

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PINTU AIR PADA TAMBAK IKAN
BANDENG (*CHANOS-CHANOS*) BERBASIS IOT
DESIGN OF WATER GATE CONTROL SYSTEMS IN IOT-BASED MILKFISH PONDS
(*CHANOS-CHANOS*)**

Soma Sunarya¹, Rendy Munadi², Ridha Muldina Negara³

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, Jawa Barat 40257¹²³

soma.sunarya@gmail.com¹, rendymunadi@telkomuniversity.ac.id², ridhanegara@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak - Tambak merupakan sebuah kolam buatan bertekstur mudah menyerap air (porus) yang terdapat di daerah pesisir pantai dan dimanfaatkan sebagai tempat membudidayakan biota air (akuakultur) yang hidup di air berkadar payau atau asin seperti Udang dan Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*). Pada budidaya akuakultur di tambak ada hal-hal yang harus diperhatikan seperti derajat keasaman dan ketinggian air di tambak agar biota yang dibudidayakan dapat tumbuh dan berkembang secara maksimal serta mendapatkan hasil yang memuaskan, dalam hal ini petambak biasanya mengatur derajat keasaman dan ketinggian air dengan melakukan pergantian air secara rutin dengan membuka / menutup pintu air di tambak yang dilakukan dengan cara yang masih tradisional. Melalui penelitian ini dibuat sebuah sistem kendali pintu air untuk dapat mengotomasi dan mengefisiensikan proses sirkulasi air berdasarkan kadar pH air dan ketinggian air di tambak ikan bandeng, serta membuat aplikasi monitoring berbasis web agar petambak bisa melihat secara real time proses yang sedang berlangsung di tambak. Sistem kendali pintu air ini dirancang dengan menggunakan beberapa komponen yang terdiri dari pH sensor, water level sensor, Nema-23 DC Motor, NodeMCU esp8266 sebagai aktuator berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat mengirimkan data melalui jaringan internet. Petambak dapat melihat beberapa indikator pada aplikasi web monitoring seperti kadar pH di tambak dan di reservoir, ketinggian air di tambak dan di reservoir, proses indikator, warning indikator, dan keadaan pintu air. Alat ini dapat bekerja dengan baik sebagaimana fungsi yang diharapkan dengan perhitungan kinerja sistem mendapatkan nilai delay tertinggi sebesar 1,432 detik dan nilai terendah sebesar 0,398 detik dengan nilai throughput tertinggi sebesar 10.557 bit/s dan nilai terendah sebesar 1.731 bit/s.

Kata Kunci: Tambak, Ikan Bandeng, Akuakultur, NodeMCU esp8266, Sensor pH, Water Level Sensor, Monitoring.

Abstract - The pond is an artificial, textured pond that easily absorbs water (porous) located in coastal areas and is used as a place to cultivate aquatic biota (aquaculture) that live in brackish or salty water such as Shrimp and Milkfish (*Chanos-chanos*). In aquaculture cultivation in ponds, there are things that must be considered such as the degree of acidity and water level in the ponds so that the cultivated biota can grow and develop optimally and get satisfactory results, in this case the farmers usually adjust the degree of acidity and water level by making changes water regularly by opening / closing the floodgates in the ponds in a traditional way. Through this research, a floodgate control system was created to automate and streamline the water circulation process based on the pH level of the water and the water level in the milkfish ponds, as well as create a web-based monitoring application so that farmers can see in real time the ongoing process in the pond. This sluice control system is designed using several components consisting of a pH sensor, water level sensor, Nema-23 DC Motor, NodeMCU esp8266 as Internet of Things (IoT) based actuators that can transmit data via the internet network. Farmers can see several indicators in the monitoring web application such as pH levels in the pond and in the reservoir, water level in the pond and in the reservoir, process indicators, warning indicators, and the state of the water gates. This tool can work well in carrying out the expected function by calculating the performance of the system to get the highest delay value of 1,432 seconds and the lowest value of 0.398 seconds with the highest throughput value of 10,557 bit/s and the lowest value of 1,731 bit/s.

Key Words: Ponds, Milkfish, Aquaculture, NodeMCU esp8266, pH Sensor, Water Level Sensor, Monitoring.

