

## Implementasi Sistem Komunikasi Nirkabel pada Ading Pintar Menggunakan Modul nRF24L01+

Rahmat, Ade Agung Harnawan dan Suryajaya

Prodi S-1 Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru

Email korespondensi : [adeagungharnawan@ulm.ac.id](mailto:adeagungharnawan@ulm.ac.id)

Submitted 10 Desember 2018, accepted 21 Februari 2019

**ABSTRAK**–Sistem komunikasi nirkabel dengan menggunakan modul nRF24L01+ yang memanfaatkan gelombang *Radio Frequency* 2.4 GHz telah diimplementasikan pada Ading Pintar (*Automatic Feeding* Penebar Pakan Ikan Pintar). Sistem ini digunakan untuk menampilkan informasi terbaru yang dikerjakan oleh ading pintar. Informasi yang dikirimkan oleh ading pintar kemudian diterima oleh modul yang disebut sistem *slave*. Informasi tersebut terdiri dari status pemberian pakan serta kondisi suhu dan pH air kolam. Informasi yang diterima oleh sistem *slave* disimpan di dalam memori, dimana data tersebut dapat menjadi bahan evaluasi kinerja ading pintar oleh pemilik kolam. Implementasi sistem komunikasi nirkabel ini menggunakan beberapa komponen diantaranya, Arduino Mega 2560, modul nRF24L01+, modul LCD *keypad shield*, modul RTC DS3231, Modul SD *Card* serta modifikasi program pada ading pintar dan sistem *slave*. Pengujian sistem dilakukan selama 4 hari secara terus-menerus dengan menempatkan ading pintar di laboratorium instrumentasi fisika FMIPA ULM sedangkan sistem *slave* ditempatkan di laboratorium komputasi fisika FMIPA ULM. Berdasarkan hasil pengujian, sistem komunikasi nirkabel pada ading pintar dan sistem *slave* bekerja dengan baik, dimana informasi suhu dan pH air kolam yang dikirimkan oleh ading pintar sama dengan yang diterima oleh sistem *slave*. Selain itu status pemberian pakan juga bekerja dengan baik, dimana setelah ading pintar selesai memberi pakan, indikator pemberian pakan yang tertera pada LCD sistem *slave* yang semula tanda silang berubah menjadi tanda centang. Tanda tersebut akan secara otomatis direset menjadi tanda silang setiap pukul 00:00 WITA.

**KEYWORD** : *ading pintar, arduino mega 2560, komunikasi nirkabel, sistem slave.*

### I. PENDAHULUAN

Budidaya perikanan merupakan suatu kegiatan untuk memperbanyak, menjaga dan mengembangbiakkan ikan untuk meningkatkan hasil perikanan. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya perikanan diantaranya adalah frekuensi pemberian pakan dan kualitas air yang meliputi suhu dan derajat keasaman (pH). Menurut Mahyuddin (2010) apabila pemberian pakan ikan tidak sesuai dengan kebutuhan, maka pertumbuhan ikan akan lambat dan ukuran menjadi tidak seragam. Kondisi suhu dan pH air kolam harus selalu dikontrol, suhu dan pH air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengakibatkan gangguan pada sistem reproduksi dan

pertumbuhan ikan (Fran & Akbar, 2013).

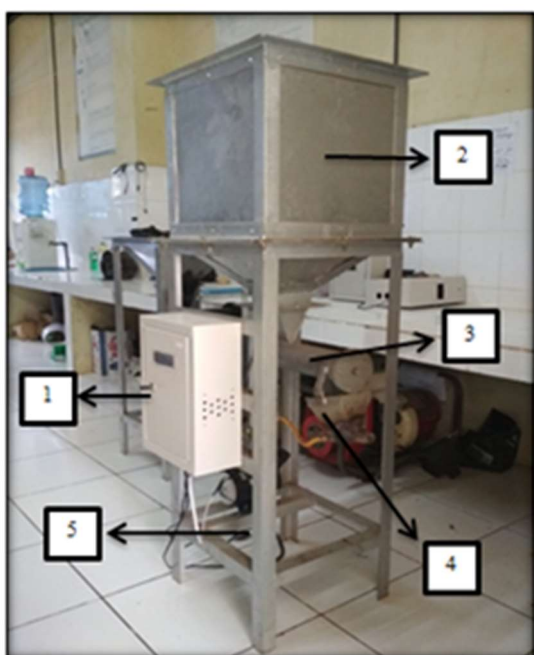
Sistem yang telah ditawarkan oleh Prasetyo (2013) untuk meringankan pekerjaan petani dalam memberi pakan dan memonitoring suhu adalah ading pintar (*Automatic Feeding* Penebar Pakan Ikan Pintar). Ading pintar merupakan suatu paket teknologi pemberi pakan ikan otomatis dan terjadwal yang dilengkapi dengan sistem pengukur suhu dan pH air kolam yang ditampilkan secara *real time*.

