

Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa

Ahmad Reza Hakimi, Muhammad Rivai, dan Harris Pirngadi
Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: muhammad_rivai@ee.its.ac.id; harris@ee.its.ac.id.

Abstrak—Pada saat ini sering terjadi kematian ikan yang disebabkan oleh kadar salinitas yang tinggi pada pembudidayaan ikan di tambak. Salinitas merupakan sebuah tingkat kadar garam yang terlarut pada air. Kadar salinitas yang tidak normal dapat membuat pertumbuhan ikan melambat. Oleh karena itu, para pembudidaya ikan perlu melakukan sebuah pengamatan di tambak agar kualitas air sesuai dengan kebutuhan ikan yang dibudidayakan. Pemantauan ini harus dilakukan setiap hari sehingga akan menyulitkan bagi pembudidaya ikan, terlebih jika jarak tambak dari perumahan yang cukup jauh. Oleh karena itu maka diperlukan suatu alat yang bisa memantau maupun mengontrol kadar salinitas dari jarak yang jauh tanpa perlu datang ke lokasi tambak. Sistem yang digunakan untuk penelitian ini berbasis IoT dimana semua pemantauan secara real time akan membutuhkan internet. IoT yang digunakan pada penelitian ini adalah IoT LoRa dan nodeMCU esp8266. Pemantauan dan pengontrolannya dilakukan dengan membaca sensor salinitas air tambak dengan menggunakan Sensor Total Dissolved Solid (TDS). Data pembacaan sensor TDS diolah oleh sebuah microcontroller Arduino Uno. LoRa Transmitter akan mengirimkan datanya ke LoRa Receiver. Setelah data diterima di receiver data dikirimkan melalui Node MCUesp8266 ke aplikasi Blynk yang ada di perangkat smartphone. Sedangkan sistem kontrolnya menggunakan kontrol Proportional Integral Derivative (PID) untuk mengatur relay. Relay ini mengatur lama bukaan valve untuk membuka atau menutup, menambah maupun mengurangi kadar salinitas pada air. Pengujian sensor salinitas dilakukan di berbagai kadar salinitas air mulai dari 0 ppt sampai 40 ppt. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa sensor TDS ini mampu membacanya dengan baik. Sedangkan LoRa mampu mengirimkan datanya dengan baik pada jarak kurang lebih 600 meter. Pada pengujian keseluruhan sistem di tambak didapatkan nilai standar deviasi eror ketika kondisi mulai stabil sebesar 0,24 ppt.

Kata Kunci—Arduino Uno, IoT, Kadar Salinitas, LoRa, Tambak.

I. PENDAHULUAN

TAMBAK merupakan sebuah ekosistem buatan manusia yang berupa kolam yang berisi air dengan kadar salinitas yang tinggi dan biasa digunakan untuk memelihara ikan. Perairan tambak biasanya digunakan untuk memelihara ikan yang mempunyai banyak keuntungan seperti halnya adalah udang dan ikan bandeng. Alasan membudidayakan dari kedua ikan tersebut adalah selain kandungan protein yang tinggi, cita rasa dari kedua ikan tersebut sangat digemari oleh masyarakat Indonesia serta harganya yang cukup terjangkau [1].

Membudidayakan ikan juga bisa disebut sebuah usaha yang mempunyai keuntungan yang cukup besar, akan tetapi minimnya pengetahuan masyarakat pembudidaya ikan

tentang faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya angka kematian. Faktor yang paling utama dalam pembudidayaan ikan adalah menjaga kelestarian lingkungan itu sendiri. Ikan dapat tumbuh dan berkembang dalam keadaan lingkungan yang nyaman dan sesuai dengan kondisi hidupnya di habitat aslinya. Sama seperti makhluk hidup lainnya ketika kelestarian lingkungannya tidak sesuai maka akan membuat ikan stres, gampang terkena penyakit dan tidak dapat tumbuh secara optimal. Kualitas air tambak dipengaruhi oleh tingkat keasinan atau kadar garam yang biasa disebut salinitas.

Kadar salinitas menentukan pertumbuhan dalam ekosistem perairan tambak. Salinitas perlu diperhatikan dalam pertumbuhan ikan bandeng maupun udang. Ketika musim kemarau kadar salinitas air tambak akan naik tinggi, sehingga membuat penghambatan pertumbuhan ikan di tambak. Kondisi ini bisa dikurangi dengan adanya pengelolaan yang benar terhadap perairan tambak, salah satunya pengamatan secara rutin terhadap kualitas air di tambak sehingga diperlukan sebuah alat monitoring yang secara kontinyu dapat menjaga kadar salinitas air di tambak [2]. Pemantauan yang harus dilakukan setiap hari akan menyulitkan bagi pembudidaya ikan. Maka dari permasalahan di atas dibuatlah sebuah alat yang membantu untuk kontrol maupun monitor kadar salinitas air yang memungkinkan para pembudidaya bisa melakukan pengontrolan secara rutin dengan menggunakan gadget atau smartphone nya.

