

RANCANG BANGUN ALAT PENGENDALI KADAR PH DAN PEMANTAUAN TEMPERATUR AIR PADA BUDIDAYA IKAN LELE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ZIGBEE BERBASIS ARDUINO MEGA

Regina Sirait¹, Arnold Pakpahan², Elferida Hutajulu³
^{1,3}Politeknik Negeri Medan, ²Akademi Teknik Deli Serdang

Email: reginasirait@polmed.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan industri akuakultur telah meningkatkan permintaan akan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Dalam budidaya ikan, pengendalian kadar pH dan pemantauan suhu air menjadi kritis untuk kesehatan dan pertumbuhan ikan. Dalam penelitian ini pengembangan sistem otomatisasi menggunakan teknologi Zigbee berbasis Arduino Mega untuk mengendalikan kadar pH dan memantau temperatur air dalam budidaya ikan lele. Alat ini terdiri dari sensor pH, sensor temperatur, modul komunikasi nirkabel Xbee-PRO S2C dan mikrokontroler Arduino Mega. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pengendali sistem input dan output disetiap kolam yang selanjutnya akan mengendalikan pompa air sesuai dengan kondisi air kolam. Keluaran data dari sensor pH dan temperatur air pada setiap kolam akan diproses oleh mikrokontroler dan akan dikirimkan ke pusat pemantau (rumah) dengan topologi Mesh yang terdiri dari modul komunikasi nirkabel Xbee-PRO S2C dan komputer pemantau. Penerapan topologi Mesh dilakukan dengan mengirimkan data dari kolam 1 ke kolam 2 melalui Xbee Pro S2C dan selanjutnya data dari kolam 1 dan 2 dikirimkan ke komputer pusat (PC) melalui xbee yang berada di kolam 2 dan kemudian diterima oleh Xbee coordinator di pusat pemantauan (rumah). Dengan adanya alat ini, kadar pH dan temperatur air pada setiap kolam dapat dipantau dan dikendalikan secara rutin sehingga ikan lele dapat tumbuh dengan baik dan mencegah kerugian bagi petani ikan. Jika kondisi pH dan temperatur air tidak normal, maka alat berfungsi untuk mengendalikannya dan memberikan tanda bagi petani ikan lele.

Kata Kunci : Sensor pH, Arduino Mega, Xbee-PRO 2SC, Topologi Mesh

I. PENDAHULUAN

Kondisi air kolam ikan lele seperti suhu dan asam basa merupakan kunci pokok dalam pembudidayaan ikan lele. Hal ini seringkali diabaikan oleh peternak ikan lele karena minimnya pengetahuan serta sulitnya alat dan bahan untuk mengetahui kondisi air tersebut. Naik turunnya nilai pH dan suhu air dalam kolam lele sangatlah tidak menentu dan diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah air hujan, iklim suatu daerah dengan tingkat temperatur yang berbeda-beda, dan juga penumpukan atau pembusukan sisa makanan ikan tersebut. Pada penelitian ini membahas dua faktor tersebut yang berpengaruh penting pada pembudidayaan ikan lele yakni kadar pH dan temperatur air. Adapun besarnya pH yang sesuai untuk air kolam ikan lele ialah 6,5 – 7 dengan suhu air antara 25-27 derajat Celcius.

Keterlambatan dalam penanganan pH dan suhu ideal air kolam dapat memberikan dampak buruk bagi pertumbuhan ikan lele. Pencapaian hasil panen pada peternak ikan lele biasanya mencapai tiga hingga empat bulan dan jika pengecekan kondisi suhu tidak diperhatikan dan pH tidak dipantau selama kurang lebih empat kali, maka menyebabkan hasil panen ikan lele tidak maksimal. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendeteksi pH dan suhu air kolam ternak ikan lele adalah mengatasinya dengan cara mengganti air kolam atau mempercepat sirkulasi air. Pada penelitian ini dibangun sistem otomasi pada setiap kolam ikan lele untuk memantau kadar pH dan suhu air dengan menggunakan sensor suhu dan sensor pH. Dengan melihat kemampuan sensor temperatur dan sensor pH air dan teknologi ZigBee serta Arduino Mega dapat dibuat pemantau pH dan temperatur air kolam budidaya ikan lele.

