

# RANCANG BANGUN OTOMASI SISTEM IRIGASI PERMUKAAN UNTUK PERTANIAN MENGGUNAKAN WSN

Mubarakah  
15.12.507  
affan.mubarakah@gmail.com

Eng. I Komang Somawirata  
Pembimbing 1

Kartiko Ardi Widodo  
Pembimbing 2

**Abstrak**— *Pertanian merupakan sumber utama dalam memenuhi kebutuhan pangan. air adalah hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan tumbuhan. Pengaturan pembagian atau pengaliran air menurut sistem tertentu di pertanian disebut irigasi. Didalam sisten irigasi permukaan untuk pertanian memerlukan Soil Moisture Sensor serta Sensor Ultrasonik(Ping). Serta sebagai aktuatornya adalah Solenoid Valve yang mengatur penyiraman tanah. Sensor Soil Moisture bisa mendeteksi kelembaban yang ditunjukkan dengan nilai sesuai batasan tanah kering dan tanah basah. Bila Sensor Soil Moisture atau Sensor kelembaban tanah mendeteksi 0% s/d 50% Solenoid Valve akan aktif dan mengaliri air kelahan, dan jika kelembaban air mendeteksi 51% s/d 95% Solenoid Valve akan berhenti mengaliri air. Serta dapat diakses melalui jaringan internet dengan mengakses halaman web.*

**Kata Kunci**— *Irigasi, Sensor Soil moisture, Solenoid Valve, Arduino Nano, ESP8266, Website*

## I PENDAHULUAN

Di negara kita pertanian merupakan sumber utama dalam memenuhi kebutuhan pangan. Di dalam pertanian, air adalah hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan tumbuhan. Beberapa ancaman yang serius dihadapi oleh industri pertanian salah satunya adalah semakin menurunnya ketersediaan air. Untuk itu dibutuhkan upaya untuk menggunakan air secara tepat. Teknologi pengaliran yang masih konvensional belum bisa mengelola air dengan tepat. Pada umumnya petani masih mengunjungi lahannya untuk melihat kelembaban atau kondisi pada tanah secara periodik dan mengairi lahan pertanian sesuai dengan perspektif petani. Air yang digunakan untuk pengaliran pada lahan pertanian model ini tidak efisien karena memerlukan jumlah yang banyak dan tidak sesuai

kebutuhan. Pada umumnya mereka belum memanfaatkan irigasi secara efisien dan efektif. Kebutuhan air di masing-masing lahan berbeda-beda tergantung kondisi lahan, apakah kering, semi kering, lembab atau basah. Kondisi ini sangat mempengaruhi air yang dibutuhkan untuk pengaliran lahan tersebut. Selain itu teknologi tersebut masih dilakukan secara manual dan memerlukan waktu yang begitu lama hanya untuk mengairi tanaman sehingga tidak efektif. Misalnya para petani harus menunggu untuk mematikan pompa air atau menyiram lahan satu persatu. Menyiasati hal tersebut pengelolaan air harus diusahakan secara optimal yaitu tepat waktu, dan juga menjangkau area yang luas sehingga efisien dalam upaya peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam dan peningkatan intensitas penanaman dan pertanian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka penulis mempunyai ide untuk merancang serta membuat suatu alat yang dapat mengurangi beberapa kelemahan apabila menggunakan sistem irigasi secara tradisional. Langkah alternatif untuk menggunakan Wireless Sensor Network (WSN) dalam memantau kondisi suatu lahan. WSN diimplementasikan ke dalam sistem irigasi otomatis, untuk memudahkan komunikasi dengan jarak jauh. Dengan menggunakan Sistem irigasi otomatis berbasis Wireless Sensor Network diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Serta kita dapat langsung memonitoring kelembaban tanah pada lahan pertanian melalui website sehingga dapat memudahkan petani untuk memonitoring keadaan lahan

pertanian dengan jarak jauh secara real time.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Soil Moisture Sensor

Sensor Higrometer adalah sebuah sensor yang di gunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Prinsip kerja sensor ini sangatlah sederhana yaitu terdapat dua lempengan dengan mengalirkan arus pada dua probe maka resistansi yang terbaca berbanding lurus dengan jumlah kelembaban yang terdeteksi. Pengaplikasian sensor ini bisa digunakan pada suatu tanaman yang berjenis lembab, terlalu lembab dan kering. Dan penempatan sensor harus tepat supaya pembacaan sensor bisa secara maksimal [].

