

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TANAMAN TOMAT MENGUNAKAN KOMUNIKASI LORA PADA RUMAH KACA

Nadya Stella Agriva Tambunan¹, Eva Doris Sihombing², Morlan Pardede³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

nadyaagriva@students.polmed.ac.id¹, evasihombing@students.polmed.ac.id²,

Morlan.19640410@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Tomat merupakan bahan makanan yang termasuk dalam kebutuhan penting bagi manusia. Agar tanaman menghasilkan hasil yang baik maka tanaman tersebut perlu dijaga pertumbuhannya. Kerusakan tanaman tomat biasanya terjadi ketika cuaca yang tidak baik, dan tanah yang tidak subur. Untuk menjamin pertumbuhan tomat hal utama yang perlu diperhatikan adalah pH tanah, temperatur ruangan dan kelembaban tanah pada rumah kaca. Rumah kaca digunakan untuk melindungi tanaman tomat dari hama dan cuaca yang tidak baik. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat *prototype* rumah kaca yang dikendalikan oleh NodeMCU ESP8266 dimana pemantauannya dilakukan melalui komunikasi LoRa sehingga tanaman tomat dapat dipantau dan dikendalikan dengan mudah sehingga tanaman tomat tumbuh dengan baik serta menghasilkan panen yang memuaskan. LoRa menghubungkan lokasi ke rumah pemilik yang telah tersedia jaringan internet. Keasaman dan kebasahan tanah dideteksi dengan sensor pH tanah, suhu ruangan dideteksi dengan sensor DHT11, dan kelembaban tanah dideteksi dengan sensor *soil moisture*. Kondisi rumah kaca dikirimkan ke jaringan internet melalui hotspot *wifi* dan dipantau pada ponsel dengan aplikasi *blynk*. Suhu ruangan rumah kaca dan kelembaban tanah dapat dikendalikan melalui ponsel. Nilai rata-rata error sensor soil moisture yaitu 4,2%. Nilai rata-rata error sensor DHT11 yaitu 0,6% dan nilai rata-rata *error* sensor pH tanah yaitu 0,42%.

Kata Kunci : *ESP8266, LoRa, Pemantauan, DHT11, Blynk*

PENDAHULUAN

Tomat atau yang sering disebut dengan bahasa latin (*Lycopersicon esculentum Miller*) adalah salah satu tanaman yang mempunyai nilai ekonomi penting di Indonesia. Tomat merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki prospek yang baik dalam pengembangan pertanian, karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi, gizi yang dikandung seperti protein, karbohidrat, lemak, mineral dan vitamin (Bernadus & Wahyu, 2002).

Kebutuhan akan Tomat terus meningkat seiring dengan meningkatnya konsumsi sebagai akibat kesadaran mereka terhadap nilai gizi dan meningkatnya daya beli masyarakat, pedesaan maupun diperkotaan. Komoditas Tomat mempunyai prospek cukup tinggi yang ditandai dengan meningkatnya permintaan konsumen lokal baik konsumen perkotaan, bahkan komoditas tomat dapat diekspor ke manca negara. Tomat bisa ditanam dimana saja, baik dataran tinggi maupun dataran rendah (Irvan, SP, MM, 2019).

Rumah kaca untuk pertanian akan mencegah tanaman terserang oleh hama. Menyimpan atau menanam tumbuhan di dalam rumah kaca akan lebih terlindungi dibandingkan di alam bebas. Selain hama, tanaman yang hidup di dalam rumah kaca juga tidak akan terserang sejenis penyakit tanaman. Rumah kaca akan melindungi tanaman dari cuaca yang ekstrem.

Untuk memantau suhu, kelembaban dan pH dari tanaman tomat menggunakan beberapa sensor. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu adalah sensor DHT11, untuk mengukur kelembaban tanah digunakan sensor *soil moisture*, dan untuk mengukur pH tanah digunakan sensor pH tanah. Untuk menstabilkan suhu, kelembaban dan pH tanah digunakan beberapa alat. *Exhaust Fan* untuk menstabilkan suhu, pompa air untuk mengalirkan air pada tanaman sebagai penstabil kelembaban tanaman. Dengan berkembangnya teknologi saat ini, petani ataupun masyarakat bisa semakin dipermudah dengan memanfaatkan teknologi dalam memantau perkembangan tanaman tomatnya. Memantau kondisi tanaman setiap saat secara manual adalah hal yang menyita waktu bagi mereka.

