Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang *Vaname* Di Kecamatan Kalitengah Berbasis *Internet Of Things*

Water Quality Monitoring Sistemat Vaname Shrimp Pond In Kalitengah District Based On The Internet Of Things

1st Rizky Aprilia
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rizkyaprilia@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dadan Nur Ramadhan
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dadannr@telkomuniversity.ac.id

3rd Indrarini Dyah Irawati
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
indrarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Udang vaname (Litopenaeus vannamei) adalah jenis udang introduksi yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan memiliki pertumbuhan yang relatif cepat. Kualitas air yang baik menjadi kunci dalam budidaya udang vaname. Suhu, salinitas, pH, dan ketinggian air merupakan parameter penting yang perlu dikontrol secara berkala dan rutin. Kurang terkontrolnya perubahan kualitas air menjadi salah satu penyebab banyak udang stres dan mati seperti yang terjadi di kecamatan kalitengah. Dengan memanfaatkan teknologi internet of things penulis membuat Sistem Monitoring Tambak Udang Vaname yang dipasang pada petak pertama tambak. Sistem ini dapat memberikan kemudahan pemilik tambak dalam mengontrol kualitas air tambak jika terjadi perubahan secara signifikan sehingga pemantauan bisa di lakukan dari mana saja tanpa harus datang ke lokasi tambak. Sistem yang dibangun menggunakan microcontroller NodeMcu Wemos D1 mini dan menggunakan sensor pH SEN0161 untuk mengukur kadar pH, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperatur, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air. Selanjutnya data akan dikirim dan di tampilkan di aplikasi MIT. Berdasarkan hasil pengujian yang sudah di implementasikan didapatkan setiap sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan percent error sensor pH 1,94%, suhu 0,66%, turbidity 2,49% dan tds 2% sehingga sistem memiliki prospek yang besar dan dapat digunakan untuk budidaya udang vaname.

Kata kunci— udang vaname, *monitoring, internet of things.*

I PENDAHULUAN

Tambak adalah kolam buatan yang diisi air dan dimanfaatkan sebagai sarana budidaya perairan (*akuakultur*). Budidaya merupakan salah satu kegiatan dalam meningkatkan produksi perikanan. Metode pembudidayaan yang dilakukan dapat bersifat tradisional, semi intensif, dan intensif. Udang *Vaname* dengan nama latin (*Litopenaeus Vannamei*) adalah jenis udang yang sedang semarak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Udang *Vaname* adalah udang introduksi yang secara resmi ditetapkan sebagai salah satu komoditas unggulan budidaya perikanan oleh mentri DKP (Departemen Kelautan dan Perikanan) pada tahun 2001 [1]. Kehadiran udang *Vaname* tidak hanya menambah pilihan bagi petani akan tetapi juga bisa menopang kebangkitan usaha udang di Indonesia, akan tetapi budidaya udang putih tidak semudah yang dibayangkan. Kegiatan pembesaran menjadi hal penting dalam budidaya udang *Vaname* karena banyak kegagalan dalam budidaya udang putih yang diakibatkat oleh kelalaian pada proses pembesaran terutama dari manajemen pakan, kualitas air media pemeliharaan, maupun penanganan genetiknya [2].

Untuk menghasilkan komoditas *vaname* yang unggul, maka proses pemeliharaan harus memperhatikan aspek eksternal mencakup kualitas air budidaya, teknologi yang digunakan, serta pengendalian hama dan penyakit. Kualitas air atau mutu air yang digunakan untuk memelihara udang *vaname* pada tambak harus diperhatikan. Dengan kualitas air yang baik yaitu suhu air antara 28-30 C, salinitas air antara 26-32 ppt, kekeruhan air 8,6 - 17,26 NTU dan pH air antara 7,5 - 8,5 maka udang *vaname* akan tumbuh dan berkembang dengan baik serta tidak akan mudah mati Desa jelakcatur adalah salah satu daerah pengembangan budidaya udang *vaname* di Kecamatan Kalitengah Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Tengah. Menurut wawancara bersama Bapak agam selaku pemilik tambak udang *vaname*, saat ini terdapat beberapa masalah pada proses pembudidayaan udang *vaname*. Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam kegagalan produksi udang *vaname* adalah buruknya kualitas air selama masa pemeliharaan, terutama pada tambak intensif. Oleh karena itu, manajemen dan *monitoring* kualitas air selama proses pemeliharaan mutlak diperlukan, misalnya untuk memeriksa suhu air, kadar garam air, pH air, dan ketinggian air. Selain itu terdapat permasalahan yang lain

yaitu cara monitoring kualitas air di lakukan secara manual, dengan cara pemilik memantau secara langsung tanpa tahu kualitas pasti air di tambak. Namun terdapat beberapa kendala dalam melakukan monitoring salah satunya yaitu kendala jarak, dikarenakan tidak setiap harinya pemilik dapat memantau secara langsung kondisi tambak.

Berdasarkan permasalahan yang telah di paparkan diatas, maka perlu dibangunya suatu sitem monitoring yang dapat mengatasi permasalahan kualitas air sehingga budidaya udang *vaname* dapat berjalan dengan baik. Perancangan ini dapat membantu menjaga tingkat kehidupan dan pertumbuhan udang tambak dengan adanya sistem *mini*mum yang digunakan untuk membandingkan kualitas air di tambak dengan ambang batas kualitas air yang baik untuk budidaya udang tambak sehingga sistem akan memberikan peringatan dini yang ditujukan ke pemilik apabila kualitas air di tambak udang *vaname* sedang buruk. Oleh karena itu dibangunlah sistem *monitoring* yang diharapkan mampu menjembatani permasalahan tersebut yaitu: "Sistem *Monitoring* Kualitas Air Pada Tambak Udang *Vaname* di Kecamatan Kalitengah Berbasis *Internet of Things*"

II KAJIAN TEORI

A. Udang Vaname

Udang *vaname (Litopenaeus vannamei)* atau dikenal dengan *Pasific White Shrimp* berasal dari daerah subtropis pantai barat Amerika, mulai dari Teluk California di Mexico bagian utara sampai ke pantai barat Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Kosta Rika di Amerika Tengah hingga ke Peru di Amerika Selatan [3]. Gambar udang *vaname* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.