### B. Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah board yang mempunyai ukuran kecil yang dirancang berdasarkan ATmega328 atau ATmega168. Dengan ukuran yang kecil board ini sangat praktis digunakan sehingga membuatnya menjadi mikrokontroler paling populer. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catu daya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port. Arduino nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Board Arduino nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech [].

### C. Modul Wifi (ESP8266)

Modul Wifi (ESP8266) merupakan modul wifi low-cost Wifi serta dukungan penuh untuk penggunaan TCP/IP. Modul ini membutuhkan catu daya sekitar 3,3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access point dan Both (keduanya). Selain itu kita juga bisa memprogram perangkat ini menggunakan arduino IDE. Dengan menambahkan library ESP8266 pada board manager sehingga dengan mudah memprogram dengan basic program arduino. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena telah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler. [].

### D. Transceiver NRF24L01

NRF24L01 adalah sebuah komunikasi yang dapat menerima data secara *half duplex*. Serta memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz. untuk dapat mengirim dan menerima data, modul ini harus diberikan sebuah alamat (*address*) untuk tujuan dan dirinya sendiri. *Transceiver* ini sangat *powerfull* karena bisa

menerima data dari banyak node yang alamat tujuannya sama [].

### E. Solenoid Valve

Solenoid valve digunakan pada bendungan sebagai pembuka dan penutup saluran air. Bekerja dengan bila mendapatkan tegangan maka akan membuka dan bila tidak mendapat tegangan maka akan menutup atau tidak ada reaksi. Penggunaan solenoid valve disini paling tepat untuk pengaturan air [].

### F. Sensor Ultrasonik PING

Sensor Ultrasonik merupakan sensor pengukur jarak yang menggunakan ultrasonik. Dimana prinsip kerja sensor Ultrasonik ini adalah Pemancar(transmitter) mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga didapat jarak sensor dengan obyek yang biasa ditentukan dengan persamaan [].

### G. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [].

### H. LCD

*My Structure Query Language* ialah sebuah LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti *televisi*, komputer, atau pun kalkulator. Pada LCD dot 19 matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi untuk penampil yang nantinya akan digunakan agar dapat menampilkan status kerja alat [].

### I. Pompa

Pompa air yang jenis fluida yang berfungsi untuk memindahkan cairan (fluida) melalui media pipa dari suatu tempat ke tempat yang lain, pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudut pompa menjadi energi kinetik. Perbedaan yang dihasilkan sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeller yang membuat keadaan sisi hisap

nyaris vakum. Perbedaan inilah yang membuat pompa bisa memindahkan cairan dari tempat yang satu ke tempat yang lain[.].

J. *Arduino Software IDE*

Arduino (Integrated Development Environment), IDE Arduino adalah bagian software opensource yang memungkinkan kita untuk memprogram bahasa Arduino dalam bahasa C. IDE memungkinkan kita untuk menulis sebuah program secara step by step kemudian instruksi tersebut di upload ke papan Arduino. [.]

K. *Notepad++*

Notepad++ adalah sebuah penyunting text dan penyunting kode sumber yang berjalan di sistem operasi windows. Notepad++ menggunakan komponen Scintilla supaya dapat menampilkan serta menyunting text dalam waktu yang cepat dan praktis. Notepad++ juga mendukung banyak format bahasa pemrograman seperti PHP, HTML, Java Script dan CSS.[.]