II. DASAR TEORI

A. Salinitas Air Tambak

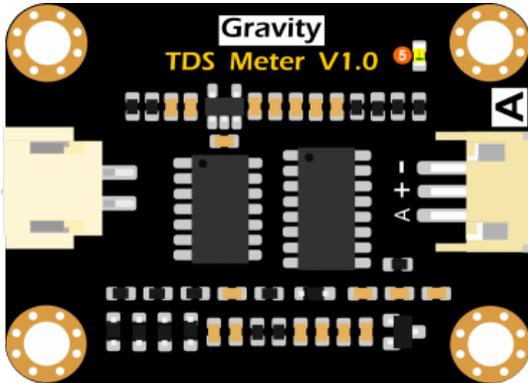
Salinitas mempunyai pengaruh penting bagi ekosistem perairan di tambak. Salinitas merupakan sebuah tingkat kadar garam yang terlarut pada air. Satuan salinitas adalah part per thousand (ppt) atau diartikan sebagai representasi dari perbandingannya garam yang terlarut dengan air [3], [4]. Salinitas untuk udang tidak boleh melebihi 35 ppt, jika lebih dari 35 ppt maka akan membuat udang mati. Sementara untuk ikan bandeng bisa hidup di kisaran 60 ppt, namun salinitas yang optimal bagi ikan bandeng kisaran 15 sampai 35 ppt. Salinitas bisa berubah-ubah setiap waktu baik pagi maupun sore, musim kemarau maupun musim hujan. Pada saat musim kemarau salinitas bisa naik dengan drastis, sehingga banyak para pembudidaya ikan tidak membudidayakan ikannya atau memilih untuk panen dini pada saat musim kemarau datang. Tingkat salinitas untuk ikan bandeng dan udang dapat dilihat pada Tabel 1.

B. Sensor Salinitas

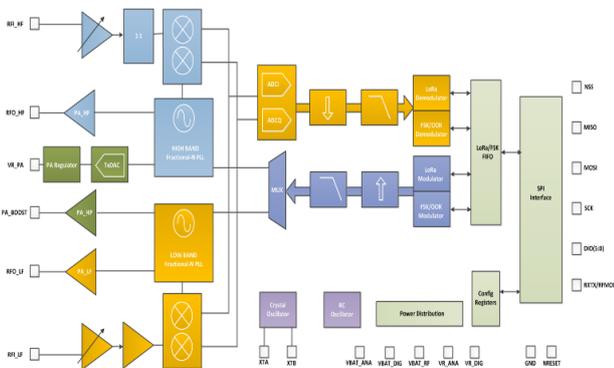
Sensor salinitas atau bisa disebut sensor konduktivitas adalah sebuah sensor yang dapat mengukur konduktivitas

Tabel 1.
Tingkat Salinitas Untuk Jenis Ikan

Jenis	Salinitas Tertinggi (ppt)	Salinitas Terendah (ppt)
Ikan Bandeng	60	20
Udang	40	15



Gambar 1. Modul sensor TDS.



Gambar 2. Blok diagram LoRa RF96 [12].

dalam air. Sebuah larutan dapat menghantarkan arus listrik yang mengalir dengan transportasi ion. Gambar 1 merupakan bentuk dari modul sensor [5].

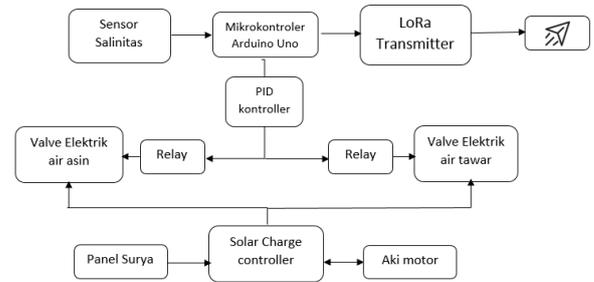
Peningkatan konsentrasi ion dalam larutan menyebabkan nilai sebuah konduktivitas akan semakin meningkat juga. Nilai konduktivitas air diperoleh dari pengalihan induktansi dan konstanta sel. Perbedaan ini yang akan diketahui oleh probe sensor konduktivitas, kemudian dikonversi menjadi tegangan sebagai hasil keluaran dari sensor salinitas. Sensor salinitas disini menggunakan sensor Total Dissolved Solid (TDS) dengan prinsip yang sama dengan prinsip konduktivitas dimana menggunakan dua elektroda yang diletakkan dalam suatu cairan. Pada cairan tersebut akan menghantarkan aliran listrik sesuai dengan konsentrasi ion-ion dalam larutan tersebut [6], [7].

