

## RANCANG BANGUN PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KELEMBABAN TANAH BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN LORA MULTI-HOP

Shania Octari<sup>1</sup>, Krisnatalia R Pasaribu<sup>2</sup>, Ir. Morlam Pardede, M.T.<sup>3</sup>  
Teknik Telekomunikasi<sup>1,2,3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan  
shaniaoctari@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, krisnataliar@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,  
morlanpardede@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah agar kelembaban lahan pertanian pada daerah yang tidak tersedia jaringan internet dapat dipantau melalui jaringan internet. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat untuk memantau kelembaban tanah yang terdiri dari sensor soil moisture FC-28, Node MCU ESP8266, Arduino Uno, LoRa dan aplikasi *Blynk*. Prinsip kerjanya yaitu pada bagian *end device*, sensor soil moisture FC-28 yang terhubung dengan arduino akan mendeteksi kelembaban tanah tanaman bawang. Saat keadaan tanah kering maka secara otomatis pompa DC akan menyiramkan air. Data hasil pemantauan kelembaban tanah akan diteruskan melalui media transmisi data secara *wireless* menggunakan jaringan LoRa, dimana LoRa yang terhubung pada *end device* akan menyampaikan data pada LoRa repeater. LoRa repeater berfungsi untuk memperpanjang jarak pantau antara end device dengan gateway. Gateway terdiri dari node MCU ESP8266 dan LoRa, NodeMCU sebagai *gateway* terhubung ke wifi melalui *platform blynk*. Kondisi kelembaban tanah akan dikirimkan ke ponsel jika ada permintaan status kelembaban tanah melalui aplikasi *blynk*. Dengan selesainya penelitian ini didapatkan sebuah alat yang dapat memantau kelembaban tanah dengan jaringan internet pada daerah yang tidak tersedia internet melalui jaringan LoRa.

**Kata Kunci** : Sensor Soil Moisture FC-28, Node MCU ESP8266, Arduino Uno, LoRa, *Blynk*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang dikenal sebagai negara agraris yang mengandalkan sektor pertanian baik sebagai mata pencaharian maupun sebagai penopang pembangunan. Salah satu hasil pertanian di Indonesia adalah bawang merah. Bawang merah adalah salah satu tanaman yang banyak dimanfaatkan di Indonesia, salah satunya sebagai bumbu masak utama. Nama ilmiah dari bawang merah adalah *Allium Ascalonicum* L.

Untuk mencapai hasil pertanian bawang merah yang baik dan memuaskan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan salah satunya adanya kelembaban tanah. Kelembaban optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang merah adalah 50-70%. Jika kelembaban tanah pada tanaman bawang tinggi maka bawang tidak akan tumbuh sempurna akibatnya bawang akan cepat busuk (BPPT,2007).

Pemantauan kelembaban tanah pada bawang merah dapat dilakukan dengan menggunakan sensor *soil moisture* FC-28. Sensor ini dapat mendeteksi kelembaban pada tanah yang dimana kemampuannya dapat mendeteksi dari 4%-100%. Seperti percobaan yang telah dilakukan oleh Sigit Rizky Pratama, dkk pada tahun 2021 yang berjudul "Rancang bangun sistem monitoring kelembaban dan suhu tanah untuk tanaman bawang merah di kabupaten Brebes" bahwa sensor ini merupakan sensor yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah karena terdiri dari dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansi untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik atau resistansi kecil, sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik atau resistansi besar. Pada saat sensor mendeteksi kelembaban tanah dalam keadaan kering maka pompa DC secara otomatis akan menyiram tanaman bawang merah.

Untuk mempermudah pemantauan kelembaban tanah dan pengendalian tanaman bawang merah dapat dilakukan dengan komunikasi *wireless* salah satu komunikasi *wireless* yang dapat memantau kelembaban tanah dari jarak jauh ialah teknologi jaringan LoRa. Teknologi jaringan LoRa merupakan teknologi *wireless* berbasis frekuensi radio dengan jangkauan komunikasi yang jauh namun dengan daya rendah sehingga cocok digunakan sebagai media transmisi sensor pertanian dengan bit rate yang rendah. LoRa ini juga mampu digunakan pada daerah pertanian yang tidak tersedia jaringan internet. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Michael Paul Smart Simbolon, dkk yang berjudul “Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa Pada Sistem Pencatat Kehadiran Portabel” bahwa jaringan LoRa dapat digunakan untuk transmisi data secara *wireless* dengan jangkauan yang luas.