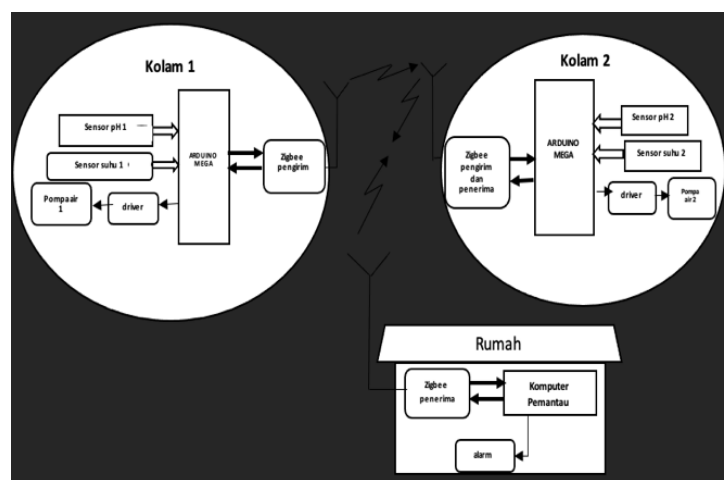
Seluruh data yang didapatkan oleh sensor yang dipakai pada setiap kolam, akan dikirimkan ke pusat penerima secara serial dengan menggunakan teknologi zigbee. Dengan metode pengiriman secara serial menggunakan topologi mesh, memungkinkan pengiriman data yang hemat kabel dan dapat disalurkan dengan lebih jauh. Data dari kolam satu menuju kolam lainnya akan sampai ke Arduino Mega dan akan dikirimkan melalui Zigbee pengirim lalu dikirimkan ke Zigbee penerima hingga dapat di lihat pada komputer untuk dipantau. Kondisi kadar pH dan suhu air setiap kolam yang ditampilkan pada komputer pemantau sehingga dapat dipantau secara baik. Pompa akan ON/OFF sesuai kebutuhan jika data yang diberikan menunjukkan kondisi pH yang tidak diharapkan. Dengan begitu, ikan akan berkembangbiak dengan baik, dan peternak ikan akan menghasilkan panen yang maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk pengaturan pH dilakukan dengan cara mengganti air kolam dengan air yang bersih, jarak pemantauan adalah sebatas kemampuan XBee dan jumlah kolam yang dipantau yakni dua petak kolam. Konfigurasi XBee Pro S2C Zigbee hanya menggunakan komunikasi topologi mesh yakni data dari kolam 1 ke kolam 2 kemudian ke komputer.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Diagram Blok

Diagram blok merupakan gambaran dasar dari rangkaian sistem yang akan dirancang. Setiap diagram blok mempunyai fungsi masing-masing. Gambar Diagram blok dari rangkaian yang akan dirancang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok diatas terdapat 2 buah kolam, yang mana pada setiap kolam terdapat Arduino mega, sebuah xbee sensor pH dan sebuah sensor temperatur dan driver relay untuk menghidupkan pompa. Sensor pH akan mendeteksi pH dari air kolam dan dari data tersebut dikonversi menjadi tegangan dan akan diubah ke masukan analog dari Arduino mega dan akan mengubah data tersebut menjadi data digital yang akan ditampilkan pada computer pemantau. Begitu juga dengan sensor temperatur LM35 akan mendeteksi kadar temperatur pada air kolam ikan dan menghasilkan tegangan analog, dan tegangan analog tersebut akan dikonversi oleh masukan analog pada Arduino mega menjadi data digital. Data yang diperoleh tersebut akan dikirim ke computer melalui xbee. Driver relay berfungsi untuk on/off pompa, pompa berfungsi untuk mengalirkan air bersih ke kolam.