C. Relay dan Solenoid Valve

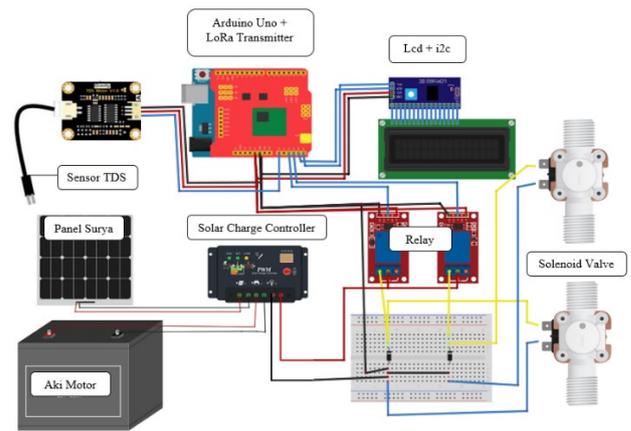
Relay adalah komponen yang berfungsi sebagai switch atau saklar. Relay memiliki dua bagian yaitu mekanika berupa saklar dan elektromagnetik berupa koil. Kontak point pada relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Normally Open: jenis relay ketika kondisi awal adalah open atau terbuka.
2. Normally Close: jenis relay ketika kondisi awal adalah close atau tertutup.

Solenoid Valve merupakan katup yang dapat bergerak dikarenakan energi listrik melalui solenoid. Solenoid valve



Gambar 3. Diagram Blok Sistem.



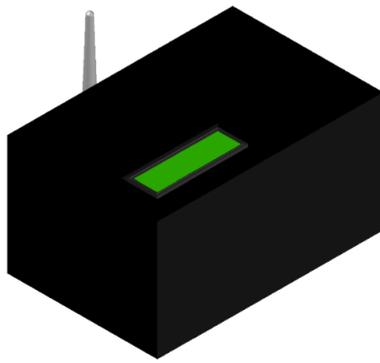
Gambar 4. Rancangan keseluruhan sistem.

pneumatic mempunyai tiga lubang yaitu lubang keluaran, lubang masukan, dan lubang exhaust. Lubang masukan digunakan untuk tempat udara atau fluida bertekanan masuk atau bisa disebut service unit, lubang keluaran digunakan untuk tempat keluaran udara yang terhubung ke pneumatic, sedangkan lubang exhaust digunakan untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak ketika solenoid valve pneumatic bekerja.

D. Microcontroller Arduino Uno

Arduino UNO adalah development kit microcontroller yang berbasis Atmega328. Alat ini berfungsi sebagai pembuat program yang kemudian digunakan untuk mengendalikan atau mengontrol berbagai komponen elektronika [8], [9]. Arduino ini memiliki 14 pin out dimana berisi input/output digital, 6 pin input, inputan USB, Crystal 16 MHz, ICSP, power jack, serta tombol yang berfungsi sebagai reset.

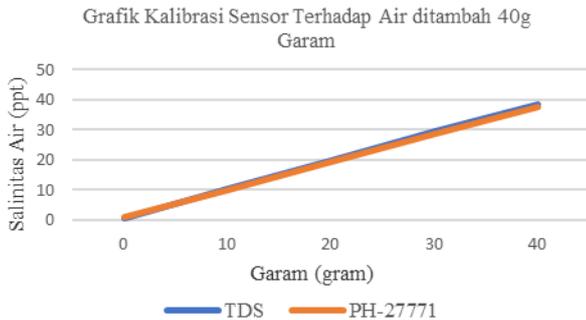
Board Arduino UNO beroperasi pada sebuah suplai tegangan eksternal 7 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan tegangan yang lebih kecil dari 7 V, maka board Arduino UNO akan menjadi tidak stabil. Jika suplai yang digunakan lebih besar dari 12 Volt, voltage regulator yang ada di dalam Arduino bisa kelebihan panas dan dapat membahayakan board Arduino UNO. Memori yang ada pada Arduino Uno berbasis pada ATmega328 yang mempunyai memori sebesar 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). AT mega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan EEPROM library.



