

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Peneliti [1] meneliti tentang *monitoring* hidroponik *indoor* menggunakan SMS Gateway, SMS Gateway digunakan untuk mengetahui kondisi nutrisi dan status penyinaran mati-nyala lampu *growing lights*. Pada penelitian ini, penanaman menggunakan media tanah berupa tanah sekam bakar dan *rockwool* yang terhubung ke larutan nutrisi dengan memanfaatkan sumbu. Sensor berupa *water sensor*, RTS, *relay*, dan modul GSM dihubungkan ke Arduino Uno. *Water sensor* digunakan sebagai pembacaan tingkat tingginya larutan nutrisi, dan modul GSM akan melakukan proses pengiriman pesan (SMS) kepada nomor yang ditentukan. RTC berfungsi sebagai *timer* sehingga *relay* berfungsi pada waktunya sebagai pengatur mati-nyala lampu *growing lights*. Pada penelitian ini, sistem dijalankan selama 1 minggu dan tanaman pakchoy tersebut tumbuh 3 helai daun dan tumbuh tinggi 2 cm, serta pada penelitian ini juga diuji tanpa menggunakan sistem yang menghasilkan tanaman pakchoy pada 3 hari pertama mengalami pertumbuhan etiolasi dengan tinggi 5 cm dan tanaman pakchoy pada hari berikutnya layu.

Penelitian [5] meneliti mengenai dampak berbagai jenis nilai EC terhadap pertumbuhan tomat ceri dengan menerapkan sistem hidroponik fertigasi sistem *Deep Flow Technique* yang bertujuan untuk menjaga kestabilan pertumbuhan pada tanaman tomat ceri dalam sistem hidroponik. Pada penelitian ini, alat yang digunakan yaitu tangki penampung larutan nutrisi, TDS/EC meter, baki persemaian, pipa penyalur distribusi nutrisi, pipa lateral, pompa air, termometer, gelas ukur, alat pengukur tinggi tanaman, timbangan analitik, jangka sorong, pH meter, tali penyangga tanaman, dan lainnya. Untuk bahan yang digunakan terdiri dari larutan nutrisi, tomat ceri, serta rumus *Penman mouteid* untuk melakukan perhitungan nilai ET₀. Pada penelitian ini juga menjelaskan bahwa suhu yang optimal untuk pertumbuhan tomat ceri yaitu pada siang hari 24°C dan pada malam hari 17°C, jika suhu terlalu tinggi akan mengakibatkan terganggunya pembentukan buah dan lamanya penyinaran agar tanaman dapat secara optimal menyerap unsur hara yaitu selama 12 sampai 14 jam setiap harinya serta intensitas cahaya

0,25mj/m² per jam. Penelitian Zulbahri, dkk. ini mendapatkan hasil yaitu Nilai EC optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik tomat ceri yaitu 1,3 mS/cm, dan nilai *evapotranspirasi* acuan (ETp) yang didapatkan rata-rata yaitu 3,98 mm/hari.

Penelitian [12] meneliti mengenai hasil dari pengaruh racikan pupuk AB *mix* dan media tumbuh tanaman tomat. Pada penelitian ini untuk rancangan petak menggunakan rancangan acak lengkap yaitu konsentrasi racikan pupuk AB *mix* dan anak petak berupa media pertumbuhan. Dalam pemberian konsentrasi campuran AB *mix* menggunakan 4 taraf yaitu 2000 ppm bukan racikan, 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm. Media tanam menggunakan *rockwool*, arang sekam padi, *cocopeat*, dan lainnya. Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu jumlah buah, berat buah setiap tanaman maupun setiap buah dipengaruhi dari konsentrasi racikan AB *mix* pada petak utama dan anak petak media tanam. Perlakuan optimum pada konsentrasi AB *mix* yang bukan racikan sebesar 2000 ppm serta media berupa arang sekam (N0M3). Petak utama konsentrasi racikan AB *mix* merupakan pengaruh yang nyata untuk seluruh parameter yang diamati, menggunakan perlakuan yang optimum konsentrasi AB *mix* yang bukan racikan 2000 ppm (N0). Untuk media tumbuh yang baik yaitu media tumbuh arang sekam (M3) terhadap seluruh parameter yang diamati.

Penelitian [13] meneliti mengenai pengawasan terhadap hidroponik NFT berbasis IoT. Pada penelitian ini, parameter yang diawasi yaitu total nutrisi terlarut, tingkat PH pada air, serta tingkat suhu air. Sensor yang digunakan meliputi sensor TDS, sensor PH, dan sensor suhu DS18B20. Penelitian ini bertujuan melakukan pengukuran pada setiap perubahan pada tiga parameter. Pada penelitian ini juga membahas mengenai suhu air yang optimum untuk sistem hidroponik NFT, suhu air yang optimum tersebut yaitu berkisar 25°C sampai 30°C. Pengawasan hidroponik NFT dapat dilakukan dimana pun dan kapan pun melalui aplikasi *mobile android*. Pengujian dari sensor TDS, sensor PH, dan sensor suhu DS18B20 dilakukan selama satu minggu, hasil yang didapatkan yaitu sensor yang digunakan dapat berjalan dengan baik, pada sensor PH didapatkan kandungan ph pada air yaitu 5.4 hingga 8.8, pada sensor TDS didapatkan kandungan nutrisi tanaman sebesar 890 hingga 1326 ppm dan pada sensor suhu didapatkan suhu air sebesar 31°C hingga 31.1 °C.

Penelitian [14] meneliti mengenai otomatisasi *monitoring* dan pengendalian suhu, kelembaban dan tingkat keasaman pada tanaman hidroponik dengan penerapan IoT. Pada penelitian ini parameter yang diawasi yaitu suhu, kelembaban, tingkat keasaman hidroponik, dan jumlah air bak nutrisi. sensor yang digunakan meliputi sensor pH dan sensor DHT11, untuk mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino uno. Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan pengukuran pada tingkat keandalan sistem pendeteksian suhu, kelembaban, keasaman air dan pengontrolan jumlah air yang berada pada bak nutrisi. Parameter-parameter tersebut dapat *monitoring* menggunakan LCD dan dikontrol secara jarak jauh menggunakan *blynk*. Pada penelitian ini, hasil yang didapatkan yaitu berhasil melakukan pengisian air nutrisi untuk bak penampung yang dimana jika *water level* sensor memiliki keluaran lebih dari 5 pompa air mati secara otomatis, untuk nilai *error* suhu sebesar 4,81% dan kelembaban sebesar 5,37%, pH sebesar 6,08. Dapat disimpulkan sistem penelitian ini berjalan dengan baik pada saat menjalankan *monitoring* dan kontrol.

Penelitian [15] meneliti mengenai pertumbuhan produksi tomat ceri dengan konsentrasi nutrisi yang beragam menggunakan sistem hidroponik yang bertujuan mengidentifikasi kadar nutrisi yang sesuai pada saat fase pertumbuhan serta produksi dengan sistem hidroponik. Pada penelitian ini hasil yang didapatkan yaitu pada saat konsentrasi nutrisi sebesar 1750 ppm tanaman akan mengalami pertumbuhan diameter batang, pada saat konsentrasi nutrisi sebesar 2200 ppm maka tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buah, jumlah ruas, kecepatan umur saat berbunga dan bobot buah akan bertambah atau meningkat.

Penelitian [16] meneliti mengenai sistem hidroponik *indoor farming* yang menggunakan lampu berupa *LED grow light*, pada penelitian ini untuk pemantauan dan pengendalian dilakukan otomatis menggunakan *website*. Komponen yang digunakan terdiri dari NodeMCU ESP32, sensor YL-69, sensor DHT11 dan analog TDS sensor. Cara kerja sistem ini yaitu pada saat nilai nutrisi dibawah batas minimum, pompa nutrisi akan diaktifkan, dan jika nilai nutrisi melebihi batas maksimum, pompa air akan diaktifkan. Jika saat ini berada diantara waktu *on* dan *off LED grow light* dan pompa akan menyala, jika saat ini tidak berada di rentang waktu *on* dan *off LED grow light* dan pompa akan mati. Hasil dari penggunaan *LED*

grow light, tanaman memiliki batang yang kuat dan daun yang lebar dibandingkan dengan tanaman yang tidak menggunakan *LED grow light*.