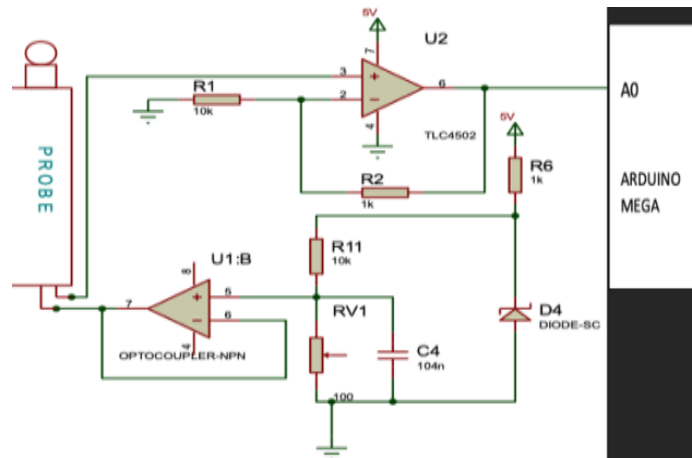
Pada komputer pemantau terdapat sebuah xbee yang akan memberikan data menggunakan program visual basic dan akan ditampilkan ke layar monitor. Tipe komunikasi yang di pakai pada pembuatan alat ini adalah tipe komunikasi Mesh. Xbee pada kolam 1 berfungsi untuk mengirimkan data pada xbee kolam 2, sedangkan xbee pada kolam 2 berfungsi untuk mengirimkan data dari kolam 1 serta data dari kolam 2 ke komputer pemantau. Di komputer pemantau terdapat sebuah xbee sebagai coordinator yang berfungsi untuk menerima data dari xbee 2 dan meneruskan ke komputer pemantau. Pada komputer pemantau terdapat sebuah alarm yang akan menyala pada saat kondisi sensor ph dalam keadaan tidak normal.

B. Perancangan Hardware (Perangkat Keras)

a. Interface rangkaian sensor pH dengan Arduino Mega

Pada rangkaian, sumber tegangan sebesar 5V mengalir dari Vcc melalui resistor dan dioda zener. Dioda zener berfungsi untuk mempertahankan tegangan agar tetap stabil yaitu sekitar 4,7V. Kondisi ini disebabkan oleh karena tahanannya yang bersifat dinamis atau berubah ubah tergantung pada besarnya tegangan yang mengalir. Pada rangkaian terdapat rangkaian pembagi tegangan Dimana tegangan kira-kira sebesar 2,35 V dengan menggunakan rumus $V_{out} = V_{in} \times \frac{RV}{R11+RV}$

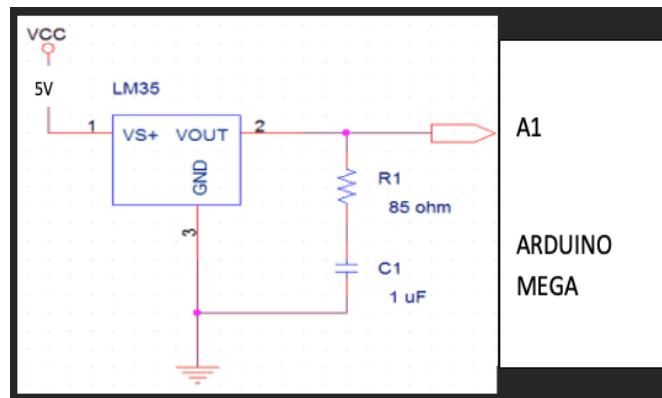
Pada rangkaian kapasitor berfungsi untuk menghilangkan noise, atau ripple. Tegangan 2,35 V tadi masuk ke op amplifier, pada op amplifier berfungsi sebagai emitter follower yang mana tegangan masukan dan keluaran adalah sama. Tegangan op amplifier masuk ke probe dan tegangan tersebut dibandingkan dengan tegangan pada pH cairan yang terukur dimana semakin besar pH maka semakin kecil tegangannya, tegangan yang telah dibandingkan tadi masuk ke rangkaian penguat non inverting dan akan dikuatkan dalam artian apabila tegangan masukan kecil maka akan dikuatkan oleh penguat non inverting, jika tegangan masukan adalah kecil maka akan dikuatkan oleh penguat non inverting dengan rumus : $V_{out} = V_{in} \times \frac{RV}{R11+RV}$ Nilai digital yang diperoleh oleh probe adalah bernilai tegangan dan akan dikonversi oleh Arduino mega yang mana tegangan keluaran tadi masuk ke pin A0 pada Arduino mega dan akan diproses sehingga menjadi data digital yang akan ditampilkan di serial monitor. Interface rangkaian sensor pH dengan Arduino mega ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Interface sensor pH dengan Arduino Mega

