

**SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2
BANK AIR KAMI**



Disusun oleh :

Nama : Kevin Fernando Atalaric
NIM : 18523065

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA-PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2

BANK AIR KAMI

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

Nama : Kevin Fernando Atalaric

NIM : 18523065

Yogyakarta, 16 Februari 2024

Pembimbing,

الجامعة الإسلامية
الابستاد الاندو

(Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons))

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2
BANK AIR KAMI

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika-Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 Juli 2024

Tim Penguji

Ari Sujarwo, S.Kom., MIT.(Hons)



Anggota 1

Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.



Anggota 2

Andhik Budi Cahyono, S.T., M.T.

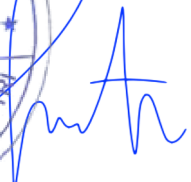


الجامعة الإسلامية
Mengetahui,
الدراسات الإسلامية
الهندسية

Ketua Program Studi Informatika-Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kevin Fernando Atalaric

NIM : 18523065

Tugas akhir dengan judul:

SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2 BANK AIR KAMI

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 Februari 2024



(Kevin Fernando Atalaric)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rahmat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, dengan ini saya persembahkan karya ilmiah ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Ayah dan Ibu, Adik, serta keluarga besar. Terima kasih atas doa, nasihat dan segala pengorbanan yang diberikan kepada peneliti.
2. Istri tercinta yang selalu menemani dan memberikan support untuk segera menyelesaikan karya ilmiah ini.
3. Dosen pembimbing peneliti, bapak Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons), yang sangat membantu dalam penelitian di tugas akhir ini. Terima kasih atas ilmu, tanggapan dan bimbingan yang telah diberikan, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas dengan kebaikan yang banyak.
4. Tim Peneliti Bank Air Kami, dan teman teman yang mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

HALAMAN MOTO

Motto

“Kesuksesan dalam sebuah bidang merupakan buah dari konsistensi dalam melakukan suatu aspek yang membangun dalam bidang tersebut dan dapat bersabar atas hasil yang didapatkan di permulaan”

-Kevin Fernando Atalaric-

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

-Q.S Al-Insyirah: 5-6-

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2 BANK AIR KAMI”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penelitian ini berjalan lancar berkat bantuan berbagai pihak. Peneliti mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada pembimbing: Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons).

Ucapan terimakasih juga peneliti sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian studi, diantaranya:

1. Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., IPU, ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Dr. R. Teduh Dirgahayu., S.T., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons)., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan nasihat sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi
5. Tim Peneliti Bank Air KAMI Kampung Terban Yogyakarta
6. Keluarga dan semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu disini atas bantuan dan perhatiannya selama skripsi

Peneliti sadar bahwa masih terdapat kekurangan, baik isi maupun tulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Yogyakarta, 16 Februari 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kevin Fernando Atalaric', written in a cursive style.

(Kevin Fernando Atalaric)

SARI

Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada jumlah dan penurunan kualitas air yang layak untuk dikonsumsi. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bohlen et al. (2014) telah menciptakan teknologi sistem penyaringan air untuk meningkatkan kualitas air bagi warga kampung Terban Yogyakarta dengan konsep kampung pintar. Penerapan teknologi informasi dilakukan sebagai salah satu solusi untuk permasalahan lingkungan yang ada. Pada penelitian sebelumnya terdapat perangkat monitoring kualitas air yang dapat melakukan pemantauan kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor seperti suhu, turbiditas, dan pH. Pada perangkat versi 1 terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat sensor yang menggunakan Arduino Uno dan perangkat sentral berupa Raspberry Pi. Data yang dihasilkan sensor dikonversi menjadi satuan baku dan dikirim ke perangkat sentral yang merupakan basis data lokal melalui komunikasi nirkabel menggunakan Xbee. Data yang telah tersimpan di basis data lokal kemudian disinkronisasi dengan server pusat (UII Net) untuk penyimpanan permanen. Idealnya sistem ini dirancang untuk berfungsi dengan baik, namun terdapat beberapa kendala dan keterbatasan yang dihadapi setelah dilakukan *deployment*. Salah satu kendala utama pada perangkat v1 adalah pengiriman data yang seringkali terganggu oleh masalah sinyal. Selain itu, kesalahan dalam pembacaan sensor juga sering terjadi, yang disebabkan oleh gangguan daya dan masalah pada koneksi kabel penghubung sensor. Sebagai solusi dari permasalahan yang ada pada v1 peneliti melakukan pembaharuan pada v2 dengan menambahkan fitur *screen* pada perangkat sebagai indikator konektivitas internet, status pengiriman data ke *cloud* dan memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil pembacaan sensor secara langsung. Data dari sensor-sensor dieksekusi menggunakan mikrokontroler lalu data tersebut dikirimkan ke Firebase Realtime Database menggunakan jaringan internet. Pada penelitian ini *deployment* berhasil dilakukan di Bank Air Cadangan Kampung Terban, dimana perangkat v2 dapat melakukan proses *sensing* lalu menampilkannya di *screen* kemudian melakukan *data sending* ke Firebase secara *realtime*. Hasilnya data dapat dimonitor secara langsung melalui screen pada perangkat maupun diakses di Firebase Realtime Database.

Kata kunci: Monitoring, *Internet of Things*., NodeMcu V3. AsyncWebServer, Firebase Realtime Database.

GLOSARIUM

Database	Kumpulan data yang terstruktur yang disimpan dan dikelola untuk diakses, diperbarui, dan diambil kembali secara efisien.
Deployment	Proses pemasangan dan pengoperasian perangkat di lapangan.
IoT (Internet of Things)	Teknologi yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dan bertukar data melalui internet.
Realtime	Kemampuan sistem atau aplikasi untuk memproses dan menanggapi data atau peristiwa segera setelah terjadi tanpa penundaan yang signifikan.
Sensing	Proses membaca data dari sensor.
Webserver	Perangkat lunak atau perangkat keras yang menyimpan, memproses, dan mengirimkan halaman web ke pengguna melalui protokol HTTP (Hypertext Transfer Protocol) atau HTTPS (HTTP Secure).

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	2
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	3
HALAMAN PERSEMBAHAN	5
HALAMAN MOTO	6
KATA PENGANTAR	7
SARI	9
GLOSARIUM.....	10
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR GAMBAR	14
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah.....	17
1.3 Batasan Masalah	17
1.4 Tujuan Penelitian	17
1.5 Manfaat Penelitian	17
1.6 Metodologi Penelitian.....	18
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	21
2.1 Desain Arsitektur Alat	24
2.1.1 Hardware.....	24
2.1.2 Software:	32
BAB III METODOLOGI.....	34
3.1 Jenis Penelitian.....	34
3.2 Tahap Pengerjaan.....	34
3.3 Analisis kebutuhan.....	36
3.3.1 Kebutuhan Input.....	36
3.3.2 Kebutuhan Output.....	37
3.3.3 Kebutuhan Hardware	37
3.3.4 Kebutuhan Software.....	37
3.4 Gambaran Sistem	37
3.5 Perancangan sistem.....	39

3.5.1 Perancangan alur kerja sistem ESP-WROOM-32	39
3.5.2 Perancangan alur kerja sistem NodeMCU v3	41
3.5.3 Perancangan Box utama dan Box sampling.....	42
3.5.4 Konfigurasi ESP32.....	42
3.5.5 Konfigurasi NodeMCU v3.....	43
3.5.6 Konfigurasi LCD 20X4 I2C.....	44
3.5.7 Konfigurasi LCD Oled 0.91.....	44
3.5.8 Konfigurasi Relay, Solenoid, dan Pompa DC	45
3.6 Rencana deployment.....	45
3.7 Rencana Pengujian Sistem.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil implementasi sistem	47
4.1.1 Implementasi Hardware	47
4.1.2 Implementasi Software	49
4.2 Perbandingan Sistem v1 dan v2.....	51
4.3 Pembahasan Sintak Program.....	52
4.3.1 Pembahasan Sintak Program Pada ESP-WROOM-32	52
4.3.2 Pembahasan Sintak Program Pada NodeMCU v3	56
4.4 Pengujian.....	59
4.4.1 Pengujian Fitur Utama pada Perangkat Pemantauan Kualitas Air v2	59
4.4.2 Pengujian Data Sending ke Firebase.....	60
4.5 Kelebihan sistem.....	61
4.6 Kekurangan Sistem	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi LCD 20X4	25
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP-WROOM-32.....	26
Tabel 4. 1 Perbandingan V1 dan V2	51
Tabel 4. 2 Pengujian Fitur Utama pada Perangkat Pemantauan Kualitas Air V2	59
Tabel 4. 3 Pengujian Data Sending ke Firebase	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alur Metodologi Penelitian.....	18
Gambar 2. 1 Alat Monitoring Pabrik.....	22
Gambar 2. 2 Alat Monitoring.....	23
Gambar 2. 3 LCD 20X4.....	24
Gambar 2. 4 LCD OLED 0.91	25
Gambar 2. 5 ESP-WROOM-32	26
Gambar 2. 6 Pinout ESP32	27
Gambar 2. 7 Module NodeMcu V3	28
Gambar 2. 8 Pinout NodeMCU V3.....	29
Gambar 2. 9 Relay	29
Gambar 2. 10 DS18B20.....	30
Gambar 2. 11 Sensor Turbiditas	30
Gambar 2. 12 Sensor PH.....	31
Gambar 2. 13 Sensor TDS	31
Gambar 2. 14 Katup Selenoid dan Pompa DC	32
Gambar 2. 15 Firebase Realtime Database	33
Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian.....	35
Gambar 3.2 Arsitektur sistem	38
Gambar 3.3 Diagram alur kerja sistem ESP-WROOM-32.....	39
Gambar 3.4 Diagram alur kerja sistem	41
Gambar 3.5 Box panel PVC IP166.....	42
Gambar 3.6 Konfigurasi ESP32.....	42
Gambar 3.7 Konfigurasi NodeMCU v3.....	43
Gambar 3.8 Konfigurasi LCD 20X4 I2C.....	44
Gambar 3.9 Konfigurasi LCD Oled 0.91	44
Gambar 3.10 Konfigurasi Relay, Solenoid, dan Pompa DC.....	45
Gambar 3.11 Lokasi deployment	46
Gambar 3.12 Lokasi penempatan perangkat.....	46
Gambar 4.1 Pemasangan komponen sensing dan pengontrol air	47
Gambar 4.2 Komponen data sending.....	48
Gambar 4.3 Box sampling	48
Gambar 4.4 ESP-WROOM-32 sebagai access point.....	49
Gambar 4.5 Konfirmasi perubahan melalui LCD.....	49
Gambar 4.6 Tampilan realtime database	50
Gambar 4.7 Kode awal konfigurasi Firebase.....	51
Gambar 4.8 Import library	53

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan Jumlah penduduk berdampak pada jumlah dan penurunan kualitas air yang layak untuk dikonsumsi. Salah satu kampung padat penduduk di Yogyakarta adalah kampung Terban. Terban merupakan kampung di kota Yogyakarta berada di selatan Universitas Gadjah Mada dan berbatasan dengan sungai code. Bagian wilayah kampung berada di bantaran sungai code yang padat akan penduduk. Berdasarkan peraturan Menteri pekerjaan umum nomor 03/PRT/1993 tentang garis sempadan sungai dan daerah manfaat sungai sebenarnya ditegaskan dilarang membangun dan mendirikan bangunan di garis sempadan sungai. Namun pendirian rumah penduduk di bantaran sungai tersebut mendapatkan izin dari Keraton Yogyakarta sehingga dikategorikan sebagai bangunan informal yang tidak memiliki izin secara hukum negara. Hal tersebut menjadikan peran pemerintah dalam memberikan sarana dan prasarana kurang. Kondisi masyarakat yang padat berdampak pada kualitas air yang buruk. Pada saat ini banyak orang yang telah menyadari pentingnya menjaga kualitas air dan memantau parameter kualitas air secara manual. Seiring dengan kemajuan teknologi yang ada kita dapat memantau parameter kualitas air dari jarak jauh dengan otomatis (Sanya et al., 2022).

Konsep teknologi yang bisa digunakan untuk memantau kualitas air salah satunya menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* adalah jaringan objek cerdas yang terbuka dan komprehensif dengan kapasitas yang dapat mengatur secara otomatis, berbagi informasi, data dan sumber daya, bereaksi serta bertindak dalam menghadapi situasi dan perubahan lingkungan (Madakam et al., 2015). *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep teknologi revolusioner yang bisa membuat mesin atau benda menjadi pintar. *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi yang menggunakan kumpulan perangkat yang saling terkoneksi dan berkomunikasi dengan bantuan pengontrol sehingga dapat mengirim data. Perangkat IoT dapat bekerja dengan otomatis setelah diberi instruksi yang telah di program sesuai kebutuhan. Perangkat ini terdiri dari sensor, sistem tertanam dan microchip untuk analisa data (Sanya et al., 2022). Perangkat Mikrokontroler dalam bidang robotika biasanya dikombinasikan dengan berbagai sensor dan modul untuk membuat suatu perangkat IoT.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bohlen et al. (2014) telah menciptakan teknologi sistem penyaringan air untuk meningkatkan kualitas air bagi warga kampung Terban Yogyakarta dengan konsep kampung pintar. Konsep *smart city* dalam konteks kampung merupakan langkah untuk pembangunan berkelanjutan dengan menerapkan

indikator *smart city* dalam kampung dimana mencakup beberapa elemen seperti kondisi alam, pengelolaan pencemaran, perlindungan lingkungan hidup, pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan dimana pada penelitian ini memprioritaskan pada aspek lingkungan hidup. Penerapan teknologi informasi dilakukan sebagai salah satu solusi untuk permasalahan lingkungan yang ada. Dengan dibangunnya fasilitas *Waterbank* AirKami berbasis *Internet of things* (IoT) yang dipasang di mata air kampung Terban berupaya meningkatkan kualitas air sehingga kampung Terban bisa menjadi panutan untuk kampung-kampung serupa sebagai kampung pintar. Penelitian ini dilakukan dari hibah pendidikan Amazon AWS University of Buffalo, dan Universitas Islam Indonesia. Proyek penelitian ini berupaya untuk menangani krisis air bersih yang ada di Kampung Terban sehingga meningkatkan sumber air yang layak bagi penduduk Terban dengan memanfaatkan air sumur.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Windiarso (2018) terdapat perangkat monitoring kualitas air yang dapat melakukan pemantauan kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor seperti suhu, turbiditas, dan pH. Pada perangkat versi 1 terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat sensor yang menggunakan Arduino Uno dan perangkat sentral berupa Raspberry Pi. Data yang dihasilkan sensor dikonversi menjadi satuan baku dan dikirim ke perangkat sentral yang merupakan basis data lokal melalui komunikasi nirkabel menggunakan Xbee. Data yang telah tersimpan di basis data lokal kemudian disinkronisasi dengan server pusat (UII Net) untuk penyimpanan permanen. Idealnya sistem ini dirancang untuk berfungsi dengan baik, namun terdapat beberapa kendala dan keterbatasan yang dihadapi setelah dilakukan *deployment*. Salah satu kendala utama pada perangkat v1 adalah pengiriman data yang seringkali terganggu oleh masalah sinyal. Selain itu, kesalahan dalam pembacaan sensor juga sering terjadi, yang disebabkan oleh gangguan daya dan masalah pada koneksi kabel penghubung sensor.

