Capacitive Soil Moisture Sensor*), sensor pH tanah. Bila lulus dalam proses seleksi maka dikirim ke web menggunakan modul wifi ESP 32.

2.3 Sistem Perangkat Keras (*Hardware*)

Hardware dan software adalah sebuah kata yang sering ditemui pada masa saat ini. Hardware komputer adalah kumpulan perangkat keras yang ada didalam sebuah komputer. Contoh dari kumpulan perangkat keras tersebut seperti CPU, RAM, ROM, VGA, Mother Board, dan yang lainnya. Hardware adalah salah satu komponen penting penyusun sistem komputer yang bisa dirasakan dan diraba dengan tangan. Beda halnya dengan software yang tidak bisa dirasakan, karena hanya berbentuk sebuah program. Salah satu contoh hardware yang spesifik pada penelitian ini adalah mikrokontroler NodeMCU ESP32.

2.3.1 Mikrokontroler NodeMCU ESP32

Mikrokontroler Node MCU ESP 32 adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP32 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadisebuah aplikasimonitoring maupun controlling pada proyek IoT. NodeMCU ESP32 merupakan model turunan pengembangan dari modul platform NodeMCU ESP 32. ESP 32 dikenal dengan *Espressif System* yaitu sebagai penerus dari mikrokontroler ESP 8266. Kelebihan ESP 32 sudah terdapat Wi-fi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga akan sangat memudahkan untuk membuat sistem IoT yang memerlukan wireless. Penelitian tidak menggunakan ESP 8266 karena mikrokontroler ESP 8266 terlalu sedikit dalam penggunaan pin Analognya sedangkan dalam penelitian ini memerlukan yang nama pin analog untuk sensor analog misalnya sensor pH tanah. Berikut ini spesifikasi dari ESP 32



2.3.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu controller yang sering digunakan untuk menghasilkan sebuah project dan alat otomatis dalam mempermudah urusan manusia. Arduino memiliki 14 pin input dari output digital dimana pin 6 pin tersebut dapat digunakan sebagai Output dan Input analog 16 MHz Osilator kristal,

koneksi USB, jack power ICSP header dan tombol reset. Cukup hanya menggunakan kabel usb atau arus listrik dengan AC yang ke adaptor DC bisa juga dengan baterai untuk menjalankannya. Adapun tegangan yang dibutuhkan arduino adalah sebesar 5 volt. Dengan setiap pin dapat memberikan dan menerima suatu arus maksimum 40 mA dan resistor yang dibutuhkan sebesar 20-50 K Ohm.

Spesifikasi :

- Mikrokontroller : ATmega 328
- Tegangan Pengoperasian : 5V
- Tegangan Input yang disarankan : 7-12 V
- Jumlah pin I/O digital : 14 pin digital
- Arus DC tiap pin I/O : 40 mA
- Arus Dc untuk pin 3,3 V : 50 mA



Gambar 2.2. Mikrokontroller Arduino Uno

2.3.3 Modul Stepdown LM2596

Relay Module Regulator LM 2596 adalah rangkaian konverter DC/DC dengan frekuensi tetap 150 kHz fixed-voltage (PWM step-down) menggunakan IC Regulator LM2596, yang mampu menggerakkan beban 5A dengan efisiensi tinggi, derek rendah dan regulasi garis dan beban yang sangat baik. Membutuhkan jumlah minimum komponen eksternal, regulator mudah digunakan dan termasuk kompensasi frekuensi internal dan osilator frekuensi tetap. Modul regulator

LM2596 dapat bekerja dengan suplai tegangan 4V-32V suhu operasinya -40+85 degress. Pada module regulator LM2596 menggunakan ic SMD (Surface Mount Device) dan terdapat sebuah potensio untuk mengatur tegangan masukannya dari 4V-24 V DC pada frekuensi 150 kHz sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan tegangan. Gambar Modul Stepdown dapat dilihat pada Gambar 2.3

Gambar 2.3. Modul Stepdwon LM2596



Spesifikasi :

- Input Voltage: DC 3 - 40 V
- Output Voltage: DC 1.5 – 35 V
- Output Current: 3A(MAX) disarankan menggunakan di bawah 2A
- Rasio penyesuaian beban: +/- 0,5%
- Rasio penyesuaian voltase: +/- 2,5%
- Transferring efficiency: 92% Max(tegangan output yang lebih tinggi, efisiensi yang lebih tinggi)
- Frekuensi: 150kHz
- Output ripple: 200mV
- Rectification method : rektifikasi tidak sinkron.