Harnawan & Suryajaya (2017) telah melakukan penelitian yang berjudul Sistem monitoring dan kendali nirkabel untuk optimalisasi kinerja ading pintar, penebar pakan ikan pintar, pendukung budidaya ikan. Sistem ini merupakan simulator ading pintar yang dapat berkomunikasi jarak jauh dan jarak dekat dengan sebuah sistem penerima yang disebut

sistem *slave* menggunakan modul nRF24L01+. Hanya saja sistem ini masih berupa simulator dengan output berupa indikator LED dan belum diimplementasikan langsung pada ading pintar. Sehingga untuk memperbaiki kinerja ading pintar, maka sistem komunikasi nirkabel tersebut perlu diimplementasikan pada ading pintar.

### 1.1 Ading Pintar

Ading pintar merupakan suatu paket teknologi yang berfungsi sebagai pemberi pakan ikan otomatis dan terjadwal dengan menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*) DS3231 sebagai modul pengatur waktunya. Ading pintar juga dapat mengukur suhu dan pH air kolam secara *real time* yang dapat langsung dilihat pada LCD 16x2 karakter (Harnawan dkk, 2016). Ading pintar bekerja berdasarkan waktu yang telah diset. Ketika waktu pemberian pakan tiba, penakar dan pelontar akan aktif secara bersamaan. Pakan yang sebelumnya telah dimasukkan ke dalam penampung perlahan-lahan bergerak menuju penakar. Penakar bekerja sesuai dengan waktu yang telah dikalibrasi setiap putarannya. Kemudian pelontar bersiap untuk melontarkan pakan dengan memanfaatkan dorongan air dari pompa bertekanan tinggi sehingga pakan terlontarkan ke kolam. Hal tersebut dilakukan secara berkelanjutan (Prasetyo, 2015). Bentuk fisik ading pintar ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Ading pintar (Harnawan, 2016)

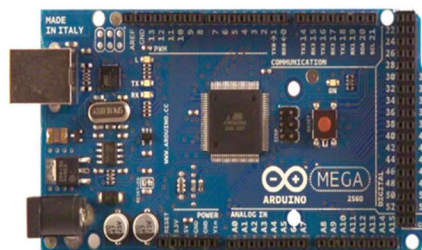
Keterangan gambar :

1. Panel instrumen pengontrol
2. Penampung pakan ikan (*Hopper*)
3. Penakar (*Screw Conveyor/Extruder*)
4. Pelontar pakan (*Pump*)
5. Kaki penyangga

Gambar 1 menunjukkan bentuk fisik dari ading pintar, dimana dalam kerja ading pintar tidak terlepas dari suatu unit pengendali yang disebut mikrokontroler.

### 1.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan otak dari suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengendalikan kerja dari ading pintar. Di dalam sebuah mikrokontroler terdapat memori dan pin I/O yang sudah terkemas dalam suatu IC (*Integrated Circuit*). Pada sistem elektronika ading pintar dan sistem *slave* mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 yang memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 256 KB dilengkapi dengan 54 pin digital dan 16 pin analog (Arduino, 2018).



Gambar 2 Arduino Mega 2560 (Arduino, 2018)

Agar ading pintar dapat mengirimkan data yang telah diakuisisi ke sistem *slave*, diperlukan suatu modul komunikasi yang dapat mentransmisikan data ke sistem *slave* secara nirkabel.