b. Interface rangkaian sensor suhu LM 35 dengan Arduino Mega

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (interface) rangkaian kontrol yang sangat mudah. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan mudah diakses perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga memiliki keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi. Interface rangkaian sensor temperatur LM35 dengan Arduino mega ditunjukkan pada Gambar 3.

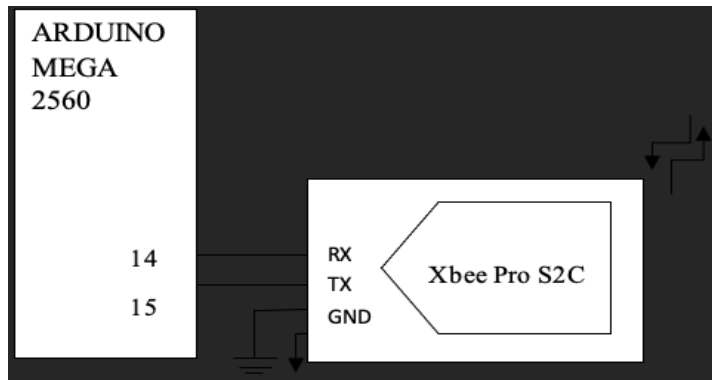


Gambar 3. Interface sensor suhu LM35 dengan Arduino Mega

c. Interface Xbee dengan Arduino Mega

Pada perancangan alat ini digunakan Xbee Pro S2C yang merupakan modul RF dan dirancang untuk komunikasi nirkabel. Penggunaan Xbee Pro S2C pada alat ini digunakan dengan topologi Mesh. Terdapat 3 buah Xbee Pro S2C, yakni pada kolam 1 yang berfungsi untuk mengirimkan data sensor pH dan temperatur air kolam ke Xbee kedua di kolam kedua, Xbee yang berada pada kolam kedua berfungsi untuk menerima data dari Xbee pertama serta mengirimkan data ke Xbee pada pusat pemantauan, sehingga data dapat diterima oleh Xbee ketiga pada pusat pemantau (rumah) dan meneruskannya ke komputer. Untuk mengaktifkan Xbee dibutuhkan supply tegangan sebesar 5V, oleh karena itu pin VCC dihubungkan pada tegangan 5V, dan pin GND dihubungkan pada ground. Xbee merupakan modul transceiver, dengan mekanisme pengiriman data secara serial. Pin

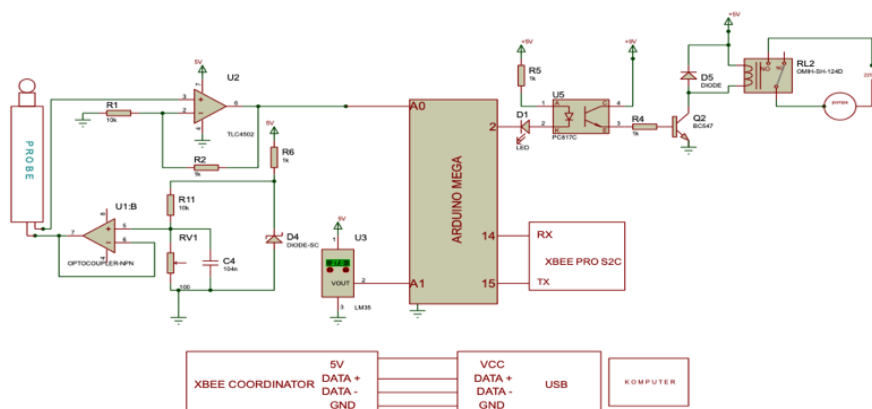
yang digunakan untuk mengirim dan menerima data ada di pin 2 sebagai pin data OUT (TX) dan pin 3 sebagai pin data IN (RX). Interface XBee dengan Arduino mega ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Interface XBee dengan Arduino Mega

