

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada tahun 2019 penelitian yang berjudul Model Sistem *Monitoring* pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis *Internet of Things* oleh Dista Yoel Tadeus yang membahas pengembangan suatu model sistem *monitoring* berbasis IoT berbiaya rendah untuk memberikan informasi parameter pH dan kekeruhan air setiap saat kepada pemilik ikan hias. Sistem dibangun menggunakan komponen *opensource* dan sensor berbiaya rendah. Data *monitoring* digunakan untuk mengaktifkan aktuator berupa *filter* air. *Filter* akan aktif apabila tingkat kekeruhan air sudah melebihi batas kekeruhan yang ditentukan. Pengujian kekeruhan air akuarium menunjukkan saat kekeruhan mencapai 3000 NTU membuat pompa aktif dan *filter* bekerja sampai kekeruhan berada pada nilai 498 NTU lalu pompa mati secara otomatis. Nilai pH dan kekeruhan air berhasil ditampilkan dengan baik di aplikasi buatan pada *smartphone*. Hasil pengujian menyimpulkan bahwa sistem *monitoring* yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan dengan baik [8].

Pada tahun 2020 penelitian yang berjudul NodeMCU dan Kontrol Pengukuran pH Air Berbasis Android untuk Menentukan Tingkat Kejernihan pada Air Tawar oleh Febrian Wahyu Christanto, membahas sistem pengontrolan pH dan suhu air pada air tawar secara otomatis, dirancang menggunakan NodeMCU dan sensor analog pH air. Perangkat ini dapat diatur dengan nilai pH minimal dan maksimalnya sesuai dengan *range* pH yang dibutuhkan sehingga pH pada air tawar tetap terkontrol dan stabil pada nilai yang diinginkan untuk keperluan budidaya ikan. Dengan dioperasikan dengan *smartphone* Android yang mayoritas banyak penggunaannya dan aplikasi yang menarik serta mudah dalam penggunaan sehari-hari serta didukung peralatan yang mudah diperoleh terbukti dengan hasil kuesioner kepuasan pengguna mencapai 57% setuju sistem ini dapat membantu menurunkan tingkat kematian ikan karena pH air dan suhu air yang tidak seimbang [9].

Penelitian tahun 2019 yang berjudul Sistem *Monitoring* dan Mengontrol Aquarium dalam Pemeliharaan Ikan Hias dari Jarak Jauh oleh Pretty Veronica Ertyan, membahas tentang sistem pemantauan kualitas air akuarium ikan hias

melalui Android, membuat alat pendeteksi kekeruhan air di dalam akuarium. Pemantauan kondisi kualitas air akuarium akan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, dan sensor mendeteksi kekeruhan air adalah sensor suhu DS18B20. Sistem ini dibuat secara bertahap mulai dari perancangan mekanik, konfigurasi mikrokontroler, sinkronisasi pembacaan sensor, tampilan *monitoring* dan pengukuran parameter terhadap Android. Hasil akhir berupa *monitoring* yang sudah diuji pada akuarium dalam pemeliharaan ikan hias dari jarak jauh. Pada penelitian ini menggunakan sensor pH, sensor *turbidity*, dan sensor suhu. Tingkat keasaman untuk ikan hias air tawar 6 -7.5, tingkat kekeruhan <25 NTU, dan suhu akuarium 20°C sampai dengan 28°C. Penelitian ini menggunakan Thingspeak dengan prinsip *Internet of Things* [10].

Penelitian tahun 2021 yang berjudul Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Budidaya Ikan Hias Air Tawar Berbasis IoT (*Internet of Things*) oleh Wahyu Dewantoro, membahas tentang perlunya sistem untuk mengawasi kualitas air dan dapat diakses di mana saja dengan menggunakan IoT (*Internet of Things*). Dalam membangun sistem pemeriksaan kualitas air untuk pengembangan ikan hias air tawar berbasis IoT, metode yang digunakan yaitu Metode PIECES dan Metode Pengembangan *Prototype*, serta perencanaan dengan diagram *Unified Modelling Language*. Metode PIECES (*Performance, Information/Data, Economic, Control/Security, Efficiency, dan Service*) adalah analisis yang digunakan untuk sistem pendeteksi kualitas air tawar dan *monitoring*. Metode ini digunakan untuk menemukan permasalahan yang bergantung pada parameter PIECES, yaitu kinerja, informasi/data, ekonomi, keamanan/kontrol aplikasi, efisiensi, dan pelayanan pengguna sistem, sehingga permasalahan yang ada dapat dianalisa dan diusulkan suatu sistem untuk mengatasi kekurangan sistem. Sensor yang digunakan pada air kolam atau akuarium adalah sensor pH-4502C untuk mengukur tingkat pH/tingkat keasaman, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu, sensor *turbidity* SEN0189 untuk mengukur tingkat kekeruhan, *buzzer* yang berfungsi sebagai aksi sistem ketika air pada kolam keruh, dan juga *relay* berfungsi sebagai aksi untuk menyalakan pompa pH naik atau pH turun ketika nilai pH kurang baik, serta mikrokontroler ESP32 yang digunakan untuk mengolah data sensor dan mengirim data sensor melalui jaringan *wireless*, data yang dikirim oleh ESP32

dapat di-*monitoring* melalui aplikasi Android. Pada pengujian sensor suhu DS18B20 didapatkan keakurasian sensor sebesar 99.5%, pengujian sensor pH mendapatkan nilai keakurasian sensor sebesar 91.25%, pengujian sensor *turbidity* didapatkan nilai ADC 12 Bit sehingga didapatkan rumus persamaan linear untuk menghasilkan nilai NTU [11].