Berdasarkan permasalahan yang ada, sistem v1 ini perlu dilakukan pembaharuan. Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem versi 2 (v2) dimana terdapat perbedaan arsitektur *hardware* dan *software* untuk menangani permasalahan yang ada dan mengoptimalkan fungsi sistem. Perangkat v2 terdiri atas kumpulan sensor dan sebuah *box* sampling yang ditempatkan pada box PVC IP66. Peneliti menambahkan fitur LCD OLED 0.91" pada perangkat sebagai indikator konektivitas internet serta status pengiriman data ke *cloud* dan LCD 20x4 agar memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil pembacaan sensor secara langsung.

Perangkat terdiri dari beberapa komponen utama yaitu mikrokontroler, sensor, modul *Wi-Fi*, dan *box* sampling. Secara berkala, sensor mengambil data hasil monitoring kualitas air seperti sensor suhu, sensor turbiditas (kekeruhan), keasaman air (pH), dan *TDS* (*total dissolved*

solid). Data dari sensor-sensor yang terpasang di kotak sampling dieksekusi menggunakan ESP-WROOM-32 sebagai pusat kontrol lalu data tersebut dikirimkan ke Firebase Realtime Database menggunakan *module* NodeMcu V3 yang dapat terkoneksi dengan jaringan internet.

Pada penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa bidang. Bidang yang pertama adalah pengembangan perangkat IoT pemantauan kualitas air v2 Bank Air Kami, desain komunikasi dan keamanan data arsitektur Bank Air KAMI v2, dan pengembangan *Dashboard* Bank Air KAMI v2. Fokus penelitian yang dilakukan pada pembahasan ini yaitu pada pengembangan perangkat IoT v2 Bank Air KAMI dengan optimalisasi *sensing* dan *data sending*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan sebuah rumusan masalah yaitu bagaimana membuat sebuah perangkat monitoring kualitas air v2 berbasis IoT Bank Air Kami yang dapat melakukan *sensing* dan berhasil melakukan *data sending* ke Firebase secara *realtime*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Perangkat hanya digunakan untuk memantau kualitas air, bukan untuk memperbaiki kualitas air.
2. Pengamatan kualitas air hanya terbatas pada pengujian suhu, turbiditas, pH, dan TDS. Namun tidak termasuk pengujian mikrobiologis seperti E.coli dan Coliform.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berjudul “SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2 BANK AIR KAMI” yaitu untuk membuat sebuah perangkat monitoring kualitas air Bank Air KAMI v2 yang dapat melakukan *sensing* dan berhasil melakukan *data sending* ke Firebase secara *realtime*.

1.5 Manfaat Penelitian

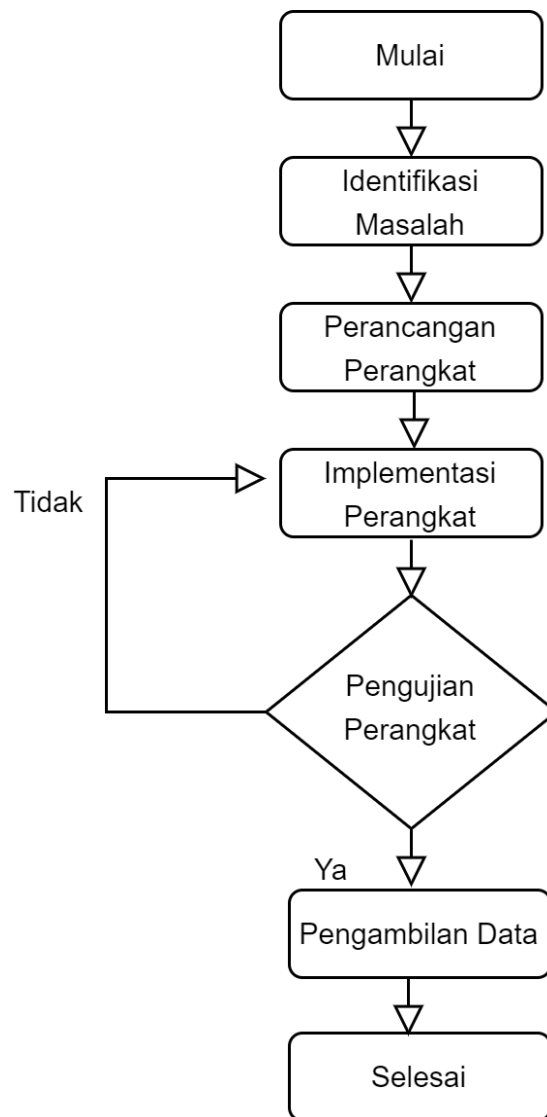
Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yang dapat diambil, antara lain:

1. Membuat aktivitas pemantauan dan pengujian kualitas air menjadi lebih mudah dilakukan

2. Untuk menyempurnakan perangkat sistem monitoring kualitas air Bank Air KAMI v1
3. Memberikan referensi untuk pengembangan perangkat di masa mendatang

1.6 Metodologi Penelitian

Secara garis besar agar dapat mencapai tujuan penelitian terdapat beberapa langkah yang akan dilakukan, diantaranya: identifikasi masalah dengan melakukan studi lapangan dan studi pustaka yang relevan dengan perangkat yang akan dikembangkan, perancangan dan implementasi perangkat, pengujian perangkat, dan pengambilan data. Berikut diagram alur penelitian yang akan dilaksanakan.



Gambar 1. 1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

1.6.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan oleh peneliti dalam pengerjaan pengembangan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pertama dengan melakukan studi lapangan berupa survey lokasi agar peneliti mengetahui kondisi di lokasi pemasangan perangkat monitoring kualitas air Bank Air Kami agar dapat menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Langkah kedua yang dilakukan peneliti adalah melakukan studi literatur untuk mencari referensi terkait judul penelitian perangkat keras, perangkat lunak yang digunakan oleh peneliti untuk memahami perangkat pada v1 dan permasalahannya serta dapat melakukan pemecahan masalah sehingga menjadi solusi dalam pengembangan perangkat v2.

1.6.3 Perancangan Perangkat

Pada tahap ini, perangkat dirancang untuk dapat menjalankan fungsi sehingga sesuai dengan tujuan peneliti untuk dapat membuat desain perangkat alat monitoring kualitas air v2 dengan parameter suhu, pH, dan TDS yang dilengkapi parameter turbiditas. Terdapat juga fitur konfigurasi perangkat secara nirkabel dimana alat monitoring kualitas air yang dibuat memiliki keunggulan yaitu pengguna dapat mengatur interval pengukuran dan konektivitas internet melalui Web Server sehingga memudahkan monitoring kualitas air secara rutin sesuai kondisi air dalam penampungan agar mencegah adanya air tercemar untuk dikonsumsi. Alat monitoring yang dibuat juga memiliki fitur *screen* agar memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil *sensing* secara realtime. Data hasil sensing yang berhasil terkirim ke Firebase Realtime Database dapat dilihat status pengirimannya di *screen*. Data hasil sensing dapat diakses secara langsung di lapangan dan dapat juga diakses melalui Firebase Realtime Database.

1.6.4 Implementasi Perangkat

Implementasi perangkat dilakukan dengan membuat perangkat sesuai dengan perancangan di tahap sebelumnya dalam beberapa bahasa pemrograman yang disesuaikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang diimplementasikan.

1.6.5 Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan menentukan apakah perangkat v2 dapat menjalankan pengoperasian dan uji ketahanan sesuai dengan tujuan peneliti. Pengujian

perangkat dilakukan setelah *deployment* perangkat monitoring kualitas air v2 di lokasi penelitian.

1.6.6 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah perangkat diuji dengan mencatat data hasil dari pengujian perangkat.

1.6.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian pada tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pendahuluan yang terdapat identifikasi masalah untuk menjelaskan gambaran umum yang menjadi objek penelitian. bagian selanjutnya adalah kajian pustaka untuk membahas teori yang mendukung penelitian ini. Langkah ketiga metodologi penelitian yang membahas langkah-langkah yang digunakan untuk meneliti mulai dari identifikasi masalah sampai dengan pengambilan data. Langkah keempat yaitu menuliskan hasil dan pembahasan dengan memaparkan hasil penelitian perangkat IoT pemantauan kualitas air v2 Bank Air Kami yang telah dibuat. Langkah terakhir yaitu menuliskan kesimpulan dan saran yang berisikan bagaimana pengembangan perangkat monitoring kualitas air yang sudah dibuat serta memberikan saran yang berisi masukan serta keterbatasan yang ditemukan dalam pengembangan perangkat IoT pemantauan kualitas air v2 Bank Air Kami.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dituliskan mengenai kajian pustaka yang digunakan dalam penelitian pengembangan “SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2 BANK AIR KAMI”. Kajian pustaka akan memuat bahasan mengenai penelitian terdahulu, alat serupa dengan kelebihan dan kekurangannya, arsitektur alat dan arsitektur data serta urgensi pembuatan sistem monitoring kualitas air sebagai pendukung dari teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

Kualitas air yang mengalami penurunan akibat adanya pencemaran bisa menjadi sumber penyakit bagi pengguna air tersebut. Dalam memastikan air tidak tercemar dan memiliki kualitas yang layak untuk dikonsumsi maka diperlukan pemantauan kualitas air secara rutin karena pada umumnya pengujian kelayakan air dilakukan di laboratorium (Pratmanto et al., 2019). Pemeriksaan laboratorium terhadap depot air minum isi ulang diwajibkan memeriksakan kualitas air bersihnya secara mikrobiologi sekali tiga bulan dan secara kimiawi dilakukan sekali setahun. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu faktor pendorong menurunnya kualitas air minum dari depot air minum isi ulang dikarenakan dinas kesehatan sebagai kontrol pengawasan eksternal belum maksimal melakukan pengawasan karena keterbatasan dana dan sumber daya untuk pemeriksaan laboratorium (Eryeni et al., 2023).

Pengembangan alat ukur kualitas air dengan pH, suhu, tingkat kekeruhan, dan jumlah padatan terlarut sebagai parameter diukur dengan arduino sebagai mikrokontroler. Alat yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai error sensor suhu 5,4%, pH dengan nilai error sebesar 0,848% dan TDS dengan error 0,97%. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu rangkaian yang dibuat bekerja sesuai dengan rancangan dengan tingkat akurasi yang tinggi namun alat yang dibuat belum menggunakan teknologi IoT (Amani & Prawiroredjo, 2016). Sistem monitoring kualitas air adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan pemantauan kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor untuk melakukan pembacaan beberapa sifat air yang aman dan layak untuk dikonsumsi. Metode pengukuran kualitas air yang umum digunakan adalah dengan cara konvensional tanpa menggunakan teknologi IoT. Metode konvensional ini membutuhkan analisa dengan pengambilan sampel ke lokasi yang akan dilihat kualitasnya dengan pemantauan yang dilakukan secara rutin dan kurang efisien (Wahjono & Setiaji, 2015).

Pengukuran kualitas air dilakukan dengan cara konvensional dengan mengumpulkan data sampel air dengan cara manual dan dilakukan pengujian di laboratorium. Untuk membantu

mempermudah proses pengujian kualitas air yang hasilnya dapat dilihat di *smartphone* salah satunya dengan menggunakan teknologi IoT yang memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi dimanapun dan kapanpun. Dengan begitu pengujian kualitas air dapat dilakukan secara langsung dan data dapat diakses kapanpun dengan menggunakan IoT. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu alat yang dibuat telah berjalan dengan baik sesuai fungsi dan memiliki tingkat akurasi yang baik. Saran dari penelitian ini yaitu mengembangkan alat lanjutan yang melibatkan lebih banyak parameter, tidak hanya suhu, pH, dan TDS saja (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022).

Penelitian oleh Chuzaini & Dzulkiflih (2022), melakukan pengembangan sistem monitoring kualitas air dengan menggunakan IoT memuat tiga parameter yaitu suhu, pH, dan TDS. Pada penelitian ini belum terdapat fitur pembaruan perangkat lunak secara nirkabel.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Windiarto (2018), menjelaskan bahwa sensor yang digunakan dalam alat monitoring kualitas air terkadang masih mengalami kesalahan pembacaan akibat adanya gangguan pada daya dan permasalahan pada kabel penghubung sensor. Adapun dijelaskan bahwa masih terdapat permasalahan pada pengiriman data ketika perangkat berada pada tempat yang memiliki banyak gangguan sinyal, desain PCB yang digunakan pada alat monitoring kualitas air masih memiliki beberapa kesalahan.

Pada alat monitoring kualitas air yang beredar dipasaran ada beberapa alat yang merupakan perangkat pabrikan yang menawarkan solusi monitoring air dengan beberapa parameter yang diukur yaitu pH, Alkalinity, dan CYA (Stabilizer) dirancang untuk memantau kualitas air pada kolam renang sehingga tidak memenuhi parameter yang dibutuhkan dalam penentuan kualitas air minum. Sistem pembacaan dalam alat ini menggunakan *cartridge* dan diganti setiap 90 hari. Data pembacaan sensor dapat dipantau melalui aplikasi *mobile*. Kekurangan pada alat monitoring pabrikan ini terdapat pada arsitektur perangkat dimana tidak adanya layar yang dapat memonitor hasil pembacaan secara langsung di lapangan dan harga yang relatif tinggi.



Gambar 2. 1 Alat Monitoring Pabrikan

Alat monitoring kualitas air selanjutnya yang beredar dipasaran dengan beberapa parameter kualitas air yang diukur pada alat ini yaitu pH, TDS, suhu, konduktivitas listrik (EC), salinitas, dan Specific Gravity (S.G). Alat ini dikhususkan untuk memantau kualitas air pada kolam ikan, aquarium, dan hidroponik. Dari beberapa parameter yang disebutkan tidak terdapat salah satu parameter yang penting diukur dalam pemantauan kualitas air yang khusus ditujukan untuk air layak konsumsi yaitu turbiditas.