L. *XAMPP*

XAMPP adalah perangkat lunak bebas, yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (localhost), yang terdiri atas program Apache HTTP Server, MySQL database, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini tersedia dalam GNU General Public License dan bebas, merupakan web server yang mudah digunakan yang dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis [.]

M. *Web Server*

Web server adalah perangkat lunak yang menyediakan layanan akses pada menggunakan protokol komunikasi HTTP atau HTTPS atau berkas-berkas yang terdapat situs web. Web server menunggu permintaan dari client yang menggunakan browser seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla, dan program browser lainnya. [.]

N. *Access Point*

Access Point adalah sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah transceiver dan antena untuk transmisi dan menerima sinyal dari clients remote. Dengan access points (AP) clients wireless bisa dengan cepat dan mudah untuk terhubung kepada jaringan LAN kabel secara wireless.

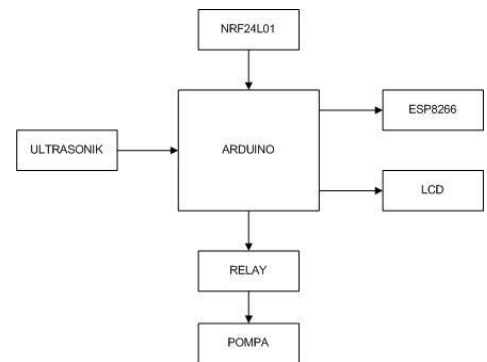
Wireless Access Point (WAP/AP) adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan alat-alat dengan suatu jaringan, dalam dunia internet access point sangat diperlukan. Apalagi jika kita menggunakan internet tanpa kabel atau biasa kita sebut dengan wifi.[.]

III METODE PENELITIAN

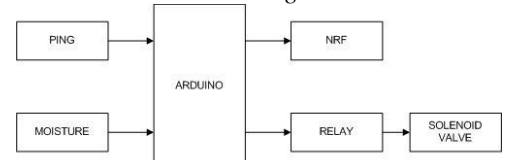
A. *Latar Belakang*

Pada bab ini membahas tentang perancangan system keseluruhan yang meliputi: perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*). Supaya tujuan dari perancangan bias tercapai dengan baik. Maka dari itu pembahasan difokuskan pada desain yang direncanakan pada blok diagram system.

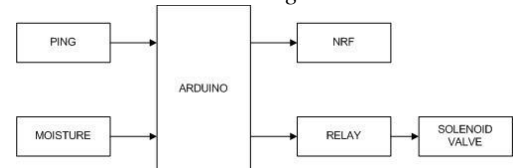
B. *Block Diagram Sistem*



Gambar 1 Blok Diagram master



Gambar 2 Blok Diagram node 1



Gambar 3 Blok Diagram node 2

C. *Prinsip Kerja Alat*

- Soil moisture sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
- Mikrokontroler pada alat ini menggunakan arduino sebagai pemberi perintah dari system, dan mengubah tegangan analog yang keluar dari sensor menjadi bentuk sinyal digital. Bentuk inilah yang dapat dibaca arduino sehingga arduino dapat menjalankan instruksi-instruksi yang telah diprogram sebelumnya. Data yang diterima dari port ADC selanjutnya akan di proses untuk

memberi instruksi atau inputan untuk hardware lainnya.

- Relay digunakan sebagai saklar, untuk mengendalikan pompa air dan solenoid valve.
- nRF24L01+ digunakan untuk sebuah komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (Industrial, Scientific and Medical). Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini 5V DC.
- Sensor Ultrasonik PING sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor akan memancarkan gelombang suara yang kemudian menangkap pantulannya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya.
- ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung melalui wifi yang memiliki output serial TTL dan GPIO yang dapat digunakan secara standalone maupun dengan mikrokontroler sebagai sebuah pengendali.
- LCD digunakan untuk monitoring kelembaban.
- Solenoid valve digunakan untuk mengari lahan.
- Pompa digunakan untuk mengisi tandon jika airnya hampir habis secara otomatis.