Mengingat pentingnya pemantauan kelembaban tanah di daerah pertanian maka penulis ingin melakukan penelitian tentang bagaimana cara memantau kondisi kelembaban tanah secara wireless pada daerah pertanian lahan terbuka, sehingga penulis menetapkan judul tugas akhir yaitu “Rancang Bangun Pemantauan dan Pengendalian Kelembaban Tanah Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis IOT Dengan Menggunakan Jaringan Lora Multi-Hop”.

### **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini, antara lain: Bagaimana memantau dan mengendalikan kelembaban tanah pada tanaman bawang merah berbasis IOT pada daerah yang tidak tersedia internet dengan menggunakan jaringan LoRa sehingga kelembaban tanah dari tanaman bawang merah terkendali?

### **Batasan Penelitian**

Batasan masalah agar ruang lingkup pembahasan tentang permasalahannya jelas, antara lain:

1. Menggunakan satu node relay (*1 gateway dan 1 end device*)
2. Jaringan LoRa menggunakan multi-hop

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat pemantau kelembaban tanah menggunakan sensor soil moisture FC-28 dengan jaringan LoRa Multi-Hop

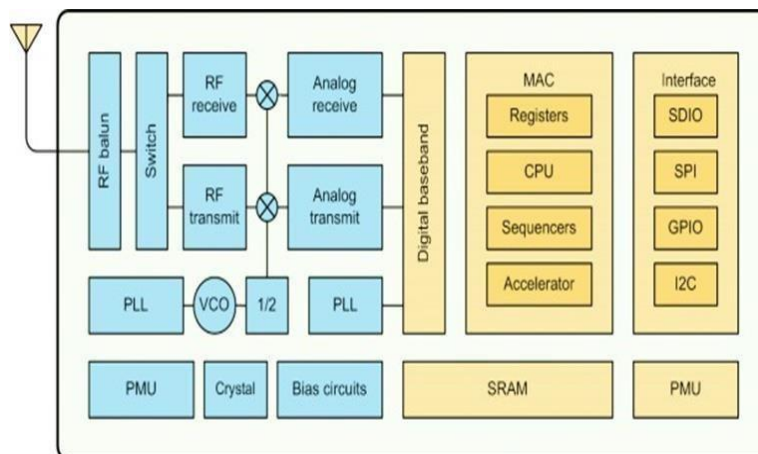
## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Uraian Teori**

Dalam perancangan alat pemantau kelembaban tanah ini membutuhkan sensor soil moisture FC-28, Node MCU ESP8266, Arduino Uno, LoRa, dan alat pendukung lainnya.

### **NodeMCU ESP8266**

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *open source* yang terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan *Esperessif System*. Node MCU bisa di analogikan sebagai *board* arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. Node MCU telah me-*package* ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang sudah terintegrasi dengan berbagai *feature* selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga data pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB (Tedy Tri Saputro, 2017). Adapun bentuk dari diagram blok NodeMCU ESP 8266 dilihat pada Gambar 1. berikut:

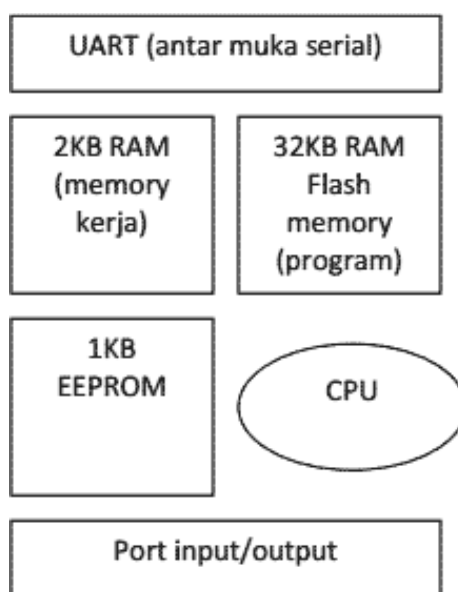


Gambar 1. Diagram Blok NodeMCU ESP8266  
Sumber: Yopy Chia, 2017

NodeMCU ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini juga merupakan sebuah *chip* yang sudah lengkap dimana didalamnya sudah termasuk processor, memori dan juga akses ke GPIO (Bluee, 2021).

### Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah perangkat *open source* dan mempunyai perangkat keras dan lunak dimana mudah untuk digunakan. Arduino mampu mengenali lingkungan sekitar melalui berbagai jenis sensor serta dapat mengontrol lampu, motor dan berbagai jenis actuator lainnya. Arduino Uno merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroler yang di dalamnya terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari atmel. Berikut ini adalah blok diagram dari arduino uno (P Kristin, 2016).



Gambar 2. Blok Diagram Arduino Uno  
Sumber: Eka Samsul, 2019

Umumnya arduino Uno memiliki 14 pin input dan output yang terdiri dari:

- 6 pin yang digunakan sebagai PWM
- 6 pin sebagai pin analog
- Osilator Kristal 16 Mhz
- Sebuah koneksi USB

- e. Sebuah power jack
- f. Sebuah ICSP Header
- g. Tombol reset

Fungsi Arduino Uno adalah untuk memudahkan pengguna dalam *prototyping*, memprogram mikrokontroler serta menciptakan berbagai alat canggih berbasis mikrokontroler.

### **Sensor Soil Moisture FC28**

Sensor Soil Moisture FC28 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu untuk memantau kadar air atau kelembaban tanah pada tanaman. Sensor Soil Moisture FC28 terdiri dari dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Jika air semakin banyak maka tanah akan lebih mudah menghantarkan listrik atau resistansi kecil sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik atau resistansi akan besar. Spesifikasi dari Sensor Soil Moisture FC28 yaitu:

- a. Tegangan input :3,3V atau 5V
- b. Tegangan output :0-4,2V
- c. Arus :35mA (Husdi, 2018)

Prinsip kerja dari sensor ini ialah dengan menanamkan satu buah sensor kelembaban tanah ke dalam tanah, sensor ini bekerja mendeteksi adanya tingkat kelembaban. Adapun cara kerja pada sensor ini adalah memberikan luaran berupa besaran listrik sebagai akibat adanya air yang berada diantara lempeng kapasitor silinder.

### **LoRa**

LoRa adalah suatu proses perubahan suatu gelombang periodik tertentu sehingga menjadikan suatu sinyal yang mampu membawa suatu informasi. LoRa diperkenalkan oleh sebuah perusahaan bernama *Semtech*.

Perubahan gelombang pada LoRa terjadi secara teratur dan berulang-ulang. Proses perubahan suatu gelombang disebut modulasi. Modulasi yang dihasilkan pada Lo-ra menggunakan modulasi FM. Dengan proses modulasi ini suatu informasi atau biasanya informasi yang berfrekuensi rendah bisa dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa. Teknologi LoRa menggunakan teknologi modulasi CSS (*Chirp Spread Spectrum*) yang memungkinkan untuk mengirim data jarak jauh berdaya rendah melalui pita ISM (*Instrumentation Science and Medical*) yang tidak berlisensi. teknik *spread spectrum* yang menggunakan pita frekuensi linear untuk memodulasi chirp kedalam bentuk kode informasi yang memungkinkan sinkronisasi waktu dan frekuensi yang lebih sederhana dan lebih akurat, tanpa memerlukan komponen mahal untuk menghasilkan waktu yang stabil di node LORA. LoRa dapat menjangkau jarak yang jauh dikarenakan link budget dan teknologi *chirp spread spectrum* yang digunakan.