d. Rangkaian Pemantau pH dan Temperatur

Arduino Mega akan membaca data sensor pH yang terhubung ke pin A0 dan sensor temperatur terhubung ke pin A1. Hasil pembacaan atau data dari sensor pH dan temperatur pada kolom 1 akan dikirimkan melalui xbee pengirim pada kolom 1 ke xbee penerima pada kolom 2 dan disimpan sementara. Kemudian data dari sensor pH dan temperatur pada kolom 2 akan dikirimkan melalui xbee kolom 2 sekaligus dengan data dari kolom 1 yang disimpan tadi. Arduino Mega akan mengendalikan pompa secara otomatis yang mana pompa terhubung ke port NO relay, dan relay terhubung ke pin 2 dari Arduino Mega. Driver alarm sebagai tanda peringatan merupakan speaker dari komputer atau laptop. Hasil dari data sensor pH dan sensor suhu akan ditampilkan pada computer pemantau (PC).



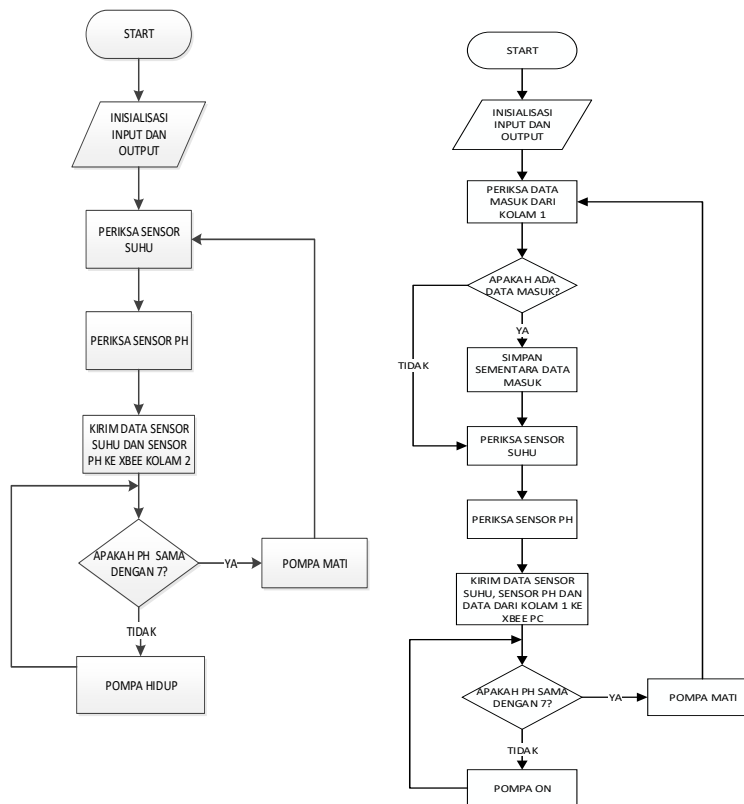
Gambar 5. Rangkaian pemantauan pH dan temperature

C. Perancangan perangkat lunak

a. Flowchart Sistem Kerja Alat

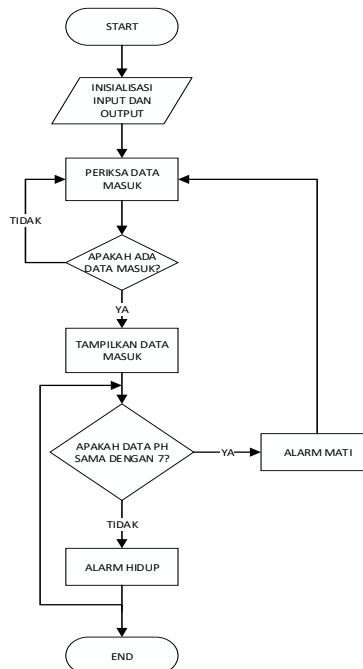
Flow chart merupakan alur untuk menggerakkan sistem yang menjelaskan aliran program mulai hingga selesai. Dimulai dengan inialisasi, kemudian membaca keluaran dari sensor dan mengirim keluaran sensor ke pemantau. Periksa sensor ph dan temperature hingga data sampai ke komputer pemantau dan mikrokontroler mengontrol

pH dan temperature dengan menyalakan atau menghidupkan pompa.