Gambar 2. 2 Alat Monitoring

Dari beberapa alat monitoring kualitas air yang beredar dipasaran, belum ada alat yang ditujukan secara spesifik untuk pemantauan kualitas air yang memantau beberapa parameter yang dibutuhkan dalam kualitas air yang layak konsumsi seperti suhu, sensor turbiditas (kekeruhan), keasaman air (pH), dan *TDS (total dissolved solid)* Oleh karena itu perlu dikembangkan sebuah alat monitoring kualitas air layak konsumsi yang dirancang khusus untuk tujuan tersebut.

Berdasarkan hasil analisis, observasi, dan studi pustaka maka peneliti lebih menitik beratkan penelitian yang dilakukan oleh Chuzaini & Dzulkiflih (2022) dengan membuat alat monitoring kualitas air berbasis IoT dengan parameter suhu, pH, dan TDS yang dilengkapi parameter turbiditas. Terdapat juga fitur konfigurasi perangkat secara nirkabel dimana alat monitoring kualitas air yang dibuat memiliki keunggulan yaitu pengguna dapat mengatur interval pengukuran dan konektivitas internet melalui Web Server sehingga memudahkan monitoring kualitas air secara rutin sesuai kondisi air dalam penampungan agar mencegah adanya air tercemar untuk dikonsumsi. Alat monitoring yang dibuat juga memiliki fitur *screen* agar memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil *sensing* secara realtime. Data hasil sensing yang berhasil terkirim ke Firebase Realtime Database dapat dilihat status pengirimannya di *screen*. Data hasil sensing dapat diakses secara langsung di lapangan dan dapat juga diakses melalui Firebase Realtime Database. berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini berjudul “**SISTEM IOT PEMANTAUAN KUALITAS AIR V2 BANK AIR KAMI**”.

2.1 Desain Arsitektur Alat

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, pada penelitian ini akan dikembangkan sistem versi 2 (v2) dimana terdapat perencanaan ulang dan pembaharuan pada arsitektur *hardware* dan *software* diantaranya:

2.1.1 Hardware

Sistem terdiri atas kumpulan perangkat sensor yang ditempatkan pada *box* PVC IP66 dengan penataan komponen kabel penghubung yang sudah ditingkatkan dan perancangan ulang PCB. Penataan ulang komponen yang ada diringkas dalam satu *box* PVC IP66 beserta *box* sampling akrilik berukuran 10 x 10 cm dengan tetap melindungi komponen kabel dan PCB menggunakan partisi akrilik agar tidak terkena air untuk mencegah korsleting.

2.1.1.1 LCD

LCD 20x4 digunakan sebagai monitor untuk mengetahui kondisi kerja sistem pemantauan lebih mudah (Pindrayana et al., 2018). LCD dapat menampilkan data sesuai dengan yang ingin ditampilkan, variabel data dapat ditampilkan dengan berbagai bentuk, tipe, yang diinginkan oleh pengguna untuk menampilkan data secara langsung, serta mampu memberikan efek pada tampilan yang muncul karena adanya fitur yang dapat membuat tulisan berkedip atau bergerak dan sejenisnya (Anwar et al., 2019).



Gambar 2. 3 LCD 20X4

Gambar 2.3 merupakan tampilan dari LCD 20X4 yang dapat menampilkan data maksimal 20 suku kata pada setiap baris yang masing-masing berjumlah 4 baris. Dengan demikian pengguna harus efektif menggunakan ruang yang tersedia. Berikut spesifikasi dari LCD 20X4 pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Spesifikasi LCD 20X4

Layar LCD Karakter Latar Belakang Biru 20x4	
Dimensi Garis Besar	98 (L) * 60 (W) * Maks 13.2 (T) mm
Area tampilan	77 (L) * 25.2 (W) mm
Kontrol IC	SPLC780D
Tipe tampilan	20 karakter x 4 baris
Jenis LCD	STN , NEGATIF (BIRU), TRANSMISI
Kondisi Pengemudi	Modul LCD : 1 / 16Duty, 1 / 5Bias
Antarmuka	Antarmuka MPU 8-bit
Melihat arah	jam 6
Jenis lampu latar	WHIET SISI
VOP	4.2V
SUHU OPERASIONAL	-20 ~ 70 °C

LCD OLED 0.91 memiliki kelebihan tegangan yang rendah. struktur OLED hanya terdiri dari katoda, anoda, dan sebuah bahan emisi layer (Khoerun & Udhiarto, 2019). LCD ini digunakan sebagai indikator konektivitas internet dan pengiriman data ke Firebase.



Gambar 2. 4 LCD OLED 0.91

2.1.1.2 ESP-WROOM-32

ESP-WROOM-32 merupakan mikrokontroler yang digunakan untuk mengendalikan sistem secara terpusat. ESP-WROOM-32 juga digunakan untuk mengendalikan sumber daya maupun komponen yang terhubung agar dapat melakukan pemrosesan dan pengolahan data. Mikrokontroler ini juga dapat bekerja dengan

menghubungkan melalui port *micro* USB, sehingga mendapatkan tegangan yang diperlukan untuk bekerja sebesar 3.3 Volt. (Rivai & Wardijono, 2021).



Gambar 2. 5 ESP-WROOM-32

Berikut spesifikasi ESP-WROOM-32 pada tabel 2.2

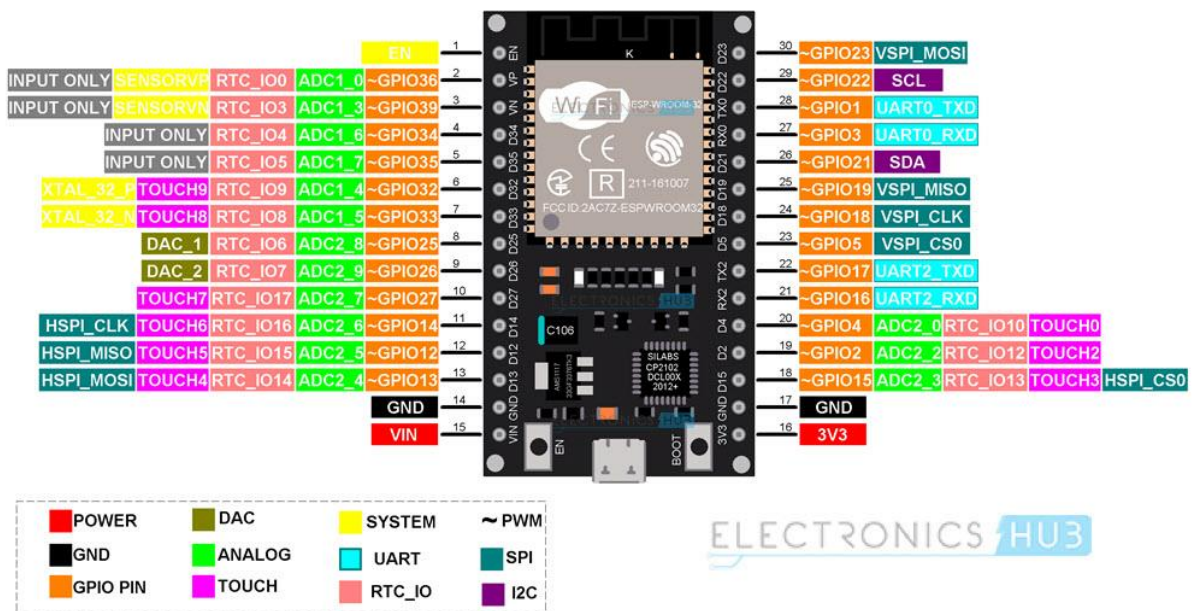
Tabel 2.1 Spesifikasi ESP-WROOM-32

Categories	Item	Specification
Certification	<ul style="list-style-type: none"> • RF certification • Wi-Fi certification • Bluetooth certification • Green certification 	FCC/ CE-RED/ IC/ TELEC/ KCC/ SRRC/ NCC Wi-Fi Alliance BQB RoHS/REACH
Test	Reliability	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ES D
WiFi	<ul style="list-style-type: none"> • Protocols • Frequency range 	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 μ s guard interval support 2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> • Protocols • Radio • Audio 	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification NZIF receiver with -97 dBm sensitivity Class-1, class-2 and class-3 transmitter AFH CVSD and SBC
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Module interfaces Onchip • On-chip sensor • Integrated crystal • Integrated SPI flash • Operating voltage / Power supply • Operating current • Minimum current delivered by power supply 	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR, pulse counter, GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC Hall sensor 40 MHz crystal 4 MB 2.7 V ~ 3.6 V

	<ul style="list-style-type: none"> operating temperature range 	Average: 80 mA 500 mA -40 °C ~ +85 °C (18.00±0.10)
--	---	--

Mikrokontroler ESP-WROOM-32 mempunyai berbagai macam jenis port pada setiap pin yang masing masing dipetakan sebagai berikut:

- Dua baris Pin IO (dengan 15 pin pada setiap sisi)
- CP2012 USB - UART Bridge IC
- Konektor micro-USB (untuk daya dan pemrograman)
- AMS 1117 3.3V Regulator IC
- Enable Button (untuk reset)
- Boot Button (untuk flashing)
- Power LED (Merah)
- User LED (Biru dan terhubung ke GPIO2)



Gambar 2. 6 Pinout ESP32

Mikrokontroler ESP-WROOM-32 digunakan sebagai pusat pengendali dari kumpulan sensor yang ada seperti mengubah interval waktu dari berbagai proses yang dibutuhkan dalam pengoperasian perangkat seperti: membuka katup, membaca sensor, menjalankan drain, dan mengatur *idle* secara nirkabel.

2.1.1.3 Module NodeMcu V3

NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang bersifat *open source* yang dikembangkan oleh Espressif System. Terdiri dari perangkat keras berupa System on Chip (SoC) ESP8266 dan menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua untuk firmwarena (Rachman et al., 2023). Keunggulan NodeMcu V3 yang merupakan bagian dari keluarga ESP8266 diantaranya yaitu mudah digunakan, memiliki kapasitas pemrosesan yang digunakan untuk menjalankan aplikasi dan dapat terkoneksi langsung ke *Wi-Fi* tanpa menggunakan perangkat tambahan seperti Arduino Uno (Bento, 2018).

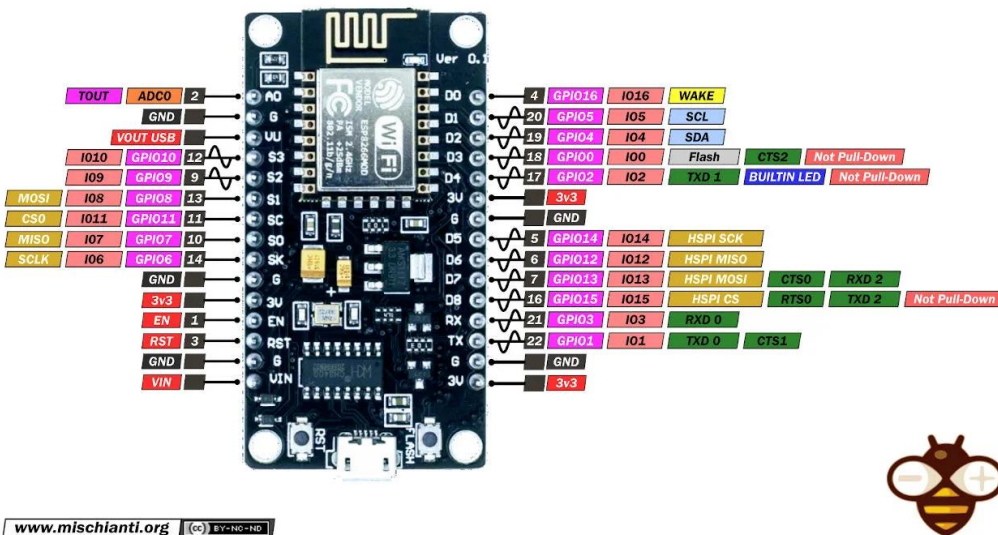


Gambar 2. 7 Module NodeMcu V3

Gambar 2.7 merupakan tampilan dari NodeMcu V3, terdapat beberapa spesifikasi pada komponen mikrokontroler ini, diantaranya:

- a. *Prosesor: ESP8266 @ 80MHz (3.3 V) (ESP-12E).*
- b. *Memori: 64 KB SRAM.*
- c. *Wireless connectivity: WiFi 802.11 b/g/n*
- d. *Peripheral I/O:*
- e. *Security: IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi, Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network, WEP or WPA/WPA2 authentication, or open networks.*

NodeMCU v3 CH340 PINOUT



Sensor suhu DS18B20 bersifat *waterproof* atau tahan air. Sensor suhu DS18B20 memiliki kalibrasi sinyal digital yang dapat memberikan informasi suhu dengan fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor suhu DS18B20 memiliki ukuran yang kecil dan juga memiliki transmisi sinyal hingga 20 meter sehingga cocok digunakan untuk banyak pengukuran suhu (Setiawati et al., 2020).



Gambar 2. 10 DS18B20

2.1.1.6 Sensor turbiditas

Sensor turbiditas merupakan sensor untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air menggunakan prinsip transmisi cahaya dimana tingkat kekeruhan menentukan besar atau kecilnya cahaya yang diterima oleh sensor, apabila air jernih maka banyak cahaya yang tertangkap oleh sensor dan jika air keruh maka akan semakin sedikit cahaya yang tertangkap oleh sensor. Sensor turbiditas membutuhkan wadah pelindung tahan air yang berfungsi agar sensor tidak secara langsung bersentuhan dengan air (Surahman, 2016).



Gambar 2. 11 Sensor Turbiditas

2.1.1.7 Sensor keasaman air (pH)

Sensor pH merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi derajat keasaman dengan skala pH dari 0-14 dengan nilai 7 maka dianggap netral. Apabila pH kurang dari 7 dianggap asam dan nilai pH lebih dari 7 dianggap basa (Kurniawan & Syahririni, 2021).



Gambar 2. 12 Sensor PH

2.1.1.8 Sensor TDS (total dissolved solid)

Sensor TDS merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui total padatan terlarut (Nurchahyo et al., 2020). Sensor TDS menguji jumlah zat padat yang terlarut pada air dengan satuan hasil pengukuran yaitu PPM (*Part Per Million*) yang merupakan jumlah ion dalam suatu larutan sehingga dapat mendeteksi tingkat pencemaran dalam air (Karangan et al., 2019).



Gambar 2. 13 Sensor TDS

2.1.1.9 Katup solenoid dan Pompa DC

Katup solenoid berfungsi untuk mengontrol air yang masuk pada penampung sampel dengan prinsip sederhana dimana gulungan solenoid yang ada di perangkat memiliki pegas dan batang besi yang terhubung pada sebuah katup, fungsi pegas ini yaitu mendorong batang besi supaya katup tetap menutup. ketika perangkat dialiri listrik, solenoid akan menghasilkan gaya magnet sehingga menarik batang besi serta membuka katup dan air dapat mengalir.