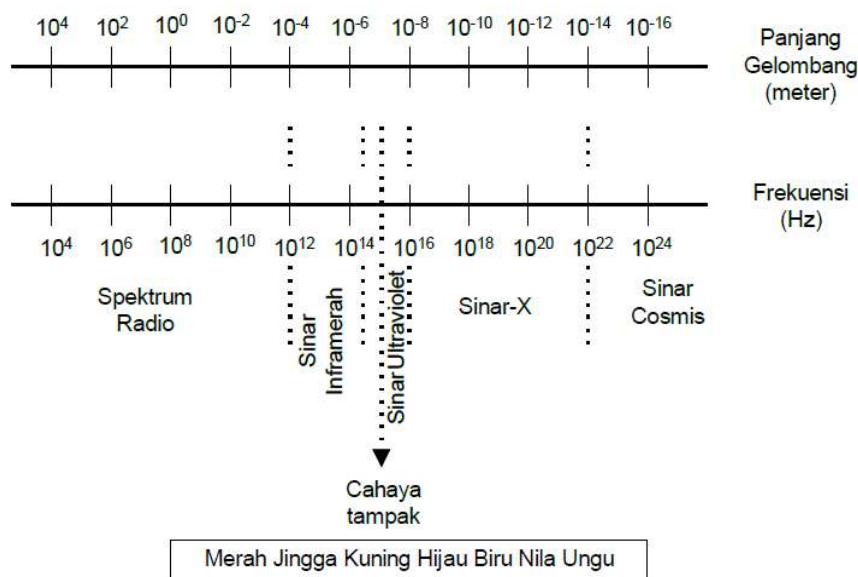
### 1.3 Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel merupakan suatu metode transmisi data dari satu tempat ke tempat lain tanpa menggunakan kabel penghubung. Pada tahun 2018, Harnawan dkk mengimplemetasikan sistem komunikasi nirkabel jarak jauh pada ading pintar dengan memanfaatkan sinyal pada pita GSM.

Selain sinyal GSM, aplikasi komunikasi nirkabel pada ading pintar juga dapat menggunakan komunikasi radio. Radio

merupakan suatu teknologi yang biasa digunakan sebagai pengirim sinyal tanpa menggunakan kabel penghubung. Gelombang radio bekerja dengan menggunakan teknik

modulasi dan radiasi elektromagnetik yang terdapat pada setiap tingkatan frekuensi dalam spektrum gelombang elektromagnetik (Rafiudin, 2006).



Gambar 3 Frekuensi gelombang radio pada spektrum elektromagnetik (Hartono, 2011)

Satu diantara komponen elektronika yang memanfaatkan radiasi gelombang radio adalah modul nRF24L01+. Modul nRF24L01+ merupakan suatu modul komunikasi nirkabel *single chip* produksi *Nordic Semiconductor* yang memanfaatkan frekuensi pita gelombang radio 2,4 GHz ISM (*Industrial, Scientific and medical*). Dalam komunikasinya, modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*) dengan tegangan kerja 3-3.6 V DC serta dapat berkomunikasi hingga jarak 1 Km di ruang terbuka.



Gambar 4 Modul nRF24L01+

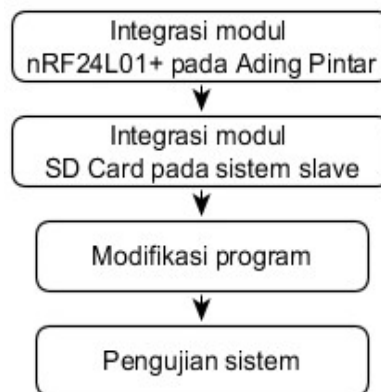
Modul nRF24L01+ mendukung kecepatan transfer data hingga mencapai 2 Mbps dengan beberapa pilihan opsi lainnya yaitu 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps. Setiap

komunikasi pada ading pintar memerlukan minimal 2 modul nRF24L01+ yang berfungsi sebagai modul penerima dan pengirim sinyal. Bentuk modul nRF24L01+ dapat dilihat pada Gambar 4.

Artikel ini akan membahas mengenai implementasi sistem komunikasi nirkabel pada ading pintar agar dapat berkomunikasi secara nirkabel dengan sistem *slave* sehingga petani tidak perlu pergi ke kolam untuk mengetahui kondisi terkini pada kolam tetapi cukup memonitor melalui sistem *slave*.