Penelitian tahun 2020 yang berjudul Rancang Bangun Alat *Monitoring* Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* (IoT) oleh Riyan Kharisma, membahas tentang pembuatan alat untuk *monitoring* kondisi air dan penanganannya dengan menggunakan IoT sebagai salah satu alternatif yang menguntungkan karena menampilkan data secara *real-time* terkoneksi dengan internet. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH meter sebagai pembaca kadar pH, sensor suhu DS18B20 sebagai pembacaan suhu dalam air, dan sensor TDS sebagai pembacaan kadar salinitas pada air. Penggunaan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk membuat aksi pada data yang direspon oleh sensor-sensor tersebut. Data yang telah didapat dari sensor akan diaksi oleh NodeMCU dan diteruskan melalui IoT untuk dikirimkan ke server dan diteruskan ke *user* (Telegram) secara otomatis. Telegram juga dapat mengakses data sensor secara manual dengan cara mengirim pesan teks tertentu yang telah dimasukkan ke dalam program. Saat kondisi air tidak sesuai dengan kondisi normal dan datanya kurang atau lebih dari data air normal yang dimasukkan maka akan muncul notifikasi otomatis dan akan dilakukan penanganan secara otomatis [12].

Penelitian tahun 2022 dengan judul Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linier oleh Hanif Aditya Pemana, membahas tentang monitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga. pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu dibawah 25 NTU. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sistem, kemudian sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air, kemudian sensor *turbidity* untuk mendeteksi nilai kekeruhan air, kemudian *Buzzer* berfungsi sebagai alarm dan yang terakhir LCD berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor tersebut. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode regresi linear untuk mengetahui

keakuratan dari pembacaan sensor pH. Pada penelitian ini terdapat pengujian sensor *turbidity* untuk menguji hasil sensor, pengujian sensor pH untuk menguji nilai ADC / tegangan *output* dan akurasi sensor pH, pengujian regresi linear pada sensor pH dan pengujian QOS untuk mengetahui beberapa nilai parameter diantara lain *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *jitter*. Pada sistem ini digunakan Android untuk *monitoring* dan notifikasi dengan implementasi *internet of things*. Berdasarkan hasil pengujian pada sensor pH dengan kondisi pH 4,2, 7,1 dan 9,4, pada pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata *error* nya yaitu 2%. Namun setelah diuji dengan metode regresi linier dengan persamaan $y = -0,2540 + 1,0468X$ nilai rata-rata *error*-nya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian ini. Pada hasil pengujian QOS *delay* didapatkan nilai rata-rata pengujian *delay* sebesar 975,9470 ms dimana termasuk dalam kategori jelek, *packet loss* didapatkan rata-rata sebesar 15,126 % dimana termasuk dalam kategori sedang, *throughput* didapatkan rata-rata sebesar 694,661 bit/s dimana termasuk dalam kategori sangat bagus dan *jitter* didapatkan rata-rata sebesar 473,9918 ms dimana masuk dalam kategori jelek [3].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, untuk tugas akhir ini terdapat beberapa kesamaan dan perbedaan. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem yang menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler dan menghubungkannya ke koneksi *Wi-Fi* melalui NodeMCU ESP8266 agar dapat mengirim data ke *database online* Google Firebase. Lalu ada tiga sensor yang digunakan yakni sensor pH-4502C, sensor suhu DS18B20, dan sensor *turbidity* SEN0819. Sistem kemudian dipantau secara jarak jauh dengan tambahan aplikasi Android yang akan dibuat melalui platform MIT App Inventor. Selanjutnya sistem yang telah dibuat akan dilakukan pengujian *Quality of Service* (QoS) untuk mengetahui kualitas jaringan yang dipakai dengan menguji parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss*.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Ikan Neon Tetra



Gambar 2.1 Ikan Neon Tetra (*Paracheirodon innesi*)

Ikan Neon Tetra (*Paracheirodon innesi*) merupakan salah satu ikan hias air tawar yang tergolong kuat dan toleran terhadap perubahan pH maupun suhu untuk pemeliharannya. Ikan ini berasal dari sungai Amazon, Amerika Selatan, dan juga ditemukan di Peru. Ikan Neon Tetra memiliki ciri khas warna biru yang menyala sepanjang tubuhnya mulai dari ujung mulut hingga pangkal ekor. Karena ukurannya yang kecil, sebaiknya apabila memelihara Neon Tetra di dalam akuarium tidak dipelihara bersama ikan yang berukuran besar atau ikan yang agresif. Neon tetra bersifat omnivora, baik dari bahan hewani maupun nabati, seperti makanan berupa *flake food*, udang-udang kecil, *daphnia*, *bloodworms* atau cacing darah beku dan kering, cacing tubifek, serta dapat diberi makan pelet berukuran kecil.

Ikan Neon Tetra dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan, namun cukup rentan apabila terjadi perubahan lingkungan secara drastis. Di alam, ikan ini mendiami perairan yang sedikit asam dan kesadahan rendah dengan suhu berkisar antara 20 - 26 derajat celcius. Ikan Neon Tetra sangat mudah untuk dipelihara di akuarium dengan air yang memiliki pH sekitar 5,0 - 7,0 dengan suhu menyerupai suhu di alamnya yaitu antara 20 - 26 derajat celcius [13].