1. Pendahuluan

Tambak adalah sebuah kolam buatan dengan lapisan tanah yang bertekstur mudah menyerap air atau porus, terletak di daerah pesisir pantai dan digunakan sebagai tempat atau sarana untuk membudidayakan hewan atau biota yang hidup di air payau atau asin seperti ikan bandeng, ikan kakap putih, rajungan, udang dan rumput laut. Pada budidaya perikanan atau akuakultur, air adalah aspek yang sangat penting dan berpengaruh dalam perkembangan dan pertumbuhan hewan/biota yang dibudidayakan, untuk ikan bandeng sendiri kadar air yang ideal adalah dengan kadar pH/derajat keasaman air sebesar 6.5-9.0, ketinggian air sebesar 60cm-100cm, salinitas sebesar 5-50%, suhu air antara 28°C-30°C, dan tingkat kecerahan air antara 30cm-40cm, untuk menjaga kadar air tetap ideal maka dilakukan pergantian air (sirkulasi air) secara rutin dengan cara membuka dan menutup pintu air di tambak [1] [2] [3].

Saat ini proses sirkulasi air di tambak masih menggunakan cara yang kurang efektif yaitu petambak harus ke lokasi tambak untuk membuka dan menutup pintu air secara manual. Proses ini membutuhkan waktu dan tenaga yang

cukup banyak dan mendapatkan hasil yang kurang akurat karena petambak hanya melakukan pengamatan sederhana dalam menentukan kadar kualitas pH air dan ketinggian air secara kasat mata, sehingga dirasa kurang efektif dan efisien. Di jaman yang telah modern ini sudah ada beberapa teknologi yang dapat dikembangkan dan diterapkan untuk efisiensi dan akurasi pada proses tutup/buka pintu air dan monitoring air di tambak, seperti penggunaan mikrokontroler NodeMCU esp8266 sebagai aktuator, Nema-23 DC Motor sebagai penggerak pintu air, *water level sensor* untuk mengukur ketinggian air dan sensor pH untuk mengukur kadar pH dalam air. IoT adalah konsep automasi suatu objek dimana sebuah objek dapat memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi menggunakan jaringan internet tanpa memerlukan tenaga atau campur tangan manusia. Melalui penerapan dan pemanfaatan teknologi IoT pada penelitian ini diharapkan dapat membantu petambak untuk melakukan kegiatan monitoring dan sistem kendali otomatis pintu air pada tambak ikan bandeng dengan menggunakan aktuator berupa mikrokontroler NodeMCU esp8266 melalui *Progressive Web Apps* (PWA) dan server *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) [4] [5] [6] [7] [8].

2. Dasar Teori

2.1. Ikan Bandeng

Ikan bandeng (*chanos-chanos*) adalah salah satu hasil budidaya ikan yang hidup di air payau dan asin atau ikan yang berasal dari tambak. Ikan bandeng mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan, hal ini dikarenakan permintaan pasar yang cukup tinggi karena rasa daging yang enak, harga yang stabil dan proses pemeliharannya yang tidak terlalu sulit. Ikan bandeng merupakan bahan pangan yang mengandung gizi yang sangat baik dan bermanfaat bagi tubuh. Kandungan gizi yang terdapat di ikan bandeng yaitu kadar air sebesar 70,7%; kadar abu sebesar 1,4%; kadar protein sebesar 24,1%; kadar lemak sebesar 0,85%; dan karbohidrat sebesar 2,7%. Ikan bandeng juga mengandung protein yang diperlukan untuk pembentukan sel otak dalam peningkatan intelegensia, mengkonsumsi ikan bandeng selain menyehatkan juga meningkatkan kemampuan otak untuk mencapai prestasi belajar yang optimal [9] [10].

Ikan bandeng dapat hidup dengan baik di tambak dengan ketinggian air berkisar antara 60cm-100cm. Tinggi air tersebut dipertahankan agar ketersediaan makanan alami tetap terjaga hingga umur bandeng mencapai dua bulan sebelum diberikan pakan tambahan. Makanan alami ikan bandeng berupa kleap/lumut dan plankton. Ikan bandeng membutuhkan oksigen yang cukup untuk kebutuhan pernafasannya. Oksigen tersebut harus dalam keadaan terlarut dalam air, karena bandeng tidak dapat mengambil oksigen langsung dari udara [1] [3].