Lapisan fisik LoRa dapat digunakan dengan lapisan MAC (*Media Access Control*) apa pun. Namun, MAC yang diusulkan saat ini adalah LoRaWAN yang mengoperasikan jaringan dalam topologi bintang sederhana. Pada LORA MAC dirancang untuk mencoba meniru IEEE802.15.4 MAC. Tingkat komunikasi secara keseluruhan rendah karena didasarkan pada pita frekuensi Sub-GHz, yang mengarah pada peningkatan masa pakai baterai dan ekspansi kapasitas jaringan. Karakteristik lain dari LORA adalah daya tembusnya, sehingga dapat mencakup area yang relatif luas, terutama di lingkungan konstruksi perkotaan yang kompleks. Berbagai fitur Lora membuatnya ideal untuk skala besar, penerapan berbiaya rendah. Sebelum munculnya teknologi Lora, ada beberapa teknologi komunikasi nirkabel yang sering digunakan diantaranya yaitu Bluetooth, RFID, Wifi, dan ZigBee.

## Relay

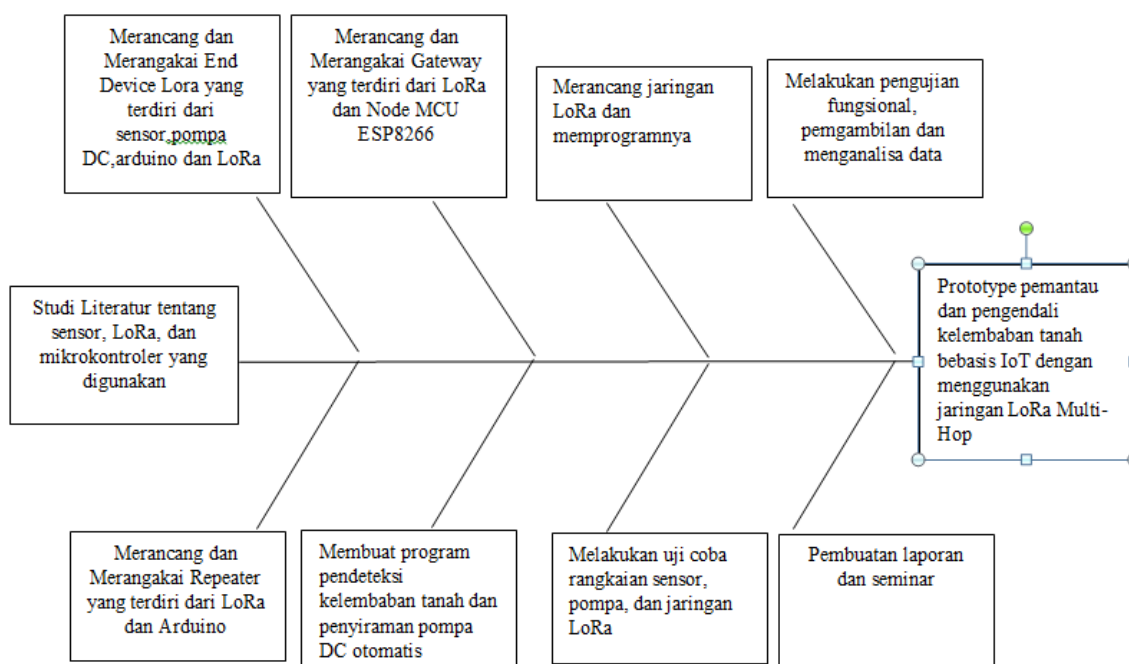
Relay adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Relay digunakan sebagai *switch* untuk menghidupkan Sirine. Prinsip kerja relay adalah ketika kumparan kawat dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada kumparan kawat sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay terdiri dari *Contact* ada dua jenis: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

## Pompa AC

Pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang terdiri dari beberapa tahap yaitu pengumpulan informasi awal, perancangan alat, perancangan jaringan, uji coba awal, dan tahap perbaikan berdasarkan hasil coba awal. Berikut ini adalah fishbone dari tahapan metode penelitian dan pengembangan yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. Fishbone Metode Penelitian

## Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur  
Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan pencarian literatur di internet dan membaca jurnal-jurnal yang berhubungan dengan penelitian yaitu tentang sensor soil moisture FC-28, LoRa dan lainnya.
2. Mempersiapkan kebutuhan sistem  
Pada tahap ini mempersiapkan komponen, perangkat lunak dan peralatan yang akan diperlukan pada penelitian.
3. Merancang dan merangkai *end device*, *repeater* dan *gateway*.
4. Merancang jaringan LoRa dan memprogramnya.