## II. METODE

Penelitian ini memiliki 5 tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Tahapan Penelitian

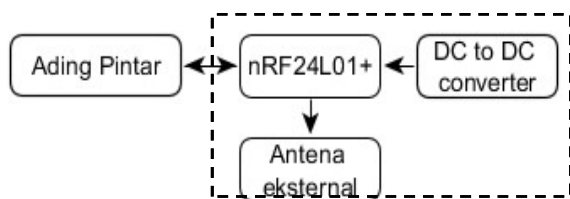
2.1 Integrasi Modul nRF24L01+ pada Ading Pintar

Penelitian ini diawali dengan mengintegrasikan modul nRF24L01+ pada ading pintar. Konfigurasi pin antara modul nRF24L01+ dengan Ading pintar ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi pin modul nRF24L01+

No	Pin Modul nRF24L01+	Arduino Mega 2560
1.	CE	7
2.	CSN	8
3.	SCK	52
4.	MOSI	50
5.	MISO	51

Sedangkan diagram blok integrasi modul nRF24L01+ pada ading pintar ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Integrasi modul nRF24L01+ pada Ading pintar

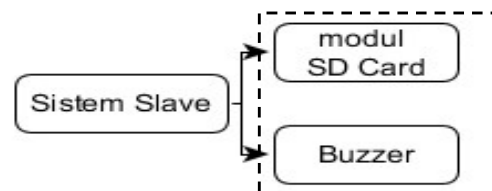
2.2 Integrasi Modul SD Card pada Sistem Slave

Integrasi modul SD Card pada sistem slave dilakukan dengan mengkonfigurasi pin antara modul SD Card dengan sistem slave sesuai pada Tabel 2.

Tabel 2 Konfigurasi pin modul SD Card

No	Pin modul SD Card	Pin arduino mega 2560
1.	CS	4
2.	SCK	4 ICSP
3.	MOSI	3 ICSP
4.	MISO	6 ICSP

Sedangkan diagram blok integrasi modul SD Card pada sistem slave ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Integrasi modul SD Card pada Sistem Slave

2.3 Modifikasi Program

Kode Program yang terdapat pada Ading pintar dan sistem slave kemudian dimodifikasi agar dapat berkomunikasi secara nirkabel. Diagram alir program Ading pintar ditunjukkan pada Gambar 8. Sedangkan diagram alir program sistem slave ditunjukkan pada Gambar 9.

2.4 Pengujian Jarak Komunikasi antara Ading Pintar dengan Sistem Slave

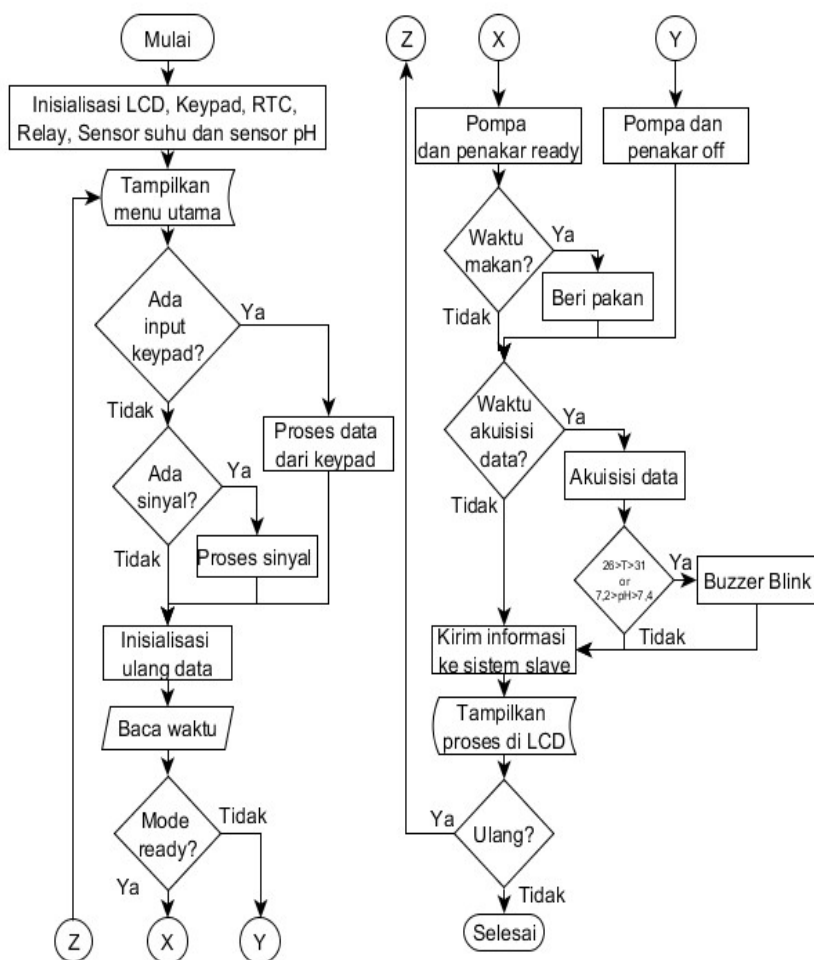
Pengujian jarak komunikasi antara ading pintar dengan sistem slave dilakukan di ruang terbuka dan di ruang tertutup, Pengujian pada ruang terbuka dilakukan di sepanjang Jalan Unlam 3 dimulai dari depan Masjid Kampus Al-Baythar hingga depan Fakultas Kehutanan ULM. Sedangkan pengujian pada ruang tertutup dilakukan di dalam Laboratorium instrumentasi dan Laboratorium Komputasi Fisika FMIPA ULM.