Pompa DC berfungsi membuang sampel air di dalam penampung, pompa DC memiliki motor kecil yang terdapat di bagian ujung yang menghasilkan putaran sehingga dapat menyedot air dari penampung dan dapat dibuang (Windiarto, 2018).



Gambar 2. 14 Katup Selenoid dan Pompa DC

2.1.2 Software:

Perangkat v1 menggunakan Arduino varian Uno sebagai mikrokontroler. Pada mikrokontroler ini tidak dapat terkoneksi dengan jaringan internet dan memiliki keterbatasan dalam pengaturan parameter secara nirkabel. Sedangkan perangkat v2 menggunakan ESP-WROOM-32 dan *module* NodeMcu V3 yang dapat terkoneksi dengan jaringan internet. ESP-WROOM-32 dapat menjalankan Async Web Server yang tidak dapat dilakukan oleh arduino varian uno. Async Web Server ini memungkinkan untuk mengubah interval waktu dari berbagai proses yang dibutuhkan dalam pengoperasian perangkat seperti: membuka katup, membaca sensor, menjalankan drain, dan mengatur *idle* secara nirkabel. Module NodeMcu V3 digunakan untuk perantara ESP-WROOM-32 yang menghasilkan data pembacaan sensor untuk mengirimkan data ke Firebase. Pada *module* NodeMcu V3 dapat dilakukan pengaturan koneksi ke *access point* baru secara nirkabel melalui ESP8266WebServer.

2.1.2.1 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database adalah sebuah platform database yang dapat digunakan pada aplikasi realtime. Aplikasi yang terhubung dengan firebase akan memperbaharui secara otomatis melalui perangkat baik website maupun mobile apabila terjadi perubahan data ada beberapa fitur yang tersedia pada firebase sebagai berikut:

1. Analytic

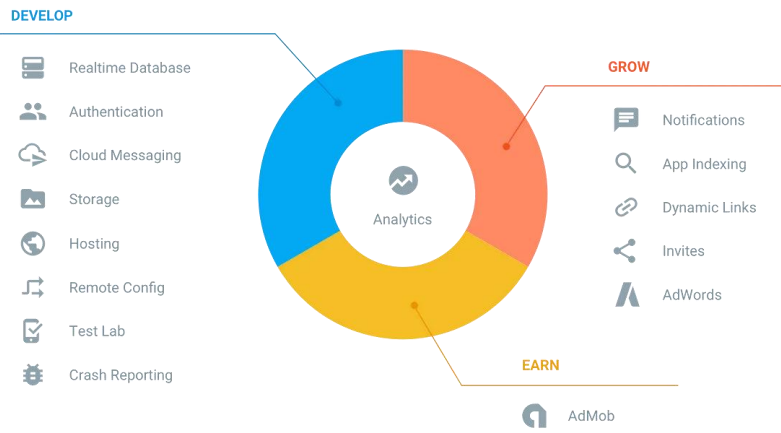
Berfungsi mengamati tingkah laku pengguna dalam penggunaan aplikasi dan ditampilkan dalam satu dashboard.

2. Develop

Fitur ini berisi *cloud messaging*, *authentication*, *realtime database*, *storage*, *test lab*, *hosting*, dan *crash reporting*.

3. Grow

Fitur ini berfungsi mempublikasikan sebuah produk aplikasi



Gambar 2. 15 Firebase Realtime Database

BAB III METODOLOGI

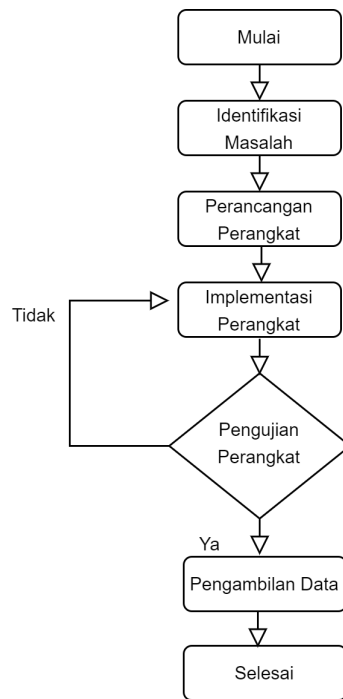
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini masuk ke dalam jenis Penelitian pengembangan atau yang sering disebut juga dengan *Research and Development (R&D)* merupakan metode yang ditujukan untuk mengembangkan sebuah produk baru sebagai penyempurnaan dan pengembangan dari produk yang sudah ada untuk menguji keefektifan produk tersebut sehingga dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian pengembangan memiliki empat level yaitu: Level 1 (Penelitian pengembangan ini adalah yang paling rendah tingkatannya) adalah penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan rancangan namun tidak dilanjutkan dengan pembuatan produk dan pengujian. Level 2 dimana peneliti tidak melakukan penelitian, namun langsung melakukan pengujian terhadap produk yang ada. Level 3 adalah peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk merevisi produk yang sudah ada, membuat produk revisi dan menguji tingkat keefektifan produk tersebut. Pada Level 4 penelitian bertujuan untuk menciptakan produk baru dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono. 2021)

Pengembangan pada penelitian ini berfokus pada merevisi alat sistem monitoring kualitas air Bank Air KAMI v1 kemudian melakukan pembaharuan dan penyempurnaan sehingga menghasilkan alat sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami, kemudian menguji tingkat keefektifan produk tersebut sehingga penelitian ini termasuk ke dalam R&D Level 3.

3.2 Tahap Pengerjaan

Pada pembangunan sistem pemantauan kualitas air v2 ada beberapa tahapan yang harus dilakukan secara terstruktur. Adapun tahapannya dapat dilihat dengan diagram proses penelitian pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

Adapun penjelasan dari diagram alir tahapan pengerjaan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan oleh peneliti dalam pengerjaan pengembangan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pertama dengan melakukan studi lapangan berupa survey lokasi agar peneliti mengetahui kondisi di lokasi pemasangan perangkat pemantauan kualitas air Bank Air Kami agar dapat menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Langkah kedua yang dilakukan peneliti adalah melakukan studi literatur untuk mencari referensi terkait judul penelitian perangkat keras, perangkat lunak yang digunakan oleh peneliti untuk memahami perangkat pada v1 dan permasalahannya serta dapat melakukan pemecahan masalah sehingga menjadi solusi dalam pengembangan perangkat v2.

b. Perancangan Perangkat

Pada tahap ini, perangkat dirancang untuk dapat menjalankan fungsi sehingga sesuai dengan tujuan peneliti untuk dapat membuat desain perangkat alat pemantauan kualitas air v2 dengan parameter suhu, pH, dan TDS yang dilengkapi parameter turbiditas. Terdapat juga fitur konfigurasi perangkat secara nirkabel dimana alat pemantauan kualitas air yang dibuat memiliki keunggulan yaitu pengguna dapat mengatur interval pengukuran dan konektivitas internet melalui web server sehingga memudahkan pemantauan kualitas air secara rutin sesuai kondisi air dalam penampungan agar mencegah adanya air tercemar untuk dikonsumsi. Alat

pemantauan yang dibuat juga memiliki fitur *screen* agar memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil *sensing* secara *realtime*. Data hasil sensing yang berhasil terkirim ke Firebase Realtime Database dapat dilihat status pengirimannya di *screen*. Data hasil sensing dapat diakses secara langsung dilapangan dan dapat juga diakses melalui Firebase Realtime Database.

c. Implementasi Perangkat

Implementasi perangkat dilakukan dengan membuat perangkat sesuai dengan perancangan di tahap sebelumnya dengan bahasa pemrograman yang disesuaikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang diimplementasikan.

d. Pengujian Perangkat

Pada tahap ini akan dilakukan proses pengujian pada alat pemantauan kualitas air. Pengujian perangkat dilakukan setelah *deployment* perangkat pemantauan kualitas air v2 di lokasi penelitian dimana fungsi dari sistem akan diuji mulai dari keberhasilan dari masing masing fitur, keberhasilan hasil sensing dan *data sending* ke Firebase Realtime Database.

e. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah perangkat diuji dengan mencatat data hasil dari pengujian perangkat yang akan disampaikan pada laporan penelitian ini.

3.3 Analisis kebutuhan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami terdapat beberapa kebutuhan sebagai berikut.

3.3.1 Kebutuhan Input

Kebutuhan input dari sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami adalah sebagai berikut:

- a. Data Konfigurasi
- b. Data sensor suhu
- c. Data sensor turbiditas
- d. Data sensor pH
- e. Data sensor TDS

3.3.2 Kebutuhan Output

Kebutuhan output dari sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami adalah sebagai berikut:

- a. Informasi nilai sensor suhu
- b. Informasi nilai sensor turbiditas
- c. Informasi nilai sensor pH
- d. Informasi nilai sensor TDS
- e. Informasi status pengiriman ke database

3.3.3 Kebutuhan Hardware

- a. LCD 20X4 I2C
- b. LCD Oled 0.91
- c. ESP-WROOM-32.
- d. *Module* NodeMCU v3
- e. Relay 2 Channel
- f. Sensor Suhu DS18B20
- g. Sensor Turbiditas
- h. Sensor keasaman air (pH)
- i. Sensor TDS (*Total dissolved solid*)
- j. Katup Solenoid
- k. Pompa DC
- l. Kabel jumper *male to female*.
- m. Multimeter

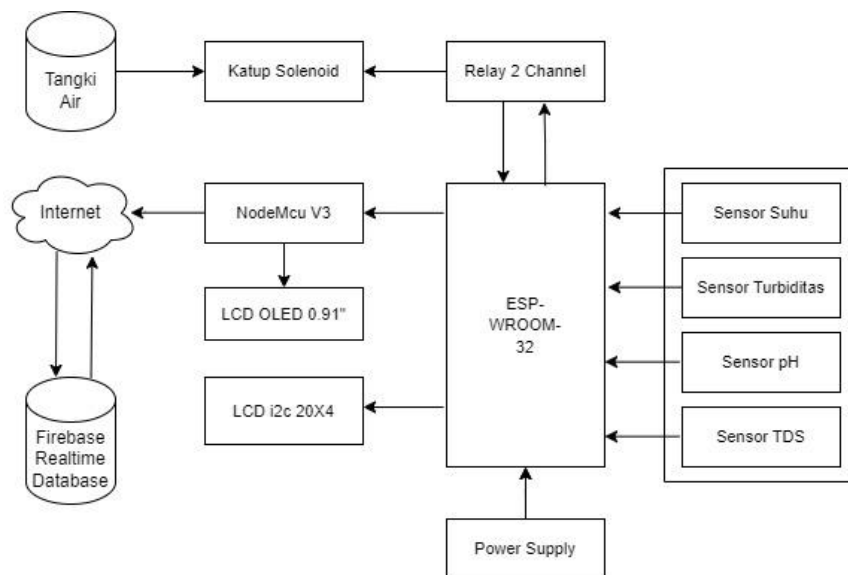
3.3.4 Kebutuhan Software

- a. Arduino IDE
- b. Firebase Realtime Database

3.4 Gambaran Sistem

Sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami dibuat dengan tujuan untuk mengukur dan memantau kualitas air pada Bank air cadangan kampung terban yang dilakukan secara rutin dan data dapat diakses secara *realtime*. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan terdapat perangkat monitoring kualitas air yang dapat melakukan pemantauan kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor seperti suhu, turbiditas, dan pH. Pada perangkat v1

terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat sensor yang menggunakan Arduino Uno dan perangkat sentral berupa Raspberry Pi. Data yang dihasilkan sensor dikonversi menjadi satuan baku dan dikirim ke perangkat sentral yang merupakan basis data lokal melalui komunikasi nirkabel menggunakan Xbee. Data yang telah tersimpan di basis data lokal kemudian disinkronisasi dengan server pusat (UII Net) untuk penyimpanan permanen. Idealnya sistem ini dirancang untuk berfungsi dengan baik, namun terdapat beberapa kendala dan keterbatasan yang dihadapi setelah dilakukan *deployment*. Salah satu kendala utama pada perangkat v1 adalah pengiriman data yang seringkali terganggu oleh masalah sinyal. Selain itu, kesalahan dalam pembacaan sensor juga sering terjadi, yang disebabkan oleh gangguan daya dan masalah pada koneksi kabel penghubung sensor.



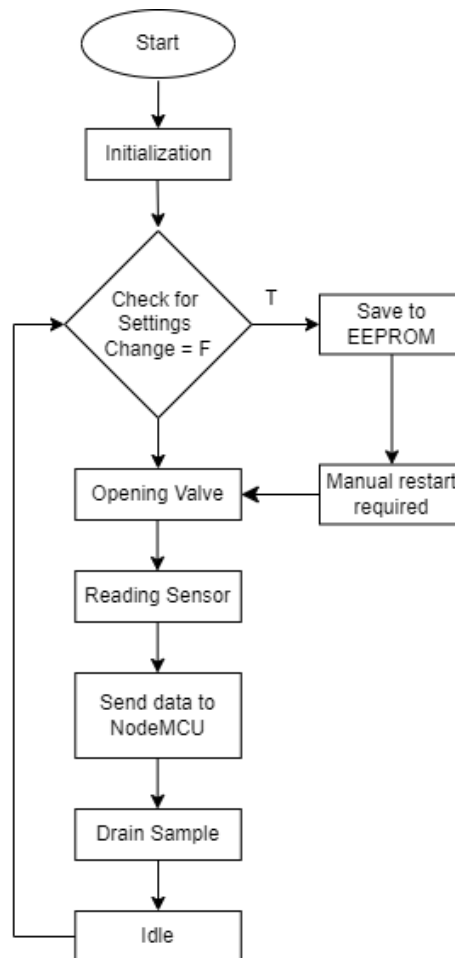
Gambar 3.2 Arsitektur sistem

Gambar 3.2 menunjukkan arsitektur sistem pada perangkat v2. Peneliti melakukan pembaharuan pada v2 dengan menambahkan fitur LCD OLED 0.91” pada perangkat sebagai indikator konektivitas internet serta status pengiriman data ke *cloud* dan LCD 20x4 agar memudahkan pengguna di lapangan mengetahui hasil *sensing* secara langsung. Data dari sensor-sensor yang terpasang di box sampling dieksekusi menggunakan ESP-WROOM-32 sebagai pusat kontrol lalu data tersebut dikirimkan ke Firebase Realtime Database menggunakan *module* NodeMcu V3 yang dapat terkoneksi dengan jaringan internet. Pada penelitian ini *deployment* berhasil dilakukan di Bank Air Cadangan Kampung Terban, dimana perangkat v2 dapat melakukan proses *sensing* lalu menampilkannya di LCD kemudian melakukan *data sending* ke Firebase secara realtime. Data dapat dimonitor secara langsung melalui LCD pada perangkat maupun diakses di Firebase Realtime Database.