Penelitian Maivana [10] meneliti mengenai pembuatan alat pendeteksi intensitas cahaya untuk tomat ceri yang notifikasinya akan ditampilkan pada SMS *Gateway*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi intensitas cahaya tomat ceri pada saat fase pembibitan menggunakan sensor LDR dimana kendali menggunakan jaringan GSM sebagai media aksesnya. Komponen yang digunakan terdiri dari *handphone*, mikrokontroler arduino uno, jaringan GSM, dan modul GSM. Untuk mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR yang dimana cara kerja dari sensor ini yaitu jika semakin terang cahaya maka intensitas cahaya semakin kecil dan jika semakin sedikit cahaya maka intensitas cahaya semakin besar. Hasil dari pengujian didapatkan intensitas cahaya yang optimal untuk pembibitan tanaman tomat ceri pada pukul 09.20 hingga 11.31 pada pagi hari dan 17.00 hingga 17.30 pada sore hari.

Penelitian Hidayatullah, dkk. [11] meneliti mengenai *monitoring* dan pengendalian tanaman hidroponik jarak jauh menggunakan *whatsapp* dan *website*. Penelitian ini menggunakan perangkat seperti sensor TDS, sensor ultrasonik, sensor Ph, sensor LDR, sensor suhu, lampu, pompa, serta *relay* dihubungkan ke Arduino uno digunakan untuk pusat pengambilan data-data dari sensor-sensor serta *NodeMCU* digunakan untuk mengirim data ke *database* dan mengontrol pompa menggunakan *whatsapp* dan *website*. Pada penelitian ini, kemampuan sensor bekerja dengan baik serta akurasi cukup akurat dengan presentase *error* sensor TDS sebesar 0.6%, sensor LDR sebesar 2.0%, sensor Ph sebesar 1.25%, sensor DHT22 untuk suhu sebesar 2.0% dan untuk kelembaban sebesar 3,6%, sensor hc-sr sebesar 0.5% sehingga dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah yang terjadi.

Penelitian [17] meneliti mengenai pengendalian dan *monitoring* perkembangan tanaman hidroponik jarak jauh menggunakan *web* dan sistem nutrisi tanaman hidroponik secara otomatis dengan perangkat IoT yaitu NodeMCU ESP32 yang menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor PH MSP340. Penelitian ini, teknologi IoT dapat melakukan pemberian nutrisi untuk tanaman hidroponik berjalan secara tepat dan sesuai waktu yang telah ditentukan, pada pengiriman data-data untuk ditampilkan pada *web* juga berjalan akurat dan *realtime*. Namun pada

penelitian ini masih terdapat sedikit kekurangan yaitu pada saat *update* data seringkali lambat karena di sisi *NodeMCU* koneksi internet seringkali mengalami perlambatan.

Penelitian [18] meneliti mengenai perancangan sistem *monitoring* intensitas cahaya berbasis IoT pada *plant factory* Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Penelitian ini menggunakan perangkat keras seperti mikrokontroler berupa arduino nano dan mikrokontroler ESP32, sensor yang digunakan yaitu BH1750 sebagai pengukur intensitas cahaya lux dan RTC untuk perhitungan waktu. Monitoring pada sistem ini menggunakan aplikasi *blynk* agar dapat dilakukan pemantauan dengan jarak jauh. Pada penelitian ini sistem berhasil dirancang dimana RTC sudah sesuai dengan waktu asli dan data RTC berhasil tampil pada LCD, pada *blynk* RTC selisih 1 menit dengan waktu *real*, akurasi sensor BH1750 memiliki akurasi baik, *relay* berfungsi dengan baik sesuai perintah, dan notifikasi pada telegram juga berjalan dengan baik.

Penelitian [19] meneliti mengenai pengendalian kadar PH tanaman tomat menggunakan sistem hidroponik DBS semi otomatis dengan *platform* telegram yang bertujuan untuk melakukan pengontrolan dan pengendalian keseimbangan nilai PH agar tingkat PH tepat. Pengontrolan dan pengendalian tersebut berbasis IoT dengan menggunakan *smartphone* yaitu pada aplikasi telegram. Hasil dari penelitian ini yaitu pada nilai kalibrasi didapatkan akurasi 97,34%, presisi 96,37%, nilai *error* keseluruhan 0.05%, nilai histerisis gabungan 0,09, dan juga memiliki linearitas baik yaitu 0,9978 pengukuran naik dan 0,9985 pengukuran turun.

Penelitian [20] meneliti mengenai perancangan sistem pengontrolan PH larutan dan pencahayaan tanaman hidroponik pakcoy dengan teknik *vertikultur* yang dihubungkan pada *smartphone*. Pada penelitian ini, komponen yang digunakan terdiri dari sensor PH *probe* 4502C, sensor Cahaya BH1750, dan mikrokontroler ESP32. Pada pengontrolan PH menggunakan pompa peristaltik serta untuk pengganti pencahayaan dari matahari yaitu menggunakan lampu LED *growing light*. penelitian ini mendapatkan hasil yaitu pada PH *probe* 4502C dan sensor BH1750 di nilai R2 mendapatkan nilai berturut-turut 0,9913 dan 0,9947 serta presentase rata-rata *error* 0,3144% dan 0,4086%. Pencahayaan yang menggunakan LED *growing light* hidup selama 13 jam/hari sesuai dengan ketentuan.

Pertumbuhan tanaman pakcoy berdasarkan pengamatan didapat hasil rata-rata tinggi tanaman pakcoy 19,6 cm, lebar daun 8,1cm, jumlah daun 12,7 helai dan berat 29,5 gram.

Penelitian [21] meneliti mengenai *monitoring* nilai intensitas cahaya LED untuk *mini plant factory* pada budidaya tanaman *pak choy* hidroponik menggunakan *fuzzy logic* yang bertujuan mencari nilai PWM yang tepat dalam sistem kontrol *plant factory* untuk tanaman *pak choy* yang sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini memiliki 4 tahapan yaitu *input* data primer LED *plant factory*, *fuzzyfikasi*, *fuzzy interface system* dan *defuzzyfikasi*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu nilai PWM sebesar 872.1662 pada intensitas cahaya 8000 *lux*.

Penelitian [22] mengenai penyinaran tanaman pakcoy menggunakan sinar matahari secara langsung dan dengan *growing light* yang nantinya akan dianalisis mana yang lebih efektif untuk pertumbuhan pada tanaman pakcoy. Untuk *monitoring* pertumbuhan tanaman pakcoy sensor yang digunakan terdiri dari sensor TDS yang berfungsi menjaga kadar ppm larutan, sensor pH berfungsi menjaga nilai pH larutan, dan sensor DHT yang berfungsi menjaga suhu lingkungan. Pada penelitian ini didapatkan hasil yaitu pertumbuhan tanaman pakcoy yang menggunakan sinar matahari pertumbuhannya lebih cepat, jumlah daun memiliki selisih 1 daun, dan tinggi tanaman selisih 0,3 tetapi dengan penyinaran langsung menggunakan sinar matahari tanaman pakcoy siang hari terlihat lebih layu dibandingkan tanaman pakcoy yang menggunakan *LED grow light*, dan tanaman pakcoy yang menggunakan sinar matahari juga terkena hama karena penanaman berada di luar ruangan.

Penelitian [23] mengenai perancangan *greenhouse* untuk tanaman hidroponik selada yang dapat dikontrol dan *monitoring* intensitas cahaya dan suhu melalui *blynk*. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk membuat perancangan dan merealisasikan sistem untuk kontrol dan *monitoring* suhu dan intensitas cahaya yang dapat dipantau pada aplikasi *blynk*. Sensor yang digunakan yaitu sensor DHT11 yang memiliki fungsi untuk pembaca suhu dan sensor BH1750 yang memiliki fungsi pembacaan intensitas cahaya, untuk mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266. Cara kerja dari alat yang dibuat yaitu jika