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari sistem slave berupa karakter memerintahkan sistem slave untuk mengirimkan sebanyak 32 karakter "qwertyuiopasdfghjklzxcvbnm123456" ke Ading pintar. Setelah data tersebut diterima dan ditampilkan oleh Ading pintar, maka Ading pintar mengirimkan karakter balasan dengan jumlah yang sama namun dengan susunan terbalik, yaitu "mnbvcxzljkhgfdsapoiuytrewq654321".

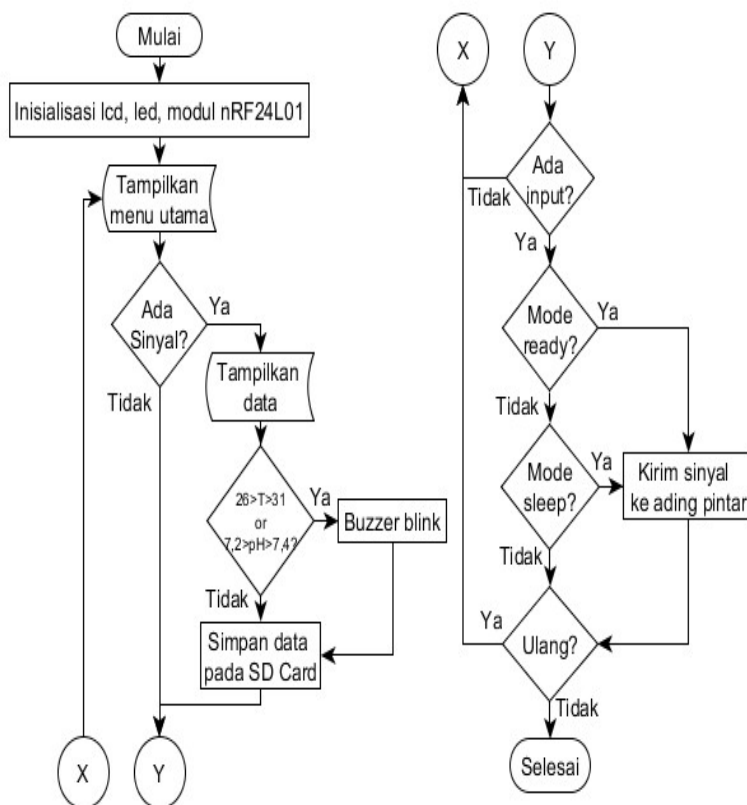
2.5 Pengujian Sistem Termodifikasi

Sistem komunikasi nirkabel pada ading pintar dan sistem slave yang telah dibuat kemudian diuji di Laboratorium Instrumentasi dan Laboratorium Komputasi Fisika FMIPA ULM selama 4 hari secara terus-menerus. Data yang diamati adalah waktu pemberian pakan ikan serta data hasil pengukuran suhu dan pH air kolam.