Untuk memastikan kesehatan ikan Neon Tetra yang baik, harus menjaga tingkat pH akuarium antara 6,8 hingga sedikit asam menggunakan filter. Karena

ikan Neon Tetra ditemukan di iklim hangat, jadi ketika mereka disimpan di akuarium, suhu air harus dijaga antara 23-26 derajat Celcius. Neon Tetra akan tetap sehat dalam air yang sedikit asam. Mereka dapat mentolerir pH antara 6-7,5, tetapi pH optimal untuk akuarium adalah 6,8 [14].

2.2.2 Kualitas Air Ikan Hias

Ikan hias adalah hasil budidaya yang sangat diminati oleh berbagai kalangan masyarakat. Kebanyakan pembudidaya ikan memiliki pekerjaan sampingan yang berbeda dari bidang tersebut, sehingga menyebabkan masalah pada pemantauan kualitas air. Ikan hias memiliki kemampuan dalam berbagai kondisi yang sangat dipengaruhi oleh air, suhu dan keasaman (pH/kemampuan Hidrogen), dan kecerahan air. Lingkungan hidup yang ideal untuk ikan hias rata-rata adalah suhu 25 – 32°C dan tingkat pH 6 – 7 [11].

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010, bahwa kualitas air yang baik digunakan indikator parameternya yakni tingkat keasaman (pH), kekeruhan dan suhu air. Air yang tidak tercemar memiliki standar pH 6,5-8,5, sedangkan untuk indikator standar kekeruhan sebesar 5 NTU, serta standar suhu air yakni 15°C - 35°C [15]. Kualitas air akuarium yang baik dapat dipenuhi jika parameternya terpenuhi, parameter tersebut seperti tingkat keasaman atau pH, tingkat kekeruhan air, serta suhu air juga perlu diperhatikan.

a. Tingkat pH

Tidak ada angka ideal dalam menentukan pH untuk ikan hias. Hal ini disebabkan karena setiap jenis ikan mempunyai kebutuhan Parameter pH yang berbeda-beda. Sebagai acuan, ikan hias air tawar membutuhkan pH air di rentang 5.5 – 7.5. Namun, ada beberapa kondisi pH air yang wajib dihindari, yaitu:

- Di bawah 6.5 pH – Ikan akan cenderung stres dan pertumbuhannya menjadi terhambat.
- Di bawah 5 pH – Ikan akan susah kawin (bereproduksi), sementara untuk bayi-bayi ikan / burayak akan mudah mati.
- Di bawah 4 pH atau diatas 11 pH – Ikan sudah pasti mati.
- pH *swing* (perubahan pH yang terlalu drastis) – Ikan bisa stres dan bisa berakibat pada kematian.

Perlu diketahui bahwa ikan secara alami dapat beradaptasi. Parameter pH cenderung tidak pernah statis, alias dapat berubah-ubah karena beberapa hal. Apabila memiliki ikan hias yang membutuhkan parameter pH 6,4 maka cukup menjaga pH air akuarium berada di rentang 6-7 saja [16].

b. Tingkat Kekeruhan Air

Kekeruhan air dapat dikarenakan oleh pasir, zat organik serta anorganik yang halus, plankton dan mikroorganisme lainnya. Standar kekeruhan air ditetapkan antara 5 sampai 25 NTU [17].

c. Tingkat Suhu Air

Kebanyakan ikan menyukai suhu 21-27 derajat C. Namun perlu menjaga suhu pada kisaran 25,5-28 derajat C atau 28-32 derajat C. Tidak disarankan memberikan air yang dingin dengan alasan membuat ikan merasa sejuk. Air yang dingin dapat menimbulkan penyakit seperti bercak putih atau *whitespot* pada ikan, hingga membuat ikan cepat mati [18]. Berdasarkan standar parameter kualitas air pada budi daya ikan air tawar dapat dilihat pada Tabel 1 [19].

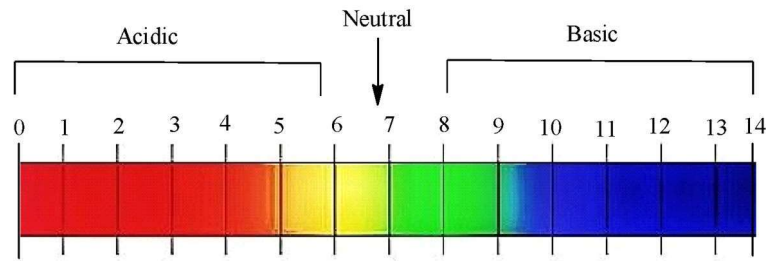
Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Budidaya Ikan Air Tawar SNI 7550:2009

Jenis Parameter	Satuan	Kisaran
Suhu	°C	25 - 32
pH	-	6.5 – 8.5
Oksigen Terlarut	mg/l	≥ 3
Amoniak	mg/l	< 0.02
Kecerahan	Cm	30 - 40
Kekeruhan	Cm	40 - 50
Karbondioksida (CO ₂)	mg/It	< 15
Nitrit (NO ₂)	ppm	< 0.05
Alkalinitas	mg/It	> 20
Kesadahan Total	mg/It	> 20

2.2.3 Keasaman atau pH Air

Keasaman air atau pH adalah suatu ukuran keasaman dan kadar alkali dari sebuah contoh cairan. *Potential of Hidrogen* (pH) adalah ukuran konsentrasi *ion hidrogen* untuk menunjukkan tingkat kebasahan dan keasaman dari suatu zat. Nilai pH pada umumnya dari 1-14, larutan yang asam memiliki pH kurang dari 7 dan larutan basa memiliki nilai pH lebih dari 7, untuk pH bernilai 7 bersifat netral.