nilai suhu $>32^{\circ}\text{C}$ maka kipas menyala, dan jika intensitas cahaya <2 jam lampu akan menyala selama 2 jam. Notifikasi nilai suhu dan intensitas cahaya dikirimkan pada aplikasi *blynk*. Hasil pengujian untuk sensor suhu DHT11 menghasilkan tingkat akurasi sebesar 99.74%, dan sensor BH1750 yang digunakan untuk pembaca intensitas cahaya menghasilkan tingkat akurasi sebesar 92.8%, dapat dilihat dari keakurasian sensor-sensor tersebut dapat bekerja dengan baik.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Judul	Peneliti	Perbedaan
Automasi hidroponik <i>indoor</i> sistem <i>wick</i> dengan pengaturan penyinaran menggunakan <i>growing lights</i> dan pemberitahuan nutrisi berbasis SMS <i>gateway</i>	Priadhana Edi Kresnha, Sugiartowo, Nunik Latifhah Agustina Wicahyani	Penelitian rujukan menggunakan hidroponik <i>indoor</i> , mikrokontroler menggunakan Arduino Uno, <i>water sensor</i> , RTS, modul GSM, RTC dan menggunakan SMS <i>gateway</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan hidroponik semi- <i>indoor</i> , ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler dan menggunakan sensor sensor BH1750, sensor DHT11, dan sensor pH4502-C serta menggunakan telegram.
Pengaruh brbagai macam nilai EC terhadap pertumbuhan tomat ceri dengan aplikasi hidroponik fertigasi sistem <i>Deep Flow Technique</i>	Zulbahri, Darwin, Devianti	Pada penelitian rujukan menggunakan hidroponik sisem fertigasi sistem <i>Deep Flow Technique</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan hidroponik sistem <i>Nutrient Film Technique</i> .
Pengaruh konsentrasi racikan pupuk AB mix dan media tumbuh terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman tomat secara hidroponik NFT	Yoga Muhammad Arifin	Pada penelitian rujukan menggunakan media tanam menggunakan <i>rockwool</i> , arang sekam padi, <i>cocopeat</i> , dan batang pakis. Sedangkan penelitian ini menggunakan media tanam berupa air nutrisi yang tersirkulasi.
Rancang bangun sistem <i>monitoring</i> pada hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> berbasis IOT	Lindu Pamungkas, Pratolo Rahardjo, I Gusti Agung Putu Raka Agung	Pada penelitian rujukan menggunakan mikrokontrol arduino mega 2560, nodeMCU ESP8266, sensor TDS, sensor PH, dan sensor suhu DS18B20. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32, dan menggunakan sensor BH1750, sensor DHT11, dan sensor pH4502-C
Penerapan IoT dalam sistem otomatisasi kontrol suhu, kelembaban, dan Tingkat keasaman hidroponik	Mohammad Ridwan, Kristine Monita Sari	Penelitian rujukan menggunakan mikrokontrol arduino uno dan sistem di <i>monitoring</i> serta dikontrol menggunakan <i>blynk</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan <i>monitoring</i> telegram bot.

Judul	Peneliti	Perbedaan
Pertumbuhan dan produksi tomat <i>chery</i> pada konsentrasi nutrisi yang berbeda dengan sistem hidroponik	Greya Manalu	Pada penelitian rujukan nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan dibuat berbeda untuk mengetahui nutrisi mana yang sesuai. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan nutrisi yang sama karena tanaman pada satu aliran nutrisi.
Sistem <i>monitoring</i> dan kendali tanaman hidroponik <i>indoor farming</i> menggunakan <i>LED grow light</i> berbasis <i>website</i> .	Nurazura Alfahira, Dedi Triyanto, Irma Nirmala	Pada penelitian rujukan menggunakan hidroponik <i>indoor farming</i> berbasis <i>website</i> , Komponen yang digunakan yaitu NodeMCU ESP32, sensor YL-69, sensor DHT11 dan analog TDS sensor. Sedangkan penelitian ini menggunakan hidroponik semi- <i>indoor</i> , ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor BH1750, sensor DHT11, dan sensor pH4502-C serta menggunakan telegram.
Alat pendeteksi intensitas cahaya untuk pembibitan tomat ceri (<i>caeasiforme</i>) hidroponik menggunakan LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) berbasis <i>gateway</i> di Kabupaten Bener Meriah	Wildayani Maivana, Isnaini Sukandar	Pada penelitian rujukan mikrokontroler berupa Arduino uno, sensor LDR untuk membaca intensitas cahaya, LCD, rumah jaring berwarna putih dan notifikasi akan ditampilkan pada SMS <i>Gateway</i> . Sedangkan pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor BH1750 untuk membaca intensitas cahaya, menggunakan rumah jaring warna hitam, dan notifikasi ditampilkan di telegram bot.
Rancang bangun sistem <i>monitoring</i> dan kontrol tanaman hidroponik berbasis Internet of Things.	Panji Hidayatullah, Mira Orisa, Alu Mahmudi	Pada penelitian rujukan sistem <i>monitoring</i> dan kontrol menggunakan <i>whatsapp</i> dan <i>website</i> , komponen terdiri dari sensor TDS, sensor ultrasonik, sensor Ph, sensor LDR, sensor suhu, mikrokontroler arduino uno. Sedangkan pada penelitian ini <i>monitoring</i> hidroponik semi- <i>indoor</i> , ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor BH1750, DHT11, pH4502-C serta menggunakan telegram.
Sistem kontrol dan <i>monitoring</i> tanaman hidroponik berbasis <i>internet of things</i> (IoT) menggunakan NodeMCU ESP32	Muh. Adrian Juniarta Hidayat, Ahmad Zuli Amrullah	Pada penelitian rujukan menggunakan sistem kontrol dan <i>monitoring</i> , sensor suhu DS18B20, sensor PH MSP340, NodeMCU ESP32 yang di kontrol dan di <i>monitoring</i> pada web. Sedangkan penelitian ini menggunakan ESP32 dan sensor BH1750, sensor DHT11, dan sensor pH4502-C di <i>monitor</i> pada telegram.

Judul	Peneliti	Perbedaan
Implementasi sistem pemantauan intensitas cahaya dengan IoT di <i>plant factory</i> kebun percobaan fakultas pertanian Universitas Udayana	Aveliano Tandrianto, Dr, Ir. Nyoman Setiawan, A.A. Ngurah Amrita	Pada penelitian rujukan mikrokontroler yang digunakan arduino nano dan pemantauan menggunakan LCD, <i>blynk</i> , dan telegram. Sedangkan pada penelitian ini mikrokontroler menggunakan ESP32 dan hanya di <i>monitoring</i> menggunakan telegram saja.
Pengendalian kadar pH tanaman tomat berbasis IoT pada hidroponik DBS semi otomatis dengan <i>platform</i> telegram	Budi Yasri, Suprijanto, Nisrina Nur Husna, Sabilla Rosadi	Pada penelitian rujukan menggunakan hidroponik DBS semi otomatis. Sedangkan penelitian ini menggunakan hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT).
Rancang bangun sistem kontrol pH larutan nutrisi dan pencahayaan berbasis <i>internet of things</i> pada hidroponik vertikultur	Renny Eka Putri, Abdullah Habib, Ashadi Hasan	Pada penelitian rujukan menggunakan hidroponik vertikultur untuk tanaman pakcoy. Sedangkan penelitian ini menggunakan hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT) untuk tanaman tomat ceri.
Analisis alat monitoring terhadap perbedaan pencahayaan pada tanaman hidroponik	Debby Mega Silvia, Nina Paramytha	Pada penelitian rujukan menggunakan sensor DHT22, sensor TDS dan untuk mikrokontrolernya menggunakan Arduino uno, penelitian rujukan membandingkan pertumbuhan tanaman pakcoy yang menggunakan sinar matahari langsung dan dengan <i>LED growing light</i> . pada penelitian ini sensor yang digunakan yaitu sensor BH1750, sensor DHT11, sensor pH 4502-C dan menggunakan mikrokontroler ESP32, pada penelitian ini tidak membedakan pertumbuhan tanaman antara menggunakan sinar matahari langsung dan <i>LED growing light</i> , tetapi menggabungkan sinar matahari dengan <i>LED UV growing light strip</i> sebagai penambahan intensitas cahaya matahari.
Sistem kontrol dan <i>monitoring</i> intensitas cahaya dan suhu pada tanaman salad <i>greenhouse</i> berbasis IoT	M. Suhairi, Halimah Tuzsakhiah	Pada penelitian rujukan mikrokontroler yang digunakan NodeMCU ESP8266 dan tanaman yang digunakan selada. Sedangkan pada penelitian ini mikrokontroler berupa ESP32 dan menggunakan tanaman tomat ceri.