Dengan adanya LoRa segala sesuatu menjadi lebih efisien. LoRa merupakan solusi yang tepat dalam menyelesaikan masalah tersebut. LoRa adalah protokol komunikasi nirkabel jarak jauh.

Alat ini bertujuan untuk mendeteksi kondisi suhu dan kelembaban dari tanaman, dan melakukan penyiraman otomatis apabila kelembaban dari tanaman tersebut kurang. Ini memudahkan para pengguna untuk mengontrol dan mengetahui kondisi tanamannya dari jarak yang jauh. Perancangan sistem pemantau tanaman tomat menggunakan LoRa ini dirancang agar pemantauan dapat dilakukan secara otomatis. Kondisi yang akan dipantau adalah suhu, kelembaban tanah, dan status penyiraman tanaman. Pengambilan data hasil pemantauan dapat dilakukan tanpa harus ke lokasi secara langsung.

TINJAUAN PUSTAKA

Nosa Apri Amelia, Nini Firmawati (2019) Penelitian berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur dan pH Tanah untuk Tanaman Bawang Merah dengan Notifikasi Ketinggian Air Ketapang melalui SMS”. Penelitian ini menggunakan sensor LM35 untuk mendeteksi temperatur, menggunakan sensor pH tanah untuk mendeteksi pH tanah, SMS untuk menerima notifikasi dari keadaan tanaman tersebut apakah kebutuhan akan air untuk tanaman tersebut tercukupi. Untuk mengaktifkan pompa air ketapang dan pompa air kapur menggunakan relay. Hasil penelitian ini belum mendeteksi kelembaban tanah dan belum terhubung ke internet.

Shafira Rana Rafidah, Agus Wagyana (2020) Penelitian berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantau dan Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Modul *Long Range* (LoRa)”. Penelitian ini membangun alat pemantauan dan pengendalian tanaman berbasis LoRa. Bagian utama pemantau adalah LoRa *Transmitter* dan LoRa *Receiver*. Sensor yang digunakan yaitu sensor suhu dan sensor kepekatan larutan. Kedua sensor ini dimasukkan ke dalam bak air nutrisi tanaman hidroponik untuk mengukur kondisi air tersebut. Penelitian ini hanya mendeteksi air dan suhu pada tanaman tidak ikut pH tanah dan kelembaban tanaman.

Putri Asriya, Meqorry Yusfi (2016) Penelitian berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kelembaban Tanah Menggunakan *Wireless* Sensor Berbasis Arduino Uno”. Penelitian ini *memonitoring* kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture*. Data kelembaban tanah dikirim oleh unit *transmitter* ke unit *receiver* menggunakan transceiver nRF24L01+ yang memanfaatkan gelombang radio sebagai media pengiriman. Penelitian ini hanya mendeteksi kelembaban tanah saja dan belum mendeteksi temperatur dan pH tanah.

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol *reset*. Arduino Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, ketika terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya (iLearning Media, 2021).

2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit (Tedy, 2017).

3. Lora

LoRa (*Long Range*) adalah teknik modulasi radio yang dimiliki oleh Semtech. 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. Implementasi dari teknologi LoRa adalah jaringan IoT (*Internet of Things*), pemantauan sesuatu jarak jauh (*remote monitoring*) dan banyak hal lagi (Wiwit, 2020).

4. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah salah satu jenis sensor yang banyak digunakan pada project berbasis Arduino. Sensor ini memiliki keunikan yaitu dapat membaca suhu (*temperature*) ruangan dan kelembapan udara (*humidity*). Sensor ini dikemas dalam bentuk kecil dan ringkas, serta harganya yang terjangkau (Andalanelektro.id, 2019).

5. Sensor Soil Moisture

Sensor *soil moisture* merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur kadar air atau kelembapan tanah. Pengaplikasian sensor ini biasa digunakan pada suatu tanaman, ada jenis tanaman yang tidak boleh terlalu lembab atau kering contohnya adalah tomat, sehingga kita membutuhkan adanya alat yang dapat mengukur kelembapan tanah (Saptaji, 2018).

6. Sensor pH tanah

Penelitian ini menggunakan sensor pH dimana terdapat elektroda pada sensor untuk mendeteksi kadar pH dari suatu tanah. Sensor pH berbentuk batang elektroda yang akan dihubungkan pada nodemcu esp8266, sensor ini sama dengan sensor pH yang digunakan pH meter tanah yang sudah dijual dipasaran. Rentang pengukuran pada sensor pH ini dari 2,5 sampai 9 skala pH, cara penggunaannya yaitu dengan menancapkan batang sensor ke tanah sampai kedalaman 6cm.