Selain ketinggian air, derajat keasaman air di tambak juga dapat mempengaruhi proses pertumbuhan ikan bandeng. Nilai kadar pH yang baik untuk budidaya ikan bandeng berkisar antara 6,5 hingga 9.0. Pertumbuhan pada ikan bandeng dapat terganggu jika kadar pH dalam air di luar kisaran angka tersebut, bahkan pada kadar pH 4 atau 11 dapat menyebabkan kematian pada ikan bandeng. Kadar pH air laut cenderung basa, karena itu pergantian air dapat digunakan untuk meningkatkan pH air tambak. pH air dapat diukur menggunakan kertas lakmus, yakni membandingkan warna kertas yang telah ditetesi air tambak dengan warna standar pH atau cara yang lebih mudah dan efisien yakni menggunakan pH meter atau biasa disebut sensor pH [1] [3] [11].

2.2. Tambak

Menurut UUD No. 31 tahun 2004 Pembudidayaan ikan merupakan kegiatan yang berfungsi untuk memelihara, membesarkan dan membiakan serta memanen hasilnya di dalam lingkungan yang terkontrol. Kegiatan yang termasuk didalamnya adalah membudidayakan ikan, budidaya udang, budidaya tiram dan budidaya rumput laut. Di Indonesia pembudidayaan dilakukan dengan berbagai cara yaitu seperti dilakukan di kolam/empang, tambak, tangki, keramba dan keramba apung [1].

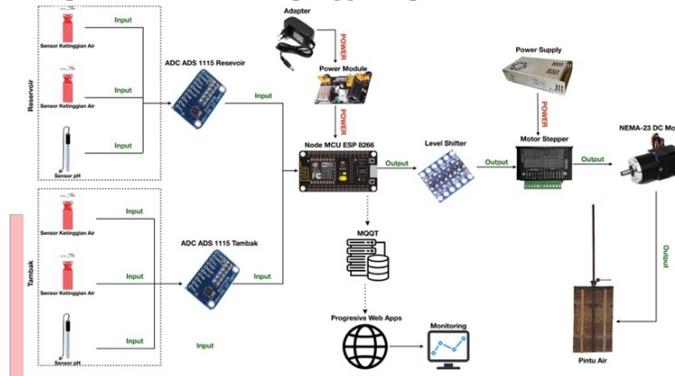
Tambak dalam dunia perikanan adalah sebuah kolam buatan, biasanya terdapat di daerah pantai yang diisi dengan air dan dimanfaatkan sebagai tempat budidaya perairan (akuakultur). Hewan yang dibudidayakan adalah hewan air, terutama ikan, kerang, udang dan kepiting. Menurut Rodriguez (2007) menambahkan bahwa tambak atau kolam cenderung pada lahan dengan lapisan tanah yang bertekstur mudah menyerap air (Porus). Istilah kolam biasanya digunakan pada tambak yang berair tawar sedangkan tambak sendiri menggunakan air asin atau air payau.

Jenis-jenis tambak yang terdapat di Indonesia antara lain, tambak intensif, tambak semi intensif, tambak tradisional dan tambak organik. Perbedaan dari masing-masing tambak tersebut terdapat pada teknik pengelolaan, mulai dari padat penebaran, pola pemberian pakan, dan sistem pengelolaan air dan lingkungan [1] [12].

Sebagai media dalam pemeliharaan biota air, tambak memerlukan pengelolaan terkait dengan kesesuaian kondisi lingkungan untuk biota yang dibudidayakan. Menurut Abowei *et al* (2013) pengelolaan yang dilakukan dalam pembudidayaan tambak diantaranya antara lain pengelolaan kualitas lingkungan, baik secara fisika, kimia dan biologis. Beberapa parameter lingkungan yang paling penting adalah kandungan oksigen yang terlarut, kekeruhan serta masuknya organisme pengganggu (predator/parasit).

3. Desain Sistem

Sistem Sistem yang dibuat pada penelitian ini adalah sistem yang diharapkan dapat melakukakn proses pengambilan data terhadap ketinggian air dan kadar pH air di reservoir dan di tambak ikan bandeng untuk menentukan logika dasar pada pengambilan keputusan untuk motor penggerak pintu air.