2.2 DASAR TEORI

Dasar teori yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1.1 Hidroponik

Hidroponik merupakan metode penanaman tanpa lahan tanah tetapi menggunakan air. Tanaman hidroponik menggunakan sirkulasi air yang telah diberi nutrisi untuk menanam tanaman, meskipun menggunakan air, namun air yang digunakan hanya dengan jumlah yang sedikit. Selama proses menanam tanaman hidroponik, nutrisi yang terlarut dalam air harus diperhatikan agar tanaman yang dihasilkan bagus dan sehat. Karena dalam teknik hidroponik tidak menggunakan media tanah maka media tanam dapat diganti menggunakan arang sekam padi, *rockwool*, sabut kelapa, spons, dan lainnya. Media pertumbuhan yang baik dan cocok untuk tanaman hidroponik adalah media tanam yang dapat menyerap dan menyimpan air serta media tanam yang memiliki rongga untuk sirkulasi udara. Dalam teknik penanaman hidroponik terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan seperti debit aliran air, kualitas air, larutan nutrisi, pH larutan nutrisi, media tanam, dan lain-lain [24].



Gambar 2.1 Hidroponik tomat ceri [2]

Gambar 2.1 merupakan gambar penanaman menggunakan teknik hidroponik. Hidroponik memiliki kelebihan yaitu lebih hemat air dan pupuk, budidaya tanaman tidak bergantung pada musim, tanaman dapat tumbuh lebih cepat, hama menjadi lebih terkontrol, dan tanaman hidroponik dapat tumbuh pada

lahan terbatas karena dapat disusun bertingkat [25]. Selain memiliki kelebihan, hidroponik juga memiliki kekurangan yaitu dalam menimbang dan meracik bahan kimia memerlukan ketrampilan khusus, pemeliharaan dan ketersediaan perangkat hidroponik sedikit sulit, dan terlalu mahal pada investasi awal [26].

2.2.2 Tomat ceri

Tomat ceri (*Solanum Lycopersicum var. Cerasiforme*) merupakan tomat berukuran kecil yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, tomat mengandung mineral dan vitamin yang cocok untuk kesehatan dan pertumbuhan, vitamin yang terdapat pada tomat ceri yaitu vitamin A dan vitamin C. Selain mengandung mineral dan vitamin, buah tomat ini juga mengandung zat pembangun jaringan tumbuh manusia seperti protein, lemak, dan karbohidrat [27].



Gambar 2.2 Tomat ceri [10]

Gambar 2.2 merupakan buah tomat dengan jenis tomat ceri. Pembudidayaan tomat ceri dapat dilakukan secara konvensional ataupun hidroponik. Budidaya secara hidroponik dapat menghasilkan tomat *grade A* yang tinggi dan aman dari pestisida, sehingga kualitas tomat yang dihasilkan lebih baik [28]. Budidaya tomat ceri di Indonesia rendah, karena keadaan tanah yang kurang mendukung, sistem pemupukan tidak seimbang, gangguan hama, dan pengaruh iklim. Oleh karena itu disarankan untuk budidaya tomat ceri menggunakan teknik hidroponik [10]. Tanaman tomat ceri dapat menghasilkan buah pada saat umur 32 HST (Hari Setelah Tanam) dan buah tersebut dapat dilakukan pemanenan jika tanaman tomat ceri sudah berumur 70 HST (Hari Setelah Tanam) [29].

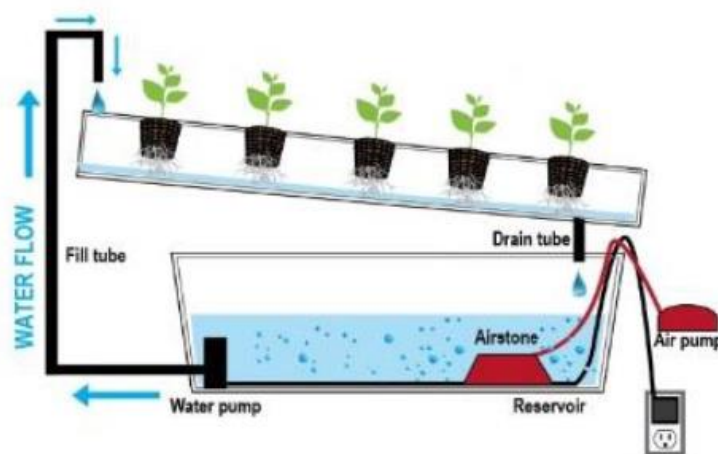
2.2.3 Nutrisi AB Mix

Nutrisi AB Mix merupakan nutrisi yang digunakan pada sistem hidroponik dan terdiri dari dua kemasan, yaitu Mix A yang mengandung kalsium dan Mix B yang mengandung sulfat dan fosfat. Keduanya tidak boleh dicampur saat keadaan pekat untuk menghindari endapan. Jika kation kalsium (Ca) dari Mix A bertemu dengan anion sulfat (SO_4^{2-}) dari Mix B, dapat terjadi endapan kalsium sulfat (CaSO_4), yang menghambat penyerapan unsur Ca dan S oleh akar. Begitu pula, jika kation kalsium (Ca) dari Mix A bertemu dengan anion fosfat (PO_4^{3-}) dari Mix B, dapat terjadi endapan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), yang menghambat penyerapan unsur Ca dan P oleh akar. Maka untuk memenuhi kebutuhan nutrisi, tanaman hidroponik membutuhkan larutan nutrisi atau pupuk [30].

Nutrisi memegang peranan penting dalam keberhasilan budidaya hidroponik. Nutrisi AB Mix memiliki kandungan 16 unsur hara penting yang diperlukan oleh tanaman, terdiri dari unsur hara makro seperti N, P, K, Ca, Mg, S, dan unsur hara mikro seperti Fe, Mn, Bo, Cu, Zn, Mo, Cl, Si, Na, dan Co. Setiap unsur hara tersebut memiliki peran penting dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman [31].

2.2.4 Nutrient Film Technique (NFT)

Nutrient Film Technique merupakan sebuah teknik hidroponik untuk pertumbuhan tanaman hidroponik dengan aliran air yang dangkal setebal 1 – 3 mm, air yang digunakan sudah mengandung nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Air nutrisi tersebut akan dipompa dan dialirkan melewati akar tanaman yang bersirkulasi selama 24 jam terus menerus, aliran air nutrisi tersebut mengalir 1 – 2 liter per menit. Tanaman akan ditanam pada pipa panjang, pipa tersebut diatur kemiringannya sekitar 3 – 5 derajat agar air nutrisi mengalir dengan lancar dan tidak menggenang di satu titik [9]. Dari adanya *Nutrient Film Technique* akar tanaman sebagian akan tumbuh di atas larutan nutrisi dan sebagian akan terendam. Dengan *Nutrient Film Technique*, hanya membutuhkan air, nutrisi, dan ruang yang sedikit tetapi menghasilkan tanaman yang cukup banyak, pertumbuhan cepat dan kualitas tanaman yang baik dibandingkan dengan tanaman yang ditanam secara konvensional [32].



Gambar 2.3 Hidroponik *nutrient film technique* [32]

Gambar 2.3 merupakan komponen yang dibutuhkan pada hidroponik NFT. Air *pump* dihubungkan dengan *airstone* yang digunakan untuk membuat gelembung udara sebagai pasokan oksigen akar tanaman [33]. *Water pump* digunakan untuk memompa air nutrisi yang tertampung didalam bak air nutrisi ke paralon yang terdapat tanaman hidroponik di mana aliran air nutrisinya dialirkan melalui *fill tube* [34]. *Drain tube* digunakan sebagai lubang pembuangan air yang dibuang ke bak nutrisi dengan menggunakan pipa [35].

2.2.5 *Internet Of Things (IoT)*

Internet Of Things merupakan konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. IoT dapat berkomunikasi dengan dirinya dan juga dapat mengenali suatu objek perilaku intelegen terkait pengambilan keputusan. IoT dapat mengumpulkan berbagai data seluruh dunia yang nantinya data tersebut akan dibagikan melalui internet yang dapat diproses serta dimanfaatkan untuk berbagai macam tujuan. IoT juga dapat menghubungkan objek tidak hidup melalui internet dan menghubungkan objek tersebut untuk proses otomasi [36].

IoT memiliki cara kerja yaitu IoT melakukan interaksi antar mesin menggunakan internet secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari *user* dan dengan jarak yang tidak terbatas. *User* hanya sebagai pengawas dan pengatur saja. Dari adanya IoT maka suatu pekerjaan dapat dilakukan lebih mudah dan efisien [37].