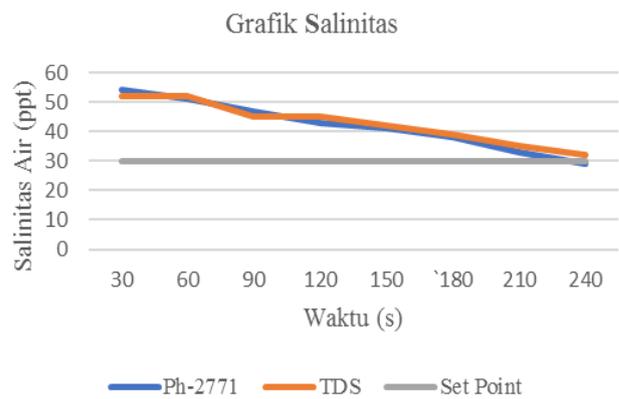
Gambar 5. Desain Kotak Transmitter dan Receiver.



Gambar 7. Pengujian di akuarium



Gambar 6. Pengujian salinitas Air Ditambah Garam.



Gambar 8. Kontrol salinitas pengujian pertama

Tabel 2.
Pengujian modul LoRa

Jarak (m)	Data Terkirim (ppt)	Data diterima (ppt)
200	31	31
400	31	31
600	31	31
800	31	31
1.000	31	31
1.200	31	0

E. LoRa RF96

LoRa merupakan bagian teknologi IoT yang biasa digunakan untuk sistem komunikasi jarak jauh. Keunggulan menggunakan LoRa adalah sistem ini bisa digunakan dengan jarak hingga 5 Km. LoRa juga memiliki keunggulan dengan konsumsi daya yang sangat rendah [10]. LoRa memiliki kelemahan yakni terbatasnya kecepatan transmisi yang berkisar antara 0.3–50 Kbps. Tetapi jika hanya digunakan untuk mengirimkan data sebuah sensor maka bukan menjadi masalah yang berarti. LoRa RF96 merupakan seri LoRa yang mencakup jangkauan yang jauh berdasarkan modulasi FSK atau OOK [11].

RF96/97/98 menggabungkan modem LoRa spread spectrum yang mampu mencapai jangkauan yang jauh secara signifikan dari sistem yang ada berdasarkan modulasi FSK atau OOK. LoRa juga memberikan keuntungan pada selektivitas dan pemblokiran gangguan, lebih lanjut dapat meningkatkan keandalan dalam komunikasi tanpa kabel. LoRa RF96 merupakan seri LoRa yang mencakup jangkauan yang jauh berdasarkan modulasi FSK atau OOK

LoRa memiliki pita frekuensi yang berbeda-beda di berbagai dunia. Hal ini dikarenakan tiap negara memiliki batasan atau regulasi terhadap frekuensi LoRa tersebut, seperti 433 MHz, 868MHz, 916Mhz, terutama di Asia menggunakan 923MHz. Untuk frekuensi di Indonesia sendiri

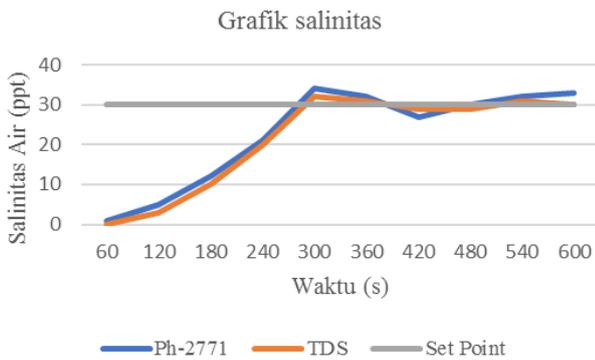
yang diperbolehkan adalah berkisar antara 920MHz sampai 923MHz. Hal ini tercantum pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2019 Tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas. Pada penelitian ini menggunakan LoRa dengan Frekuensi 920MHz sehingga aman digunakan di Indonesia. Gambar 2 merupakan diagram blok dari RF96 [12].

F. NodeMCU ESP6288

NodeMCU adalah sebuah Firmware Open-Source dan Development Kit yang dapat membantu membangun produk berbasis IoT. NodeMCU merupakan sebuah modul turunan pengembangan dari platform IoT. Secara fungsi, microcontroller ini tidak jauh beda dengan Arduino dimana yang membedakan adalah microcontroller ini sudah terkoneksi ke internet dan sudah dilengkapi dengan modul Wi-Fi esp8266. NodeMCU memudahkan untuk melakukan komunikasi berbasis internet. NodeMCU dirancang memiliki input dan output seperti perangkat keras Arduino (IO). NodeMCU menggunakan MCU Wi-Fi dengan biaya terendah yaitu ESP 8266 [13].