#### D. Perancangan Hardware



Gambar 4 Perancangan Hardware

- Pemilihan Bahan

No.	Nama Bahan
1	Besi
2	Baut Dan Mur
3	Box Panel
4	Box Prototype

#### E. Wirring Hardware

Dalam perancangan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras

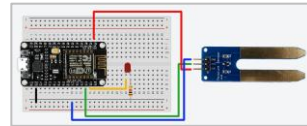
(*hardware*), ada beberapa komponen utama yang terdapat pada alat ini yaitu:

- Arduino nano



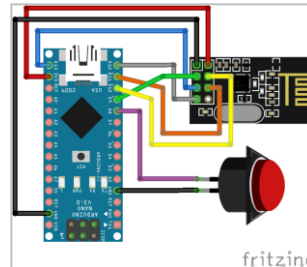
Gambar 5 Arduino Nano

- Soil moisture



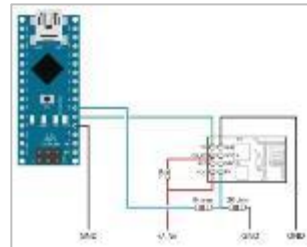
Gambar 6 Pengkabelan Soil Moisture

- nRF24L01



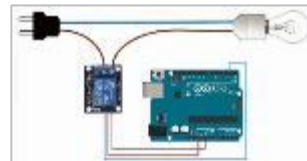
Gambar 7 Pengkabelan nRF24L01

- ESP8266



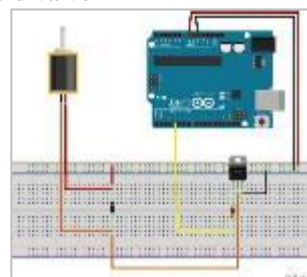
Gambar 8 Datasheet ESP8266

- Relay



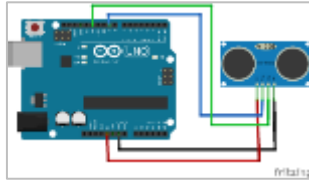
Gambar 9 Pengkabelan Relay

- Solenoid valve



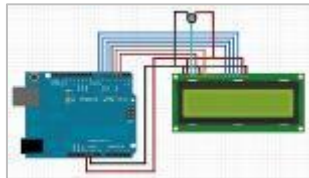
Gambar 10 Pengkabelan Selenoid Valve

- Sensor ultrasonik



Gambar 11 Pengkabelan Sensor Ultrasonik

- LCD



Gambar 12 Pengkabelan LCD

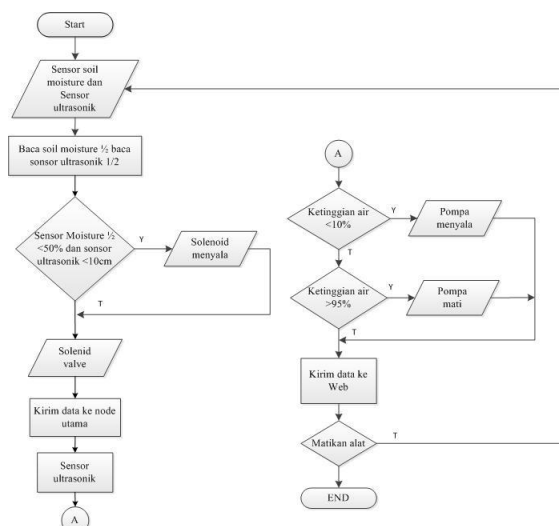
- Pompa Air



Gambar 13 Pompa Air

#### F. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program pembacaan nilai – nilai sensor soil moisture, dan program secara keseluruhan. Perancangan software menggunakan program IDE Arduino yaitu merupakan Software compiler bawaan dari Arduino. Pada pembuatan perangkat lunak dari alat ini dibuat sesuai dengan flowchart system yang telah dibuat oleh penulis. Flowchart dapat dilihat pada gambar



Gambar 14 Flowchart Perangkat Lunak

#### IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dari sistem yang sudah dirancang akan di uji dan dibahas. Tujuan dari bab ini adalah untuk mengetahui kinerja alat maupun secara keseluruhan alat. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari sistem agar sesuai dengan rancangan sistem.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian masing-masing alat. Setelah semua alat sudah dirangkai diuji dan berjalan dengan semestinya dan pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan sistem.