2.2.6 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan *candle power* atau *luminous intensity* yang memiliki simbol (I) dengan satuan berupa *candela* (cd), lux dan lumen. Satuan intensitas cahaya yang sering digunakan yaitu lux, lux merupakan banyaknya arus datang pada satu unit bidang, satu lux sama dengan iluminasi pada permukaan bola yang memiliki jari-jari 1m, dengan titik pusat sumber cahaya sebesar 1 cd. Satuan lain yang umum digunakan pada peralatan *optic* yaitu *footcandle* (fd) [10].

Intensitas cahaya merupakan total energi yang diterima oleh satu tanaman per satuan luas dan per satuan waktu. Intensitas cahaya dapat disebut dengan kuat cahaya yang dipancarkan sumber cahaya ke arah tertentu, intensitas cahaya ini diukur dengan satuan *candela*. Intensitas cahaya juga dapat diartikan sebagai lama penyinaran oleh matahari dalam satu hari [38]. Intensitas cahaya berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, jika intensitas cahaya terlalu tinggi atau terlalu rendah maka tanaman tumbuh terhambat, pertumbuhan tanaman dapat terhambat karena intensitas cahaya dapat berpengaruh terhadap kinerja sel-sel stomata daun pada saat proses transportasi [39].

2.2.6 Potensi Hidrogen (PH)

Potensi Hidrogen (PH) merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk mengindikasikan sejauh mana larutan bersifat asam atau basa [40]. PH dinyatakan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Tingkat keasaman dipresentasikan oleh nilai pH, yang dimana jika nilai pH sebesar 1 hingga 7 maka menunjukkan sifat asam, dan jika nilai pH sebesar 7 hingga 14 maka menunjukkan sifat basa [41].

Dalam budidaya tanaman hidroponik, pH merupakan aspek yang perlu diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman. Ph air memiliki peran yang penting dalam penyerapan nutrisi. Tingkat pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan campuran berlebih antara asam dan basa yang dapat mengakibatkan penyumbatan sistem hidroponik yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, karena dapat mengakibatkan endapan dalam larutan nutrisi yang dapat mempengaruhi kandungan unsur hara tanaman hidroponik. PH larutan nutrisi yang disarankan

untuk pertumbuhan tanaman tomat ceri berada dalam rentang 5,5 hingga 6,5 dan pH [42].

2.2.7 Suhu

Suhu merupakan ukuran yang menunjukkan tingkatan panas atau dingin suatu objek. Termometer merupakan alat yang digunakan untuk pengukuran suhu. Tingkat suhu mencerminkan sejauh mana tingkat panas suatu objek, semakin tinggi suhu, semakin tinggi juga panas objek tersebut. Secara mikroskopis, suhu mencerminkan energi yang dimiliki oleh objek tersebut. Setiap atom dalam objek bergerak, baik dalam bentuk perpindahan maupun getaran di tempatnya. Semakin tinggi energi atom-atom yang membentuk objek, maka semakin tinggi juga suhu objek tersebut [43]. Durasi paparan sinar matahari juga menjadi faktor yang dapat mempengaruhi suhu di atmosfer. Hal ini berdampak langsung pada fluktuasi suhu udara. Efek pemanasan global juga berkontribusi pada peningkatan suhu rata-rata atmosfer, yang memiliki dampak pada perubahan iklim yang beragam. Suhu sering diukur menggunakan alat yang disebut termometer, dan terdapat empat jenis termometer yang umumnya digunakan, yaitu *Celcius*, *Fahrenheit*, *Reaumur*, dan *Kelvin* [44].

2.2.8 Mikrokontroler ESP32

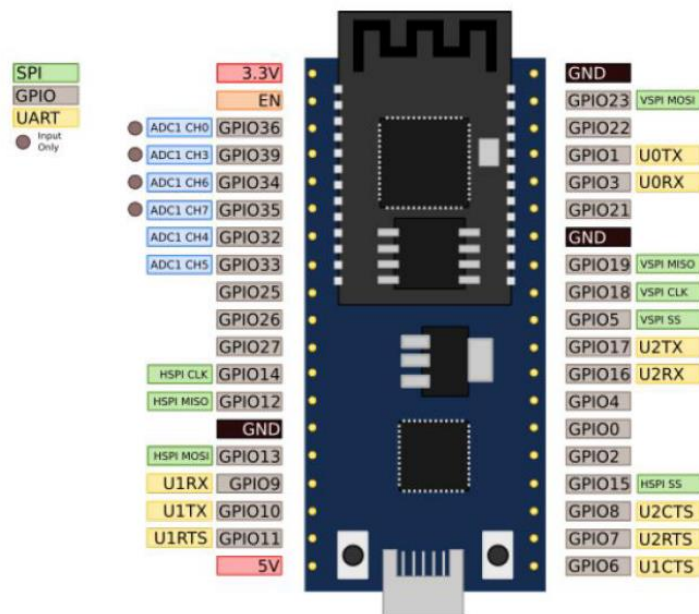
Mikrokontroler merupakan bagian dasar dalam suatu sistem komputer dan berperan sebagai komponen pengendali utama. Dalam konteks komputasi fisik, mikrokontroler berfungsi sebagai sketsa atau ide dasar untuk memahami keterkaitan antara lingkungan yang bersifat analog dan digital. Ide ini diterapkan dalam proyek-proyek yang memanfaatkan sensor dan mikrokontroler untuk mengubah *input* analog menjadi sistem perangkat lunak, sehingga dapat mengendalikan pergerakan perangkat elektronik seperti LED, motor, dan sebagainya [45]. Mikrokontroler umumnya terdiri dari *Central Processing Unit*, memori, *input/output* dan *unit* pendukung, seperti *Analog-to-Digital Converter*, yang sudah diintegrasikan di dalamnya. Keunggulan utama mikrokontroler adalah ketersediaan RAM dan perangkat *input/output* pendukung, yang mengakibatkan ukuran papan mikrokontroler menjadi sangat ringkas [46]. Mikrokontroler

mempunyai *input* dan *output* dan kendali program yang dapat ditulis dan dihapus secara khusus, mikrokontroler memiliki cara kerja dengan cara membaca dan menulis data. Contoh mikrokontroler yang biasa digunakan untuk *Internet of Things* yaitu ESP32 [47].



Gambar 2.4 Mikrokontroler ESP32 [48]

Gambar 2.4 merupakan gambar *hardware* mikrokontroler ESP32 yang memiliki pin sebagai berikut:



Gambar 2.5 Pin mikrokontroler ESP32 [49]

Gambar 2.5 merupakan pin-pin yang terdapat dalam mikrokontroler ESP32. ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang didalamnya sudah tertanam modul *wi-fi* dalam *chip* 2,4 GHz dan *bluetooth* 4,0 *low power* sehingga dapat digunakan untuk sistem aplikasi *internet of things*. Mikrokontroler ESP32 dapat beroperasi

dengan daya yang rendah dan menggunakan *low-duty cycle* untuk mengurangi energi yang dikeluarkan *chip*. Mikrokontroler memiliki kapasitas memori lebih besar dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain [48].

Tabel 2.2 Spesifikasi mikrokontroler ESP32 [49]

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt dan 5 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160 MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
8	<i>Bluetooth</i>	3
9	SPI	3
10	I2C2	2
11	UART	3

Tabel 2.2 memuat rincian spesifikasi mikrokontroler ESP32. Penting untuk memahami spesifikasi sebelum menggunakan mikrokontroler agar proses penggunaan dapat berjalan dengan optimal. Dengan mengetahui spesifikasi mikrokontroler, dapat memilih fitur yang tepat sesuai dengan kebutuhan, memastikan perangkat yang digunakan kompatibel, serta mencegah masalah yang mungkin timbul akibat ketidakcocokan antara spesifikasi dan aplikasi yang akan digunakan. Pada ESP32 terdapat pin untuk tegangan 3,3 volt dan 5 volt (sesuai kebutuhan), menggunakan prosesor tensilica L108 32 bit dengan kecepatan prosesor dual 160 Mhz, memiliki RAM 520K, memiliki 34 pin GPIO, pin ADC sebanyak 7, pin untuk *bluetooth* sebanyak 3 pin, memiliki 3 pin SPI, memiliki in I2C 2 pin dan untuk pin UART sebanyak 3 pin.