2.3.4 Sensor pH tanah

Sensor pH tanah yaitu sensor yang mendeteksi tingkat konsentrasi tanah atau tingkat keasaman tanah. Sensor ini dapat merubah nilai keluaran dari sensor menjadi analog berbentuk sinyal voltage. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH Tanah ini memiliki range 3.5 hingga 8. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroller lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan. Pada penelitian ini sensor tanah berfungsi sebagai pengukur tingkat keasaman tanah.



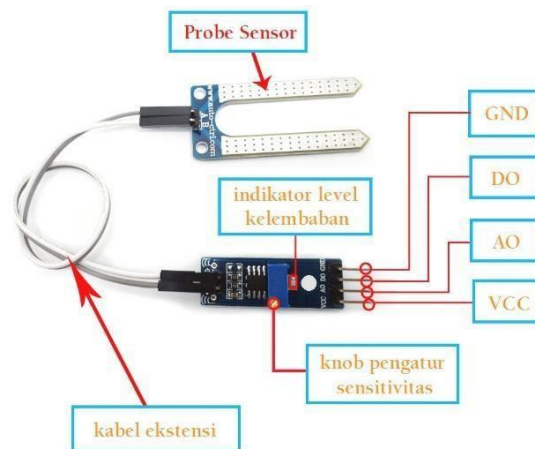
Gambar 2.4. Sensor pH Tanah

Spesifikasi :

- Bekerja pada tegangan DC 5 Volt
- Menggunakan probe khusus pH tanah
- Koefisien linearitas data pH tanah sebesar 0,9962
- Kedalaman tanah pada saat pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor
- Output : Analog ADC
- Support arduino dan semua jenis mikrokontroller baik AVR, ARM, PIC dan lain-lain.
- Dimensi panjang probe 16 cm
- Berat : 500 gr

2.3.5 Sensor kelembaban tanah (*Capacitive Soil Moisture Sensor*)

Sensor kelembaban tanah merupakan sensor yang mampu mendeteksi intensitas air didalam air didalam tanah (*moisture*). Sensor ini terdiri dari 2 probe untuk melewatkan arus melalui tanah, Kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban tanah tersebut.



Gambar 2.5. Sensor *Capacitive Soil Moisture*

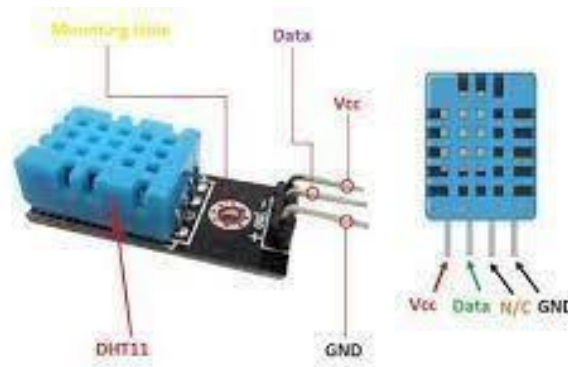
Spesifikasi :

- Tegangan input sebesar 3,3v atau 5 v
- Tegangan Output sebesar 0-4,2 v
- Arus sebesar 35 Ma
- Memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0-1023 bit.

2.3.6 Sensor Suhu (DHT 11)

Sensor DHT 11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mendeteksi objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Kelebihan dari module sensor ini dengan lainnya adalah berbedanya dengan segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih *responsive* yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Cara DHT11 mengukur kelembaban adalah dengan mendeteksi uap air dengan mengukur

resistansi listrik antara dua elektroda. Komponen pendeteksi kelembaban yang digunakan adalah berupa substrat penahan kelembaban dengan elektroda.



Gambar 2.6. Sensor Suhu DHT 11

Spesifikasi DHT 11 :

- Tegangan Kerja = 3,3V – 5 v
- Arus maksimal = 2.5mA
- Range pengukuran kelembaban = 20%-80%
- Akurasi pengukuran kelembaban = 5%
- Range pengukuran suhu = 0-50°C
- Akurasi pengukuran suhu = 2°C
- Kecepatan pengambilan sampel tidak lebih dari 1 Hz (setiap detik)
- Ukuran = 15,5mm x 12mm x 5,5mm
- 4 pin dengan jarak 0,1

2.3.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display adalah salah satu komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan teks . Biasanya dirancang untuk dapat menampilkan huruf, angka, dan karakter khusus. Selain itu, LCD ini juga sangat baik untuk menampilkan data atau nilai variabel tertentu. LCD banyak diaplikasikan pada peralatan elektronik seperti kalkulator, jam, display sederhana dan masih banyak lagi. Menambahkan LCD ke proyek Arduino Anda dapat membuatnya terlihat lebih

praktis ketika Anda membutuhkan cara untuk menampilkan informasi tertulis sekitar 32 karakter (16×2).