Gambar 8 Diagram alir program pada ading pintar

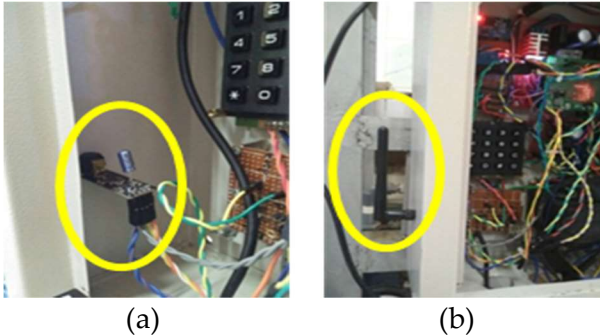


Gambar 9 Diagram alir program pada sistem slave

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Integrasi Modul nRF24L01+ pada Ading Pintar

Hasil integrasi modul nRF24L01+ pada ading pintar ditunjukkan pada Gambar 10.

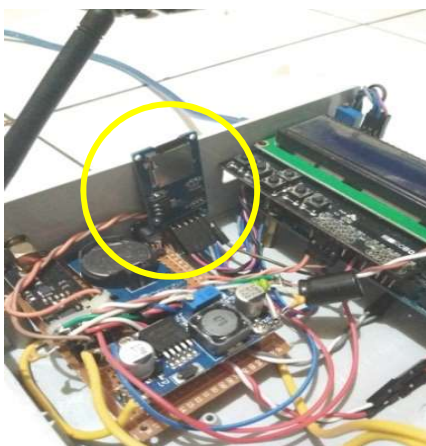


Gambar 10 Integrasi modul nRF24L01+ pada box ading pintar

Integrasi modul nRF24L01+ pada ading pintar dilakukan dengan menempatkan modul nRF24L01+ pada box ading pintar. Gambar 10a menunjukkan posisi modul nRF24L01+ di sisi bagian dalam dan Gambar 10b di sisi bagian luar.

#### 3.2 Hasil Integrasi Modul SD Card pada Sistem Slave

Integrasi modul SD Card pada sistem *slave* dilakukan dengan menghubungkan pin pada modul SD Card pada Arduino Mega yang terdapat di dalam box sistem *slave*. Hasil integrasi modul SD Card pada sistem *slave* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Integrasi modul SD Card pada sistem *slave*

#### 3.3 Hasil Modifikasi Program

Hasil modifikasi program pada ading pintar membuat ading pintar dapat mengirimkan data hasil pembacaan suhu dan

pH secara nirkabel dengan menggunakan perintah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.

```
void kirimDataBerkala()
{
  radio.stopListening();
  T[0]=4;
  T[1]=suhu1;
  T[2]=suhu2;
  T[3]=pH;
  radio.write(T, sizeof T);
  radio.startListening();
}
```

Gambar 12 Program pengiriman data oleh ading pintar

Sementara itu, modifikasi program pada sistem *slave* yang dilakukan ialah dengan menambahkan perintah agar sistem *slave* dapat menerima kiriman data dari ading pintar. Program tersebut ditunjukkan pada Gambar 13.

```
while (T[0]==4)
{
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("T1:");
  lcd.print(T[1],1);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("T2:");
  lcd.print(T[2],1);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C ");
  lcd.setCursor(10,0);
  lcd.print(" pH:");
  lcd.print(T[3],1);
  simpan();
}
```

Gambar 13 Program penerima data dari ading pintar pada sistem *slave*

#### 3.4 Hasil Pengujian Jarak Komunikasi antara Ading Pintar dengan Sistem Slave

Gambar 14 a dan b merupakan tampilan LCD pada pengujian transmisi data oleh ading pintar dan sistem *slave*.



Gambar 14 (a) Data yang diterima pada ading pintar  
(b) Data yang diterima pada sistem *slave*

Adapun data hasil pengujian komunikasi antara ading pintar dengan sistem

*slave* pada ruang terbuka dan tertutup ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3 Hasil pengujian modul nRF24L01+ pada ruang terbuka dan tertutup**

No	Uji ke	Jarak Optimum (meter)		Ket
		Ruang Terbuka	Ruang Tertutup	
1	1a	56-200	0-54	Baik
2	1b	170-0	54-0	Baik
3	2a	24-200	0-46	Baik
4	2b	152-0	50-0	Baik
5	3a	6-200	0-54	Baik
6	3b	116-0	54-0	Baik

Keterangan : a dan b merupakan keterangan pengujian yang dilakukan secara histeresis, dimana a merupakan hasil pengambilan data saat sistem *slave* menjauhi ading pintar dan b merupakan hasil pengambilan data saat sistem *slave* mendekati ading pintar.