GAMBAR 1
UDANG VANAME

Jenis udang ini merupakan introduksi yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena banyak dikonsumsi bukan hanya skala nasional akan tetapi mampu diekspor hingga kepasar amerika dan dunia. Pada tahun 2001 udang ini mulai masuk dan dibudidayakan masyarakat di Indonesia. Udang ini mulai menjadi alternatif seiring menurunnya tingkat produksi udang windu akibat terserang penyakit virus *white spot syndrome virus* (WSSV) sehingga pertumbuhannya menjadi terhambat [2].

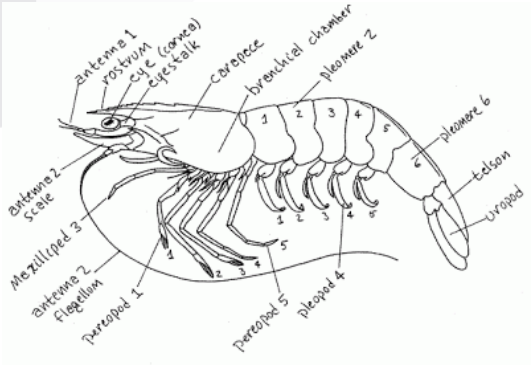
1. Klasifikasi udang *vaname*

Udang *vaname*, biasa juga disebut sebagai udang kulit putih dan masuk ke dalam *famili penaeidae* [5]. Secara lengkap klasifikasi udang *vaname* sebagai berikut:

a. *Kingdom* : *Animalia*
b. *Sub kingdom* : *Metazoa*
c. *Filum* : *Artrhopoda*
d. *Sub filum* : *Crustacea*
e. *Class* : *Malascostraca*
f. *Sub Class* : *Eumalacostraca*
g. *Super ordo* : *Eucarida*
h. *Ordo* : *Decapoda*
i. *Sub ordo* : *Dendrobrachiata*
j. *Infra ordo* : *Penaeidea*
k. *Super famili* : *Penaeioidea*
l. *Famili* : *Penaeidae*
m. *Genus* : *Litopenaeus*
n. *Spesies* : *Litopenaeus vannamei*

2. Morfologi udang *vaname*

Terdapat tiga bagian pada tubuh udang yakni kepala-dada (*cephalotorax*) yang tertutup oleh satu kelopak yang dinamakan karapas. Karapas memiliki tonjolan yang meruncing ke depan yakni rostrum dan bergerigi pada tepinya. Dibelakang *cephalotorax* terdapat bagian badan (*abdomen*) dan ekor. Bagian kepala terdiri dari lima ruas dan delapan ruas di bagian dada. Ruas-ruas tersebut tertutup oleh kulit keras tetapi tipis sehingga memudahkan udang untuk bergerak secara fleksibel. Mata majemuk bertangkai berada di bawah pangkal *rostrum*, mulut berada di bagian bawah mata, serta terdapat sungut kecil (*antennule*), sirip kepala (*scaphocerit*), sungut besar (antena), rahang (*mandibula*), alat bantu rahang (*maxilla*) dan *maxilliped* di bagian kepala. Bagian dada terdapat sepasang anggota badan di setiap ruas yang disebut *pereopoda*, tiga pasang didepan berfungsi untuk mengambil makanan dan dua pasang di belakang berfungsi sebagai kaki jalan. Di bawah karapas terdapat insang pada bagian kiri dan kanan dada. Pada *abdomen* terdapat lima pasang kaki renang (*pleopoda*). Belakang badan terdapat dua pasang ekor kipas (*uropoda*) sebagai kemudi pada saat berenang dan terdapat ruas ekor runcing ke belakang yang membentuk ujung ekor (*telson*). Pada pangkal *telson* terdapat anus. Perbedaan udang *vaname* terletak pada *thelycum* (alat kelamin betina) yang memiliki struktur *thelycum* terbuka tanpa cekungan yang dikelilingi banyak bulu-bulu. Selain itu tubuhnya membungkuk, bersegmen, mempunyai lima pasang kaki renang dan warnanya putih bening [6]. *Morfologi* udang *vaname* ada pada Gambar 2



GAMBAR 2
MORFOLOGI UDANG *VANAME*

B. Kualitas Air

Kualitas air selama masa pemeiliharaan udang *vaname*i sangat diperlukan. Peran dari nilai kualitas air sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan udang. Permasalahan utama yang banyak ditemukan dalam kegagalan produksi udang *vaname* adalah buruknya kualitas air selama proses pemeliharaan khususnya pada tambak intensif [1]. Nilai kualitas air yang rendah dapat memicu pertumbuhan organisme patogen sehingga menyebabkan menurunnya pertumbuhan udang *vaname*.