Gambar 3.1. Desain Sistem

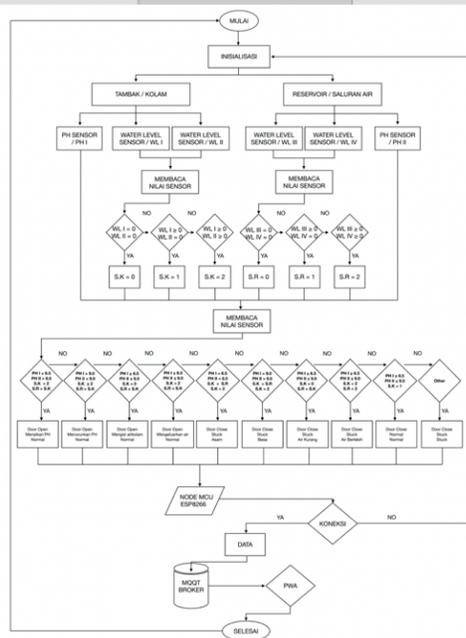
3.1. Spesifikasi Sistem

Sistem kontrol pintu air pada penelitian ini terdiri dari aktuator NodeMCU esp8266 sebagai pusat pengontrolan yang dapat langsung terhubung ke jaringan internet dan membuat koneksi TCP/IP. Sensor ketinggian air dan sensor pH berfungsi sebagai alat pengambilan data, ADC ADS 1115 sebagai ekstensi pin analog, Level Shifter sebagai konversi daya, Power Supply sebagai penyedia daya, MQTT Broker sebagai alat komunikasi untuk dikirimkan data dari NodeMCU esp8266 dan node-red sebagai user interface berupa Progressive Web Apps bagi petambak untuk memonitoring ketinggian air, kadar pH, keadaan pintu air (terbuka / tertutup), warning dan proses sistem. Semua alat tersebut dihubungkan menggunakan PCB menjadi satu rangkaian yang berfungsi untuk mengambil data ketinggian air dan kadar pH air di tambak dan di reservoir yang kemudian menentukan pengambilan keputusan pada pintu air di tambak.

Perangkat yang digunakan untuk membaca data ketinggian air adalah Water level sensor, sensor pH Probe V.1.1 sebagai pembaca data kadar pH air dan untuk menggerakkan gear pada pintu air menggunakan Nema-23 DC Motor dengan tegangan sebesar 1.5V s/d 24V. Lokasi server Progressive Web Apps terletak di negara United State of America (USA), Wilayah Virginia, Kota Ashburn.

3.2. Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem bertujuan untuk menjelaskan cara kerja dari pintu air di tambak dengan menggunakan aktuator berupa NodeMCU esp8266.

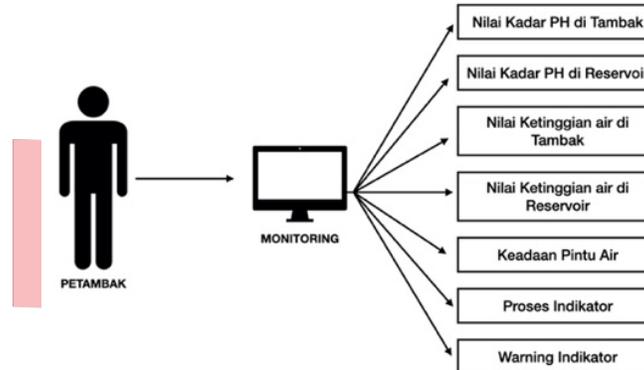


Gambar 3.2. Diagram Alir Sistem

3.3. Use Case Diagram

Use Case Diagram pada penelitian ini menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem dan dapat membantu untuk membuat perancangan dari sebuah sistem.

3.3.1. Use Case Web Monitoring



Gambar 3.3. Use Case Web Monitoring

Interaksi yang dapat dilakukan oleh petambak melalui web monitoring pada penelitian ini adalah petambak dapat memonitoring nilai kadar pH di tambak dan di reservoir, nilai ketinggian air di tambak dan di reservoir, keadaan pintu air, proses indikator, dan warning indikator.