3.5 Perancangan sistem

Sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami dengan menggunakan mikrokontroler ESP-WROOM-32 akan mendeteksi kualitas air yang dibaca oleh sensor suhu, turbiditas, pH, dan TDS, kemudian data hasil *sensing* akan diolah pada Mikrokontroler ESP-WROOM-32 sebagai pusat kontrol yang hasilnya akan ditampilkan di LCD 20X4 I2C, data hasil *sensing* lalu dikirim ke *module* NodeMCU v3 melalui komunikasi serial dan mengirimkannya ke Firebase Realtime Database. Status pengiriman data dapat dilihat melalui LCD Oled 0.91. Dalam pengoperasian perangkat seperti: membuka katup, membaca sensor, menjalankan drain, mengatur idle, dan mengatur konektivitas ke *access point* dapat dilakukan secara nirkabel melalui Async Web Server dan ESP8266 Web Server.

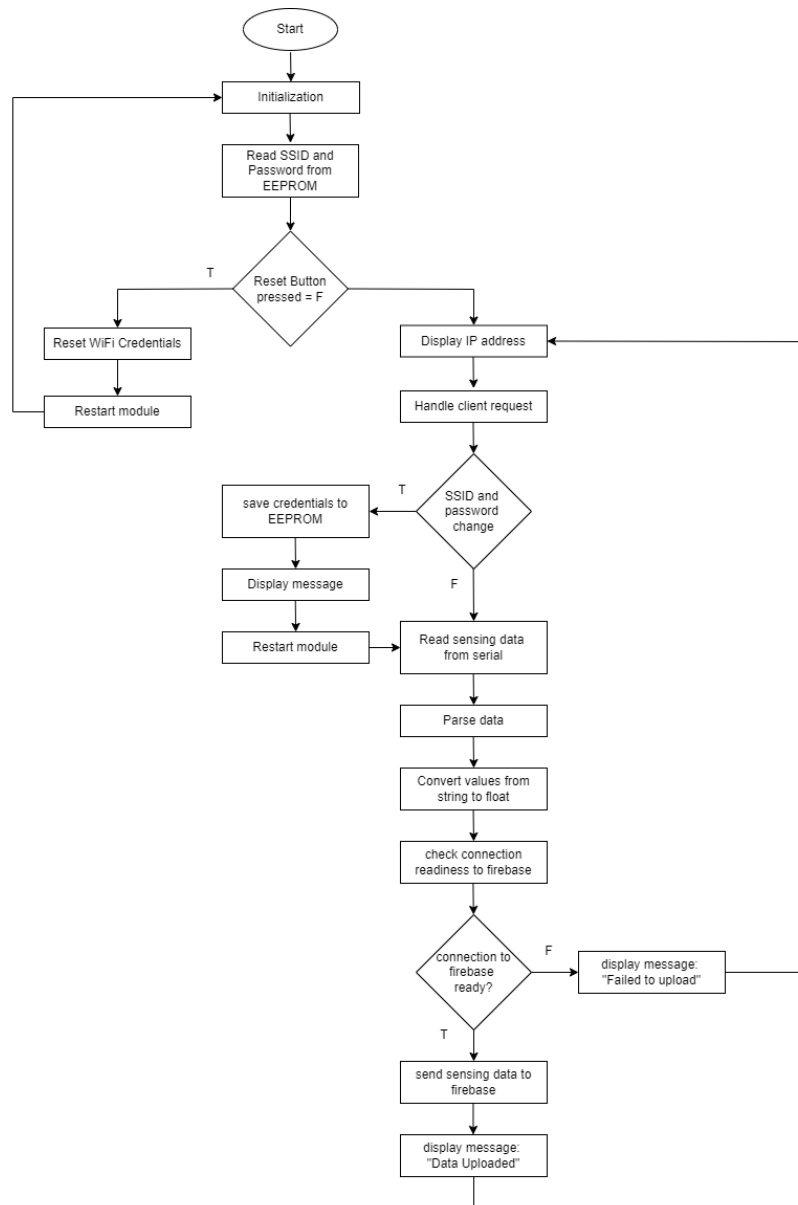
3.5.1 Perancangan alur kerja sistem ESP-WROOM-32



Gambar 3.3 Diagram alur kerja sistem ESP-WROOM-32

Gambar 3.3 Menunjukkan terkait alur kerja sistem pemantauan IoT kualitas air v2 Bank air Kami. Sistem akan melakukan inisialisasi komponen yang diperlukan setelah perangkat dinyalakan. Setelah itu sistem mengatur konfigurasi *Wi-Fi*, web server dan mengatur pin relay ke kondisi mati. Sistem lalu memasuki *loop* utama dengan mengecek apakah ada perubahan pengaturan di *interval*. Jika ada maka EEPROM akan menyimpan pengaturan dan perangkat membutuhkan tindakan *restart* manual jika ingin menerapkan perubahan yang dilakukan, perangkat akan tetap berjalan dengan pengaturan lama jika tidak dilakukan *restart* manual. Sistem selanjutnya akan membuka katup sesuai interval pembukaan, membaca sensor, mengirim hasil pembacaan ke NodeMCU menggunakan serial 2. Setelah itu pompa *drain* dijalankan pada *box* sampling lalu masuk ke kondisi *idle*. perangkat akan memulai kembali *loop* setelah *interval* waktu yang telah ditetapkan untuk status *idle* telah tercapai. *Loop* akan berhenti jika perangkat dimatikan.

3.5.2 Perancangan alur kerja sistem NodeMCU v3



Gambar 3.4 Diagram alur kerja sistem

Gambar 3.4 Menunjukkan terkait alur kerja pada *module* NodeMCU v3 yang bertugas mengirimkan data yang diterima dari ESP-WROOM-32 ke Firebase Realtime Database menggunakan internet. Proses dimulai dari menginisialisasi *library* yang diperlukan, komunikasi serial, EEPROM, dan LCD Oled. Selanjutnya kredensial *Wi-Fi* dibaca dari EEPROM. Jika tombol reset ditekan, sistem akan mereset kredensial *Wi-Fi* dan memulai *restart* perangkat. Sistem lalu memasuki *loop* utama dimana sistem terus menerus menampilkan alamat IP di layar OLED dan menangani permintaan klien yang masuk ke *Web Server*. Jika ada perubahan SSID dan *Password* yang terjadi di web server maka kredensial baru akan disimpan ke EEPROM. Setelah itu, sistem menampilkan pesan di OLED bahwa

kredensial telah disimpan dan *module* akan melakukan *restart*. Sistem kemudian akan membaca data *sensing* dari serial yang tersedia, data dibaca dan di parsing, memastikan formatnya benar lalu mengonversi nilai-nilai dari string ke float. Kemudian perangkat akan memeriksa kesiapan koneksi ke Firebase. Jika koneksi siap, data hasil *sensing* dikirim ke Firebase dan LCD Oled akan menampilkan pesan “Data Uploaded”. Jika koneksi tidak siap maka akan ditampilkan pesan “Failed to upload”. *Loop* akan berhenti jika perangkat dimatikan.

3.5.3 Perancangan Box utama dan Box sampling

Box utama merupakan bagian dari perancangan alat pemantauan ini yang memuat semua komponen yang digunakan termasuk *box* sampling didalamnya. *Box* utama menggunakan Tipe PVC IP66 yang dapat dibuka tutup tanpa harus menggunakan baut untuk memudahkan *maintenance*. *Box* sampling dibuat menggunakan akrilik tebal 5mm dengan dimensi 10x10x10cm yang ditempatkan di dalam *Box* utama.



Gambar 3.5 Box panel PVC IP166

3.5.4 Konfigurasi ESP32



Gambar 3.6 Konfigurasi ESP32

Pada tahap ini konfigurasi dilakukan pada mikrokontroler ESP-WROOM-32 yang menjadi pusat kontrol yang mengelola pembacaan dan pengolahan data dari berbagai sensor yang terhubung, memerlukan konfigurasi dengan menggunakan Arduino IDE. Sensor-sensor seperti suhu, turbiditas, pH dan TDS dihubungkan ke pin I/O yang ditentukan pada ESP-

WROOM-32, dan dikonfigurasi sebagai input. Data yang diterima dari sensor-sensor ini diproses dan kemudian dikirimkan ke module NodeMCU v3 melalui serial 2. Untuk memprogram ESP-WROOM-32, programmer harus menambahkan dukungan untuk ESP32 di Arduino IDE dengan menginstal board manager “ESP32 Dev Module”, menginstal *library* yang diperlukan melalui Library manager. Program ini ditulis dalam bahasa pemrograman C++, yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak pada mikrokontroler seperti Arduino dan ESP. Kode Program yang sudah ditulis diunggah ke ESP-WROOM-32 melalui koneksi kabel USB yang terhubung dengan komputer.

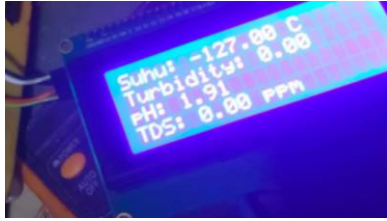
3.5.5 Konfigurasi NodeMCU v3



Gambar 3.7 Konfigurasi NodeMCU v3

Pada tahap ini konfigurasi dilakukan pada module NodeMCU v3 yang berperan sebagai perantara antara mikrokontroler ESP-WROOM-32 dan Firebase Realtime Database. Data hasil sensing yang diterima dari ESP-WROOM-32 melalui protokol komunikasi serial 2 kemudian diproses lalu dikirim ke Firebase untuk penyimpanan dan akses secara real time. Untuk memprogram NodeMCU v3, programmer harus menggunakan Arduino IDE dengan menambahkan dukungan untuk ESP8266 di board manager dengan memilih board “NodeMcu 1.0 (ESP-12E- Module)”, Menginstal *library* yang diperlukan melalui Library Manager. Program ini juga ditulis dalam bahasa pemrograman C++ seperti pada konfigurasi ESP-WROOM-32 dan diunggah melalui koneksi kabel USB yang terhubung dengan komputer. *Module* NodeMCU v3 dalam sistem ini memiliki beberapa fungsi utama meliputi penerimaan data dari ESP-WROOM-32 menggunakan serial 2, pengiriman data ke Firebase secara berkala dan juga pengelolaan web server untuk konfigurasi ke *access point* bkatuparu.

3.5.6 Konfigurasi LCD 20X4 I2C



Gambar 3.8 Konfigurasi LCD 20X4 I2C

Pada tahap ini konfigurasi dilakukan pada LCD 20X4 I2C yang memerlukan sumber daya dari mikrokontroler ESP-WROOM-32 dan dihubungkan menggunakan antarmuka I2C. Kegunaan LCD 20X4 adalah untuk menampilkan hasil sensing secara langsung kepada pengguna di perangkat. LCD ini berfungsi juga untuk menampilkan informasi pengaturan *interval* pengoperasian seperti waktu membuka katup, membaca sensor, menjalankan *drain*, mengatur *idle*. LCD ini mendapatkan sumber daya dari ESP-WROOM-32 melalui pin 5V dan GND. LCD 20X4 dihubungkan ke ESP-WROOM-32 dan dikendalikan menggunakan *library* LiquidCrystal_I2C. Sintaks pemrograman mencakup inisialisasi, pengaturan tampilan untuk menampilkan data sensing dan *interval* pengoperasian.

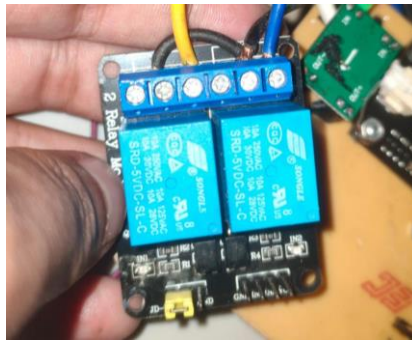
3.5.7 Konfigurasi LCD Oled 0.91



Gambar 3.9 Konfigurasi LCD Oled 0.91

Pada tahap ini konfigurasi dilakukan pada LCD Oled 0.91 yang digunakan pada sistem ini untuk menampilkan status konektivitas internet, status *data sending* dan juga konfigurasi dengan *access point* baru. LCD ini dihubungkan ke *module* NodeMCU v3 dan dikendalikan menggunakan *library* Adafruit_SSD1306 dan Adafruit_GFX. Fungsi LCD Oled 0.91 dalam sistem ini memudahkan pengguna perangkat untuk memantau status koneksi *Wi-Fi*, menampilkan alamat IP yang digunakan untuk mengubah kredensial *access point* dan menampilkan status keberhasilan pengiriman data ke Firebase.

3.5.8 Konfigurasi Relay, Solenoid, dan Pompa DC

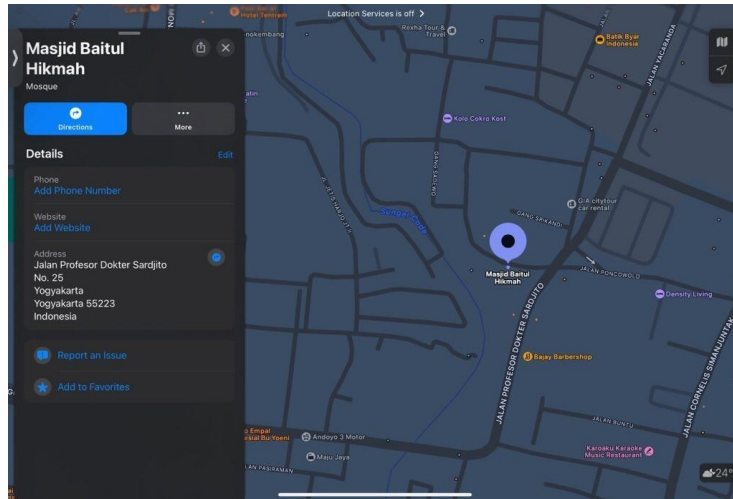


Gambar 3.10 Konfigurasi Relay, Solenoid, dan Pompa DC

Pada tahap ini, konfigurasi dilakukan pada beberapa komponen teknis sampling seperti relay, katup, solenoid, dan pompa DC yang dikendalikan melalui mikrokontroler. Relay digunakan untuk mengontrol katup solenoid yang terhubung ke pin 'VALVE_PIN' dan pompa DC yang terhubung ke pin 'DRAIN_PIN'. Pada fungsi 'setup()', semua pin ini diinisialisasi sebagai 'OUTPUT', dan pin relay awalnya diset dalam kondisi mati. Katup solenoid dibuka dengan mengubah 'VALVE_PIN' menjadi 'LOW' dan ditutup dengan mengubahnya menjadi 'HIGH'. Begitu pula dengan pompa DC yang diaktifkan dengan mengubah 'DRAIN_PIN' menjadi 'LOW' dan dinonaktifkan dengan mengubahnya menjadi 'HIGH'. Pengaturan waktu untuk katup solenoid dan pompa disimpan dalam EEPROM dan dapat diubah melalui web server.