G. Sel Surya

Sel Surya memiliki prinsip yang disebut sebagai fotovoltaik yaitu perangkat yang mampu mengonversi langsung sumber cahaya matahari menjadi sumber listrik. Sel surya dituntut memiliki efisiensi yang tinggi, ketahanan tinggi terhadap kondisi lingkungan, dan bobot yang ringan. Cahaya yang mampu diserap oleh sel surya tidak dapat maksimal, dan juga efisiensi penggunaan solar panel hanya 14 – 16 % [14]. Efisiensi pada sel surya dapat ditingkatkan



Gambar 9. Kontrol Salinitas Pengujian Kedua.



Gambar 10. Pengujian di Tambak.

dengan cara mengubah struktur perangkat yang berbeda yang menyangkut struktur dari kristalnya.

H. Aplikasi Blynk

Blynk merupakan platform untuk aplikasi yang bertujuan untuk mengendalikan sebuah project. Dengan aplikasi ini kita dapat membangun antarmuka grafis bagi pengguna dengan tombol hanya drag dan drop. Blynk diciptakan dengan tujuan untuk kontrol dan monitoring hardware secara jarak jauh dengan menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Hal ini sangat memudahkan bagi project yang berhubungan dengan IoT.

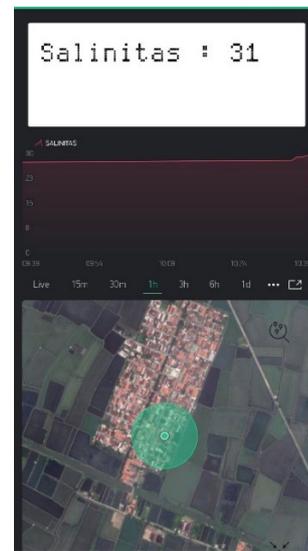
I. Kontrol PID

PID merupakan salah satu sistem kontrol yang biasa digunakan untuk pengendalian peralatan. Sistem pengendalian PID sangat sering digunakan karena sederhana dan paling mudah untuk digunakan. Sistem ini terdiri dari 3 bagian dimana bagian-bagian tersebut bisa digunakan secara paralel maupun terpisah. Ketiga bagian tersebut adalah kontrol Proportional (P), Integral (I), Derivative (D) [15], [16]. Persamaan dari kontrol PID:

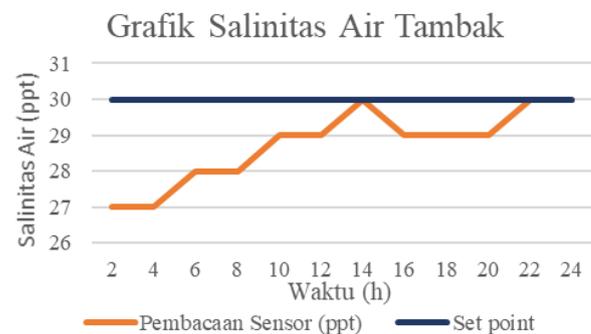
$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int e(\tau) d\tau + K_d \cdot (d/dt)e(t) \tag{1}$$

Persamaan (1) menjelaskan bahwa nilai keluaran $u(t)$, merupakan jumlah dari gain proportional (K_p), gain integral (K_i), dan gain derivative (K_d) yang masing-masing dipengaruhi oleh error (e) dalam selang waktu (t) tertentu.

Kontrol proporsional memiliki output yang sebanding dengan besar sinyal kesalahan pada sinyal input menyebabkan sistem langsung mengeluarkan sinyal keluar sebesar konstanta pengalinya. Kontrol Integral dapat menurunkan overshoot pada perubahan respons awal dan juga dapat menghilangkan steady state error. Kontrol Derivatif bekerja berdasarkan kecepatan perubahan sinyal



Gambar 11. Tampilan pada Aplikasi Blynk.