1. Parameter fisika dapat meliputi kualitas air seperti pada Tabel 1 berikut

TABEL 1
PARAMETER SUHU DAN KEKERUHAN

NO.	Parameter	Optimal
1.	Suhu	28°C - 30°C
2.	Kekeruhan	8,6 – 17,26 NTU

Udang merupakan hewan *poikiloterm* dimana suhu tubuhnya mengikuti suhu lingkungan. Jika suhu air terlalu rendah, proses metabolisme akan terhambat dan nafsu makan berkurang. Sedangkan jika suhu terlalu tinggi, metabolisme menjadi lebih cepat yang dapat berakibat pada kematian. Kemampuan udang terhadap perubahan lingkungan cukup baik. Kenaikan dan penurunan suhu yang terjadi dalam suatu tambak dapat ditoleransi oleh udang. Kondisi suhu yang ideal bagi kehidupan udang *vaname* yakni suhu yang berkisar 28°C - 30°C [7]. Sedangkan kekeruhan disebabkan oleh bahan organik dan anorganik baik yang tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik dan bahan organik seperti plankton dan mikrorganisme lainnya. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi seperti pernapasan dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air [7].

2. Parameter kimia dapat meliputi kualitas air seperti pada Tabel 2 berikut

TABEL 2
PARAMETER SALINITAS DAN PH

NO.	Parameter	Optimal
1.	Salinitas	10 ppt - 30 ppt
2.	pH	7 – 8,5

Salinitas atau kadar garam dalam suatu perairan dapat meningkat dan menurun karena kondisi tertentu. Kenaikan dan penurunan salinitas yag terjadi dalam suatu budidaya biasanya masih dapat ditoleransi oleh udang *vaname*. Hal ini karena udang *vaname* memiliki kisaran salinitas yang luas. Salinitas yang baik bagi pertumbuhan udang *vaname* sekitar 10-30 ppt. Salinitas dapat berpengaruh pada nafsu makan udang, apabila nilai salinitas tinggi maka konversi rasio pakan (FCR) juga akan meningkat. Sedangkan pH atau Derajat keasaman suatu perairan adalah salah satu parameter kimia yang penting untuk mengetahui kestabilan perairan. Pada umumnya, kisaran pH yang baik adalah 7 - 8,5. Kesuburan perairan dipengaruhi oleh pH perairan karena pH air dapat mempengaruhi kehidupan jasad renik di perairan. Perairan yang asam merupakan perairan yang kurang produktif dan dapat membunuh hewan budidaya.

C. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada objek tertentu [11]. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk *output* analog maupun digital.

D. Sensor pH SEN0161

Sensor pH SEN0161 merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan [12]. Prinsp kerja utama pH meter adalah terletak pada bagian sensor probe berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan cara mengukur jumlah ion H3O+ di dalam larutan. Ujung electroda kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca nonkonduktor atau plastic memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCL (0,1 mol/dm3) [1]. Di dalam larutan HCL, terendam sebuah kawat *electroda* panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstantanya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat *electroda* Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil.

E. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran *fisis* (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan *eksistensi* (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu [13]. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

F. Sensor Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Sensor salinitas adalah sensor kadar garam air yang memiliki *output* sinyal analog yang dikalibrasi dengan sensor salinitas yang kompleks. Prinsip kerja sensor salinitas didasarkan pada konduktivitas listrik pada air. Sensor salinitas memiliki lapisan luar yang tahan terhadap air sehingga mencegah kerusakan pada alat saat melakukan pengujian

Dalam pengukurannya, sensor salinitas menggunakan sifat dari air, yaitu air sebagai konduktor listrik yang baik. Misalnya dalam pengukuran salinitas air laut, diketahui bahwa air laut berisi banyak kotoran seperti natrium *klorida*, *magnesium klorida*, *kalsium klorida* dan

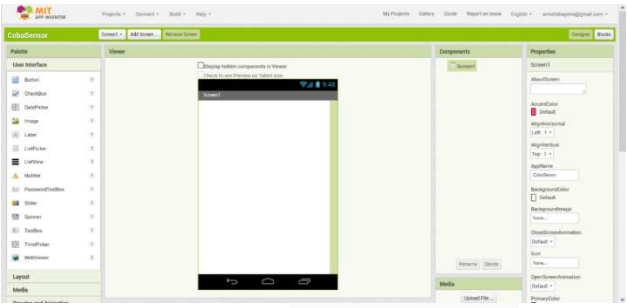
sebagainya [1]. *Ion-ion klor* membantu dalam konduksi dan karenanya kotoran ini meningkatkan konduktivitas air.

G. Sensor Sensor *Turbidity* SEN0189

Turbidity sensor (kekeruhan air) digunakan untuk mendeteksi kualitas air dengan cara mengukur tingkat kekeruhannya. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel yang tertahan didalam air dengan cara mengukur transmisi cahaya dan tingkat penghamburan cahaya yang berubah sesuai dengan jumlah TTS (*total suspended solids*). Dengan meningkatnya TTS, maka tingkat kekeruhan cairan juga meningkat. Pada modul sensor ini terdapat 4 pin yang terhubung ke sensor dan 4 pin yang menjadi *output*.

H. Aplikasi MIT

MIT app *inventor* adalah sebuah *web* sumber terbuka yang awal kemunculanya dikembangkan oleh Google dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* atau lebih dikenal dengan MIT. Didalam app *inventor* ini terdapat *code block* yang memungkinkan pengguna untuk men *drag and drop code block* untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan di sistem operasi android. Gambar 3 berikut merupakan tampilan dalam pembuatan sistem *monitoring* menggunakan MIT.