2.2.9 LED UV Grow Light

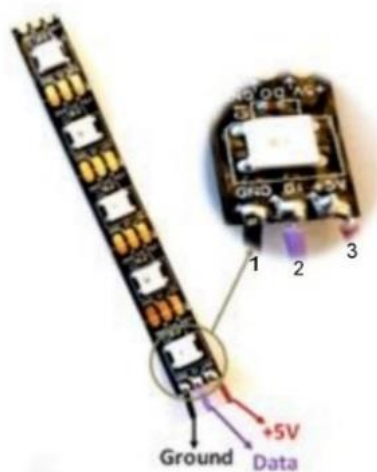
Lampu LED yaitu lampu yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman hidroponik yang mengandung sinar UV, spektrum dan lainnya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman [50]. *LED Grow Light* merupakan lampu yang digunakan untuk sumber cahaya pengganti cahaya matahari. Panjang gelombang *LED Grow Light* bervariasi, dari 380 nm (*ultraviolet*) hingga 880 nm (cahaya

infrared), untuk proses fotosintesis pada tanaman membutuhkan spektrum sebesar 610 nm hingga 700 nm [16].



Gambar 2.6 LED UV *grow light* strip WS2812b [51]

Gambar 2.6 merupakan gambar LED dengan jenis LED UV *grow light* strip WS2812b. LED *grow light* memiliki kemampuan untuk meningkatkan proses pertumbuhan dan memberikan hasil yang lebih optimal pada tanaman, dan nilai gizi yang lebih baik. Pada LED *grow light* terdapat cahaya merah dan biru yang menjadi faktor penting dalam proses fotosintesis yang akan merangsang akumulasi biomassa, metabolit sekunder, dan mendorong pembentukan bunga. Penggunaan lampu LED dianggap lebih aman karena tidak menggunakan lapisan kaca, dan bebas dari kandungan merkuri [52]. Kelebihan lain dari LED *grow light* diantaranya yaitu lampu ini spektrum cahayanya kecil, dan daya listrik serta menghasilkan panas lebih sedikit dibandingkan lampu neon dan lampu pijar [53].



Gambar 2.7 Keterangan pin LED UV *grow light* strip WS2812b [54]

Gambar 2.7 merupakan gambar keterangan pin LED UV *grow light* strip ws2812b. Untuk keterangan lebih detail dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keterangan pin LED UV *grow light* strip WS2812b [54]

Nomor Pin	Pin	Keterangan
1	GND	<i>Ground</i>
2	D _{IN}	<i>Data input</i>
3	VCC	Tegangan 5 Volt

Tabel 2.3 merupakan tabel keterangan dari pin LED UV *grow light* WS2812b yang digunakan. Pada LED ini terdapat 3 pin yang dibutuhkan. Pin tersebut terdiri dari pin GND yaitu *ground*, pin D_{IN} yang digunakan untuk data *input*, dan pin VCC yang digunakan untuk tegangan, dimana tegangan yang digunakan yaitu 5 volt.

2.2.10 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang digunakan untuk pengukuran suhu dan kelembaban udara disekitar. Memiliki kualitas baik yang dapat dilihat dari respon sensor yaitu dalam pembacaan data Sensor DHT11 dapat membaca data secara cepat dan memiliki kemampuan anti *interference*. Sensor DHT11 ini menghasilkan konsumsi daya yang rendah yaitu 5volt *power supply* dengan tegangan dan rata-rata maksimum 0.5 mA. Sensor DHT11 mempunyai fitur kalibrasi yang sangat akurat, memiliki ukuran kecil, dapat melakukan transmisi sinyal hingga 20 meter [55].



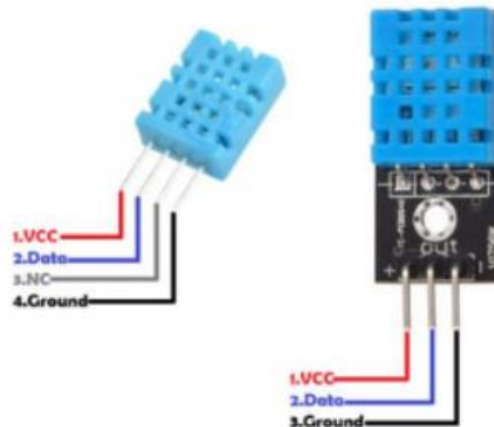
Gambar 2.8 Sensor DHT11 [56]

Gambar 2.8 merupakan gambar dari komponen sensor DHT11. Sensor DHT11 menyimpan koefisien kalibrasinya dalam memori program OTP, sehingga pada saat sensor internal mendeteksi suhu atau kelembaban, modul ini membaca koefisien dari sensor [57]. Keluaran pada Sensor DHT11 yaitu berupa baris data digital yang memiliki panjang 32 bits yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu 16 bit data suhu dan 16 bit data kelembaban [58].

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor DHT11 [59]

No	Atribut	Detail
1	Pasokan tegangan dan <i>input/output</i>	3 – 5 Volt
2	Rentang kelembaban	20% - 80% RH, tingkat akurasi kesalahan $\pm 5\%$
3	Rentang <i>temperature</i>	0 – 50°C, tingkat akurasi kesalahan $\pm 2^\circ\text{C}$
4	Jumlah pin	<i>Ground</i> , VCC, data.

Tabel 2.4 merupakan spesifikasi dari sensor DHT11. Spesifikasi ini harus diperhatikan agar tidak terdapat kekeliruan pada saat pemilihan komponen. Sensor DHT11 memiliki pasokan tegangan 3-5 volt, rentang kelembaban 20% - 80% RH dengan tingkat akurasi kesalahan $\pm 5\%$, rentang temperatur 0 – 50°C dengan tingkat akurasi kesalahan $\pm 2^\circ\text{C}$.



Gambar 2.9 Keterangan sensor DHT11 [60]

Gambar 2.9 merupakan keterangan pin dari sensor DHT11. Sensor DHT11 mempunyai 2 versi seperti pada gambar 2.8 diatas. Sensor DHT11 terdapat versi yang mempunyai 4 pin dan versi yang mempunyai 3 pin. Untuk versi 4 pin yaitu terdiri dari pin VCC, pin data, pin NC dan pin *ground*. sedangkan versi 3 pin yaitu

terdiri dari pin VCC, pin data, dan pin *ground* [60]. Untuk keterangan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Keterangan pin sensor DHT11 [60]

Pin	Keterangan
VCC	Tegangan sumber (3 – 5 Volt)
Data	Data keluaran (<i>output</i>)
NC	<i>Normaly Close</i>
<i>Ground</i>	<i>Ground</i>

Tabel 2.5 merupakan keterangan pin dari sensor DHT11. Sensor DHT 11 memiliki 4 pin yang terdiri dari VCC untuk sumber tegangan 3-5 volt, pin data untuk data *output*, pin NC yaitu *normaly close*, dan pin *ground*. tetapi ada sensor DHT11 yang tidak memiliki pin NC dan hanya 3 pin saja yaitu VCC, data, dan *ground*. pemilihan sendor DHT11 disesuaikan dengan kebutuhan.

2.2.11 Sensor pH

Sensor pH merupakan sensor dengan fungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) air dalam larutan. Sensor pH memiliki prinsip kerja yaitu pada elektrode referensi dan elektrode kaca, dimana ujungnya memiliki bentuk yang bulat (*bulb*), dan memiliki fungsi sebagai lokasi untuk pertukaran ion positif (H⁺), proses pertukaran ion ini menyebabkan terjadinya perbedaan potensial antara dua electrode yang mengakibatkan pembacaan potensiometer memiliki hasil positif/negatif [61]. Jika larutan yang terkandung memiliki sifat basa maka *probe* elektroda yang berada di sensor akan bermuatan negatif, jika larutan yang terkandung memiliki sifat asam maka *probe* elektroda yang berada di sensor akan bermuatan positif [13].



Gambar 2.10 Sensor dan modul PH-4502C [61]

Gambar 2.10 merupakan sensor dan modul PH-4502C. Pada sensor pH terdapat lapisan kaca pada ujung elektrode yang memiliki ketebalan sekitar 0,1 mm dan memiliki bentuk bulat atau disebut juga sebagai *bulb*. *Bulb* ini dihubungkan dengan silinder kaca non-konduktor/ plastik yang panjang. Silinder tersebut berisi larutan HCl dengan konsentrasi 0,1 mol/dm³. Dalam larutan HCl, terdapat kawat elektrode panjang yang terbuat dari perak, dan permukaannya terbentuk senyawa AgCl yang setimbang. Konsentrasi tetap larutan HCl dalam sistem ini menyebabkan elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial yang stabil [62].