Gambar 12. Grafik pengujian di tambak selama 24 jam

kesalahan sebagai parameter pengontrol sehingga lebih cepat untuk mencapai keadaan stabilnya.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 3. Bagian-bagian pada diagram blok terdiri dari:

- Arduino Uno sebagai unit yang memproses sensor dan mengontrol sebuah sistem
- Sensor salinitas yang berfungsi membaca sebuah input yang akan dikontrol
- LoRa transmitter sebagai alat pengirim data yang telah didapat dari sensor.
- LoRa receiver sebagai alat penerima data dari transmitter
- Panel surya dan aki atau baterai sebagai sumber arus listrik
- Solar charge controller sebagai alat untuk pengontrol arus yang masuk ke Arduino Uno
- Valve elektrik berfungsi untuk membuka ataupun menutup saluran air dengan kadar salinitas tinggi maupun rendah
- NodeMCU esp8266 untuk mengirimkan data yang diterima ke sebuah smartphone.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada penelitian yaitu keseluruhan sistem yang dimulai dari sensor dan penempatan solenoid valve pada penampung air. Rancangan perangkat keras keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk desain elektronik meliputi pembuatan transmitter terpadu yang berisi LoRa Shield RF96, LCD, sensor salinitas, relay, solenoid valve, dan

panel surya. Peralatan tersebut di masukkan pada kotak transmitter dan receiver. Masing-masing kotak ini memiliki kegunaan yang berbeda dan berisi komponen yang berbeda.

Bentuk desain dari kotak transmitter dan receiver dapat dilihat pada Gambar 5. Pada kotak transmitter ini berisi LoRa Shield RF96, Arduino Uno, Modul TDS, LCD, I2C, dan 2 buah relay. Kegunaan dari kotak transmitter adalah untuk menyatukan komponen-komponen yang memiliki fungsi untuk mengirimkan data secara jarak jauh. Pada kotak receiver berisi LoRa Shield RF96, Arduino Uno, LCD, I2C, dan NodeMCU esp8266. Kegunaan dari kotak ini sama seperti kotak transmitter, dimana yang membedakan adalah komponen-komponen di kotak receiver ini berfungsi untuk menerima data dari jarak jauh.

Perancangan Perangkat Lunak

1) *Pembacaan Sensor Salinitas*

Sensor digunakan sebagai pendeteksi nilai kadar garam yang terkandung pada air. Sensor ini mengukur nilai konduktivitas pada air. Nilai dari pembacaan sensor ini digunakan oleh mikrokontroler untuk menentukan perlu apa tidaknya pembukaan valve baik untuk menambah atau mengurangi kadar garam sehingga nilai kadar garam sesuai dengan apa yang diinginkan.

2) *Pengiriman Data dengan LoRa*

Pada pengiriman data menggunakan LoRa diawali dengan melakukan inisiasi dahulu dengan mengatur frekuensi yang diinginkan menggunakan fungsi berikut:

```
while (!Serial) ;
if (!rf95.init())
Serial.println("init failed");
rf95.setFrequency(frequency);
rf95.setTxPower(13);
```

Data sebelum dikirim yang bertipe float akan diubah menjadi tipe string terlebih dahulu. Setelah diolah kemudian data akan dikirim menggunakan fungsi berikut:

```
rf95.send(data, sizeof(data));
rf95.waitPacketSent();
```

Program tersebut merupakan fungsi untuk mengirimkan data dan menunggu paket akan terkirim ke penerima.

3) *Penerimaan Data dengan LoRa*

Untuk penerimaan dilakukan inisiasi terlebih dahulu terhadap frekuensi yang harus disamakan dengan frekuensi pengirim seperti berikut:

```
Serial.begin(9600);
while (!Serial) ;
if (!rf95.init())
Serial.println("init failed");
rf95.setFrequency(frequency);
rf95.setTxPower(13);
```

Setelah melakukan inisiasi, hal yang harus dilakukan adalah mengubah banyaknya paket yang akan diterima. Ukuran paket yang diterima harus sama dengan ukuran paket yang dikirim. Setelah ukuran paket ditentukan maka penerimaan akan dilakukan. Untuk menentukan ukuran paket dan penerimaan bisa menggunakan program seperti berikut:

```
uint8_t buf[RH_RF95_MAX_MESSAGE_LEN];
uint8_t len = sizeof(buf);
rf95.recv(buf, &len);
```

4) *Pengiriman Data ke NodeMCU*

Pengiriman data dari Arduino Uno dilakukan dengan suatu fungsi yang ada pada library Software Serial. Fungsi yang dipakai adalah fungsi name Serial.write(). Data yang dikirim adalah data start, data yang diterima dari LoRa yang disimpan pada variabel data, dan yang terakhir adalah data stopped. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada program berikut:

```
s.write(start);
s.write(data,sizeof(data));
s.write(stopped);
```