3.4. Komponen yang digunakan

Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen yang digunakan seperti komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut adalah masing-masing komponen yang digunakan

3.4.1. Komponen Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem ini berupa.

1. Pintu air sebagai tempat sirkulasi air / pergantian air.
2. *Bevel Gear* (Gear Nanas), *bearing*, dan *drat* sebagai penghubung pintu air dengan motor penggerak.
3. Nema-23 DC Motor dengan TB Driver sebagai motor penggerak.
4. pH sensor (sensor pH) dengan modul sensor pH sebagai perangkat pembaca kadar pH air.
5. Water Level Sensor (sensor ketinggian air) sebagai perangkat pembaca ketinggian air.
6. NodeMCU esp8266 sebagai aktuator.
7. *Power supply* sebagai sumber daya.
8. ADC ADS1115 sebagai modul I²C dan ekstensi pin analog.
9. *Level Shift Converter* sebagai modul konverter tegangan.
10. *Port Circuit Board* (PCB) sebagai port bagi pin perangkat.

3.4.2. Komponen Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem ini berupa.

1. Arduino IDE untuk menulis source code pada NodeMCU esp8266 dengan format file.ino.
2. MQTT Broker sebagai alat komunikasi untuk dikirimkan data dari NodeMCU esp8266.
3. Node-js sebagai Back-End untuk menjalankan dan pengalamatan pada node-red.
4. Node-Red sebagai Front-End berbasis browser untuk membuat Progressive Web Apps (PWA).
5. Eagle - Autodesk Cad untuk mendesain Port Circuit Board (PCB).
6. Wireshark sebagai Network Analyzer atau sebagai software untuk menganalisis jaringan internet.

3.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan untuk dapat mengetahui kinerja dari alat dan juga Quality of Service (QoS) dalam komunikasi data sistem. Berikut adalah beberapa pengujian sistem yang dilakukan.

1. Pengujian Perangkat.
2. Pengujian pH Sensor
3. Pengujian Pengambilan Keputusan
4. Pengujian Respon Delay Motor
5. Pengujian Performansi Jaringan.

4. Desain Sistem

4.1. Pengujian Perangkat

Tabel 4.1 Pengujian Perangkat

Nomor	Pengujian	Keterangan
1	Integrasi NodeMCU dengan pH sensor	Berhasil
2	Integrasi NodeMCU dengan water level sensor	Berhasil
3	Integrasi NodeMCU dengan Nema-23 DC Motor	Berhasil
4	NodeMCU dapat terhubung dengan jaringan TCP/IP	Berhasil
5	NodeMCU dapat mengirimkan data ke MQTT Broker	Berhasil
6	Nema-23 DC Motor dapat menggerakkan bevel gear untuk menutup dan membuka pintu air	Berhasil
7	Progresive Web Apps dapat menampilkan data dari MQTT Broker	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semua perangkat yang digunakan pada sistem ini dapat berjalan dengan baik.

4.2. Pengujian pH Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keakurat pH sensor dalam membaca kadar pH air, yaitu dengan cara merendam pH sensor ke dalam 250ml larutan bubuk pH. Dalam hal ini bubuk pH yang digunakan yaitu bubuk pH 9.18@25°C, pH 6.86@25°C, dan pH 4.00@25°C. Untuk menghitung dan mencari presentase kesalahan pembacaan, maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Presentase Kesalahan} = \frac{\text{nilai larutan pH} - \text{nilai sensor}}{\text{nilai larutan pH}} \times 100\%$$

Tabel 4.2 Pengujian pH Sensor

Nomor	Hasil Pengujian		
	Larutan pH	pH sensor Tambak	Presentase Kesalahan (%)
1	4,0	4,12	3
2	6,86	6,58	4
3	9,18	8,89	3
	Larutan pH	pH sensor Reservoir	Presentase Kesalahan (%)
4	4,0	3,89	3
5	6,86	7,01	2
6	9,18	8,97	2

Setelah didapatkan nilai sensor pH dan presentase kesalahan pengukuran pada sistem, maka selanjutnya dilakukan perhitungan presentase rata-rata kesalahan pengukuran dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rata - rata} = \frac{3 + 4 + 3 + 3 + 2 + 2}{6}$$

$$\text{Rata - rata} = 2,8 \%$$

Hasil rata-rata yang didapatkan sebesar 2,8% maka bisa dikatakan bahwa sensor pH dapat berfungsi dengan baik dan menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah. Sehingga sensor pH dapat digunakan untuk pengukuran kadar pH air di tambak dan di reservoir dengan akurat.