Gambar 6. Flowchart kolom 1 dan 2

b. Flowchart komputer pemantau



Gambar 7. Flowchart PC

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Hardware

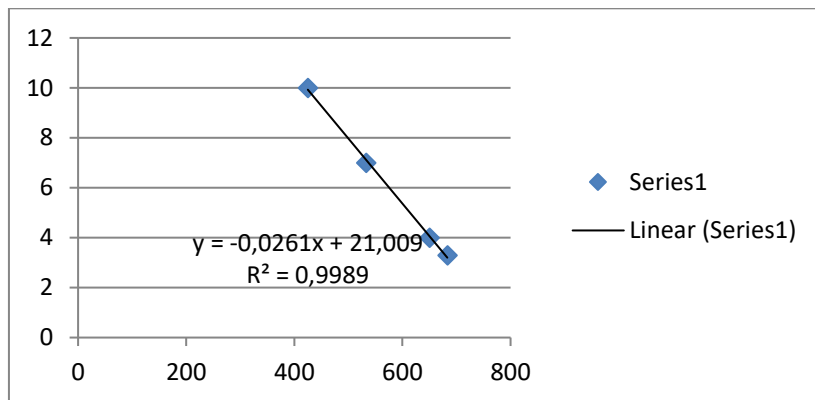
a. Pengujian rangkaian sensor pH

Dari pengujian yang dilakukan yakni dengan menggunakan beberapa sampel serbuk pH dan menjalankan program 3.6 untuk pembacaan data digital sensor pH dari tampilan serial monitor pada computer maka diperoleh nilai analog dari keluaran sensor pH ditunjukkan pada table dibawah:

Tabel 1. Analog keluaran sensor pH

Besaran pH	Data Digital dari Keluaran Sensor pH
10	423
7	533
4	650
3	683

Data yang diperoleh tadi dimasukkan ke ms.exel untuk mendapatkan grafik dan persamaan dari data yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 8. Grafik pembacaan sensor Ph

Persamaan yang didapatkan adalah seperti dibawah ini:

$$y = - 0,0261 + 21,009$$

$$\text{Error} = (\text{selisih nilai sensor dengan pH meter})/(\text{nilai pH meter}) \times 100 \% \dots\dots\dots 1)$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{rata rata error} \dots\dots\dots 2)$$

Perbedaan pembacaan keluaran sensor menggunakan pH meter dengan sensor pH ditunjukkan pada tabel 3:

Tabel 2 Pembacaan nilai pH dengan error

Pembacaan sensor pH dengan Arduino	Pembacaan pH meter	Error (%)
10,16	10	1,60
9,84	10	1,60
9,71	10	2,90
7,25	7	1,60
7,24	7	3,75
7,16	7	2,28
7,20	7	2,28
4,12	4	3,00

Berdasarkan persamaan 1 dan 2 maka diperoleh nilai rata-rata error sensor pH adalah 2,37 % , atau bisa dikatakan bahwa akurasi adalah 97,63%.

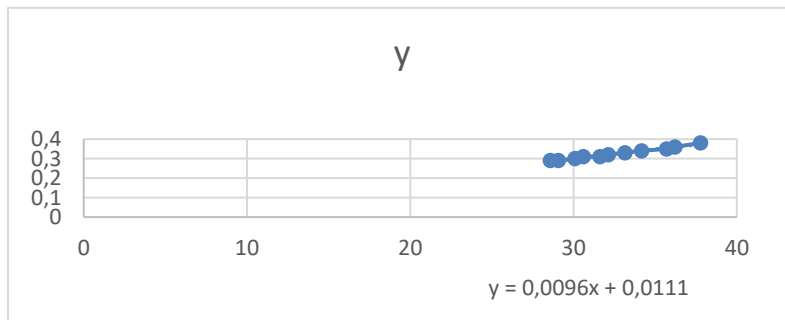
b. Pengujian rangkaian sensor suhu LM35

Dengan menjalankan program 3.7 pembacaan sensor temperatur LM35 menggunakan Arduino untuk menampilkan data digital keluaran sensor dan alat ukur thermometer sebagai pembandingan serta sebuah multimeter digital untuk melihat tegangan keluarannya maka diperoleh data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil pembacaan sensor temperatur LM35.