Sebagian besar persediaan air memiliki pH antara 7.0-8.2 namun beberapa air memiliki pH di bawah 6.5 atau diatas 9.5.



The pH Scale

Gambar 2.2 Skala pH Air

Pengukuran secara manual dilakukan dengan kertas lakmus. Apabila kertas lakmus berwarna merah, maka tingkat keasamannya rendah sedangkan berwarna biru maka tingkat kebasaannya tinggi. Dalam pengukuran tingkat pH bisa menggunakan pH meter [20].

2.2.4 Suhu Air

Suhu merupakan suatu besaran fisika yang menyatakan banyaknya panas maupun dingin yang terkandung dalam suatu benda. Perubahan pada suhu air dapat membawa akibat yang kurang menguntungkan bagi organisme perairan, akibat yang kurang menguntungkan ini biasa menyangkut kematian, menghambat proses pertumbuhan, mengganggu proses respirasi dan lain-lainnya.

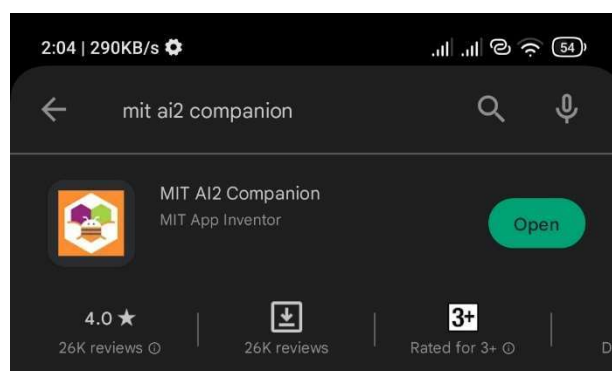
Suhu air di dalam akuarium menjadi faktor yang sangat penting bagi pertumbuhan ikan hias. Suhu air yang normal akan membuat ikan hias dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, tidak stress, dan terhindar dari berbagai penyakit. Suhu air untuk berbagai ikan hias berbeda-beda, tergantung dari jenis ikan hias yang dibudidayakan. Hardjosoemitro (2011) menyatakan bahwa suhu air yang normal bagi kehidupan ikan hias tropis antara 24-27°C. Namun, semua itu tergantung dengan jenis ikan. Batas toleransi suhu pada ikan yaitu, jika suhunya tinggi maka bisa mencapai 35°C dan apabila suhu rendah bisa mencapai 18°C [21].

2.2.5 Kekeruhan Air

Tingkat kekeruhan air biasa disebut Turbiditas. Turbiditas pada air disebabkan oleh adanya materi suspensi, seperti tanah liat/lempung, endapan lumpur, partikel organik yang koloid, plankton, dan organisme mikroskopis lainnya. Turbiditas biasanya diukur dengan turbidimeter yang berprinsip pada

spektroskopi absorpsi, dan yang diukur adalah absorpsi akibat partikel yang tercampur. Turbiditas juga biasa diukur dengan turbidimeter atau nephelometer yang berprinsip pada hamburan sinar dengan peletakan detektor pada sudut 90° dari sumber sinar dan yang diukur adalah hamburan cahaya oleh campurannya. Tingkat kekeruhan atau turbiditas ini ditunjukkan dengan satuan pengukuran yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Berdasarkan ketentuan dari Badan Kesehatan Dunia (WHO), batas maksimum tingkat kekeruhan air minum yang memenuhi syarat adalah 5 NTU [22].

2.2.6 MIT AI2 Companion

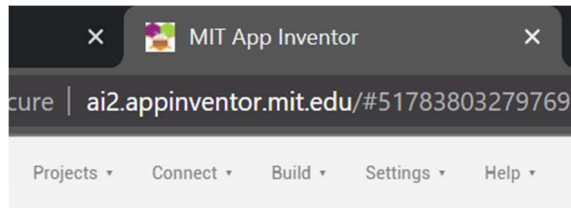


Gambar 2.3 Aplikasi Android MIT AI2 Companion

Jika menggunakan MIT App Inventor, maka kita tahu bahwa salah satu fitur utamanya adalah kemampuan untuk mengembangkan aplikasi secara bertahap dan melihatnya terbuka di perangkat secara *real-time*. Hal ini difasilitasi oleh aplikasi bernama MIT AI2 Companion yang berjalan di perangkat. MIT AI2 Companion merupakan aplikasi *smartphone* dari platform MIT App Inventor, berfungsi untuk menguji coba aplikasi rancangan yang dibuat melalui platform MIT App Inventor [23]. Cara pemakaian MIT AI2 Companion antara lain [24]:

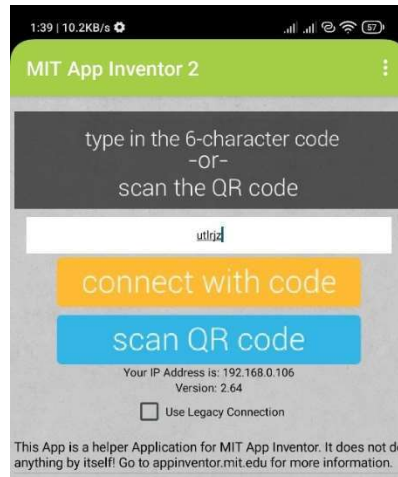
1. Untuk memulai, buka App Inventor di web.
2. Buka langsung ai2.appinventor.mit.edu, atau klik tombol oranye "Create" dari situs web App Inventor.
3. Pada tab baru, *login* dengan *username* dan *password* Gmail (atau Google). Gunakan akun Gmail atau akun Google berbasis sekolah yang ada untuk masuk ke ai2.appinventor.mit.edu.
4. Setelah *login*, jendela desain aplikasi yang telah dibuat akan muncul, sebelumnya desain aplikasi harus dibuat terlebih dahulu.

5. Salah satu hal paling menarik tentang App Inventor adalah kita dapat melihat dan menguji aplikasi saat membuatnya, pada perangkat yang terhubung. Jika kita memiliki ponsel atau tablet Android, ikuti langkah-langkah di bawah ini.
6. Pada jendela desain aplikasi, untuk mencoba atau menjalankan aplikasi yang telah dibuat, dapat menggunakan dua cara, yaitu melalui fungsi menu *Connect* dan *Build* pada tab menu bagian paling atas.



Gambar 2.4 Menu *Connect* dan *Build*

7. Cara pertama yaitu melalui menu *Connect*. Terdapat 3 menu pilihan pada menu *Connect* yang digunakan untuk mencoba aplikasi secara langsung tanpa meng-*install*-nya (namun sebelum itu wajib meng-*install* aplikasi utama MIT App Inventor di Play Store Android). Menu tersebut yaitu AI Companion, *Emulator*, dan USB. Di sini kita menggunakan AI Companion.
8. Hubungkan App Inventor ke ponsel kita untuk pengujian langsung. Metode yang lebih disukai untuk mendapatkan aplikasi AI2 Companion adalah mengunduh aplikasi dari Play Store dengan mencari "MIT AI2 Companion".
9. Setelah menginstalnya, maka *shortcut* MIT AI2 Companion akan tampil pada *smartphone* Android.
10. Di ponsel atau tablet kita, klik ikon MIT AI2 Companion untuk memulai aplikasi. CATATAN: Ponsel dan komputer harus berada di jaringan nirkabel yang sama. Pastikan *Wi-Fi* ponsel aktif dan terhubung ke jaringan nirkabel lokal. Jika tidak dapat terhubung melalui *Wi-Fi*, buka *Setup Instructions* di situs web App Inventor untuk mengetahui cara menghubungkan dengan kabel USB. Dapatkan *Connection Code* dari App Inventor dan pindai atau ketikkan ke dalam aplikasi MIT AI2 Companion.
 - a. Memindai kode QR dengan mengklik "*Scan QR Code*" (#1).
 - b. Ketik kode ke dalam jendela teks dan klik "*Connect with Code*" (#2).



Gambar 2.5 Tampilan Awal Aplikasi MIT AI2 Companion

11. Kita akan tahu bahwa koneksi berhasil ketika kita melihat aplikasi berjalan otomatis di perangkat yang terhubung.
12. Cara kedua, yaitu melalui menu *Build*. Terdapat 2 menu pilihan pada menu *Build* yang digunakan untuk men-*download* dan meng-*install* aplikasi yang telah dibuat ke *smartphone* Android tanpa meng-*install* MIT AI2 Companion. Menu tersebut yaitu Android App (.apk) dan Android App Bundle (.aab). Di sini kita menggunakan Android App (.apk).
13. Setelah memilih menu Android App (.apk), akan muncul *loading screen*, tunggu beberapa saat hingga selesai. Kemudian akan muncul jendela instruksi yang menginformasikan cara meng-*install* aplikasi ke *smartphone* android, yaitu men-*download* secara langsung sebuah *file* APK di laptop atau *smartphone* yang nantinya akan di-*instal*, atau dengan memindai *barcode* melalui *smartphone* yang membuat aplikasi tersebut akan ter-*download* secara otomatis di *smartphone*.



Gambar 2.6 Ikon Aplikasi

14. Setelah ter-*install*, ikon aplikasi yang dibuat akan muncul pada *smartphone*, selanjutnya aplikasi yang dibuat sudah dapat digunakan.

2.2.7 *Internet of Things*

Internet of Things adalah teknologi yang memungkinkan benda-benda di sekitar kita terhubung dengan Internet. *Internet of things* menjadikannya sebuah bidang penelitian tersendiri sejak berkembangnya teknologi internet (IT) dan media komunikasi lain. Metodologi yang digunakan dalam pengembangan IoT ini adalah berbagai macam dari yang *real-time system* hingga penggunaan alur *prototype*. Semakin berkembang keperluan manusia tentang teknologi, maka semakin banyak penelitian yang akan hadir, *Internet of Things* adalah salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, *Radio Frequency Identification* (RFID), *Wireless Sensor Network*, serta *Smart Object* lain yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet [25].