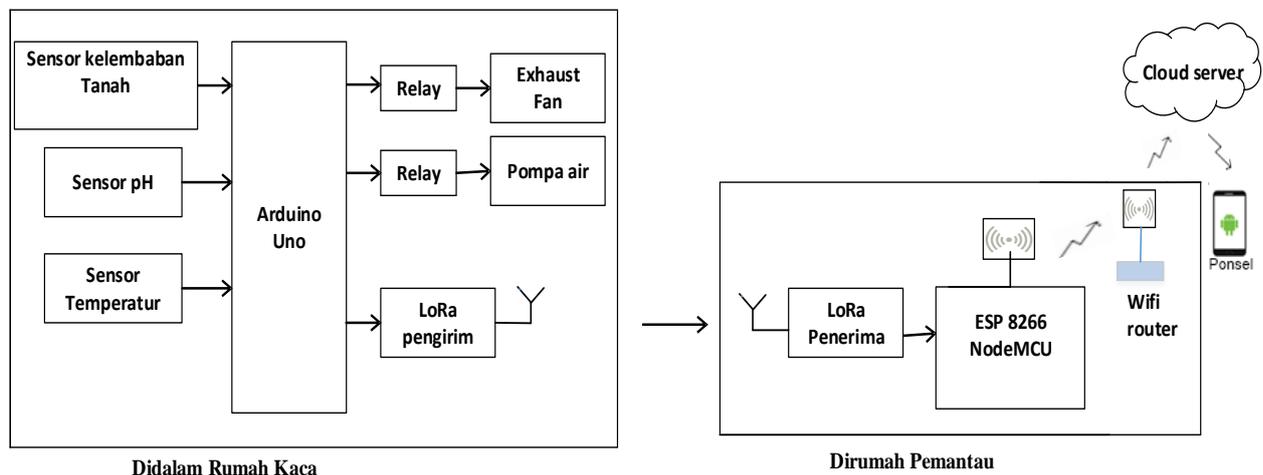
7. Blynk

Blynk adalah sebuah layanan *server* yang digunakan untuk mendukung proyek Internet of Things (IoT). Layanan *server* ini memiliki lingkungan *mobile user* baik Android maupun iOS. *Blynk* aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui *google play store*. *Blynk* mendukung berbagai macam *hardware* yang dapat digunakan untuk proyek IoT.

METODE PENELITIAN

Perancangan Perangkat Keras

Model penelitiannya adalah pada perancangan sistem monitoring tanaman tomat menggunakan komunikasi lora pada rumah kaca. Sistem monitoring ini menggunakan 2 tempat yaitu pada rumah kaca dan rumah pemantau.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Didalam rumah kaca terdapat mikrokontroler sebagai pengendali, LoRa pengirim, sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu ruangan rumah kaca, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kelembapan tanah, sensor pH tanah untuk mendeteksi keasaman dan kebasaan tanah, relay untuk menghidup matikan pompa air dan *exhaust fan*. Sementara didalam rumah pemantau terdapat LoRa penerima, hotspot wifi dan NodeMCU sebagai penyalur jaringan ke wifi. Data diberikan secara serial ke arduino. Kemudian dimodulasi dengan frekuensi 433MHz. Lalu LoRa penerima akan menerima