Gambar 2.11 Modul sensor PH-4502C [63]

Gambar 2.11 merupakan modul dari sensor PH-4502c. Cara kerja sensor pH-4502C yaitu Sensor dilengkapi dengan elektroda pH yang mampu mengukur potensial elektrokimia dari sistem yang sedang diuji. Elektroda pH akan mengirim sinyal listrik ke dalam modul pengolah sinyal. Modul ini kemudian melakukan pemrosesan terhadap sinyal tersebut dan menghasilkan *output* digital yang mencerminkan nilai pH dari sistem yang diukur. *Output* dari modul pengolah sinyal dapat diteruskan ke mikrokontroler dan ditampilkan di telegram bot [64].

Tabel 2.6 Keterangan pin modul PH-4502C [63]

Pin	Keterangan
To	<i>Temperature output</i>
Do	<i>Data output</i>
Po	PH analog
G	<i>Ground</i> untuk sensor pH
G	<i>Ground</i> untuk mikrokontroler
VCC	Tegangan 5 Volt DC

Tabel 2.6 merupakan keterangan dari pin modul PH-4502c. Pada modul PH-4502c 6 pin yang terdiri dari pin To yang digunakan untuk mengukur temperature *output* jika diperlukan pengukuran suhu, pin Do merupakan pin untuk data *output*, Pin Po digunakan untuk memperoleh hasil pengukuran pH dalam bentuk sinyal tegangan analog, terdapan pin G yaitu pin *ground* (pin *ground* untuk sensor pH dan pin *ground* untuk mikrokontroler),pin VCC untuk tegngan sebesar 5 volt DC. Untuk spesifikasi dari modul sensor pH-4502C dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Spesifikasi modul PH-4502C [64]

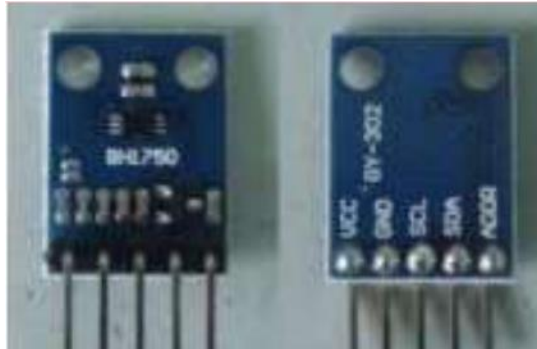
No	Atribut	Detail
1	<i>Heating voltage</i>	<i>5 plusmn 0.2V (AC middot DC)</i>
2	<i>Working current</i>	5 – 10 mA
3	<i>Detectable concentration range</i>	pH 0 - 14
4	<i>Detection temperature range</i>	0 - 80°C
5	<i>Response time</i>	5 S
6	<i>Setting time</i>	60 S
7	<i>Component power</i>	0.5 Watt
8	<i>Working temperature</i>	-10 – 50 °C
9	<i>Humadity</i>	95%
10	<i>Module size</i>	42 mm * 32 mm* 20 mm
11	<i>Output</i>	<i>Analog voltage signal output</i>

Tabel 2.7 merupakan spesifikasi dari modul PH-4502C. Modul PH-4502C memiliki tegangan sebesar 5 *plusmn* 0,2 volt (*AC middot DC*), memiliki arus listrik sebesar 5 – 10 mA, memili deteksi untuk rentang konsentasi pH 0-14, memiliki deteksi untuk rentang suhu 0 - 80°C, memiliki waktu respon 5 detik, *setting time* 60 detik, memiliki daya komponen sebesar 0,5 watt, dapat bekerja pada suhu -10 – 50 °C, kelembaban 95%, ukuran modul sebesar 42 mm × 32 mm × 20 mm, dan keluaran berbentuk sinyal tegangan analog.

2.2.12 Sensor BH1750

Sensor BH1750 merupakan IC sensor cahaya digital yang digunakan untuk pengukuran intensitas cahaya, keluaran dari sensor ini yaitu data digital sehingga

tidak membutuhkan perhitungan yang kompleks, hasil dari perhitungan menghasilkan keluaran berupa lux (lx) tanpa perhitungan. Sensor BH1750 ini memiliki keakuratan yang tinggi dibandingkan dengan LDR dan foto diode yang memiliki keluaran analog [65].



Gambar 2.12 Sensor BH1750 [66]

Gambar 2.12 merupakan sensor BH1750. Sensor BH1750 memiliki jangkauan deteksi antara 1 – 65535 lux, 1 lux memiliki arti besaran intensitas cahaya sebesar 1 lumen diarea dengan luas 1 m². Untuk mengoperasikan Sensor BH1750 membutuhkan komponen tambahan yaitu kapasitor atau resistor yang digunakan untuk *reset timing internal* dari sensor, untuk *step down* dari 5 volt ke 3,3 volt membutuhkan IC regulator agar dapat menggunakan tegangan sebesar VCC 5 volt [67]. Prinsip kerja dari Sensor BH1750 yaitu Sensor BH1750 yaitu sensor akan mendeteksi cahaya/sinar sebagai *input* dari sensor dan kemudian menghasilkan *output* dalam bentuk lux [66].

Tabel 2.8 Keterangan pin sensor BH1750 [68]

Pin	Keterangan
VCC	<i>Input power supply (2.4 – 3.6 Volt)</i>
GND	<i>Ground</i>
SCL	<i>Serial Clock Line (menyediakan clock pulse untuk komunikasi I2C)</i>
SDA	<i>Serial Data Address (untuk mentransfer data melalui komunikasi I2C)</i>
ADDR	<i>Device Address pin (untuk memilih alamat ketika lebih dari 2 modul terhubung)</i>

Tabel 2.8 merupakan keterangan pin pada sensor BH1750. Sensor BH1750 memiliki 5 pin yang terdiri dari pin VCC untuk tegangan *input* sebesar 2,4 – 3,6 volt, pin GND yaitu *ground*, pin SCL (*Serial Clock Line*) merupakan pin

komunikasi I2C yang digunakan untuk pengaturan pengiriman dan penerimaan data, pin SDA (*Serial Data Address*) merupakan pin komunikasi I2C yang digunakan untuk mengirim data, dan pin ADDR (*Device Address*) yang digunakan untuk pemilihan Alamat jika terdapat lebih dari 2 modul yang terhubung). Untuk spesifikasi dari sensor BH1750 dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Spesifikasi sensor BH1750 [69]

No	Atribut	Detail
1	Tegangan Operasi	2.4 – 3.6 V DC
2	Ukuran	21*16*3.3 mm
3	Jenis Komunikasi	I2C bus protokol
4	Range Pengukuran	1 – 65535 lx
5	Temperatur Operasi	-40°C - 85°C

Tabel 2.9 merupakan spesifikasi dari sensor BH1750. Sensor BH1750 memiliki tegangan operasi sebesar 2,4 – 3,6 volt DC, memiliki ukuran sebesar 21 × 12 × 3,3 mm, menggunakan jenis komunikasi I2C bus protocol, memiliki rentang pengukuran 1 – 65535 lux, dan dapat bekerja pada suhu 40°C - 85°C.

2.2.13 Fan

Fan merupakan jenis kipas yang memiliki fungsi untuk menjaga aliran udara sehingga udara dalam ruangan tetap segar. *Fan* ini digunakan untuk menjaga suhu udara agar suhu udara tidak terlalu tinggi melewati batas suhu udara yang telah ditetapkan [70]. Jika suhu pada hidroponik diatas batas suhu yang telah ditentukan, maka *fan* (kipas) akan menyala.

2.2.14 Water Pump

Water pump adalah alat yang berfungsi sebagai penyerap dan pendorong air atau dapat dikatakan alat yang berfungsi sebagai pemindah air dari suatu tempat tinggi ke tempat rendah atau ke tempat yang dituju. Perpindahan air oleh pompa ini menggunakan dorongan dari mesin elektro motor, *engine*, dan tenaga listrik lain yang dapat memutar *impeler* di dalam pompa untuk berputar agar dapat mendorong air yang masuk ke dalam pompa [71].