2.2.8 **Sensor pH-4502C**

Sensor pH adalah instrumen untuk mengukur konsentrasi hidrogen dalam sebuah larutan. Baik sensor pH untuk air maupun untuk tanah perlu dikalibrasi berkala agar ke-akuratannya terjamin. Untuk menjamin keakuratan sensor pH, diperlukan bahan *buffer solution* dengan pH diketahui dan akurat. *Buffer* yang digunakan umumnya adalah dengan pH 4.0 dan pH 7.0. Beberapa produsen sensor pH juga menyertakan instrumen untuk melakukan kalibrasi secara manual. Namun jika dihubungkan dengan Arduino maka Arduino juga perlu dikalibrasi [26]. Sensor pH ini dibekali dengan modul akuisisi data, di mana modul ini memiliki fungsi untuk merubah keluaran sensor menjadi tegangan pada pin analog dan juga memiliki karakteristik yaitu semakin besar kadar asam pH air maka semakin besar tegangan yang diperoleh [27].

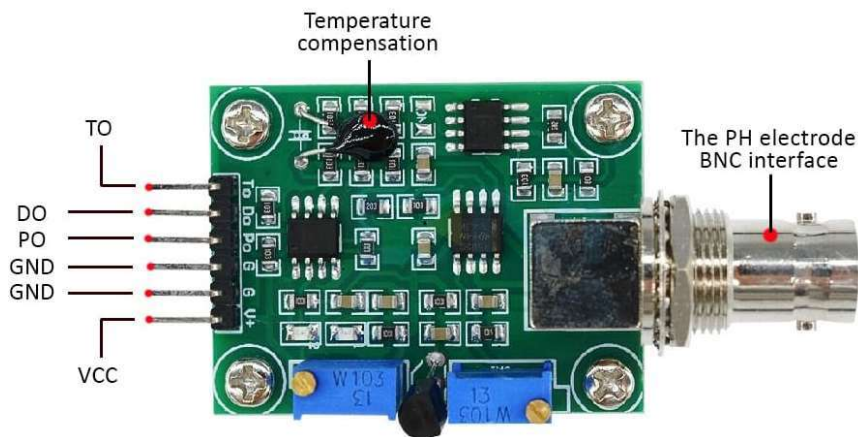
a. **pH Modul pH-4502C**

pH Modul pH-4502C merupakan modul sensor pH yang akan digunakan dalam penelitian ini [28].

Tabel 2.2 Spesifikasi Modul pH-4502C

No	Parameter	Keterangan
1.	Tegangan	5, 0.2 (AC DC)
2.	Arus Kerja	5-10 mA
3.	Deteksi Konsentrasi	pH 0-14

No	Parameter	Keterangan
4.	Deteksi Suhu	0 - 80 °C
5.	Respon Waktu	≤ 5 detik
6.	Waktu Stabil	≤ 60 detik
7.	Konsumsi Daya	≤ 0.5 W
8.	Suhu Kerja	-10 – 50 °C (suhu nominal 20 °C)
9.	<i>Output</i>	Pin analog
10.	Ukuran modul	43mm x 32mm x 20mm
11.	Akurasi	+/- 0.1pH (25° C)



Gambar 2.7 Modul pH-4502C

Ada 6 buah pin yang terdapat pada modul pH-4502C yakni [28]:

1. To – *Temperature compensated output* (keluaran kompensasi suhu)
2. Do – Pemicu batas *output* 3.3V (digital)
3. Po – Keluaran analog pH (analog)
4. GND – *Ground* untuk *probe* sensor pH (digital)
5. GND – *Ground* untuk *board* (analog)
6. VCC – 5V DC

Ada beberapa pin opsional pada pH-4502C: To, Do, dan GND (pin sebelah Po). Kita tidak memerlukan pin ini, kecuali jika kita menginginkan sinyal digital untuk batas pH, atau sensor suhu analog, karena pH-4502C sudah memiliki kompensasi suhu bawaan [29].

b. pH Meter *Electrode BNC Connector*



Gambar 2.8 pH Meter *Electrode BNC Connector*

Merupakan *probe* pada sensor pH yang digunakan untuk mengukur tingkat keasamaan air.

Tabel 2.3 Spesifikasi pH Meter *Electrode BNC Connector*

No.	Parameter	Keterangan
1.	Rentang Pengukuran	0,00 – 14,00 pH
2.	Presentase Akurasi	98,5%
3.	Respon Waktu	Kurang dari 1 menit
4.	Suhu Operasional	0 - 60° C
5.	Konektor	Port BNC
6.	Panjang Kabel	0,8 m

2.2.9 Sensor Suhu DS18B20



Gambar 2.9 Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*

Sensor DS18B20 adalah salah satu jenis sensor suhu yang memiliki 9-12 bit ADC *internal*. Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu yang bekerja dengan menggunakan protokol komunikasi *one wire*, yang menurut *datasheet*-nya hanya perlu satu jalur data (dan satu *ground*) untuk dapat berkomunikasi dengan mikroprosesor. Untuk sumber dayanya sensor ini bisa menggunakan daya pada jalur datanya. Setiap sensor DS18B20 memiliki kode serial 64-bit sehingga dapat

menggunakan sensor DS18B20 yang lebih dari satu buah sensor pada jalur komunikasi *one wire* yang sama yaitu *output* dari sensor hanya dihubungkan ke satu pin Arduino saja. Secara umum sensor DS18B20 memiliki 3 kaki, yaitu GND (warna hitam), Data (warna kuning), dan VCC (warna merah).