Pembaca Sensor suhu LM 35 dengan Arduino (°C)	Alat ukur (Temperatur °C)	Tegangan (V)
28,58	29,0	0,29
29,07	30,0	0,29
30,09	30,0	0,30
30,60	31,0	0,31
31,62	32,4	0,31
32,13	32,5	0,32
33,15	34,0	0,33
34,17	34,0	0,34
35,70	36,0	0,35
36,21	37,1	0,36
37,78	37,9	0,38

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh dari sensor suhu LM35 adalah stabil yaitu semakin besar nilai suhu yang diperoleh maka semakin besar pula tegangan dari keluaran sensor suhu tersebut dapat ditunjukkan pada grafik Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pembacaan sensor temperatur LM35

Error = (selisih nilai sensor dengan termometer)/(nilai temperatur pada termometer) x 100 %1)
 Akurasi = 100 % - rata rata error.....2)

Berdasarkan persamaan 1 dan 2 maka diperoleh nilai rata-rata error sensor suhu LM 35 adalah 1,62 % , atau bisa dikatakan bahwa akurasi adalah 98,38% ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Pembacaan nilai temperatur dan error

Sensor suhu LM 35 dengan Arduino (°C)	Alat ukur (Temperatur °C)	Error (%)
28,58	29,0	1,44
29,07	30,0	3,10
30,09	30,0	0,30
30,60	31,0	1,33
31,62	32,4	2,40
32,13	32,5	1,13
33,15	34,0	2,50
34,17	34,0	0,50
35,70	36,0	0,83
36,21	37,1	2,39
37,78	37,9	0,31

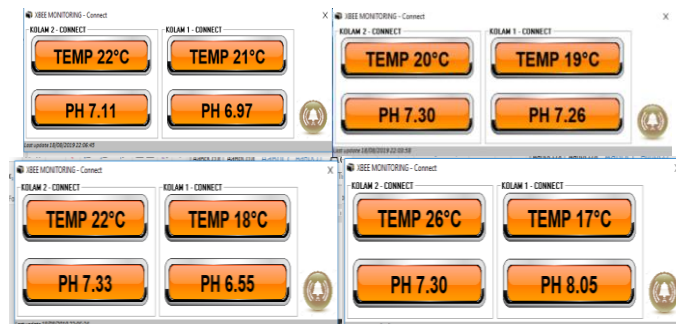
c. Pengujian XBee konfigurasi jaringan Mesh.

Tabel 4.5 Hasil pembacaan data jaringan mesh

XBee A (Mengirim data)	Router C	Router D	XBee B (Menerima Data)
1234567890	OFF	OFF	234567890
qwertyuiop	OFF	ON	qop
qwertyuiop	OFF	ON	-
asdfghjkl	OFF	ON	ghj
zxcvbnm_/	OFF	OFF	-
qazwsxedrf	ON	OFF	ghjcrf
zaqxsqwcedvfr	ON	OFF	aqswcr
okmijnuhbygv	ON	OFF	okmijuhbyg
mkonjihbhuvgy	OFF	ON	mkonjihbhuvgy
cftxdrzse	OFF	ON	-
1234567890	ON	OFF	-
qwertyuiop	ON	OFF	-
asdfghjkl;	ON	OFF	-
Zxcvbnm_/	ON	ON	mkonjihbhuvgyzxcvbnm_/