5. Melakukan uji coba rangkaian sensor, pompa dan jaringan LoRa.
6. Pengujian fungsional dengan *blynk*, mengambil dan menganalisis data.
7. Membuat laporan.
8. Seminar hasil.

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

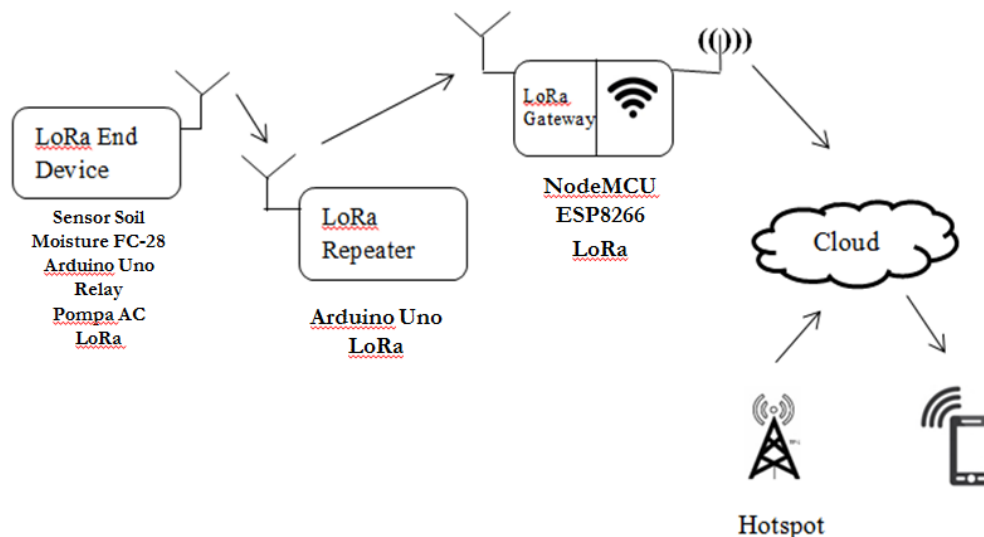
### Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Beberapa parameter-parameter yang akan diukur pada penelitian ini adalah:

1. Kelembaban tanah dengan sensor soil moisture FC28 dan dibandingkan dengan *soil digital analyzer*.
2. Lamanya pompa on setelah diaktifkan dari aplikasi *Blynk*.
3. Jarak maksimum komunikasi LoRa.
4. RSSI dan error data.

### Model Penelitian

Gambar diagram blok yang akan dirancang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Blok Diagram

Gambar di atas adalah gambar blok diagram tentang prinsip kerja alat pemantau kelembaban tanah berbasis IoT dengan menggunakan jaringan LoRa multi-hop ini adalah pada bagian *LoRa end device* terdiri dari sensor *soil moisture Fc-28*, relay, arduino uno, pompa DC dan LoRa. Sensor *soil moisture* akan mendeteksi kelembaban tanah dan akan terhubung ke arduino uno sebagai mikrokontroler. Saat sensor mendeteksi kelembaban tanah dalam keadaan kering maka relay akan aktif dan pompa DC akan meyala mengalirkan air pada tanah yang kering. Data yang ada pada *end device* yaitu keadaan kelembaban tanah dan pompa DC akan dikirim ke *repeater* melalui Lora yang juga terhubung pada arduino uno.

Data dari *end device* akan diterima di *repeater*. *Repeater* terdiri dari LoRa yang dihubungkan ke arduino uno. *Repeater* berfungsi untuk menambah jarak pantau antara *end device* dengan *gateway*. Data yang telah diterima oleh *repeater* akan dikirimkan ke *gateway* melalui LoRa yang terhubung ke arduino uno.

Data dari *repeater* akan diterima pada *gateway* yang terdiri dari NodeMCU ESP8266 dan LoRa yang terhubung ke wifi dan aplikasi Blynk. Informasi kelembaban tanah akan ditampilkan pada aplikasi *blynk* ketika keadaan tanah kering atau jika ada permintaan status kelembaban tanah.

### Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah alat selesai dirancang. Tujuan dari pengujian sistem ini adalah untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan pada beberapa komponen untuk menganalisa dan melakukan perbaikan apabila hasil yang didapat tidak sesuai dengan yang diharapkan.

### Pengujian Sensor Soil Moisture FC-28

Pengujian sensor ini dilakukan dengan memasukkan tanah yang kering kedalam *pot* kemudian diberikan air *step by step* lalu kedua *probe* dimasukkan ke dalam tanah dalam *pot*. Hasil pengukuran pada sensor soil moisture akan dibandingkan dengan *digital soil analyzer*.

Berikut ini adalah tabel uji kepekaan sensor soil moisture FC-28.

Tabel 1. Uji Kepekaan Sensor Soil Moisture FC-28

No.	Volume air yang dituang (ml)	Hasil Pembacaan dengan Sensor	Digital soil analyzer (%)	Keterangan pada Blynk	Error (%)
1.	20	16	17	Kering	5,88
2.	25	19	20	Kering	5,00
3.	30	27	29	Kering	6,89
4.	40	35	37	Kering	5,40
5.	50	53	56	Lembab	5,35
6.	65	57	60	Lembab	5,00
7.	70	59	62	Lembab	4,83
8.	80	60	63	Lembab	5,00
9.	90	64	67	Lembab	4,47
10.	100	67	70	Lembab	4,28
11.	125	70	73	Basah	4,10
12.	150	83	88	Banjir	5,68
<b>Rata- Rata Error (%)</b>					<b>5,16</b>

### Pengujian LoRa

Pengujian LoRa dilakukan untuk menguji seberapa jauh jarak tempuh LoRa. Pada penelitian ini metode yang dilakukan adalah metode multi-hop. Pengujian jarak LoRa yang pertama dilakukan dengan menjauhkan *end device* dengan *repeater*, lalu pengujian jarak LoRa antara *repeater* dengan *gateway*, sehingga didapatkan jarak maksimal dari *end device* dengan *gateway*. Berikut ini adalah pengujian jarak antara *end device* dengan *repeater*.

Tabel 2. Hasil pengujian jarak antara *end device* dengan *repeater*

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	Keterangan
1.	20	tujuh	tujuh	-86
2.	50	tujuh	tujuh	-89
3.	100	tujuh	tujuh	-90
4.	200	tujuh	tujuh	-100
5.	230	tujuh	tujuh	-102
6.	235	tujuh	-	-

Berikut ini adalah hasil pengujian jarak LoRa *repeater* dengan *gateway*.

Tabel 3. Hasil pengujian jarak LoRa *repeater* dengan *gateway*

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	Keterangan
1.	20	tujuh	tujuh	-86
2.	50	tujuh	tujuh	-89
3.	100	tujuh	tujuh	-90

4.	180	tujuh	tujuh	-100
5.	190	tujuh	-	-

### Pengujian jarak hotspot dengan Mikrokontroller

Pengujian jarak hotspot dengan mikrokontroller berfungsi untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang dapat dijangkau oleh hotspot agar tetap dapat terhubung dengan mikrokontroller dan dapat menampilkan data pada *blynk*. Berikut merupakan tabel pengujian jarak hotspot dengan mikrokontroller.

**Tabel 4.** Hasil pengujian jarak hotspot dengan mikrokontroller

No.	Jarak (m)	Delay (detik)	Keterangan
1.	10	2	Terhubung
2.	15	2	Terhubung
3.	20	2	Terhubung
4.	21	-	Tidak Terhubung

### Pengujian Fungsional

Pada pengujian fungsional semua komponen digabung dan diuji secara bersamaan. Pengujian ini terdiri dari pengujian sensor, pompa, lora, dan tampilan pada *blynk* secara bersamaan.