3.6 Rencana deployment

Deployment sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami dilakukan di bank air cadangan kampung terban yogyakarta yang berada di pengolahan air minum isi ulang dibawah pengelolaan ketua RW yang ditempatkan di area Masjid baitul hikmah Terban seperti pada gambar 3.12 Perangkat yang akan dipasang disesuaikan dengan instalasi yang ada di lapangan dan tidak mengganggu jalannya operasional pengolahan air minum isi ulang. Air bekas sampling dialirkan ke resapan yang tersedia sehingga air bekas sampling tidak terbuang sia sia.



Gambar 3.11 Lokasi deployment



Gambar 3.12 Lokasi penempatan perangkat

3.7 Rencana Pengujian Sistem

Setelah *deployment* selesai dilakukan maka tahap selanjutnya yaitu pengujian sistem. setelah pengujian berhasil dilakukan maka sistem dinyatakan siap untuk digunakan. Pengujian dilakukan terhadap beberapa fitur utama pada perangkat, pengujian fungsionalitas sensor dan pengujian *data sending* ke Firebase.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

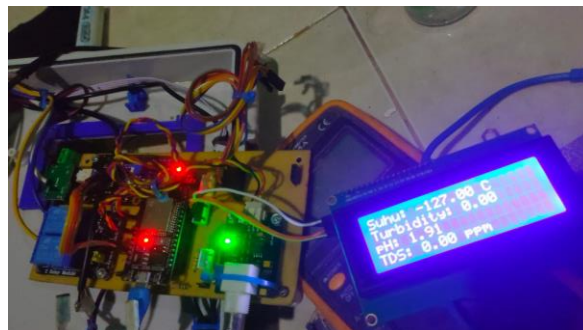
4.1 Hasil implementasi sistem

Bab ini membahas implementasi dari perancangan sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami yang sudah dibuat. Pembahasan dibagi menjadi beberapa bagian yang membahas Implementasi *hardware* dan *software*, perbandingan dengan sistem sebelumnya, pembahasan sintak program, hasil *deployment* dan pengujian sistem, serta kelebihan dan kekurangan sistem.

4.1.1 Implementasi Hardware

Pada sistem IoT pemantauan kualitas air v2 terdapat beberapa komponen hardware yang dapat dibagi kedalam enam bagian yaitu:

- a. *Box* utama dan *Box* sampling meliputi *box* panel PVC IP66, *box* sampling akrilik 10x10x10 cm dengan tebal 5 mm, dan partisi akrilik tebal 2 mm
- b. LCD Screen meliputi LCD 20X4 I2C, dan LCD Oled 0.91
- c. Mikrokontroler dan modul *Wi-Fi* meliputi ESP-WROOM-32, dan NodeMCU v3
- d. Komponen pengontrol air meliputi relay 2 channel, katup solenoid, dan pompa DC
- e. Sensor utama meliputi sensor suhu DS18B20, sensor turbiditas, sensor pH dan sensor TDS
- f. Power supply DC 12V



Gambar 4.1 Pemasangan komponen sensing dan pengontrol air

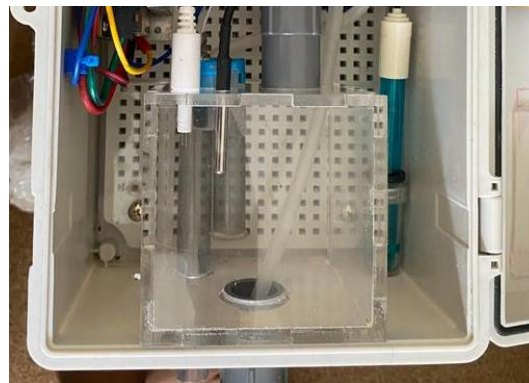
Sistem ini memiliki dua proses berbeda yang dibagi ke ESP-WROOM-32 yang menjalankan proses *sensing* dan NodeMCU v3 yang menjalankan proses *data sending*. Pada gambar 4.1 menunjukkan pemasangan komponen *sensing* yang hasilnya ditampilkan pada LCD 20X4. Komponen pengontrol air yang memiliki fungsi buka katup dan *drain* pada *box* sampling

diproses oleh mikrokontroler ESP-WROOM-32. Pada perangkat ini digunakan relay 2 channel sebagai saklar yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus dari arus listrik ke katup solenoid. Katup solenoid berfungsi mengontrol air yang masuk pada penampung sampel dan pompa DC yang berfungsi membuang air bekas sampling pada penampung. Sensor yang digunakan pada perangkat pemantauan kualitas air v2 ini berupa sensor suhu DS18B20, Sensor turbiditas, sensor keasaman air (pH), dan sensor TDS.



Gambar 4.2 Komponen data sending

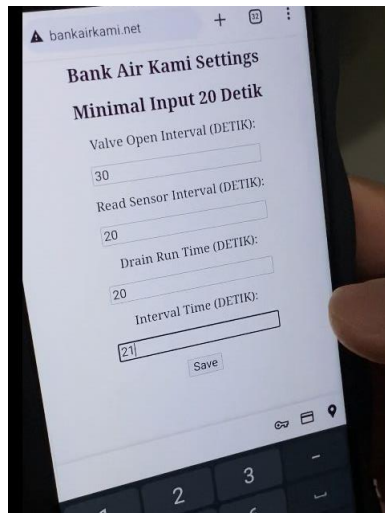
Pada gambar 4.2 menunjukkan LCD Oled 0.91 yang dipasang pada box panel PVC dan terhubung dengan NodeMCU v3 dan dapat menampilkan status koneksi ke Firebase, keberhasilan *data sending* dan pengaturan koneksi *Wi-Fi*.



Gambar 4.3 Box sampling

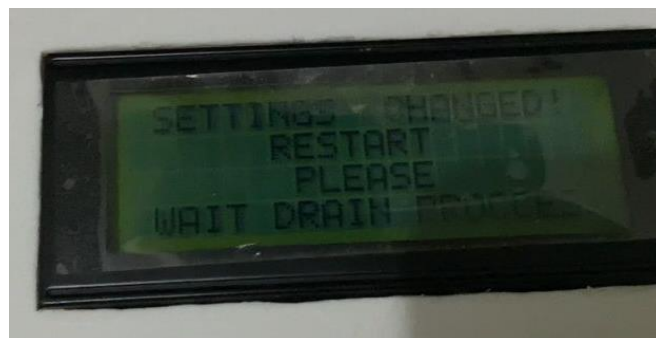
Pada gambar 4.3 menunjukkan *box* sampling akrilik dengan tebal 5 mm berukuran 10x10x10cm yang dipasang didalam *box* panel PVC IP66. Terdapat dua pipa yang memiliki fungsi berbeda, Pipa pertama sebagai pembuang sisa air yang memiliki permukaan lebih rendah dibanding atap *box* sampling untuk mencegah *overflow* dan pipa kedua yang merendam sensor pH agar tidak mati.

4.1.2 Implementasi Software



Gambar 4.4 ESP-WROOM-32 sebagai access point

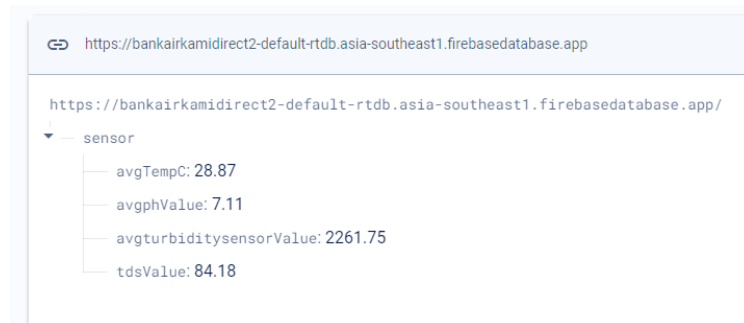
Pada perangkat sistem pemantauan kualitas air v2 ini digunakan mikrokontroler ESP-WROOM-32 sebagai pusat pengendali kumpulan sensor yang dapat mengubah pengaturan interval dari berbagai proses yang dibutuhkan dalam pengoperasian perangkat seperti membuka katup, membaca sensor, menjalankan *drain*, dan mengatur *idle* secara nirkabel. Untuk merancang fungsi ini, langkah pertama adalah mengkonfigurasi ESP-WROOM-32 sebagai access point dengan SSID dan password yang ditentukan dan memungkinkan perangkat lain terhubung langsung seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.5 Konfirmasi perubahan melalui LCD

Setelah menetapkan IP dan subnet maka DNS dikonfigurasi untuk mengarahkan semua permintaan ke alamat IP perangkat. Web server diinisialisasi pada port 80 dengan dua endpoint utama yaitu untuk menampilkan halaman HTML dengan form pengaturan parameter dan satu lagi untuk menangani permintaan post dari form tersebut dan menyimpannya ke EEPROM. Sistem memberikan konfirmasi setelah pengaturan berhasil disimpan melalui LCD seperti pada gambar 4.5. Modul *Wi-Fi* yang digunakan pada perangkat ini yaitu NodeMCU v3 yang

menjembatani pengiriman data hasil *sensing* dan dikirim lewat koneksi serial dari ESP-WROOM-32 kemudian diteruskan ke Firebase. Pengaturan koneksi ke access point baru secara nirkabel pada perangkat ini juga dapat dilakukan menggunakan ESP8266Webserver.



Gambar 4.6 Tampilan realtime database

Pada sistem ini data yang sudah diolah oleh mikrokontroler dan *module* akan ditampilkan pada Firebase seperti pada gambar 4.6. Langkah pertama yang dilakukan dalam konfigurasi ini adalah membuat akun Firebase dan membuat proyek baru. Realtime database diaktifkan dan API Key serta URL database diperoleh.

```
1. #include <Firebase_ESP_Client.h>
2.
3. // Insert Firebase project API Key
4. #define API_KEY "AIzaSyCA_EAhALPKQyBiN91WXmqSi_Bbac_KjAc"
5.
6. // Insert RTDB URL
7. #define DATABASE_URL "https://bankairkamirect2-default-rtdb.asia-8.
8. southeast1.firebaseio.com/"
9.
10.
11. // Define Firebase Data object
12. FirebaseData fbdo;
13.
14. FirebaseAuth auth;
15. FirebaseConfig config;
16.
17. bool signupOK = false;
18.
19. void setup() {
20.   Serial.begin(9600);
21.
22. // Initialize Wi-Fi connection
23.   WiFi.begin("your_SSID", "your_PASSWORD");
24.   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
25.     delay(300);
26.   }
27.
28. // Assign the API key and RTDB URL
29.   config.api_key = API_KEY;
30.   config.database_url = DATABASE_URL;
31.
32. // Sign up
33. if (Firebase.signUp(&config, &auth, "", "")) {
```

```

34.   signupOK = true;
35.   }
36.
37.   // Assign the callback function for the token generation task
38.   config.token_status_callback = tokenStatusCallback; // see
39.   addons/TokenHelper.h
40.
41.   Firebase.begin(&config, &auth);
42.   Firebase.reconnectWiFi(true);
}

```

Gambar 4.7 Kode awal konfigurasi Firebase

Gambar 4.7 menunjukkan konfigurasi Firebase pada NodeMCU v3. Library Firebase diimpor ke dalam Arduino IDE untuk memungkinkan komunikasi antara NodeMCU dan Firebase. Konfigurasi Firebase melibatkan pendefinisian API Key dan URL database dalam kode program. Selain itu ‘FirebaseData’, ‘FirebaseAuth’, dan ‘FirebaseConfig’ dibuat untuk mengatur autentikasi dan konfigurasi Firebase. Inisialisasi Firebase dilakukan dalam fungsi ‘setup()’ yang mencakup inisialisasi serial komunikasi untuk debugging, penetapan API Key dan URL database.

4.2 Perbandingan Sistem v1 dan v2

Perbandingan ini membahas mengenai perbedaan sistem v1 dengan v2 untuk memberikan gambaran yang jelas yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 1 Perbandingan V1 dan V2

Aspek	Sistem v1	Sistem v2
Arsitektur Sistem	Dua komponen utama: perangkat sensor (Arduino Uno) dan perangkat sentral (Raspberry Pi).	Satu komponen utama: ESP-WROOM-32 sebagai pusat kontrol yang terintegrasi dengan NodeMCU v3.
Penyimpanan data	Data disimpan di basis data lokal, lalu disinkronisasi ke server pusat (UII Net) untuk penyimpanan permanen.	Data disimpan di Firebase Realtime Database yang memungkinkan akses dan monitoring secara real-time.
Konektivitas	Menggunakan Access Point Modem GSM.	Menggunakan koneksi Wifi RW kampung terban.
Interaksi Pengguna	Tidak ada tampilan langsung untuk memantau data hasil	Data hasil sensing dan proses <i>data sending</i> dapat

	<i>sensing</i> dan proses <i>data sending</i> pada perangkat.	ditampilkan langsung pada LCD.
Proses sensing	Interval sensing tetap dan tidak dapat dikustomisasi	Proses valve in, reading sensor, drain, dan idle dapat dikustomisasi durasi intervalnya melalui webserver.
Hardware	Menggunakan wadah plastik non-teknis sebagai box sampling.	Menggunakan box akrilik sebagai box sampling.

Tabel 4.1 menunjukkan perbandingan antara sistem pemantauan kualitas air v1 dan v2. Sistem v1 memiliki arsitektur dengan dua komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai perangkat sensor dan Raspberry Pi sebagai perangkat sentral, yang berfungsi secara terpisah. Pembaruan yang dilakukan pada Sistem v2 adalah mengintegrasikan semua fungsi ke dalam satu perangkat kontrol, ESP-WROOM-32, yang terhubung dengan NodeMCU v3 untuk konektivitas Wi-Fi. Penyimpanan data pada v1 dilakukan di database lokal dan disinkronisasi ke server pusat, sementara pada v2 menggunakan Firebase untuk penyimpanan real-time. Konektivitas internet pada v1 menggunakan modem GSM, sedangkan pada v2 menggunakan Wi-Fi yang terdapat di lapangan. Sistem v2 memiliki pembaruan pada sisi interaksi pengguna dimana data hasil sensing dan proses data sending dapat dilihat melalui LCD 20X4 dan LCD Oled 0.91. Proses sensing pada v2 dapat dikustomisasi melalui webserver sehingga proses valve in, reading sensor, drain, dan idle dapat diatur durasinya.