B. Pengujian fungsional

Dengan menjalankan program keseluruhan dengan visual basic, Data yang baca oleh kolom 1 akan dikirim ke kolom 2 dan akan di tampilkan pada komputer pemantau. Untuk pengiriman data dari kolom 1 ke komputer pemantau harus mmelalui kolom 2, sehingga pada saat data dari kolom 1 hendak dikirim ke komputer pemantau, xbee pada kolom 2 harus selalu dalam kondisi ON, jika tidak maka data tidak akan sampai pada komputer pemantau. Pada saat pH pada kolom 1 tidak normal maka pompa akan ON namun jika sudah kembali pada kondisi normal maka pompa akan OFF, demikian juga pada kolom 2. Hasil percobaan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian fungsional

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada pengujian fungsional, data dari kolam 1 dapat diterima oleh komputer pemantau pada saat kondisi Xbee pada kolam 2 berada dalam keadaan ON. Pada saat pH pada kolam 1 dan 2 dalam keadaan tidak normal yakni (< 6 dan > 8) maka pompa akan ON untuk mempercepat sirkulasi air. Namun pada saat pH pada kolam 1 dan 2 dalam keadaan normal yakni ($6 - 8$) maka pompa akan OFF.
2. Dari pengujian sensor pH dengan menjalankan program pembacaan sensor pH yang dilakukan, dengan alat ukur sebagai pembanding yaitu pH meter, sensor pH Electrode 201 BNC dapat mendeteksi kadar pH air dengan rata-rata error adalah 2,37% dan akurasi sebesar 97,63%.
3. Dari pengujian sensor temperatur LM35 dengan menjalankan program pembacaan sensor temperatur LM35 yang dilakukan dengan alat ukur sebagai pembanding yaitu thermometer, sensor temperatur dapat mendeteksi temperatur pada air kolam dengan rata-rata error adalah 1,62% dan akurasi sebesar 98,38%.
4. Pada pengujian konfigurasi jaringan mesh dengan menggunakan router c dan d dengan jarak 1 meter xbee A dapat mengirim data ke Xbee B tanpa ada data yang hilang, sedangkan pada saat kondisi xbee A dan B berada pada jarak 100 meter dan mempunyai hambatan, maka pada saat data dikirim, data diterima oleh penerima tidak utuh dengan kata lain ada data yang hilang. Dengan kondisi yang demikian, maka salah satu dari Xbee c dan d akan diaktifkan. Pada kondisi ini data yang hendak dikirim dapat melalui salah satu router tersebut. Pada saat salah satu router dimatikan atau bermasalah maka data dapat dikirim melalui router yang sedang aktif atau tidak bermasalah. Namun pada saat salah satu router dimatikan data yang melalui router tersebut dapat tersimpan sementara karena ada timing untuk mengkondisikan xbee tersebut untuk berada dalam keadaan normal. Pada saat kondisi router c dan d bersamaan diaktifkan, maka data yang tidak terkirim tadi diterima kembali oleh xbee penerima (A).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Damar Maxtor (2 Mei 2010) Sensor suhu LM35 dan free Data Sheet. Diambil kembali dari <http://sensorsuhu.blogspot.com/2012/05/sensor-suhu-lm35-dan-free-datasheet.html>
- [2] Famosa Blog (26 September 2013) Arduino Mega 2560. Diambil kembali Dari <http://blog.famosastudio.com/2013/09/produk/arduino-mega-2560/531>
- [3] Artikel Teknologi (24 Januari 2014) Prinsip kerja pH meter. Diambil kembali dari <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-ph-meter/>
- [4] Arduino Forum (14 Juli 2015) Help with pH sensor pin abbreviation. <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=336012.0>
- [5] Wikipedia (16 April 2016) Zigbee Diambil kembali dari <https://id.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- [6] HME UNTAD (26 Desember 2016) Komunikasi RF Radio menggunakan Xbee. Diambil kembali dari <http://hme-tadulako.blogspot.com/2016/12/komunikasi-rf-radio-frekuensi-module.html>
- [7] Teknik Elektronika (2018) Pengertian Relay dan Fungsinya. Diambil Kembali Dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>

- [8] Teknik Elektronika (2017) Prinsip Kerja DC Power Supply (Adaptor). Diambil Kembali dari <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>