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 3 menunjukkan sistem komunikasi nirkabel antara ading pintar di ruang terbuka dapat berkomunikasi secara optimal hingga jarak 160 meter. Sedangkan pada ruang tertutup, sistem dapat berkomunikasi secara optimal hingga jarak 46 meter.

3.5 Hasil pengujian sistem termodifikasi

Berdasarkan hasil pengujian sistem termodifikasi yang dilakukan selama 4 hari secara terus menerus diperoleh data seperti pada Tabel 4.

Gambar 15 menunjukkan informasi pemberian pakan pada LCD ading pintar, dimana pada Gambar a menunjukkan

informasi pakan yang direset setiap pukul 12 malam. Gambar b menunjukkan ading pintar telah memberi makan pagi, Gambar c ading pintar telah memberi makan siang, dan Gambar d ading pintar telah memberi makan malam.



**Gambar 15 Hasil pengujian informasi pemberian pakan pada ading pintar**

**Tabel 4 Data hasil pengujian sistem termodifikasi**

Hari	Waktu makan (Set)	Berat Pakan (Kg)	Ading Pintar						Sistem Slave				
			Waktu makan (Real)	Monitoring Kualitas Air (rata-rata)			Waktu makan (Real)	Monitoring Kualitas Air (rata-rata)					
				T1 °C	T2 °C	pH		T1 °C	T2 °C	pH			
1	Pagi	08.00	3	Pagi	08.00	26.1	26.3	7	Pagi	08.00	26.1	26.3	7
	Siang	14.00	3	Siang	14.00	26.3	26.5	7	Siang	14.00	26.3	26.5	7
	Malam	20.00	3	Malam	20.00	26.0	26.3	7	Malam	20.00	26.0	26.3	7
2	Pagi	08.00	3	Pagi	08.00	26.1	26.3	7	Pagi	08.00	26.1	26.3	7
	Siang	14.00	3	Siang	14.00	25.7	25.9	7	Siang	14.00	25.7	25.9	7
	Malam	20.00	3	Malam	20.00	25.9	26.1	7	Malam	20.00	25.9	26.1	7
3	Pagi	08.00	3	Pagi	08.00	25.9	26.1	7	Pagi	08.00	25.9	26.1	7
	Siang	14.00	3	Siang	14.00	26.0	26.1	7	Siang	14.00	26.0	26.1	7
	Malam	20.00	3	Malam	20.00	26.0	26.2	7	Malam	20.00	26.0	26.2	7
4	Pagi	08.00	3	Pagi	08.00	25.8	26.0	7	Pagi	08.00	25.8	26.0	7
	Siang	14.00	3	Siang	14.00	25.8	26.0	7	Siang	14.00	25.8	26.0	7
	Malam	20.00	3	Malam	20.00	25.8	26.0	7	Malam	20.00	25.8	26.0	7

Keterangan : Pada saat pengujian yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 4, parameter yang diuji pada ading pintar dan sistem *slave* masing-masing adalah ketepatan waktu pemberian pakan, serta akuisisi data kualitas air.

Adapun Gambar 16 menunjukkan informasi pemberian pakan pada sistem *slave*. Gambar a menunjukkan ikan telah makan pagi, Gambar b menunjukkan ikan telah makan siang dan Gambar c menunjukkan ikan telah makan malam.



Gambar 16 Hasil pengujian informasi pemberian pakan pada sistem *slave*

Dalam memonitoring suhu dan pH air kolam, ading pintar diprogram untuk selalu mengirimkan informasi hasil pengukuran setiap 30 menit, dimana hasil yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Hasil pengujian pengukuran suhu dan pH air Kolam pada ading pintar