5) *Pengiriman Data ke Aplikasi Blynk*

Aplikasi Blynk digunakan untuk penerimaan data pada *smartphone*. Fungsi yang digunakan adalah Blynk.virtualWrite(). Fungsi ini bisa digunakan untuk data peta dari google map, data pembacaan LCD, serta grafik yang ingin ditampilkan. Programnya bisa dilihat sebagai berikut:

```
Blynk.virtualWrite(V1); // data map
Blynk.virtualWrite(V2); // data grafik
Blynk.virtualWrite(V3); // data lcd
```

Untuk menghubungkan NodeMCU ke aplikasi Blynk maka langkah pertama harus diinisiasi menggunakan fungsi Blynk.begin(). Fungsi ini berisi auth, ssid, pass. Auth merupakan nomor autentikasi yang didapat dari aplikasi Blynk yang dikirimkan di email.

```
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
Blynk.run();
```

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. *Kalibrasi Sensor dengan Penambahan Garam*

Pada pengujian kali ini dilakukan dengan cara menambahkan garam ke dalam air sehingga kadar salinitas air meningkat. Gambar 6 menunjukkan grafik dari kalibrasi sensor terhadap air ditambah garam 40 gram secara berkala. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dari sensor apakah bekerja dengan baik.

B. *Pengujian LoRa*

Pengujian pengiriman data menggunakan LoRa dilakukan dengan beberapa jarak. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan LoRa *Receiver* di rumah dan membawa LoRa *Transmitter* sampai jarak 1 Km. Di saat LoRa *Transmitter* lebih dari 1 Km, LoRa *Receiver* tidak lagi dapat menerima data tersebut. Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengujian LoRa dengan berbagai jarak. Setelah dilakukan beberapa pengujian, LoRa mampu mengirimkan data dengan stabil dan baik tanpa terputus-putus pada jarak kurang lebih 600 meter.

C. *Pengujian Alat Secara Keseluruhan*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pada pengujian ini bekerja dengan baik. Pengujian keseluruhan sistem ini juga berfungsi mencari kesalahan pada sistem tersebut. Pengujian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu pengujian pada sebuah akuarium kecil dan pengujian langsung ke tambaknya.

1) *Pengujian Keseluruhan Sistem Pada Sebuah Akuarium*

Pengujian ini dilakukan pada sebuah akuarium yang berisikan air dengan salinitas 50 ppt. Akuarium tersebut diberi dua buah penampung air dengan salinitas rendah (0 ppt) dan salinitas tinggi (ppt >50). Di akuarium tersebut

diletakkan sebuah sensor yang sudah terhubung dengan Arduino Uno dan *transmitter* IoT LoRa. Dari IoT LoRa tersebut langsung dikirimkan ke LoRa *receiver* dan diteruskan oleh NodeMCU ke *smartphone* untuk melihat pembacaan sensor tersebut. Penampung tersebut terhubung dengan sebuah valve elektrik untuk membuka maupun menutup jalur masuknya air ke akuarium. Metode pengujian yang dilakukan di akuarium dapat dilihat pada Gambar 7.

Pengujian pertama yaitu membuat air di dalam akuarium yang awalnya 50 ppt akan diubah ke salinitas yang diinginkan atau set point yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan sekitar 5 menit karena volume air akuarium tersebut sangat kecil sehingga untuk mengubah kadar salinitas 50 ppt ke 30 ppt berlangsung cepat. Pengujian ini juga menggunakan sensor ph 2771 untuk memastikan angka salinitas yang didapat sesuai dengan sensor salinitas yang terhubung ke Arduino Uno. Grafik dari hasil pengujian pertama ditunjukkan pada Gambar 8.

Pengujian kedua yaitu membuat air di dalam akuarium yang awalnya 0 ppt diubah ke salinitas yang diinginkan, disini diatur set point sebesar 30 ppt. Pengujian ini dilakukan sekitar kurang lebih 5 menit. Grafik dari hasil pengujian kedua ditunjukkan pada Gambar 9.

2) Pengujian Keseluruhan Sistem di Tambak

Pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan sistem di tambak langsung. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui secara persis penerapan dari alat yang dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan sensor dan LoRa *transmitter* di samping tambak, sedangkan penerima diletakkan di rumah dengan jarak 500 meter. Gambar 10 merupakan penempatan peralatan untuk pengujian di tambak. Pengujian dilakukan pengujian dalam waktu 24 jam. Tujuannya untuk mengetahui apakah sistem mampu bekerja atau berjalan dalam waktu 24 jam penuh. Gambar 11 merupakan tampilan pada aplikasi blynk. Gambar 12 menunjukkan grafik hasil pengujian di tambak. Setelah dilakukan pengujian di tambak didapatkan standar deviasi error ketika kondisi mulai stabil sebesar 0,24 ppt.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dibuat sistem kontrol dan monitor salinitas air tambak menggunakan IoT LoRa dan nodeMCU esp8266. Sistem ini membaca kadar garam yang ada di tambak, kemudian hasilnya dikirimkan ke *smartphone*. Ketika hasil kadar garam tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka akan mempengaruhi buka tutup valve air asin atau air tawar. Alat ini mampu mengontrol maupun memonitor kadar salinitas air dengan baik meskipun ada kekurangan dalam waktu pengontrolannya, yaitu memakan waktu yang cukup lama. Didapatkan nilai standar deviasi error