4.3 Pembahasan Sintak Program

Pembahasan sintak program menjelaskan bagaimana sistem berjalan berdasarkan kode program yang dibuat pada Sistem IoT Pemantauan Kualitas Air V2 Bank Air Kami. Sintak yang digunakan memiliki fungsi masing masing sehingga dibutuhkan informasi mengenai fungsi dari sintak yang ditulis. Kode ditulis menggunakan program Arduino IDE dan terdapat dua mikrokontroler yang akan di program yaitu ESP-WROOM-32 yang berfungsi sebagai pusat kontrol dan NodeMCU v3 sebagai pengirim data ke Firebase.

4.3.1 Pembahasan Sintak Program Pada ESP-WROOM-32

```

1. //BANK AIR KAMI V 2.0
2.
3.//=====
=====
4. #include <Wire.h>
5. #include <LiquidCrystal_I2C.h>
6. #include "DFRobot_ESP_PH.h"
7. #include "EEPROM.h"
8. #include <OneWire.h>
9. #include <DallasTemperature.h>
10. #include "Arduino.h"
11.//=====
=====
12. #include <WiFi.h>
13. #include <EEPROM.h>
14. #include <ESPAsyncWebServer.h>
15. #include <DNSServer.h>
16.//=====
=====

```

Gambar 4.8 Import library

Langkah pertama yang dilakukan setelah menginstall program Arduino IDE adalah instal dan import *library* yang diperlukan seperti pada gambar 4.8 Penggunaan *library* pada sintak Arduino adalah langkah yang penting untuk menyediakan fungsionalitas tambahan yang tidak ada dalam API dasar Arduino. *Library* memudahkan pengembang menggunakan *hardware* dan fungsi yang kompleks tanpa harus menuliskan kode dari awal. *Library* Wire.h digunakan untuk memungkinkan komunikasi menggunakan protokol I2C (Inter-Integrated-Circuit). Protokol I2C adalah protokol komunikasi serial yang memungkinkan beberapa perangkat berkomunikasi dengan satu mikrokontroler menggunakan hanya dua kabel yaitu SDA dan SCL. *Library* LiquidCrystal_I2C digunakan untuk mengontrol LCD melalui antarmuka I2C. *Library* OneWire dan DallasTemperature digunakan untuk mengelola pembacaan suhu dan komunikasi dari sensor DS18B20. *Library* ESPAsyncWebServer dan AsyncTCP memungkinkan pengelolaan server web asinkron pada mikrokontroler ESP serta memungkinkan antarmuka web untuk pengaturan interval waktu pengoperasian. DNSServer mendukung pengalihan pengguna ke halaman konfigurasi. EEPROM digunakan untuk menyimpan data persisten seperti pengaturan *interval* pengoperasian.

```

1. // Definisikan waktu yang diperlukan untuk membuka katup, membaca suhu, dan
mengaktifkan pompa (dalam milidetik)
2. unsigned long valveOpenTime = 10000; // 10 detik
3. unsigned long valveOpeningTime = 0;
4. unsigned long readSensorTime = 10000; // 10 detik
5. unsigned long drainRunTime = 20000; // 20 detik
6. unsigned long intervalTime = 0; // interval awal diatur menjadi 0
7. unsigned long intervalTimeSet = 0.1 * 60 * 1000; // interval
8. unsigned long previousTime = 0;
9. unsigned long valveStartTime = 0;
10. unsigned long DrainStartTime = 0;
11.
12. // Fungsi Loop untuk Mengelola Proses Pembukaan Katup, Pembacaan Suhu, dan
Pengaktifan Pompa

```

```

13. void loop() {
14.     unsigned long currentTime = millis();
15.
16.     // Membuka Katup
17.     if (currentState == OPENING_VALVE) {
18.         if (valveOpeningTime == 0) {
19.             digitalWrite(VALVE_PIN, LOW);
20.             valveOpeningTime = currentTime; // Catat waktu pembukaan katup dimulai
21.         }
22.
23.         if (currentTime - valveOpeningTime >= valveOpenTime) {
24.             digitalWrite(VALVE_PIN, HIGH);
25.             currentState = READING_SENSOR;
26.             valveOpeningTime = 0;
27.             valveStartTime = currentTime;
28.         }
29.     }
30.
31.     // Membaca Suhu
32.     else if (currentState == READING_SENSOR) {
33.         sensors.requestTemperatures();
34.         tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
35.         tempSum += tempC;
36.     }
37.
38.     // Mengaktifkan Pompa
39.     else if (currentState == RUNNING_DRAIN) {
40.         digitalWrite(DRAIN_PIN, LOW);
41.         if (currentTime - DrainStartTime >= drainRunTime) {
42.             digitalWrite(DRAIN_PIN, HIGH);
43.             currentState = IDLE;
44.             previousTime = currentTime;
45.         }
46.     }
47. }

```

Gambar 4.9 Inisialisasi waktu dan interval

Pada gambar 4.9 dijelaskan bahwa pengoperasian perangkat untuk membuka katup, membaca sensor, dan mengaktifkan pompa dilakukan secara otomatis berdasarkan kondisi yang telah ditentukan. Proses ini diatur dalam fungsi ‘void loop()’. Pada baris ke-2, variabel ‘valveOpenTime’ diinisialisasi dengan nilai 10000 milidetik, yang menentukan durasi pembukaan katup selama 10 detik. Baris ke-3 menginisialisasi variabel ‘valveOpeningTime’ dengan nilai 0, yang digunakan untuk mencatat waktu saat katup mulai dibuka. Baris ke-4 mengatur variabel ‘readSensorTime’ dengan nilai 10000 milidetik untuk menetapkan durasi pembacaan sensor setelah katup dibuka. Durasi pengaktifan pompa drainase selama 20 detik ditentukan oleh variabel ‘drainRunTime’, yang diatur pada baris ke-5 dengan nilai 20000 milidetik. Baris ke-6 hingga ke-10 mendeklarasikan variabel lainnya seperti ‘intervalTime’, ‘intervalTimeSet’, ‘previousTime’, ‘valveStartTime’, dan ‘DrainStartTime’, yang digunakan untuk mencatat waktu-waktu penting selama siklus operasi, termasuk jeda antar siklus dan waktu dimulainya berbagai proses. Pada fungsi ‘loop()’, mulai dari baris ke-17 hingga 28, jika sistem berada dalam status ‘OPENING_VALVE’, katup akan dibuka selama 10 detik sesuai dengan durasi yang ditentukan, dan setelah waktu tersebut habis, sistem akan beralih ke status

'READING_SENSOR'. Pada status ini, yang dijelaskan pada baris ke-31 hingga 36, suhu akan dibaca dan disimpan untuk analisis lebih lanjut. Baris ke-38 hingga 45 menjelaskan bahwa jika sistem berada dalam status 'RUNNING_DRAIN', pompa akan diaktifkan untuk mengalirkan air keluar dari *box* sampling selama 20 detik. Setelah proses drainase selesai, sistem kembali ke status 'IDLE' dan menunggu hingga interval waktu yang ditentukan berlalu sebelum memulai siklus berikutnya. Siklus ini berulang, memastikan bahwa sistem berfungsi secara otomatis sesuai dengan waktu dan kondisi yang telah ditentukan.

```

1. AsyncWebServer server(80);
2. DNSServer dnsServer;
3. const char* apSSID = "BankAirKami_AP";
4. const char* apPassword = "bankairkami";
5.
6. WiFi.softAP(apSSID, apPassword);
7. IPAddress ip(192, 168, 4, 1);
8. IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
9. dnsServer.start(53, "*", ip);
10. WiFi.softAPConfig(ip, ip, subnet);
11. server.begin();
12.
13. server.on("/", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest* request) {
14.     String html = "<html><body style='text-align: center;'>";
15.     html += "<h1>Bank Air Kami Settings</h1>";
16.     html += "<form action='/save' method='post'>";
17.     html += "Valve Open Interval (detik): <input type='number'
name='valveInterval' value='" + String(valveOpenTime / 1000) + "'><br>";
18.     html += "Read Sensor Interval (detik): <input type='number'
name='sensorInterval' value='" + String(readSensorTime / 1000) + "'><br>";
19.     html += "Drain Run Time (detik): <input type='number' name='drainTime'
value='" + String(drainRunTime / 1000) + "'><br>";
20.     html += "Interval Time (detik): <input type='number' name='intervalTime'
value='" + String(intervalTimeSet / 1000) + "'><br>";
21.     html += "<input type='submit' value='Save'>";
22.     html += "</form>";
23.     html += "</body></html>";
24.     request->send(200, "text/html", html);
25. });
26.
27. server.on("/save", HTTP_POST, [] (AsyncWebServerRequest* request) {
28.     valveOpenTime = request->arg("valveInterval").toInt() * 1000;
29.     readSensorTime = request->arg("sensorInterval").toInt() * 1000;
30.     drainRunTime = request->arg("drainTime").toInt() * 1000;
31.     intervalTimeSet = request->arg("intervalTime").toInt() * 1000;
32.
33.     EEPROM.put(10, valveOpenTime);
34.     EEPROM.put(10 + sizeof(valveOpenTime), readSensorTime);
35.     EEPROM.put(10 + 2 * sizeof(valveOpenTime), drainRunTime);
36.     EEPROM.put(10 + 3 * sizeof(valveOpenTime), intervalTimeSet);
37.     EEPROM.commit();
38.
39.     request->send(200, "text/html", "Settings Saved!");
40. });

```

Gambar 4.10 Fungsi Async Web Server

Pada gambar 4.10, dijelaskan konfigurasi Wi-Fi, DNS server, dan web server untuk menyediakan antarmuka web yang memungkinkan pengguna mengatur parameter perangkat. Baris 3-4 mengonfigurasi perangkat sebagai access point dengan SSID “BankAirKami_AP” dan password “bankairkami”, sehingga perangkat lain dapat terhubung langsung ke jaringan yang dibuat oleh perangkat ini. Baris 7-8 menetapkan alamat IP (192.168.4.1) dan subnet untuk jaringan lokal yang dibuat oleh perangkat. Baris 9 mengatur DNS server untuk menangani semua permintaan DNS, mengarahkan semua permintaan ke alamat IP perangkat yang telah ditetapkan. Baris 10 menggunakan ‘WiFi.softAPConfig()’ untuk mengonfigurasi jaringan lokal, dan baris 11 memulai webserver pada port 80, yang merupakan port default untuk HTTP. Baris 13-25 menangani endpoint pertama pada web server, yang merespons permintaan HTTP GET pada root URL (“/”). Ketika permintaan ini diterima, server menampilkan halaman HTML yang berisi form untuk mengatur parameter seperti interval pembukaan katup (‘valveOpenTime’), interval pembacaan sensor (‘readSensorTime’), waktu drainase (‘drainRunTime’), dan interval idle (‘IntervalTimeSet’). Baris 27-39 menjelaskan endpoint kedua yang menangani permintaan POST pada URL “/save”. Data dari form diambil pada baris 28-31, dimana nilai-nilai parameter dikonversi ke satuan milidetik dan disimpan ke dalam EEPROM pada baris 33-37. Penyimpanan ini memastikan bahwa perubahan parameter tetap tersimpan meskipun perangkat dimatikan atau di-restart. Setelah pengaturan disimpan, baris 39 mengirimkan respons HTML yang mengonfirmasi bahwa pengaturan telah berhasil disimpan.

4.3.2 Pembahasan Sintak Program Pada NodeMCU v3

```
1. void loop() {
2.     display.setCursor(32, 23);
3.     display.println(WiFi.localIP());
4.     display.display();
5.     server.handleClient();
6.
7.
8.     if (Serial.available() > 0) {
9.         String data = Serial.readStringUntil('\n');
10.        // Serial.println("Received data: " + data); // Debug: cetak data yang
diterima
11.
12.        // Hapus karakter whitespace tambahan di awal dan akhir string
13.        data.trim();
14.
15.        // Periksa apakah data dimulai dengan "[" dan diakhiri dengan "]"
16.        if (data.startsWith("[") && data.endsWith("]")) {
17.            // Hapus karakter "[" dan "]" dari data
18.            data.remove(0, 1);
19.            data.remove(data.length() - 1);
20.
21.            // Memecah data menjadi nilai-nilai sensor
22.            int commaIndex1 = data.indexOf(',');
```

```

23.     int commaIndex2 = data.indexOf(',', commaIndex1 + 1);
24.     int commaIndex3 = data.indexOf(',', commaIndex2 + 1);
25.
26.     // Periksa apakah ada cukup banyak koma untuk memecah data
27.     if (commaIndex1 != -1 && commaIndex2 != -1 && commaIndex3 != -1) {
28.         String avgTempC_str = data.substring(0, commaIndex1);
29.         String avgturbiditysensorValue_str = data.substring(commaIndex1 + 1,
commaIndex2);
30.         String avgpHValue_str = data.substring(commaIndex2 + 1, commaIndex3);
31.         String tdsValue_str = data.substring(commaIndex3 + 1);
32.
33.         // Ganti "nan" dengan 0.0
34.         if (avgpHValue_str.equals("nan")) {
35.             avgpHValue_str = "0.0";
36.         }
37.         if (tdsValue_str.equals("nan")) {
38.             tdsValue_str = "0.0";
39.         }
40.
41.         // Konversi nilai-nilai sensor ke tipe data yang sesuai
42.         float avgTempC = avgTempC_str.toFloat();
43.         float avgturbiditysensorValue =
avgturbiditysensorValue_str.toFloat();
44.         float avgpHValue = avgpHValue_str.toFloat();
45.         float tdsValue = tdsValue_str.toFloat(); // Ubah tipe data tdsValue
menjadi float
46.
47.         // Debug: cetak nilai-nilai sensor
48.         // Serial.println("avgTempC: " + avgTempC_str);
49.         // Serial.println("avgturbiditysensorValue: " +
avgturbiditysensorValue_str);
50.         // Serial.println("avgpHValue: " + avgpHValue_str);
51.         // Serial.println("tdsValue: " + tdsValue_str);
52.
53.         // Debug: cetak nilai-nilai yang dikonversi
54.         Serial.println("Converted values: " + String(avgTempC) + ", " +
String(avgturbiditysensorValue) + ", " + String(avgpHValue) + ", " +
String(tdsValue));
55.
56.         // Upload data ke Firebase jika koneksi Firebase siap dan signupOK
57.         if (Firebase.ready() && signupOK) {
58.             display.clearDisplay();
59.             display.setCursor(0, 0);
60.             display.println("    CONNECTED");
61.             display.display();
62.
63.             if (Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "sensor/avgTempC", avgTempC) &&
Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "sensor/avgturbiditysensorValue",
avgturbiditysensorValue) && Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "sensor/avgpHValue",
avgpHValue) && Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "sensor/tdsValue", tdsValue)) { //
Gunakan setFloat untuk mengunggah tdsValue
64.                 // Serial.println("Data uploaded to Firebase successfully");
65.                 display.setCursor(0, 10);
66.                 display.println("    Data uploaded");
67.                 display.display();
68.             } else {
69.                 Serial.println("Failed to upload data to Firebase");
70.                 Serial.println("Error reason: " + fbdo.errorReason());
71.                 display.setCursor(0, 10);
72.                 display.println("    Failed to upload");
73.                 display.display();
74.             }
75.         } else {
76.             display.clearDisplay();
77.             display.setCursor(0, 0);
78.             display.println("    DISCONNECTED");
79.             display.display();