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian keseluruhan yang dilakukan sistem, pengujian sistem dilakukan selama 4 hari dengan menempatkan ading pintar di dalam Laboratorium Instrumentasi, sedangkan sistem *slave* ditempatkan di Laboratorium Komputasi. Pemberian pakan ikan yang dilakukan oleh ading pintar sebanyak 3 kali sehari, yaitu pagi, siang dan malam dengan rincian waktu makan pagi pukul 08.00, makan siang pukul 14.00 dan makan malam pukul 20.00. Berat pakan yang diberikan pada setiap kali pemberian pakan sebanyak 3 Kg. Ketika waktu pemberian pakan tiba, ading pintar mengirimkan informasi ke sistem *slave* dimana data tersebut kemudian disimpan ke dalam

memori penyimpanan. Selain mengirimkan informasi pemberian pakan, ading pintar juga mengirimkan informasi pengukuran suhu dan pH air kolam setiap 30 menit.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem komunikasi nirkabel ini telah bekerja dengan baik dimana waktu pemberian pakan yang diset pada ading pintar, serta informasi pemberian pakan yang diterima pada sistem *slave* terjadi dalam waktu yang bersamaan.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari artikel ini adalah Implementasi sistem komunikasi nirkabel menggunakan modul nRF24L01+ pada ading pintar telah berhasil dikerjakan dan dapat bekerja dengan baik. Dimana jarak optimum yang diperoleh berada di jarak 0-160 meter pada ruang terbuka dan 0-46 meter pada ruang tertutup serta pada hasil pengujian pengiriman data kualitas air, data yang dikirimkan oleh ading pintar sama dengan yang diterima oleh sistem *slave*.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada saudara Akhmadi dan Achmad Fatikhul Arifin yang telah membantu proses pengambilan data pada implementasi sistem komunikasi nirkabel pada ading pintar.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino., 2018. *Arduino Mega 2560 Rev 3*. <https://store.arduino.cc/usa/arduinomega-2560-rev3>.(diakses tanggal 19 April 2018).
- Arduino., 2018. *Arduino Uno Rev 3*. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. (diakses tanggal 19 April 2018)
- Azmi,A. dkk., 2013. Identifikasi Ektoparasit pada Ikan Koi di Pasar Ikan Hias Jumatan Semarang. *Life Science*, 2(2), Hal: 1-7.
- DFRobot., 2017. *Arduino LCD Keypad Shield*. [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Arduino\\_LCD\\_KeyPad\\_Shield\\_\(SKU:\\_DFR0009\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Arduino_LCD_KeyPad_Shield_(SKU:_DFR0009)) (diakses tanggal 19 April 2018).



- Fran, S. & Akbar, J., 2013. Kebutuhan dan Pola Makan Ikan Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) dari Berbagai Tingkat Energi Protein Pakan dan Implikasinya pada Pertumbuhan dan Efisiensi. *Laporan Hibah Penelitian Fundamental Dikti*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Harnawan, A. A., Nazari, Y.A. Ardiansyah, R. Rahmat, & Akhmadi., 2016. Penerapan ADING (Automatic Feeding) Pintar Pada Kelompok Pembudidaya Ikan Sekitar Sungai Irigasi di Kecamatan Martapura. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat MEDITEG*, 1(1) Hal: 1-27.
- Harnawan, A. A. & Suryajaya, S., 2017. Sistem Monitoring dan Kendali Nirkabel untuk Optimalisasi Kinerja Ading pintar, Penebar Pakan Ikan Pintar, Pendukung Budidaya Ikan. *Laporan Akhir Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi*, Banjarbaru, Universitas Lambung Mangkurat.
- Harnawan, A. A. dkk., 2018. Prototipe Sistem Komunikasi Nirkabel Jarak Jauh Ading Pintar, Penebar Pakan Pintar, Pendukung Budidaya Ikan. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(1). Hal: 271-278.
- Hartono, R. & Purnomo, A., 2011. *Wireless Network*. Surabaya, D3 TI FMIPA UNS.
- Hou, J. & Gao, Y., 2010. Greenhouse Wireless Sensor Network Monitoring System Design Based on Solar Energy. *International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering*, China.
- Mahyuddin, K., 2010. *Panduan Lengkap Agribisnis Patin*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nordic., 2006. *Datasheet Single Chip 2.4 GHz Transceiver nRF24L01*, Norway.
- Prasetyo, B. & Harnawan, A. A., 2013. "ADING" PINTAR (*Automatic Feeding*) Penebar Pakan Ikan Pintar Berbasis Mikrokontroler ATMega16 dengan Teknologi RTC sebagai Peralatan Pendukung Budidaya Perikanan. *Laporan Pertanggungjawaban Kegiatan Pre-Mentoring Program 2013*, RAMP IPB.
- Rafiudin, R., 2006. *Sistem Komunikasi Data Mutakhir*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.