ketika kondisi mulai stabil sebesar 0,24 ppt. LoRa dapat mengirimkan data dengan baik pada jarak kurang lebih 600 meter jika dicoba secara riil di tambak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Purnamasari, D. Purnama, and M. A. F. Utami, "Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif," *J. Enggano*, vol. 2, no. 1, pp. 58–67, 2017, doi: 10.31186/jenggano.2.1.58-67.
- [2] S. A. Saraswati and A. H. W. Sari, "Kajian kualitas air dan penilaian kesesuaian tambak dalam upaya pengembangan budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) di Desa Pemuteran Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng," *Samakia J. Ilmu Perikan.*, vol. 8, no. 2, pp. 01–05, 2017, doi: 10.5281/JSAPI.V8I2.259.
- [3] L. Juniarti and M. Ishak Jumarang, "Analisis kondisi suhu dan salinitas perairan barat Sumatera menggunakan data Argo Float," *Phys. Commun.*, vol. 1, no. 1, pp. 74–84, 2017, doi: 10.15294/physcomm.v1i1.9005.
- [4] L. D. Talley, M. C. MacCracken, J. S. Perry, and T. Munn, "Salinity Patterns in the Ocean Editor-in-Chief," in *Encyclopedia of Global Environmental Change*, vol. 1, M. C. MacCracken and J. S. Perry, Eds. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2002, pp. 629–640.
- [5] "Gravity Analog TDS Sensor Meter for Arduino SKU SEN0244-DFRobot." https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_TDS_Sensor_Meter_For_Arduino_SKU_SEN0244 (accessed Feb. 07, 2021).
- [6] H. Cahyani, H. Harmadi, and W. Wildian, "Pengembangan alat ukur Total Dissolved Solid (TDS) berbasis mikrokontroler dengan beberapa variasi bentuk sensor konduktivitas," *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 4, pp. 371–377, 2016, doi: 10.25077/jfu.5.4.371-377.2016.
- [7] R. Rinawati, D. Hidayat, R. Suprianto, and P. S. Dewi, "Penentuan kandungan zat padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspend Solid) di perairan Teluk Lampung," *Anal. Anal. Environ. Chem.*, vol. 1, no. 01, pp. 36–46, 2016.
- [8] M. S. Ramadhan and M. Rivai, "Sistem kontrol tingkat kekeruhan pada aquarium menggunakan arduino uno," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 87–91, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.
- [9] M. D. Syamsiar, M. Rivai, and S. Suwito, "Rancang bangun sistem irigasi tanaman otomatis menggunakan Wireless Sensor Network," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. A261–A266, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16512.
- [10] S. Demetri, M. Zúñiga, G. Pietro Picco, F. Kuipers, L. Bruzzone, and T. Telkamp, "Automated estimation of link quality for Lora: A remote sensing approach," in *IPSN 2019 - Proceedings of the 2019 Information Processing in Sensor Networks*, 2019, pp. 145–156, doi: 10.1145/3302506.3310396.
- [11] LoRa Alliance, "LoRa Alliance." <https://www.lora-alliance.org/what-is-lora/technology> (accessed May 06, 2020).
- [12] Hoperf Electronic, "Datasheet LoRa." Hoperf Electronic, 2019.
- [13] S. Siregar and M. Rivai, "Monitoring dan kontrol sistem penyemprotan air untuk budidaya aeroponik menggunakan NodeMCU ESP8266," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 380–385, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31181.
- [14] F. D. Krisandika, M. Rivai, and T. Tasripan, "Pelacak cahaya matahari berbasis citra pada panel surya menggunakan Single Board Computer LattePanda," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. A319–A324, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.30874.
- [15] A. A. Kurniawan, M. Rivai, and F. Budiman, "Sistem pemandu pendaratan pada balon udara berbasis pengolahan citra dan kendali PID," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. A179–A184, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16276.
- [16] R. Arindya, "Penalaan Kendali PID untuk pengendali proses," *J. Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 109, 2017.