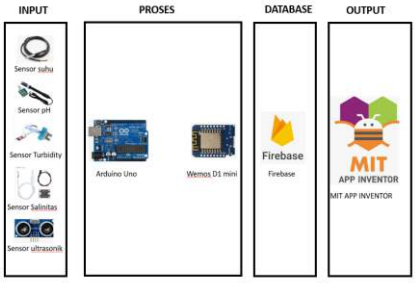


GAMBAR 3
TAMPILAN AWAL PADA MIT

III METODE

A. Model Sistem

Pembuatan model sistem monitoring kualitas air yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4



GAMBAR 4
MODEL SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK

Pada bab ini akan dibahas mengenai model perancangan sistem hingga bagaimana data dapat terkirim ke *database*. Sistem monitoring kualitas air ini berfungsi untuk mempermudah pengguna dalam mengetahui dan memantau kualitas air menggunakan aplikasi MIT yang dapat dipantau secara *realtime* oleh pemilik. Sistem yang dirancang teridiri dari beberapa input berupa sensor pH, *turbidity*, salinitas, suhu, dan ultrasonik. Data yang diperoleh sensor tersebut kemudian akan di proses oleh arduino uno yang kemudian akan dikirim melalui komunikasi serial menuju wemos D1 *mini* untuk nantinya dikirimkan ke *firebase* sebagai *database*. Kemudian data yang telah sampai ke *firebase* akan ditampilkan oleh aplikasi android yang dibuat pada MIT app *inventor*. Apabila data yang diperoleh tidak sesuai dengan nilai ambang batas kualitas air tambak udang *vaname*, maka aplikasi MIT pada petambak akan otomatis mengirimkan notifikasi peringatan dan memberikan waktu kepada petambak untuk melakukan langkah tertentu sebagai upaya pengembalian kondisi air ke nilai ambang batas yang sebenarnya. Dengan menggunakan listrik sebesar 8 V sebagai sumber energi dari pondok pemilik tambak, penggunaan alat ini tergolong tidak memakan sumber energi yang besar atau hemat energi.

B. Rangkaian Skematik Sistem

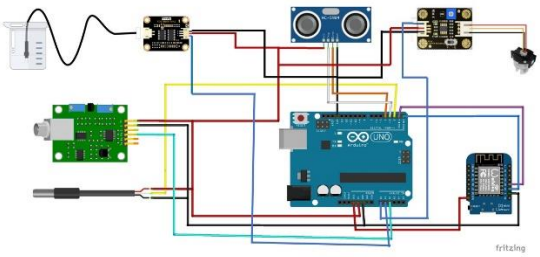
Berdasarkan Tabel 3 dibawah dapat dilihat konfigurasi pinout pada sistem, dimana arduino uno sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol semua sensor pada sistem monitoring kualitas air. Arduino uno membutuhkan input tegangan DC 5 V dari adaptor sebagai catu daya perangkat. wemos D1 *mini* memiliki konfigurasi pinout terhadap arduino yaitu GPIO D3 pada wemos dihubung kan dengan GPI0 D0 pada arduino uno dan GPIO D4 dihubungkan dengan GPIO D1 pada arduino.

TABEL 3
GPIO SISTEM

SENSOR		ARDUINO										
	PINOUT	5V	3V3	GND	D0	D1	D2	D3	D4	A0	A1	A2
WEMOS	3V3		■									
	GND			■								
	D3				■							
	D4					■						
PH SENSOR	V+	■										
	GND			■								
	PO											■
TURBIDITY	V	■										
	G			■								
	S									■		
SALINITAS	+	■										
	-			■								
	A										■	
TEMPERATURE	VCC	■										
	GND			■								
	SIGNAL						■					
ULTRASONIC	VCC	■										
	GND			■								
	ECHO								■			
	TRIG							■				

Kemudian pin sensor pH (P0) dihubungkan dengan GPIO A2 pada arduino uno. Untuk pin sensor *turbinity* dihubungkan dengan GPIO A0 pada arduino uno. Kemudian untuk pin sensor salinitas (-) dihubungkan dengan GPIO A1 pada arduino uno. Sedangkan untuk sensor suhu(signal) dihubungkan dengan GPIO D2 arduino uno. Dan untuk sensor ultrasonic pin trig dihubungkan dengan GPIO D3 sedangkan pin echo dihubungkan dengan GPIO D4 pada arduino uno. Setiap input tegangan pada semua sensor dihubungkan dengan 5V pada arduino uno dan GND semua sensor

dihubungkan dengan GND pada arduino. Terkecuali wemos D1 *mini* pin 3v3 dihubungkan dengan pin 3v3 pada arduino dan GND dihubungkan dengan GND arduino.

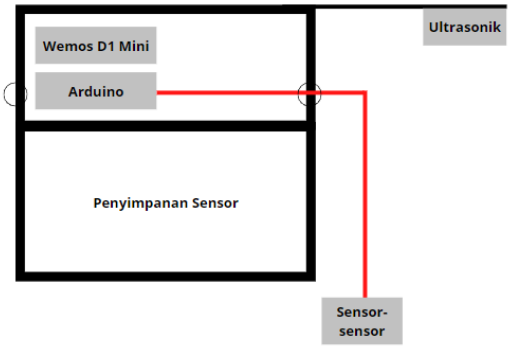


GAMBAR 5
SKEMATIK SISTEM

Pada Gambar 5 merupakan gambar dari skematik sistem yang akan dibuat

C. Perancangan Hardware dan Casing

Pada pembuatan alat sistem monitoring kali ini, perancangan casing perlu dilakukan secara baik dan teliti karena akan digunakan untuk merapikan struktur komponen yang ada dan menjaga komponen agar terhindar dari panas matahari dam hujan secara lansgung ketika digunakan saat implementasi berlangsung. Perancangan casing dan struktur komponen di dalamnya dibuat dengan model sederhana seperti berikut.