Gambar 2.13 Water pump mini DC 12V [71]

Gambar 2.13 merupakan *water pump imni* DC 12 V. *Water pump mini* DC 12V merupakan pompa air satu arah, pompa air ini dapat menaikkan air hingga 3,2 meter dengan debit 38% lebih besar dari pompa air AC dan menggunakan daya yang sama [72]. Spesifikasi *Water Pump mini* DC12V dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Water pump mini DC 12V [73]

No	Atribut	Detail
1	Ukuran	Panjang: 86mm Lebar: 43mm Diameter dalam pipa: 6mm Diameter Luar pipa: 8.5mm
2	Tegangan	DC 6-12V
3	Arus	0.5-0.7A
4	Tegangan yang Disarankan	9V 1A atau 12V 1A
5	Rentang Menyedot	2 m, Maksimal
6	Rentang Memompa	3m, Maksimal
7	Bekerja dengan Suhu Cairan	80°C, Maksimal
8	Laju Aliran Maksimum	1-3 L/mnt

Tabel 2.10 merupakan spesifikasi dari *water pump mini* DC 12 V. *Water pump* ini memiliki ukuran panjang 86 mm, lebar 43 mm, diameter dalam pipa 6 mm, diameter luar pipa 8,5 mm, memiliki tegangan DC sebesar 6 – 12 V, arus sebesar 0,5 – 0,7 *ampere*, tegangan yang disarankan 9 V dengan 1 *ampere* atau 12 V dengan 1 *ampere*, memiliki rentang penyedotan cairan maksimal 2 meter, rentang pompa larutan maksimal 3 meter, dapat nbekerja pada suhu cairan maksimal 80°C, dan laju aliran maksimum 1 – 3 liter per menit.

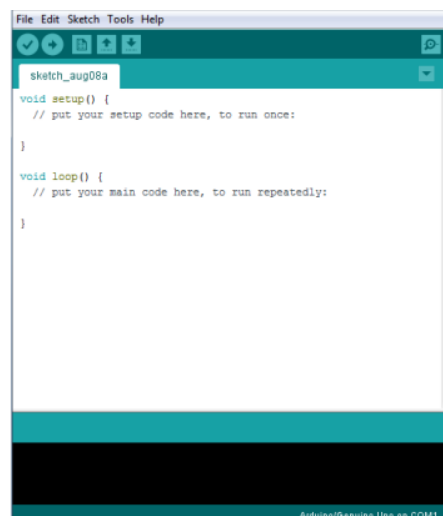
2.2.15 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software open-source* yang digunakan untuk menulis program, meng-*compile* ke kode biner, dan mengunggah kedalam memori pada mikrokontroler. Pada Arduino IDE ini untuk pembuatan logika *input* dan *output* menggunakan bahasa pemrograman berupa bahasa C [74]. Arduino IDE dapat digunakan/dijalankan pada *Windows*, *Linux*, dan *MAC OS X* karena *software* ini dibuat dengan bahasa pemrograman java [75].



Gambar 2.14 Arduino IDE [75]

Gambar 2.14 merupakan tampilan awal pada *software* Arduino IDE. Arduino IDE terdapat 3 bagian yaitu *toolbar*, kotak putih, dan kotak hitam. *Toolbar* terletak pada bagian atas tampilan, *toolbar* ini terdiri dari 4 menu yaitu *file*, *edit*, *tools*, dan *help*. Kotak putih terletak pada bagian tengah yang digunakan untuk menulis program. Kotak hitam terletak pada bagian bawah yang digunakan untuk menampilkan pesan *error* dan status program [75]. Untuk detail dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Tampilan program arduino IDE [75]

Gambar 2.15 merupakan tampilan pada *software* aduino IDE. Pada Arduino IDE terdapat menu *verify* yang digunakan untuk memeriksa *sketch* terdapat kesalahan atau tidak dalam sintaks. Jika tidak terdapat kesalahan, selanjutnya sintaks tersebut decompile kedalam bahasa mesin, selain menu *verify/compile* pada *software* ini juga terdapat menu *upload* yang digunakan untuk mengunggah program yang sudah di *compile* ke mikrokontroler [76].

2.2.16 Telegram Bot

Telegram merupakan layanan aplikasi pesan instan yang dapat digunakan di *mobile* ataupun *desktop*, telegram ini berbasis *cloud* yang memiliki kecepatan akses tinggi dan keamanan tinggi, serta memiliki fitur *end to end* yang di enkripsi. Dibandingkan dengan aplikasi pesan instan lainnya, telegram memiliki fitur yang lebih unggul unggul. Telegram pada *platform mobile* dapat digunakan pada *android, iphone, dan windows phone*. Pada *platform desktop* dapat digunakan pada *linux, web browser, windows, dan mac os*. Selain itu telegram juga memiliki bot yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengirimkan perintah, dan *bot* tersebut akan membalas perintah tersebut sesuai informasi yang tersimpan di *database* [77].

2.2.17 Error dan Akurasi

Error merupakan suatu kesalahan yang terjadi pada saat melakukan proses pengukuran. *Error* dapat dihasilkan dengan cara menghitung selisih nilai *output* pengukuran dengan nilai sebenarnya atau selisih dari hasil pembacaan sensor dengan nilai pembacaan pada alat pembanding sensor tersebut [78].

Persamaan untuk *error* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 [78].

$$Error (\%) = \frac{|nilai\ sensor - nilai\ pembanding|}{nilai\ pembanding} \times 100\% \quad (2.1)$$

Akurasi merupakan tingkat kedekatan antara nilai ukur dengan nilai standar atau nilai pembacaan sensor dengan nilai pembacaan pada alat pembanding sensor tersebut [78].

Persamaan yang digunakan untuk akurasi dapat dihitung dengan persamaan 2.2 [79].

$$Akurasi = 100\% - error (\%) \quad (2.2)$$

2.2.18 Regresi Linear

Regresi linear merupakan sebuah metode analisis *static* yang digunakan untuk sebuah identifikasi hubungan antara dua atau lebih variabel ataupun untuk mengukur pengaruh variabel, variabel tersebut yaitu variabel “Y” dan variabel independen “X”. jika terdapat keterkaitan antara variabel X dan variabel Y, maka nilai yang diketahui dari variabel X dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan nilai variabel Y menggunakan persamaan 2.3. regresi linear sederhana atau SLR (*Simple Linear Regression*) adalah teknik statistic yang diterapkan dalam produksi untuk memprediksi atau meramalkan karakteristik kuantitas dan kualitas. Model persamaan regresi linear sederhana seperti pada persamaan 2.3, Dimana konstanta dan variabel dapat dilihat pada persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Y = a + bX \quad (2.3)$$

Pada persamaan 2.3 Y merupakan variabel akibat atau variabel dependen, dan X merupakan variabel faktor penyebab atau variabel independen, a merupakan konstanta dan b merupakan koefisien kemiringan (regresi). Nilai a dan b dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2.4)$$

$$b = \frac{(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2.5)$$

Persamaan diatas merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai konstanta dan nilai koefisien kemiringan (regresi). Persamaan 2.4 digunakan untuk menghitung nilai a atau konstanta. Persamaan 2.5 digunakan untuk menghitung b atau koefisien kemiringan (regresi) [80].

2.2.19 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah sebuah teknik ukur yang bertujuan mengevaluasi seberapa efektif suatu jaringan dan merupakan upaya mendefinisikan karakteristik dan sifat dari layanan tertentu. Fungsi utama QoS adalah melakukan pengukuran terhadap sekelompok atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu layanan.

Tujuan dari QoS adalah memenuhi persyaratan layanan yang bervariasi dengan menggunakan infrastruktur yang sama. Aspek-aspek kinerja jaringan yang seringkali diperhitungkan dalam kerangka QoS melibatkan ketersediaan (*uptime*), *bandwidth (throughput)*, keterlambatan (*latency/delay*), dan tingkat kesalahan.

Pada penelitian ini parameter dari QoS yang akan diuji yaitu *delay*. *Delay* yaitu jumlah keseluruhan waktu yang ditempuh oleh suatu paket data dari pengirim hingga penerima melalui jaringan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi *delay* yaitu mencakup jarak, kondisi media fisik, kemacetan jaringan, dan juga lamanya waktu proses [81].

Persamaan *delay*:

$$Delay \text{ rata-rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2.6)$$

Tabel 2.11 Parameter *delay (latency)* [81]

Kategori	<i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

Tabel 2.11 dapat disimpulkan bahwa jika *delay* semakin kecil maka akan semakin baik. Jika *delay* berada pada < 150 ms maka dapat dikategorikan sangat bagus, tetapi jika nilai *delay* lebih dari 450 ms maka dikategorikan jelek [82].