Berikut ini adalah tabel pengujian fungsional:

**Tabel 5.** Hasil pengujian fungsional

No.	Nilai Kelembaban pada Sensor Soil Moisture FC-28	Keadaan Pompa	Tampilan pada <i>Blynk</i>
1.	16	<i>On</i>	KELEMBABAN TANAH 16
2.	35	<i>On</i>	Notif: Pompa Air Menyala KELEMBABAN TANAH 35
3.	61	<i>Off</i>	Notif: Pompa Air Menyala KELEMBABAN TANAH 61
4.	62	<i>Off</i>	KELEMBABAN TANAH 62
5.	70	<i>Off</i>	KELEMBABAN TANAH 70

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian tiap komponen maupun pengujian fungsional didapat hasil yaitu saat keadaan kelembaban tanah dibawah 50% maka pompa air akan menyala dan saat kelembaban tanah diatas 50% maka pompa air tidak menyala. Rata-rata *error* sensor soil moisture FC-28 adalah 5.16%.

Jarak pantau LoRa maksimal dari end device ke repeater adalah 230 m dan jarak pantau maksimal dari repeater ke *gateway* adalah 180m, maka dengan jaringan LoRa multi-hop kelembaban tanah dapat dipantau dengan jarak maksimal 410m.

Pada pengujian jarak jangkauan hotspot didapatkan hasil dimana jarak yang dapat dijangkau oleh hotspot dengan jarak terjauh hingga 20 meter setelah itu pada pengujian jarak 21 meter koneksi sudah tidak terhubung lagi dengan hotspot. Maka dari itu jarak hotspot dengan mikrokontroller pada *gateway* sebaiknya tidak melebihi jarak 20 meter agar data sensor yang dikirimkan dapat ditampilkan pada aplikasi *blynk*.



## SIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pengujian dan pengamatan alat pemantau kelembaban tanah pada lahan tanaman bawang merah yang telah dilakukan, bahwa alat ini telah dapat memantau dan mengendalikan kelembaban tanah pada lahan tanaman bawang merah dengan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Bahwa sensor soil moisture FC-28 telah dapat mengukur kelembaban tanah tanaman bawang merah. Dari kelembaban 16% sampai 83% nilai rata rata error sensor soil moisture FC-28 adalah 5.16%.
2. Jarak pantau antara LoRa point to point adalah sekitar 230 meter, dengan menambahkan repater menjadi LoRa multi-hop jarak pantau bertambah 180 meter sehingga jarak pantau maksimal dari *end device* menuju *gateway* adalah 430 meter.
3. Dengan menggunakan *blynk*, maka kondisi kelembaban tanaman bawang merah dan juga keadaan pompa dapat dipantau dari mana saja dengan jaringan internet yang terkoneksi .
4. Delay waktu pengiriman pembacaan sensor menuju ke gateway pada LoRa adalah sekitar 2 detik.
5. Pada saat sensor soil moisture FC-28 mendeteksi keadaan kelembaban tanah <50% berarti kondisi tanah dalam keadaan kering dan pompa akan menyala, jika sensor moisture FC-28 mendeteksi keadaan kelembaban tanah >50% berarti kondisi tanah dalam keadaan lembab dan pompa tidak akan menyala.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- ALIF NANDA, R. RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA MENGGUNAKAN STANDAR KOMUNIKASI LORA (LONG-RANGE) WIRELESS.
- Bar, A. M. A., Trismawati, T., & Mustakim, M. (2021). PEMBUATAN PENYIRAM BAWANG MERAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO ATMEGA328P. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 9-13.
- Husdi, H. (2018). monitoring kelembaban tanah pertanian menggunakan soil moisture sensor fc-28 dan arduino uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237-243.
- Muharom, S., Suseno, H., & Setyawan, S. A. (2019, September). Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 385-390).
- Prasetyo, S. H. (2022). Sistem penyiraman dan penerangan pada taman menggunakan soil moisture sensor dan RTC (Real Time Clock) berbasis android. *SKRIPSI Mahasiswa UM*.
- Pratama, S. R., & Hardani, D. N. K. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 3(2).
- Wisduanto, R. G., Bhawiyuga, A., & Kartikasari, D. P. (2019). Implementasi Sistem Akuisisi Data Sensor Pertanian Menggunakan Protokol Komunikasi LoRa. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X*.