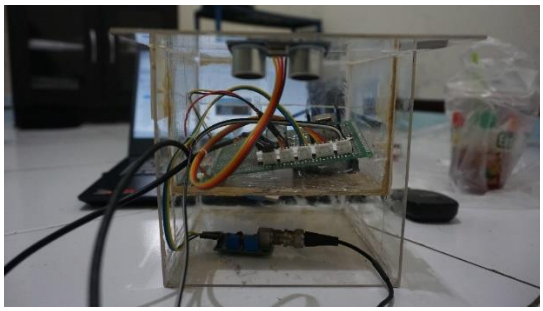


GAMBAR 5
PERANCANGAN HARDWARE

D. Hardware dan Casing

Pada sistem monitoring ini menggunakan 5 sensor diantaranya sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air, sensor TDS untuk mengukur salinitas air, sensor *turbidity* untuk mengukur kekeruhan air, sensor pH untuk mengukur pH air dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air pada tambak. Arduino uno sebagai miktrokontroler dan wemos D1 *mini* sebagai komunikasi pengiriman pengiriman *database* ke *firebase*.

Perangkat keras dipasang pada box yang terbuat dari bahan akrilik untuk melindungi alat dari hujan dan panas. Pada box terdapat dua bagian untuk menyimpan perangkat seperti pada Gambar6



GAMBAR 6
DESAIN CASING 1

Kemudian pada bagian atas berguna untuk menyimpan arduino uno dan wemos D1 *mini* seperti Gambar 7.

GAMBAR 7
BAGIAN ATAS SISTEM

Kemudian pada bagian ini diberikan sedikit lubang dibagian depannya sebagai jalur kabel sensor ke bagian bawah. Pada bagian bawah digunakan untuk menyimpan module sensor dan sensor yang telah digunakan.

E. Sistem Database

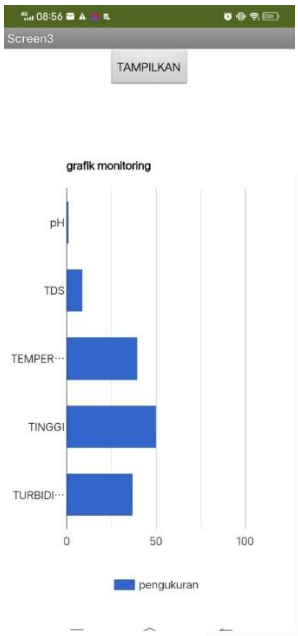
Database yang digunakan pada sistemmonitoring kualitas air tambak udang adalah *firebase*. Pemilihan *firebase* sebagai *database* karena *firebase* merupakan suatu layanan dari google yang digunakan untuk mempermudah pengguna untuk mengembangkan suatu sistem IoT. Disini penulis menggunakan *firebase* sebagai *database* yang nantinya akan di tampilkan pada aplikasi android.

Pada sistem monitoring ini menggunakan :

a. Nilai suhu yang terbaca oleh sensor suhu
b. Nilai pH air yang terbaca oleh sensor pH
c. Nilai salinitas yang terbaca oleh sensor TDS
d. Nilai kekeruhan air dari *turbidity* sensor

F. Tampilan MIT Inventor

Tampilan MIT pada android pengguna terdapat kolom yang menunjukkan nilai dari setiap kualitas air yang dibaca oleh sensor seperti pada Gambar 8 berikut



8 TAMPILAN MIT PADA ANDROID

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian *Hardware*

Pengujian dari setiap komponen hardware bertujuan untuk meneliti dan mengetahui fungsionalitas komponen dengan mengintegrasikan sensor suhu, turbidity, pH, TDS dan ultrasonik dengan arduino uno yang telah dirancang sebelumnya. Setiap pengujian yang telah berhasil dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Pengujian antara sensor suhu dengan arduino uno dalam membaca suhu air	0,95% Kesalahan	Berhasil
2	Pengujian turbidity sensor dengan arduino uno dalam membaca kekeruhan air	0,97% Kesalahan	Berhasil
3	Pengujian sensor TDS dengan arduino uno dalam membaca tingkat salinitas air	0,95% Kesalahan	Berhasil
4	Pengujian sensor pH dengan arduino uno dalam membaca nilai pH air	3,69% Kesalahan	Berhasil
5	Pengujian sensor ultrasonik dengan arduino dalam membaca ketinggian air	Air dapat terdeteksi baik jauh maupun dekat	Berhasil
6	Integrasi wemos d1 *mini* dalam mengirimkan data ke *database*	Data dapat ditampilkan pada aplikasi MIT	Berhasil

TABEL 3
KEBERHASILAN PENGUJIAN HARDWARE

B. Pengujian Sensor pH (DFRobot Analog pH Meter)

Pada pengujian sensor pH yang ditampilkan berupa hasil dari kalibrasi sensor pH dan air yang menggunakan bubuk pH.

1. Hasil Kalibrasi sensor pH dan bubuk pH

Tujuan dari melakukan kalibrasi sensor pH untuk mengetahui tingkat keakurasian dan respon sensor dari setiap air yang memiliki nilai pH berbeda dengan cara sensor dihubungkan dengan arduino uno untuk menampilkan nilai melalui serial monitor pada arduino ide. Pada pengujian sensor kali ini menggunakan 2 sampel dengan nilai pH 4.0 dan 6,86 yang dilakukan sebanyak 7 kali pengkalibrasian. Setiap sampel yang ada akan dilakukan secara bergantian agar nilai pH satu dengan yang lain tidak tercampur.

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kalibrasi sensor pH

a. DFRobot Analog pH meter
b. Laptop yang telah terinstall *software* Arduino IDE
c. Arduino uno
d. Sampel bubuk pH 4,0 dan 6,86

Untuk mengetahui nilai dari keakuratan sensor dan presentase kesalahan perlu dicari nilai rata-rata dari setiap pengujian. Pada Tabel 4 merupakan hasil dari kalibrasi yang telah dilakukan.