##### A. Pengujian Soil Moisture

Pada pengujian soil moisture sensor bertujuan untuk mencoba alat dan mengetahui seberapa kelembaban tanah

```

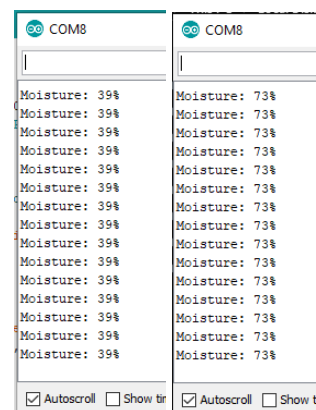
#incld "moisture.h"

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(moisture, INPUT);
}

void loop() {
  Serial.print("Moisture: ");
  Serial.print(readMoisture());
  Serial.println("\n");
  delay(1000);
}

int readMoisture() {
  int r = analogRead(moisture);
  int m = map(r, 1024, 5, 0, 100);
}
    
```

Gambar 15 Program Soil Moisture Sensor di Arduino IDE



Gambar 16 Hasil Pengujian Kelembaban Tanah

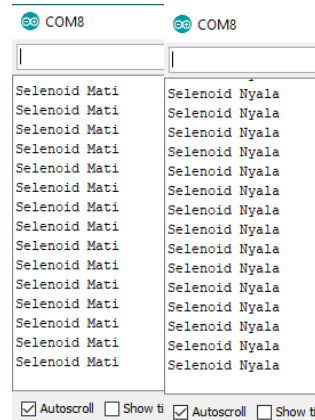
Tabel 1 Batasan Pengukuran Soil Moisture Sensor

Kondisi	Batasan Pengukuran
Tanah Kering	0-50%
Tanah Basah	51%-95%

Tabel 2 Data Hasil Perbandingan Tanah

Pengujian	Kondisi	Soil Moisture Sensor (%)
1	Tanah Kering	35%
2	Tanah Kering	48%
3	Tanah Basah	62%
4	Tanah Basah	81%

Gambar 19 Program Selenoid Valve di Arduino IDE



Gambar 20 Hasil Pengujian Selenoid Valve

B. Pengujian ESP8266

Pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui apakah Esp8266 dapat mengirim data ke database.



Gambar 17 Program Esp8266 di Arduino IDE

id	waktu	jarak	status
1	10:00:00	76	mati
2	10:00:01	76	nyala
3	10:00:02	76	mati
4	10:00:03	76	nyala
5	10:00:04	76	mati
6	10:00:05	76	nyala
7	10:00:06	76	mati
8	10:00:07	76	nyala
9	10:00:08	76	mati
10	10:00:09	76	nyala

Gambar 18 Hasil Pengujian Esp8266

C. Pengujian Selenoid Valve

Pada pengujian kali ini yaitu untuk mengetahui apakah solenoid valve bekerja sesuai perintah dari Arduino.

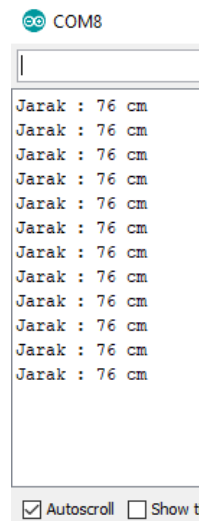


D. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada pengujian pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat ketinggian air pada tandon.



Gambar 21 Program Ultrasonik HC-SR04 di Arduino IDE



Gambar 22 Hasil Pengujian Ultrasonik HC-SR04

E. Pengujian Relay

Pengujian modul *relay* untuk mengetahui apakah dapat bekerja sesuai dengan perintah dari Arduino.