2.3.8 PH Meter Tanah Digital

PH meter digital adalah hasil inovasi pada pH meter analog. Pada pH meter digital kadar pH nya ditunjukkan oleh angka yang tertera pada mesin pengukur. PH meter digunakan untuk mengukur aktivitas ion hydrogen (keasaman atau kebasaan) dalam sebuah pengukuran. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian alat pH meter yaitu pemakaian pemakaian ditanah jangan terlalu lama menancap (maksimal 1 jam) akan merusak permukaan logam, pastikan permukaan logam (sensor) bersih dan kering sebelum disimpan, penggunaan pH meter dijauhkan dari magnet dan benda logam lainnya, jangan digunakan untuk mengukur cairan dan tidak diperbolehkan memegang sensor dengan jari dipermukaan logam/sensor. Alat ini digunakan sebagai pembanding alat sensor pH Tanah dalam penelitian ini.

Apabila kondisi tanahnya asam ($\text{pH} < 7$) maka tanah tidak dapat memanfaatkan N, P, K, zat hara lain yang dibutuhkan dan kemungkinan besar teracuni logam berat hingga tanaman mati, unsur hara makro tidak tersedia di dalam tanah, unsur hara mikro Fe, Mn, tersedia banyak tetapi menjadi racun tanaman, aktivitas mikroorganisme ditanah terganggu, dekomposisi bahan organik ditanah lambat serta unsur hara N, P, S, defisiensi. Tanah dengan pH netral maka unsur hara makro dan mikro tersedia. \



Gambar 2.7. pH Tanah Meter Digital

Spesifikasi :

- Rentang pengukuran: 0.0-14.0 pH
- Resolusi kepekaan: 0.1 pH
- Akurasi: +0.2 pH (+0.1 pH pada suhu 20°C)
- Nilai keakuratan: 97,60 % dengan eror sebesar 2,40%

2.3.9 Thermometer Hygrometer

Thermometer Hygrometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban di suatu tempat baik itu indoor (dalam ruangan) maupun outdoor (luar ruangan). Proses pengukuran thermometerhygrometer terdapat dua skala yang yaitu satu menunjukkan temperatur dan yang kedua menunjukkan kelembaban. Thermometerhygrometer terbagi menjadi dua jenis yaitu thermometerhygrometer analog dan thermometerhygrometer digital. Thermometerhygrometer digital menunjukkan suhu dan kelembaban dengan angka yang jelas seperti jam tangan digital, sedangkan thermometerhygrometer analog dapat menunjukkan suhu dan kelembaban dengan jarum jam. Penggunaan alat ini sebagai pembanding alat sensor DHT11 (sensor suhu).



Gambar 2.8. Thermometerhygrometer

Spesifikasi :

- Rentang pengukuran kelembaban: 10%
- Presisi pengukuran: kurang lebih 5%
- Nilai tegangan: DC 1.5 V (2 buah baterai LR44)
- Akurasi pengukuran suhu: 50⁰C - 70⁰C

2.4. Sistem Perangkat Lunak (*Software*)

Sistem perangkat lunak adalah suatu istilah generik yang merujuk pada jenis perangkat lunak komputer yang mengatur dan mengontrol perangkat keras sehingga perangkat lunak aplikasi dapat melakukan tugasnya. Perangkat lunak juga bisa didefinisikan sebagai kumpulan data elektronik yang nantinya akan diproses oleh komputer menggunakan suatu proses yang disebut algoritma, sehingga dapat menghasilkan keinginan sesuai dengan pemrograman. Dalam penelitian ini sistem perangkat lunak yang digunakan adalah *system* IoT (*Internet Of Things*) dengan menggunakan web server dan machine learning.

2.4.1 IoT (*Internet Of Things*)

Internet Of Things merupakan struktur berbasis internet yang menghubungkan benda fisik atau virtual melalui komunikasi dengan sensor dan terkoneksi dengan ke jaringan internet. *Internet Of Things* diperkenalkan pertama kali oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Dalam membangun *Internet Of Things* perlu diperhatikan ukuran, ruang, dan waktu dikarenakan kendala utama dalam melakukan pengembangan tersebut adalah faktor waktu. Pada penelitian ini sendiri perangkat IoT yang digunakan adalah mikrokontroler NodeMCU ESP 32. Mikrokontroler ini akan mentransmisikan data hasil pengukuran sensor dan output ke web server. Web server akan menyimpan data tersebut ke dalam sistem database. Hasil data akan ditampilkan dengan User Interface.