TABEL 4
HASIL KALIBRASI SENSOR PH MENGGUNAKAN SAMPEL 4,00

Percobaan ke	Bubuk pH	Sensor pH	Selisih
1	4,00	4,17	0,17
2		4,23	0,23
3		4,12	0,12
4		4,14	0,14
5		4,11	0,11
6		4,19	0,19
7		4,07	0,07
Rata-rata		4,103	0,1471

Berikut perhitungan presentase kesalahan kalibrasi sensor dengan menggunakan pH powder 4,00.

$$Presentase\ kesalahan = \frac{Rata - rata\ selisih\ pH}{Nilai\ pH\ powder} \times 100\%$$
$$= \frac{0{,}1471}{4{,}00} \times 100\%$$
$$= 3{,}67\%$$

Pada Tabel 5 dibawah merupakan hasil dari kalibrasi yang telah dilakukan. Proses pengujian menggunakan sampel 6,86

TABEL 5
HASIL KALIBRASI SENSOR PH MENGGUNAKAN SAMPEL 6,86

Percobaan ke	Bubuk pH	Sensor pH	Selisih
1	6,86	6,83	0,3
2		6,79	0,7
3		6,74	0,12
4		6,71	0,15
5		6,68	0,17
6		6,66	0,19
7		6,69	0,16
Rata-rata		6,728	0,2557

Berikut perhitungan presentase kesalahan kalibrasi sensor dengan menggunakan pH powder 6,86.

$$Presentase\ kesalahan = \frac{Rata - rata\ selisih\ pH}{Nilai\ pH\ powder} \times 100\%$$
$$= \frac{0{,}2557}{6{,}86} \times 100\%$$
$$= 3{,}72\%$$

Berdasarkan hasil kalibrasi dari kedua sampel dapat dihitung rata-rata dari kesalahan sensor pH sebagai berikut

$$Rata - rata\ kesalahan = \frac{kalibrasi1 + kalibrasi2}{2}$$
$$= \frac{3{,}67\% + 3{,}72\%}{2}$$
$$= 3{,}69\%$$

C. Pengujian Sensor Suhu (DS18B20))

Pada pengujian sensor suhu yang ditampilkan berupa hasil dari kalibrasi sensor suhu dan termometer.

1. Hasil Kalibrasi Sensor Suhu dan Termometer

Fungsi dari melakukan kalibrasi pada sensor suhu untuk mengetahui tingkat keakurasian dan respon sensor berdasarkan perubahan suhu air dengan cara sensor dihubungkan dengan arduino uno untuk menampilkan nilai melalui *serial monitor* pada arduino ide. Pengambilan data diambil setiap 1 menit sekali dalam 10 kali percobaan dan dibandingkan dengan menggunakan termometer. Dibawah ini terdapat Tabel 6 yang merupakan hasil dari kalibrasi sensor suhu dengan termometer. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan kalibrasi sensor suhu

a. Sensor suhu DS18B20
b. Laptop yang telah terinstall *software* arduino IDE
c. Termometer Digital Probe
d. Arduino uno

TABEL 6
HASIL KALIBRASI SENSOR SUHU DAN TERMOMETER DIGITAL

Percobaan ke	Sensor Suhu	Termometer Digital	Selisih
1	26,4	27,4	1
2	27,4	27.8	0,4
3	24,5	26.3	2,2
4	25,3	27,3	2
5	26,1	27,2	1,1
Rata-rata	26	27,3	1,34

Berikut merupakan perhitungan mencari presentase kesalahan dari hasil kalibrasi

$$Presentase\ Kesalahan = \frac{Rata - rata\ nilai\ sensor}{Rata - rata\ nilai\ termometer} \times 100\%$$
$$= \frac{26}{27{,}3} \times 100\%$$
$$= 0{,}95\%$$

Antara sensor suhu dan termometer digital menunjukkan hasil yang stabil dan perbedaan tidak jauh. Hasil presentase kesalahan adalah yang dikarenakan sensor memiliki sensitivitas. Selain itu sensor suhu juga memiliki toleransi $\pm 5°C$ sehingga nilai selisih yang ada masih masuk dalam batas toleransi.

D. Pengujian Turbidity Sensor (SEN0189)

Pada pengujian sensor *turbidity* yang ditampilkan berupa hasil dari kalibrasi sensor dengan air putih dan air kopi.

1. Hasil Kalibrasi Turbidity Sensor Dengan Sampel

Kalibrasi *turbidity* sensor bertujuan untuk mengetahui respon dari sensor apabila terdapat perubahan kekeruhan air dengan cara sensor dihubungkan dengan arduino uno untuk menampilkan nilai melalui serial monitor pada arduino ide. Untuk sampel yang digunakan ada dua air kopi dengan tingkat kekeruhan 2031,33 NTU sesuai yang dengan *turbidity* sensor baca dan air putih dengan nilai kekeruhan 0 NTU.

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi *turbidity* sensor.

a. *Turbidity* Sensor (SEN0189)
b. Laptop yang telah terinstall arduino ide
c. Arduino uno
d. Sampel air putih dan air kopi

Kalibrasi ini dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke salah satu sampel sebanyak 5 kali percobaan kemudian berlanjut ke sampel berikutnya. Hasil dari kalibrasi turbidity sensor dapat dilihat pada Tabel 7

TABEL 7
HASIL KALIBRASI SENSOR *TURBIDITY* DENGAN SAMPEL AIR KOPI

Percobaan ke	Nilai Kekeruhan Sampel	Sensor *Turbidity*	Selisih
1	2031,33	2011,23	20,1
2		2025,74	5,59
3		2009,34	22
4		2002,56	28,77
5		2053,43	22,1
Rata-rata		2020,46	19,71

Berdasarkan Tabel 7 diatas, berikut perhitungan untuk mencari presentasi kesalahan pada kalibrasi sensor dengan sampel kopi 0,97%.