Tabel 3 Hasil Perbandingan Menggunakan Alat Ukur

Logika Pin Arduino	Tegangan Pin Arduino (V)	Status Relay
0	0,04	Aktif
1	4,6	Tidak Aktif

F. Pengujian Liquid Crystal Display

Pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui Arduino Nano dapat menampilkan karakter pada LCD dengan tambahan I2C LCD ini memiliki dua baris dan setiap baris dapat menampilkan 16 karakter pada satu barisnya.

```

sketch_may18a $
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
}

void loop() {
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Holla");
}
    
```

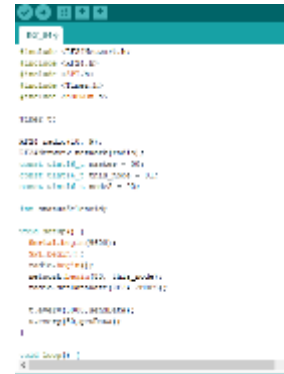
Gambar 23 Program I2C LCD di Arduino IDE



Gambar 24 Hasil Pengujian LCD

G. Pengujian Tranceiver nRF24L01+

Pengujian Tranceiver nRF24L01+ yaitu untuk mengetahui dapat bekerja dengan semstinya sesuai dengan perintah dari arduino, digunakan sebagai pengirim dan penerima data atau informasi ke node server.



Gambar 25 Program Tranceiver nRF24L01+ di Arduino IDE



Gambar 26 Hasil Pengujian Tranceiver nRF24L01+

H. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dengan berjalan dengan baik dari segi alat dan halaman web berdasarkan rancangan sistem yang telah dibuat pada bab sebelumnya.

• Hasil Pengujian Proses Penyiraman Dengan Air

Pada pengujian ini *solenoid valve* akan mengalirkan air secara otomatis untuk menyiram lahan jika sensor *ultrasonik* kurang dari 10cm dan kelembaban tanah dibawah 50%. penyiraman akan berhenti secara otomatis bila sensor *ultrasonic* mencapai 15cm dan kelembaban tanah diatas 50%. Pada Gambar 27 kelembaban tanah 46% dan penyiraman pada lahan akan menyala, untuk Gambar 28 adalah hasil yang telah dikirim dari Arduino dan telah ditampilkan oleh web.



Gambar 27 Kelembaban Tanah Mencapai 46% Penyiraman Menyala

NO	TANGGAL WAKTU	KELEMBAPAN TANAH	KETINGGIAI AIR
1	2019-05-15 14:11:54	43	8
2	2019-05-15 14:11:08	42	8
3	2019-05-15 14:10:22	42	8
4	2019-05-15 14:09:37	42	17
5	2019-05-15 14:08:54	43	17

Gambar 28 Kelembaban Tanah Mencapai 53% Penyiraman Berhenti

- Hasil Pengujian Tingkat Ketinggian Air Ultrasonik hc-sr04 atau sensor jarak akan mendeteksi tingkat ketinggian air pada tandon, pompa air akan menyala otomatis bila level air 0, jika jarak sudah mencapai level 95 maka pompa air akan berhenti secara otomatis

Tabel 4 Data Ketinggian Air

Pengujian	Ketinggian Air	Level Air	Pompa Air
1	0 cm	100	Berhenti
2	10 cm	90	Berhenti
3	20 cm	80	Berhenti
4	30 cm	70	Berhenti
5	40 cm	60	Berhenti
6	50 cm	50	Berhenti
7	60 cm	40	Berhenti
8	70 cm	30	Berhenti
9	80 cm	20	Berhenti
10	90 cm	10	Berhenti
11	100 cm	0	Menyala



Gambar 29 Ketinggian Air 0 Pompa Air Menyala



Gambar 30 Ketinggian Air 95 Pompa Air Berhenti

## V PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan rancang bangun otomasi sistem irigasi permukaan untuk pertanian menggunakan wsn berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler *Arduino Nano*.