```

```

80.         }
81.     } else {
82.
83.         Serial.println("Not enough commas found to parse the data."); //
Debug: cetak pesan jika data tidak dapat dipisahkan dengan benar
84.     }
85.     } else {
86.
87.         Serial.println("Received data format is not correct."); // Debug:
cetak pesan jika format data tidak sesuai
88.     }
89. }
90. }

```

Gambar 4.11 Fungsi ‘loop’ utama

Pada Gambar 4.11, dijelaskan bagian kode yang mengimplementasikan fungsi ‘loop’ yang bertanggung jawab untuk menjalankan fungsi inti dari program secara berulang sampai perangkat dimatikan. Baris 2-5 dimulai dengan menampilkan alamat IP Lokal perangkat pada layar OLED menggunakan fungsi ‘setCursor()’ dan ‘println()’, yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengelola pengaturan jaringan perangkat melalui web server. Web server dipanggil melalui baris 5 (‘server.handleClient()’), untuk menangani setiap permintaan HTTP klien yang masuk, memprosesnya melalui fungsi yang telah ditentukan. Baris 8-9 memeriksa apakah ada data yang tersedia pada serial. Jika ada, data tersebut dibaca hingga karakter newline menggunakan ‘Serial.readStringUntil('\n’)’ dan baris 13 melakukan ‘trim’ untuk menghapus whitespace yang tidak diperlukan. Selanjutnya, di baris 16-19, data yang diterima diperiksa formatnya, yaitu apakah dimulai dengan “[“ dan diakhiri dengan “]”. Jika formatnya sesuai, karakter “[“ dan “]” dihapus untuk persiapan parsing lebih lanjut. Baris 21-24 adalah tahap parsing, di mana data sensor dipisahkan berdasarkan posisi koma untuk mengidentifikasi nilai-nilai individu. Jika jumlah koma sesuai, seperti yang diperiksa pada baris 27, nilai-nilai sensor diextraksi sebagai string pada baris 28-31, lalu dikonversi ke tipe data ‘float’ pada baris 42-45. Baris 34-38 menangani nilai “nan” dengan mengubahnya menjadi 0.0 untuk menjaga integritas data.

Pada baris 56-73, jika koneksi Firebase siap dan proses sign-up berhasil, data sensor yang telah dikonversi akan dikirimkan ke Firebase. Pesan status koneksi dan status pengiriman data ditampilkan pada layar OLED. Jika data berhasil diunggah, pesan “Data Uploaded” akan ditampilkan pada baris 72. Baris 75-79 menangani kondisi di mana koneksi ke Firebase tidak tersedia dengan menampilkan pesan “DISCONNECTED” pada layar OLED. Jika data yang diterima tidak memiliki jumlah koma yang cukup untuk parsing, seperti yang ditangani pada baris 81-84, atau jika format data tidak sesuai seperti yang dijelaskan pada baris 85-87, maka pesan kesalahan akan dicetak ke serial. Secara keseluruhan, fungsi ‘loop’ memastikan bahwa

perangkat terus menerus memantau koneksi Wi-Fi, menangani permintaan klien, membaca data sensor dari serial, mengirimkan data ke Firebase jika koneksi tersedia dan menampilkan pesan status di layar OLED untuk memberikan informasi real-time tentang status operasi perangkat.

4.4 Pengujian

Pengujian perangkat yang sudah dibuat meliputi pengujian fitur utama pada perangkat pemantauan kualitas air v2, pengujian fungsionalitas sensor dan pengujian *data sending* ke *firebase*. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan kelayakan dari perangkat pemantauan kualitas air v2 yang sudah dibuat sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan.

4.4.1 Pengujian Fitur Utama pada Perangkat Pemantauan Kualitas Air v2

Tabel 4. 2 Pengujian Fitur Utama pada Perangkat Pemantauan Kualitas Air V2

Hasil uji			
Fitur	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
LCD 20X4	Dapat menampilkan proses dan hasil <i>sensing</i>	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
LCD Oled	Dapat menampilkan status data sending ke <i>firebase</i>	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
Relay	Dapat mengalirkan arus listrik dan membuka katup solenoid	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
Pompa DC	Dapat membuang air bekas sampling	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
ESPAsyncwebserver	Dapat melakukan perubahan interval dan menyimpannya di EEPROM	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
ESP8266webserver	Dapat melakukan perubahan SSID dan Password dan menyimpannya di EEPROM	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil

Sensor suhu DS18B20	Dapat melakukan pembacaan nilai suhu pada air sampling	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
Sensor turbiditas	Dapat melakukan pembacaan nilai turbiditas pada air sampling	Berhasil membaca nilai turbiditas namun pembacaan sensor kurang tepat karena adanya kemungkinan beberapa faktor	Kalibrasi belum akurat
Sensor pH	Dapat melakukan pembacaan nilai pH pada air sampling	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil
Sensor TDS	Dapat melakukan pembacaan nilai TDS pada air sampling	Berhasil sesuai dengan yang diharapkan	Berhasil

Pengujian Fitur utama pada perangkat pemantauan kualitas air v2 mengarah secara khusus kepada fungsionalitas fitur utama yang telah. Terdapat beberapa fitur pada perangkat seperti LCD 20X4 yang berfungsi menampilkan proses dan hasil *sensing*, LCD Oled yang berfungsi menampilkan status data sending ke Firebase, Relay yang berfungsi mengalirkan arus listrik untuk membuka dan menutup katup solenoid pada pengisian sampel air ke *box* sampling, pompa DC yang berfungsi membuang air bekas sampling dan sensor-sensor yang digunakan pada perangkat pemantauan kualitas air. Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pengujian fitur utama pada perangkat pemantauan kualitas air fitur-fitur yang ada dapat berhasil sesuai dengan yang diharapkan.

4.4.2 Pengujian Data Sending ke Firebase

Tabel 4. 3 Pengujian Data Sending ke Firebase

Uji ke-	Suhu	Turbiditas	pH	TDS	Status koneksi	Status pengiriman
1	28,99	2236,83	7,32	84,03	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
2	28,81	2225,09	7,31	79,97	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
3	28,77	2231,29	7,32	87,52	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
4	28,75	2254,59	7,30	86,7	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
5	28,75	2272,66	7,28	87,01	<i>Connected</i>	<i>Failed to upload</i>
6	28,75	2274,28	7,26	83,26	<i>Connected</i>	<i>Success</i>

7	28,89	2275,15	7,15	89,49	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
8	28,81	3237,16	7,13	86,4	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
9	28,87	2261,75	7,11	84,18	<i>Connected</i>	<i>Success</i>
10	28,81	2521,53	7,10	87,47	<i>Connected</i>	<i>Failed to upload</i>

Pengujian data sending ke Firebase Realtime Database pada perangkat pemantauan kualitas air v2 mengarah secara khusus pada keberhasilan terkirimnya data hasil sensing ke Firebase dengan memastikan data yang ditampilkan pada LCD 20x4 diterima oleh Firebase. Konektivitas internet dan status pengiriman data ke Firebase dapat ditampilkan pada LCD Oled, jika data hasil sensing berhasil terkirim maka akan muncul pesan “Success”, namun jika tidak berhasil terkirim maka akan muncul pesan “Failed to upload”. Berdasarkan tabel 4.3 Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dengan status pengiriman *success* sebanyak 8 kali dan status pengiriman *failed* sebanyak 2 kali.

4.5 Kelebihan sistem

- a. Perangkat dapat menampilkan data dari pemantauan kualitas air pada LCD 20X4 yang dapat dilihat secara langsung dan dapat dipantau melalui Firebase secara *realtime*
- b. Data yang dihasilkan dari pembacaan sensor nilainya sesuai dengan perubahan secara *realtime*
- c. Status *data sending* ke Firebase dapat dipantau melalui LCD Oled
- d. Sistem dapat melakukan pemantauan kualitas air secara rutin dengan *interval* yang dapat dikustomisasi

4.6 Kekurangan Sistem

- a. Konfigurasi perangkat melalui web server hanya bisa dilakukan pada jaringan *local*
- b. Nilai yang dihasilkan sensor turbiditas belum akurat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sistem IoT pemantauan kualitas air v2 bank air Kami terdapat beberapa kesimpulan dimana secara fungsional perangkat dapat bekerja sesuai dengan rancangan dan deployment berhasil dilakukan di bank air cadangan Kampung Terban, perangkat v2 dapat melakukan proses *sensing* lalu menampilkannya di LCD kemudian melakukan *data sending* ke Firebase secara realtime. Data dapat dimonitor secara langsung melalui LCD pada perangkat maupun diakses di Firebase Realtime Database.

5.2 Saran

Setelah berjalannya penelitian ini terdapat beberapa saran yang perlu disampaikan untuk penelitian sejenis ataupun peneliti selanjutnya sebagai berikut:

- a. Pada penelitian selanjutnya diharapkan konfigurasi nirkabel perangkat dapat dilakukan pada *remote network* dan tidak terbatas pada *local* saja
- b. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah pemantauan biokimia air seperti E.Coli dan Coliform
- c. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan kalibrasi pada sensor turbiditas agar nilai hasil uji turbiditas lebih akurat

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, F., & Prawiroredjo, K. (2016). Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter Ph, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 49–62.
- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 272.
- Bento, A. C. (2018). IoT: NodeMCU 12e X Arduino Uno, Results of an Experimental and Comparative Survey. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 6(1).
- Bohlen, M., Maharika, I., Yin, Z., & Hakim, L. (2014). Biosensing in the Kampung. *Proceedings - 2014 International Conference on Intelligent Environments, IE 2014*, 23–30. <https://doi.org/10.1109/IE.2014.11>
- Chuzaini, F., & Dzulkifli, D. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 46–56.
- Eryeni, S., Dewata, I., & Handayuni, L. (2023). Kondisi Sanitasi Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Padang. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES" (Journal of Health Research "Forikes Voice")*, 14(4), 306–311. <https://doi.org/10.33846/sf14213>
- Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi, S. (2019). Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 65–72. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Khoerun, B., & Udhiarto, A. (2019). Pengaruh Variasi Suhu Laminating, Waktu Ultrasonic Cleaning, Kecepatan Rotasi Spin Coating Terhadap Karakterisasi Organic Light Emitting Diode (OLED). *Jurnal Teknologi Terapan*, 5(2). <https://doi.org/10.31884/jtt.v5i2.205>
- Kurniawan, S. R., & Syahririni, S. (2021). The Prototype for Measuring the Height and Monitoring of River Water Quality Based on the Internet of Things. *Procedia of*

Engineering and Life Science, 1(1). <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.875>

- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164–173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Nurchahyo, A. R., Prawiroredjo, K., & Sulaiman, S. (2020). Prototipe Sistem Pembuatan Larutan Nutrisi Otomatis pada Hidroponik Metode Nutrient Film Technique. *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(2), 71–82. <https://doi.org/10.31358/techne.v19i02.230>
- Pindrayana, K., Borman, R. I., Prasetyo, B., & Samsugi, S. (2018). Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Urnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 71–82. <https://doi.org/10.22373/crc.v2i2.3705>
- Pratmanto, D., Ardiansyah, A., Widodo, A. E., & Titiani, F. (2019). Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar Logam pada Air Berbasis Aduino Uno. *Evolusi- Jurnal Sains Dan Manajemen*, 7(1), 29–34. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v7i1.5013>
- Putra, I. N. T. A., Desnanjaya, I. G. M. N., Saputra, P. K. G., & Astuti, K. S. A. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 6(3), 154–164.
- Rachman, I., Budiman, M. R., Muhajir, A., & Mi'raz, R. (2023). Smart Aquarium Berbasis IoT dengan Web Server dan Intellegent OTA. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 14(3), 278–284. <https://doi.org/10.31602/tji.v14i3.11438>
- Rivai, A. R., & Wardijono, B. A. (2021). Purwarupa Sistem Kendali Kemudi Kendaraan Roda Empat menggunakan Giroskop pada Realitas Virtual Berbasis Mikrokontroler ESP-WROOM-32. *Engineering, MATHematics and Computer Science Journal (EMACS)*, 3(3), 127–136. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v3i3.7705>
- Sanya, W. M., Alawi, M. A., & Eugenio, I. (2022). Design and development of Smart Water Quality Monitoring System Using IoT. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 08(03), 01–13. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2022.8.3.1>
- Setiawati, D. A., Hakim, M. L., & Sukmawaty, S. (2020). Rancang Bangun Sistem

Pengendalian Suhu Ruang Pengering Hybrid Tipe Rak Berputar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i1.1-9>

Sugiyono, S. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Surahman, S. (2016). *TA: Rancang Bangun Sistem Rotary Drum Filter (RDF) Serta Pemisahan Kotoran dari Air Penyebab Turbiditas*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Susantok, M., & Ramadhan, T. (2021). Manajemen Ketersediaan dan Penggunaan Air pada Rumah Tangga Berbasis IoT. *Jurnal ELEMENTER (Elektro Dan Mesin Terapan)*, 7(1),–10. <https://doi.org/10.35143/elementer.v7i1.3743>

Wahid, A. A. (2020). Analisis Metode Waterfall untuk Pengembangan Sistem Informasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK*, 1(1), 1–5.

Wahjono, H. D., & Setiaji, G. (2015). Instalasi Sistem Pemantauan Kualitas Air Online Berbasis GSM. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1), 65–80.

Windiarto, R. A. (2018). *Purwarupa Sistem Monitoring Sumber Daya Air di Wilayah Perkotaan Informal dengan Arduino pada Studi Kasus Bank Air Kampung Terban Yogyakarta* [Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/7831>

LAMPIRAN