Semua jenis sensor DS18B20 memiliki 2 mode *power* yaitu Normal dan *Parasite*. Pada mode Normal, pin terhubung sesuai dengan namanya yaitu VCC ke sumber tegangan (+5V), GND ke *ground*, dan Data ke pin digital Arduino. Di antara pin data dan VCC diberi resistor *pull-up* sebesar $\pm 4K7$ Ohm untuk mengatasi kondisi mengambang (antara *Low* dan *High*) yang terjadi pada rangkaian sensor agar keluaran dapat terdefinisi *HIGH* atau *LOW* (karena sensor ini *output*-nya digital, jadi kalau tidak 0, maka nilainya 1). Pada *Parasite Power*, perbedaannya pada pin GND dan VCC disatukan dan terhubung dengan *Ground*. Sedangkan Data tetap akan terhubung ke pin Arduino dengan juga tetap menggunakan resistor *pull-up*. Pada mode ini daya sensor berasal dari jalur Data [30].

Sensor DS18B20 memiliki tipe *waterproof* yang dapat digunakan untuk alat ukur dan kontrol pemanas air. Sensor suhu DS18B20 dapat membaca suhu dengan ketelitian 9 - 12 bit (*ADC internal*) dengan rentang suhu 55°C - 125 °C dan ketelitian +/- 0,5 °C. Fitur sensor suhu DS18B20 yaitu [31]:

1. Untuk antarmuka hanya menggunakan satu kabel untuk komunikasi
2. Kode unik 64 bit ada pada setiap sensor yang tertanam di *onboard* ROM
3. Tidak membutuhkan komponen tambahan
4. Rentang daya yaitu 3.0V sampai 5V.
5. Rentang suhu mulai dari -55 °C sampai 125 °C
6. Memiliki tingkat akurasi +/-0.5°C pada rentang -10 °C sampai 85 °C
7. Resolusi sensor mulai dari 9-12 bit dan dapat dipilih sesuai kebutuhan
8. Dapat mengkonversi suhu 12 bit *digital word* dalam waktu 750 ms
9. Untuk mode sensor daya parasit (VCC diambil dari jalur data) sensor ini hanya membutuhkan 2 pin yaitu DQ dan GND [30].

2.2.10 Sensor *Turbidity* SKU SEN0189



Gambar 2.10 Sensor *Turbidity* SEN SKU0189

Sensor *turbidity* merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhan pada air atau larutan. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel-partikel halus yang terlarut dalam air dengan mengukur tingkat transmitansi dan hamburan cahaya yang berubah terhadap padatan yang terlarut dalam air. Apabila semakin tinggi kadar dari padatan yang terlarut maka nilai kekeruhannya akan semakin tinggi dan juga sebaliknya. Tegangan dari sensor juga akan berbanding lurus dengan kadar tingkat kekeruhan pada air yang sedang diukur. Spesifikasi sensor *turbidity* SKU SEN0189 yaitu [32]:

- Tegangan Operasi: 5V DC
- Arus operasi: 40 mA (Max)
- Waktu respons: < 500mS
- Resistansi isolasi: 100m ohm
- Output analog: 0 – 4.5 V
- Output digital: *HIGH* atau *LOW*, ambang batas yang dapat disesuaikan
- Suhu operasi: 5 – 90 celcius
- Suhu penyimpanan: 10 – 90 celcius
- Berat: 30 gr
- Dimensi adaptor: 38mm/28mm/10mm.

2.2.11 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat komputer mini (mikro) yang dikemas dalam satu *chip* tunggal IC (*Integrated Circuit*) dan mempunyai program operasi tertentu didalamnya. Komponen pada mikrokontroler ini hampir mirip dengan sebuah perangkat komputer (PC) biasa. Selain memiliki *Central Processing Unit*

(CPU), mikrokontroler juga dilengkapi dengan komponen RAM, ROM, serta perangkat *input* dan *output* (*Port IO*) yang bisa kita program sesuai kebutuhan. Sebagian penggunanya menyebut perangkat ini dengan nama *Embedded Mikrokontroler*. Hal ini karena disebabkan oleh posisi mikrokontroler yang *embedded system* yakni menjadi satu bagian dengan perangkat sistem yang lebih besar. Perangkat mikrokontroler ini hanya akan berfungsi jika didalamnya telah diisi dengan sebuah program perintah tertentu. Perangkat komputer mini ini memiliki komponen komponen dasar yang membentuk satu kesatuan sistem. Struktur pembentuk komponen mikrokontroler ini saling berkaitan untuk dapat menerima perintah program dari penggunanya, di antaranya yaitu:

- CPU
- RAM dan ROM
- *Port Serial (Serial Port)*
- *Timer dan Counter*
- *Port INPUT / OUTPUT*
- *Special Functioning Block*
- *Interrupt Control*
- *Analog to Digital Converter*
- *Digital to Analog Converter*

ADC (*Analog Digital Converter*)

Peran mikrokontroler sebagai ADC (*Analog Digital Converter*) adalah untuk mengubah (konversi) sinyal *input* analog (dari perangkat masukan eksternal) menjadi sinyal *input* digital. Selain itu fungsi ADC juga dapat digunakan untuk komunikasi antar mikrokontroler dengan perangkat eksternal (sensor) yang mempunyai gelombang sinyal *output* berupa gelombang sinyal analog [33].