4.3. Pengujian Pengambilan Keputusan

Pengujian pengambilan keputusan ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan pengambilan keputusan yang diproses oleh NodeMCU yang telah diprogram untuk motor penggerak berdasarkan beberapa sensor yang digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan cara memenuhi beberapa keadaan seperti keadaan sensor pH dan water level sensor pada sistem dan melihat pengambilan keputusan yang dipilih oleh sistem. Berikut pengujian pengambilan keputusan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Pengambilan Keputusan

No	Tambak			Reservoir			Keputusan			Hasil
	pH Sensor	Water Level Sensor I	Water Level Sensor II	pH Sensor	Water Level Sensor I	Water Level Sensor II	Pintu	Proses Indikator	Warning Indikator	

1	<6.5	Terendam	Tidak terendam	>6.5	Terendam	Terendam	Terbuka	Menaikan pH	Normal	Akurat
2	<6.5	Terendam	Terendam	<6.5	Terendam	Terendam	Tertutup	Stuck	Asam	Akurat
3	>9.0	Terendam	Terendam	<9.0	Terendam	Tidak Terendam	Terbuka	Menurunkan pH	Normal	Akurat
4	>9.0	Terendam	Terendam	>9.0	Terendam	Tidak Terendam	Tertutup	Stuck	Basa	Akurat
5	≥6.5	Tidak Terendam	Tidak Terendam	≤9.0	Terendam	Tidak Terendam	Terbuka	Mengisi Air	Normal	Akurat
6	≥6.5	Tidak Terendam	Tidak Terendam	≤9.0	Tidak Terendam	Tidak Terendam	Tertutup	Stuck	Air Kurang	Akurat
7	≥6.5	Terendam	Terendam	≤9.0	Terendam	Tidak Terendam	Terbuka	Mengeluarkan Air	Normal	Akurat
8	≥6.5	Terendam	Terendam	≤9.0	Terendam	Terendam	Tertutup	Stuck	Air Berlebih	Akurat
9	≥6.5 s/d ≤9.0	Terendam	Tidak Terendam	-	-	-	Tertutup	Normal	Normal	Akurat
10	null	null	null	Null	Null	null	Tertutup	Stuck	Stuck	Akurat

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat percobaan yang dilakukan dengan cara memenuhi beberapa keadaan untuk melihat keakuratan pengambilan keputusan pada sistem dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang akurat.

4.4. Pengujian Respon Delay Motor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon delay pada motor penggerak ketika NodeMCU mengirimkan data untuk menggerakkan motor. Pengujian ini dilakukan menggunakan stopwatch yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, dimana ketika NodeMCU mengirimkan data ke motor penggerak maka akan dihitung delay yang didapat ketika motor penggerak mulai bergerak.

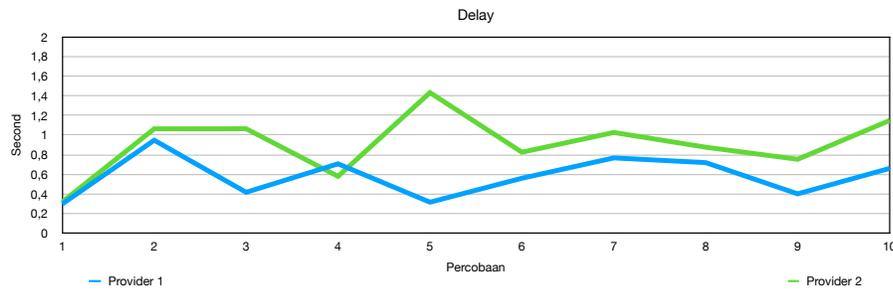
Tabel 4.4 Respon Delay Motor

Percobaan	Respon Delay Motor (s)
1	1,41
2	1,12
3	1,33
4	1,02
5	1,07
6	1,26
7	1,25
8	1,13
9	1,13
10	1,02