1. Didalam sistem irigasi permukaan untuk pertanian memerlukan *Soil Moisture Sensor* serta *Sensor Ultrasonik(ping)*. Serta sebagai actuatornya adalah *Solenoid Valve* yang mengatur penyiraman tanah. *Sensor Soil Moisture* bisa mendeteksi kelembaban yang ditunjukkan dengan nilai sesuai batasan tanah kering atau tanah basah.
2. *Sensor ultrasonik(Ping)* digunakan untuk mengukur level air yang di tandon dan bisa tertuju dengan baik. *Tranceiver nRF24L01+* yang dihubungkan dengan arduino merupakan sarana untuk monitoring dengan jarak jauh.
3. Bila *Soil Moisture Sensor* atau sensor kelembaban tanah mendeteksi 0% s/d 50% *Solenoid Valve* akan aktif dan mengaliri air ke lahan, dan jika kelembaban air mendeteksi 51% s/d 95% *solenoid Valve* akan berhenti mengaliri air.
4. Bila tingkat ketinggian air pada tandon mencapai 0 maka pompa air akan aktif dan mangisi air pada tandon, dan jika air telah mencapai 95 maka pompa akan berhenti.

Alat tersebut dapat diakses melalui jaringan internet dengan mengakses halaman web, pada web akan menampilkan data secara rinci, seperti tahun, tanggal, hari, waktu, kelembaban tanah pada lahan 1, kelembaban tanah pada lahan 2 dan level air pada tandon.

### B. Saran

Pada rancang bangun otomasi sistem irigasi permukaan untuk pertanian menggunakan wsn masih banyak memiliki kekurangan dan kelemahan, untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Untuk pengembangan selanjutnya mungkin.

1. Membuat prototype yang lebih menyerupai keadaan asli sawah.
2. Prinsi kerja sensor ultrasonik PING berdasarkan pemantulan gelombang ultrasonik melalui udara, terkadang pemantulan gelombang tersebut menjadi tidak periodik, sehingga



menyebabkan hasil pengukuran atau pembacaan sensor tidak akurat. Oleh karena itu, dalam permasalahan sensor ultrasonik PING harus diperhatikan posisi (penempatan sensor ultrasonik) dan jalur pembacaan sensor ultrasonik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Arthur Sumandag, Bunga Puspa Dewi, (2013) *Local Area Network Menggunakan Wireless Access Point*. Teknik Jaringan Komputer – STMIK Parma Raya Manado.

Angger Dimas Bayu Sadewo, (2017) *Perancangan Pengendali Rumah Menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (Vol. 1, No. 5, : Mei 2017).

Aris, Munandar, (2012) *Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)*. Program Study Elektronika – Universitas Gajah Mada.

Dimas Pramudita, (2017) *Prototype Sistem Buka Tutup Pintu Air Otomatis Pada Persawahan Berbasis Arduino UNO*. Program Study Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Fariq Adnan, (2016) *Analisa Perbandingan Performa Web Server Apache dan Nginx Menggunakan httpperf Pada VPS dengan Sistem Operasi Centos*. Teknik Informatika – STMIK AMIKOM Yogyakarta

Helmi Fauzi Siregar, (2018) *Perancangan Aplikasi Komik Hadist Berbasis Multimedia*. Jurusan Teknik Informatika – Universitas Asahan.

Ifan Arifin, (2015) *Automatic Water Level Control Berbasis Mikrocontroller dengan Sensor Ultrasonik*. Jurusan Teknik Elektro – Universitas Negeri Semarang.

Muhammad Saleh, (2017) *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay*. Jurnal Teknologi Elektro – Universitas Mercu Buana (Vol. 8, No. 3 : 09-17).

Muhammad Rivai, Suwito, (2016) *Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network*. Jurnal Teknik ITS (Vol. 5, No. 2, : 2016).