Selanjutnya merupakan proses kalibrasi sempel kedua menggunakan air dengan nilai kekeruhan 0 NTU. Pada Tabel 8 berikut adalah hasil dari kalibrasi kedua menggunakan sampel air.

TABEL 8
HASIL KALIBRASI MENGGUNAKAN SENSOT *TURBIDITY* SAMPEL AIR

Percobaan ke	Nilai Kekeruhan Sampel	Sensor *Turbidity*	Selisih
1	0	0,43	0,43
2		0,43	0,43
3		0,67	0,67
4		0,89	0,89
5		0,94	0,94
Rata-rata		0,67	0,67

Hasil kalibrasi dari *turbidity* sensor akan dicari rata-ratanya untuk mengetahui nilai dari ketelitian dan presentase kesalahan sensor tersebut. Untuk perhitungan kesalahan kalibrasi sensor menggunakan sampel kedua berupa air bernilai 0 NTU adalah sebagai berikut.

$$Presentase\ Kesalahan = \frac{Rata - rata\ Nilai\ Selisih}{Nilai\ Sampel} \times 100\%$$

$$= \frac{0,67}{1} \times 100\%$$
$$= 0,67\%$$

Berdasarkan hasil kalibrasi yang dilakukan, rata-rata dari presentase kesalahan adalah sebesar 0,67%. Beberapa faktor yang mempengaruhi kesalahan pembacaan sensor seperti pemindahan sensor yang terlalu cepat ke sampel berikutnya tanpa mengeringkan terlebih dahulu. Selain itu faktor lainnya adalah cahaya.

E. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik menampilkan hasil dari kalibrasi dengan melakukan perbandingan dalam pengukuran rangkaian sensor ultrasonik dengan penggaris 30cm.

1. Hasil Kalibrasi Sensor Ultrasonik Dengan Penggaris

Tujuan dari melakukan kalibrasi pada sensor ultrasonik yaitu untuk mengetahui tingkat keakurasian dan respon sensor terhadap perubahan volume air dengan cara sensor dihubungkan dengan arduino uno untuk menampilkan nilai melalui serial monitor pada arduino ide. Pada pengujian kali ini menggunakan wadah gelas yang diisi dengan air kemudian diukur ketinggian antara jarak sensor dan air menggunakan penggaris.

Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kalibrasi pada sensor ultrasonik

1. Sensor ultrasonik HC-SR04
2. Laptop yang terinstall *software* arduino ide
3. Arduino uno
4. Wadah gelas berisi air
5. Penggaris

Untuk mengetahui keakuratan sensor maka perlu dilakukan pencarian nilai ketinggian yang didapatkan oleh sensor ultrasonik dengan menggunakan perhitungan berikut.

$$Ketinggian\ Air = 4 - Jarak\ Sebenarnya$$

Keterangan :
4 : Nilai ketinggian air apabila wadah terisi penuh

Adapun Tabel 9 yang merupakan hasil dari melakukan kalibrasi.

TABEL 9
HASIL KALIBRASI SENSOR ULTRASONIK

Pengujian Ke-	Sensor Ultrasonic	Penggaris	Selisih
1	4,7	5	0,3
2	9,8	10	0,3
3	15,3	15	0,3
4	21,2	20	1,2
5	26,1	25	1,1

F. Pengujian sensor TDS

Pada pengujian sensor TDS yang akan ditampilkan berupa hasil dari kalibrasi sensor TDS dan dengan TDS Meter yang mengukur air mengandung garam.

1. Hasil Kalibrasi Sensor TDS dengan TDS Meter

Tujuan dari melakukan kalibrasi pada sensor TDS yaitu untuk tingkat keakuratan dan respon sensor terhadap salinitas air dengan cara sensor dihubungkan dengan arduino uno untuk menampilkan nilai melalui serial monitor pada arduino ide. Pada pengujian kali ini menggunakan wadah gelas yang diisi dengan air garam kemudian diukur menggunakan sensor TDS dan TDS meter.

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan kalibrasi sensor TDS

a. Sensor TDS
b. Laptop yang terinstall arduino ide
c. Arduino uno
d. Air garam

Kalibrasi ini dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke sampel yang telah berisi air garam sebanyak 5

kali percobaan. Hasil dari kalibrasi sensor TDS dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

TABEL 10
HASIL KALIBRASI SENSOR TDS

Percobaan ke	Sensor TDS	TDS Meter	Selisih
1	442	472	0,30
2	582	621	0,39
3	782	823	0,41
4	784	858	0,74
5	821	812	0,9
Rata-rata	682,2	717,2	0,548

Berdasarkan tabel 10 berikut adalah tabel perhitungan presentase kesalahan untuk kalibrasi sensor dengan TDS meter.

$$Presentase\ Kesalahan = \frac{Rata - rata\ selisih\ sensor\ TDS}{Nilai\ TDS\ Meter} \times 100\%$$

$$= \frac{682{,}2}{717{,}2} \times 100\%$$

$$= 0{,}95\%$$

G. Analisa Data

Pada bagian ini akan dilakukan analisa data untuk memantau data kualitas air. Berdasarkan hasil pemantauan secara langsung nilai suhu, pH, salinitas dan kekeruhan terbilang stabil. Untuk tindakan yang dapat diambil oleh pemilik apabila suhu air dan kekeruhan meningkat maka hanya perlu membuka gerbang air yang ada. Untuk penurunan nilai salinitas maka tindakannya adalah dengan menamburkan garam kolam.

V KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem monitoring kualitas air dapat bekerja sesuai fungsinya dalam pengukuran serta pengiriman data ke database maupun menampilkan data pada aplikasi android sehingga dapat diakses dari jarak jauh.
2. Dari hasil implementasi dan pengujian, sistem monitoring kualitas air dapat bekerja dengan baik dan didapatkan nilai dari setiap sensor memliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan percent error sensor yang kecil yaitu sensor suhu 0,66%, pH 1,94%, turbidity 2,49% dan tds 2%.
3. Aplikasi android mampu menampilkan data secara realtime.
4. Batas kualitas air yang di dapat bedasarkan pengujian adalah suhu 28˚C - 30˚C, salinitas 26 - 32 ppt, pH 7,5 - 8,5, dan kekeruhan 8,6 – 17,26 NTU.
5. Kualitas air pada tambak udang vaname telah diukur dan dapat dimonitoring secara realtime melalui aplikasi android.
6. Proses pembuatan sistemtelah berhasil di buat dan berdasarakan pengujian yang dilakukan sistem monitoring dapat melakukan pengukuran dengan nilai akurasi yang cukup tinggi.

B. Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini aplikasi android telah berhasil menampilkan data hasil pengukuran kualitas air secara *realtime,* namum tampilan aplikasi masi terbilang sangat biasa sehingga perlu adanya penambahan dari segi tampilan aplikasi supaya labih menarik.
2. Menambahkan notifikasi secara langsung Ketika nilai kualitas air kurang dari batas yang ditentukan.
3. Menambah layer lcd pada perangkat keras sehingga untuk pemantauan nilai kualitas air secara langsung tidak perlu menggunakan aplikasi.
4. Penempatan perangkat pada tambak disediakan lahan khusus yang rata dan kuat sehingga pengukuran kualitas air menjadi lebih stabil dan tidak terpengaruh oleh keadaan sekitar
5. Pada penelitian ini perangkat keras telah dibuatkan *casing* sehingga komponen-komponen sensor dan mikrokontroler dapat terlindung oleh air dari tambak maupun hujan. Akan tetapi penempatan ultrasonic dapat ditambahkan ruang khusus untuk membantu proses pengukuran ketinggian air

REFERENSI

[1] M. Muh. Faruq and D. Hirawan, "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Vaname Di Kecamatan Tirtayasa Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Informatika,* vol. 1, no. 1, pp. 1-10, 2020.

[2] S. Anwar and Abdurrohman. , "Pemanfaatan Teknologi Internet Of Things Untuk Monitoring Tambak Udang Vaname Berbasis Smartphone Android Menggunakan Nodemcu Wemos D1 Mini," *Jurnal Infotronik,* vol. 5, no. 2, pp. 77-83, 2020.

[3] M. Ratna. "Analisa Kualitas Air Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) di Tambak Rakyat Kontruksi Dinding Semen Dan Dasar Tambak Semen Di Pantai Konang, Kecamatan Panggul Kabupaten Trenggalek," *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan,* vol. 12, no. 1, pp. 80-85, 2021.

[4] Supriatna, M. Mahmud, M. Musa and Kursaini. , "Hubungan Ph Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)," *Journal of Fisheries and Marine Research,* vol. 4, no. 3, pp. 368-374, 2020.

[5] D. Reski. Amalia. Mursyid, Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Vaname Di Takalar Berbasis Android, Makassar: Universitas Hasanuddin, 2020.

[6] Anonim"Morfologi dan Anatomi Eksternal Udang," Catatan Dokter Ikan, 28 February 2018. [Online].

Available: http://www.catatandokterikan.com/2018/02/morfologi-dan-anatomi-eksternal-udang.html. [Accessed 12 February 2022].

[7] Z. D. Puspa Ramadina "Parameter Kualitas Air Tambak," nanobubble, 23 September 2021. [Online]. Available: https://nanobubble.id/blog/parameter-kualitas-air-tambak. [Accessed 21 February 2022].

[8] G. A. Pauzi, M. A. Syafira, A. Surtono and A. Supriyanto, "Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno," *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika,* vol. 5, no. 2, pp. 1-8, 2017.

[9] A. Razor, "Cara Kerja Arduino Uno dan Bagaimana Prinsip Serta Peranannya," Aldy Razor, 12 Maret 2020. [Online]. Available: https://www.aldyrazor.com/2020/07/cara-kerja-arduino.html. [Accessed 12 April 2022].

[10] A. A. Studio, "Wemos D1 Mini adalah," Teknik Elektro, 19 Agustus 2021. [Online]. Available: https://www.teknikelektro.com/2021/08/wemos-d1-mini-adalah.html. [Accessed 12 April 2022].

[11] I. R. Pikatan, Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Otomatis Pada Air Tambak Udang Vaname Menggunakan Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot), Bandar Lampung: Institute Informatika Dan Bisnis Darmajaya, 2018.

[12] J. Karangan, B. Sugeng and Subando. , "Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor Ph Di Stt Migas Balikpapan," *JURNAL KACAPURI,* vol. 2, no. 1, pp. 65-72, 2019.

[13] D. Setiawan, M.Kom, "Mengenal Sensor Ultrasonik dan Cara Kerjanya," Universitas Stekom, 20 April 2022. [Online]. Available: http://teknik-komputer-d3.stekom.ac.id/informasi/baca/Mengenal-Sensor-Ultrasonik-dan-Cara-Kerjanya/e5b259473d338ac5c15b9a868fb04f988847c289. [Accessed 12 Mei 2022].

[14] S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra and N. Kamil, "Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat,* vol. 1, no. 1, pp. 652-657, 2020.