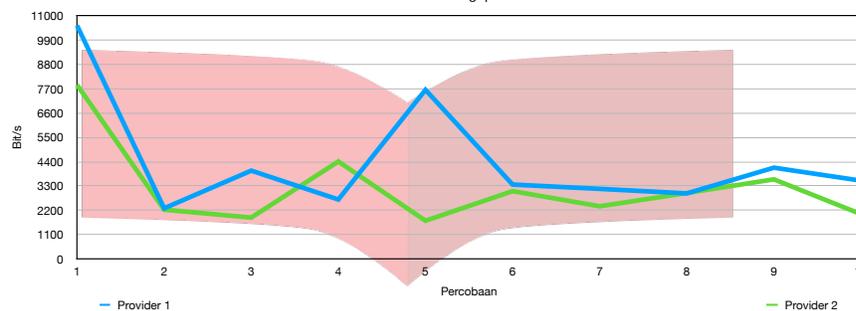
4.5. Pengujian Pengambilan Keputusan

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur Quality of Service antara NodeMCU dengan Progressive Web Apps untuk mengetahui kestabilan sistem dalam mengirimkan data berdasarkan Delay dan Throughput yang diperoleh. Pengukuran delay dan Throughput dilakukan menggunakan software network analyzer dalam hal ini yaitu menggunakan WireShark. Pengukuran dilakukan selama rentang waktu 5 menit dalam 10 kali percobaan dengan menggunakan 2 provider jaringan yang berbeda yang dikoneksikan pada NodeMCU dengan cara menggunakan tethering dari gawai.

Gambar 4.1. Grafik Pengujian Delay



Gambar 4.2. Grafik Pengujian Throughput



Berdasarkan gambar 4.1 dapat disimpulkan bahwa sistem kurang stabil dalam mengirimkan data. Dalam hal ini dikatakan tidak stabil dilihat dari peningkatan dan penurunan delay menggunakan provider 1 dan 2 yang memiliki nilai terendah sebesar 0,298 detik dan 0,319 detik pada percobaan ke-1, dan mengalami peningkatan yang signifikan pada percobaan ke-2 menggunakan provider 1 sebesar 0,947 detik dan pada provider 2 nilai tertinggi diperoleh pada percobaan ke-5 yaitu mendapatkan nilai sebesar 1,432 detik yang setelahnya sistem tidak mengalami lonjakan delay yang terlalu signifikan lagi. Pada provider 1, sistem lebih stabil dibandingkan saat menggunakan provider 2 hal ini dapat dilihat pada kenaikan delay provider 1 yang tidak lebih besar dibandingkan saat menggunakan provider 2. Sedangkan berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai throughput terbesar yang diperoleh menggunakan provider 1 dan 2 sama-sama didapat dari percobaan ke-1, dimana pada provider 1 didapatkan nilai throughput sebesar 10.557 bit/s dan 7.873 bit/s pada provider 2, nilai terendah saat menggunakan provider 1 didapatkan pada percobaan ke-2 yaitu sebesar 2.294 bit/s dan provider 2 mendapatkan nilai terendah sebesar 1.731 bit/s pada percobaan ke-5.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Semua perangkat yang digunakan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing.
2. Sensor pH dapat membaca nilai pH dengan akurat, dengan presentase kesalahan sebesar 2,8%.
3. Pengambilan keputusan yang dilakukan oleh sistem dapat bekerja dengan akurat berdasarkan pengambilan keputusan yang rancang.
4. Alat dinyatakan kurang stabil dalam mengirimkan data ke *Progressive Web Apps*, yaitu dengan memperoleh nilai *delay* tertinggi pada *provider 1* sebesar 0,947 detik pada percobaan ke-2 dan nilai terendah sebesar 0,298 detik pada percobaan ke-1, pada *provider 2* nilai *delay* yang didapatkan lebih tinggi dari *provider 1* yaitu dengan nilai tertinggi sebesar 1,432 detik pada percobaan ke-5 dan nilai terendah sebesar 0,319 detik pada percobaan ke-1. Throughput tertinggi *provider 1* didapatkan dari percobaan ke-1 yaitu sebesar 10.557 bit/s dan nilai terendah sebesar 2.294 bit/s pada percobaan ke-2, sedangkan untuk *provider 2* didapatkan nilai tertinggi sebesar 7.873 bit/s pada percobaan ke-1 dan nilai terendah sebesar 1.731 bit/s pada percobaan ke-5.
5. Pembuatan sistem kendali pintu air pada tambak ikan bandeng ini sangat dibutuhkan untuk mempermudah petambak dalam mengelola kualitas air di tambak, dalam hal ini yaitu mengatur sirkulasi air di tambak berdasarkan kadar pH air yang ideal untuk memaksimalkan proses budidaya ikan bandeng.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dibuat, masih terdapat beberapa kekurangan untuk dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya.