2.2.12 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang bersifat *opensource*. *Opensource* adalah aplikasi dan *hardware* bersifat terbuka, sehingga dapat dengan bebas digunakan, menyebarluaskan dan mengembangkan aplikasinya secara gratis. Arduino Nano adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* Atmega328P dengan bentuk yang lebih kecil. Arduino Nano tidak memiliki *jack*

power DC dan pemrogramannya menggunakan USB *mini type B*. Spesifikasi Arduino Nano yaitu [34]:

1. Menggunakan *chip* Atmega328p atau Atmega168.
2. Tegangan operasi 5V.
3. Tegangan input 7V-12V.
4. Terdapat pin digital i/o 14 buah dan 6 diantaranya *output* PWM.
5. 8 pin *input* analog resolusi 1024 bit
6. 20 MA arus DC per pin I/O
7. *Flash memory* 32 KB pada Atmega328
8. 16MHz *Clock Speed*
9. Ukuran 1.85cm x 3.3 cm



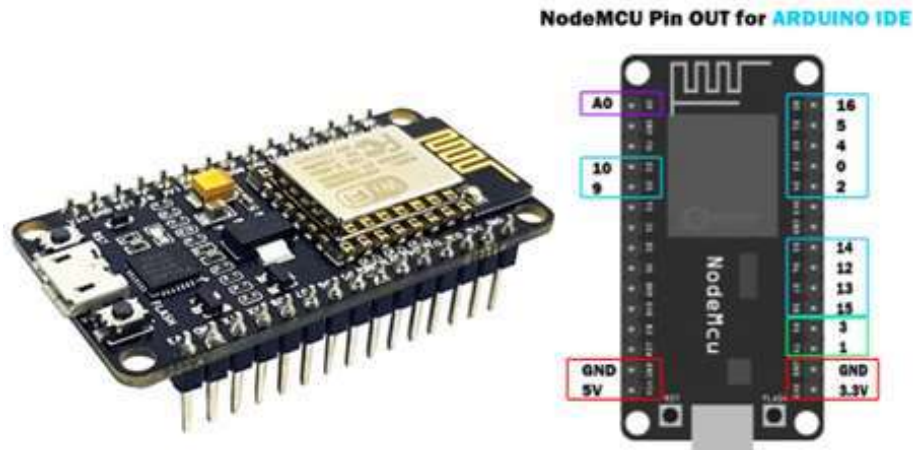
Gambar 2.11 Arduino Nano

2.2.13 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah *opensource* platform IoT dan pengembangan *kit* yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. Pengembangan *kit* didasarkan pada modul ESP8266 yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, *1-wire* dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua di dalam satu *board*. NodeMCU mempunyai fitur *Wi-Fi* dan pada NodeMCU dilengkapi dengan *port micro* USB yang berfungsi untuk pemrograman dan *power supply*. NodeMCU berukuran panjang 5.83cm, lebar 2.54, dan berat 7 gram. Spesifikasi modul NodeMCU ESP8266 yaitu [35]:

- a. Mikrokontroler: ESP8266-12E
- b. Tegangan input: 3.3-5V
- c. GPIO: 13 Pin
- d. Kanal: 10 kanal
- e. 10 bit ADC pin: 1 pin
- f. *Flash memory*: 4 mb

- g. *Clock speed*: 40/26/24 Mhz
- h. *USB port*: Micro USB
- i. *USB chip*: CH340G



Gambar 2.12 NodeMCU ESP8266

Pada NodeMCU kita tidak menggunakan pin yang tertera pada tulisan di *Board*. Misal di *Board* tulisannya D0, maka untuk menggunakan pin tersebut kita jangan tulis D0 di program, tapi harus yang sesuai dengan pin *OUT*, yaitu masukkan 16, seperti pada gambar 2.7. Jika mau pake D5, masukkan 14 di program [36].

2.2.14 *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service sebagaimana dijelaskan dalam rekomendasi CCITT E.800 adalah efek kolektif dari kinerja layanan yang menentukan derajat kepuasan seorang pengguna terhadap suatu layanan. *QoS (Quality of Service)* adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwith*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter *QoS* adalah *latency*, *jitter*, *packet loss*, *throughput*, dan sebagainya. Performansi merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis, yaitu [37]:

a. *Delay (Waktu Tunda)*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti, atau juga waktu proses yang lama. Menurut versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) (Joesman 2008), besarnya *delay* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata } \textit{delay} \text{ (s)} = \frac{\text{Total } \textit{delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2.1)$$

Tabel 2.4 Standarisasi *Delay* (Sumber: TIPHON)

Kategori <i>Delay</i>	Besar <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

b. *Packet loss* (Paket Hilang)

Packet loss adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. Nilai *packet loss* sesuai dengan versi TIPHON (Joesman 2008) adalah sebagai berikut:

$$Packet\ loss = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Tabel 2.5 Standarisasi *Packet Loss* (Sumber: TIPHON)

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

c. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan transfer data efektif yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dan dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Persamaan perhitungan *throughput*, yaitu:

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2.3)$$

Tabel 2.6 Standarisasi *Throughput* (Sumber: TIPHON)

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	100%	4
Bagus	75%	3
Sedang	50%	2
Jelek	< 25%	1