1. Alat hanya dapat menampilkan data yang telah didapat pada *Progressive Web Apps* tanpa dapat menyimpannya pada *data base*. Sehingga perlu ada pengembangan selanjutnya agar data yang diperoleh dapat disimpan pada *data base* agar bisa dianalisis lebih lanjut.

2. Alat hanya menggunakan 2 indikator pada pengambilan keputusan, yaitu nilai pH air dan nilai ketinggian air. Sehingga untuk penelitian selanjutnya alat ini bisa dikembangkan untuk menambahkan beberapa indikator tambahan lainnya seperti nilai salinitas, nilai kadar garam, nilai kecerahan air dan lain sebagainya.
3. Karena alat menggunakan modul wifi untuk mendapatkan koneksi internet, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dirubah atau ditambahkan modul SIM card untuk mempermudah mendapatkan jaringan internet pada alat dan agar alat dapat bekerja secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Adiwidjaya and S. , "BALAI BESAR PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU JEPARA," Kementerian Kelautan Dan Perikanan, 13 Mei 2019. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/djpb/bbpapjepara/artikel/10624-konsep-budidaya-tambak-berkelanjutan>. [Accessed 15 Februari 2020].
- [2] BPTP Balitbangtan Sulawesi Selatan, "Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan," BPTP Sulawesi Selatan, 07 Maret 2018. [Online]. Available: <http://sulsel.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasi/panduan-petunjuk-teknis-brosur/113-budidaya-tambak-berwawasan-lingkungan>. [Accessed 15 Februari 2020].
- [3] Departemen Pertanian, "Pengelolaan Kualitas Air Tambak Bandeng," LIPTAN (Lembar Informasi Pertanian), Samarinda - Kalimantan Timur, 2000.
- [4] R. B. Pambudi, W. Yahya and R. A. Siregar, "Implementasi Node Sensor untuk Sistem Pengamatan pH Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. II, pp. 2861-2868, 2018.
- [5] M. Niswar, S. Wainalang, A. A. Ilham, Z. Zainuddin, Y. Fujaya, Z. Muslimin, A. W. Paundu, S. Kashihara and D. Fall, "IoT-based Water Quality Monitoring System for Soft-Shell Crab Farming," *The 2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IoT&IS)*, pp. 6-9, 2018.
- [6] A. F. Machzar, S. R. Akbar and H. Fitriah, "Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Tambak Udang dan Bandeng," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. II, no. 10, pp. 3458-3465, 2018.
- [7] M. Lafont, S. Dupont, P. Cousin, A. Vallauri and C. Dupont, "Real-Time Monitoring and algorithmic prediction of water parameters for aquaculture needs," *Back to the future: IoT to improve aquaculture*, 2019.
- [8] H. Apriyanto, "Rancang Bangun Pintu Air Otomatis Menggunakan Water Level Float Switch Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal SISFOKOM*, vol. IV, no. 01, pp. 22-27, 2015.
- [9] Hafiludin, "Analisis Kandungan Gizi Ikan Bandeng yang Berasal dari Habitat yang Berbeda," *Jurnal Kelautan*, p. Vol 8 Nomor 1 hal:40, 2015.
- [10] C. Anwar, Budidaya Ikan Bandeng (Chanos-Chanos), Jakarta: World Wide Fund for Natur (WWF)-Indonesia, 2014.
- [11] R. Syamsudin, Sektor Perikanan Kawasan Indonesia Timur: Potensi, Permasalahan, dan Prospek., Jakarta: PT Perca , 2010.
- [12] B. Widigdo and J. Pariwono, "Daya dukung perairan di Pantai Utara Jawa Barat untuk budidaya udang (studi kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta dan Serang)," *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, pp. 10-17, 2003.