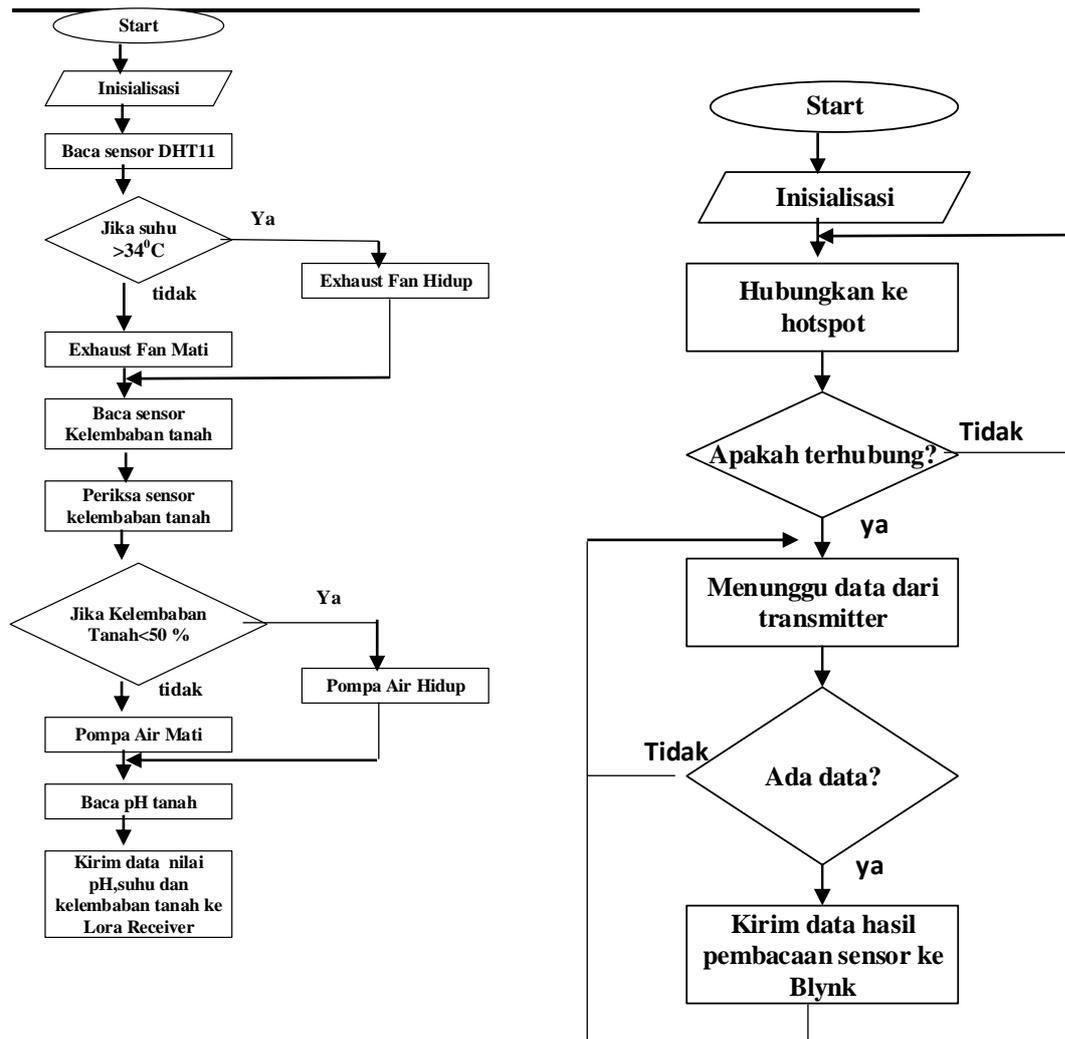
informasi yang dipancarkan oleh LoRa pengirim kemudian didemodulasi menjadi data digital secara serial ke ESP8266. Kemudian pada ESP8266, data tersebut dipancarkan melalui wifi dengan nama SSID: OPPO_A12 dan *passwordnya*: 12345678, kemudian wifi hotspot menyambungkannya ke *cloud server* dan data dapat dibaca di ponsel melalui aplikasi *blynk*.

Rancangan penelitian sistem monitoring tanaman tomat menggunakan komunikasi lora pada rumah kaca yaitu :

1. Masukan/*input* dari mikrokontroler adalah sensor DHT11, sensor kelembaban tanah dan sensor pH tanah. Mikrokontroler menerima masukan dari sensor-sensor tersebut dan data tersebut akan diproses dan diprogram.
2. Kemudian setelah diproses didalam mikrokontroller maka akan dikirim ke lora *transmitter*.
3. Lalu, dari lora *transmitter* nantinya akan dikirim ke lora *receiver* yang jauh dari jangkauan pemantau.
4. Hasil yang diterima oleh lora *receiver* akan diteruskan ke NodeMCU yang tersambung ke *hotspot* agar hasilnya dapat dilihat di android pada aplikasi *blynk*.
5. Keluaran/*output* dari mikrokontroler terdiri dari relay, pompa dan *Exhaust Fan*. Relay akan aktif (ON) pada saat menerima tegangan 5V (*HIGH*) dari mikrokontroller dan relay tak aktif (OFF) pada saat menerima tegangan 0V (*LOW*) dari mikrokontroller.

Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana algoritma kerja sistem pada alat yang akan dibuat dengan menggunakan *flowchart*. *Flowchart* berisi diagram alur rancangan kerja alat, yang terdiri dari membaca perintah dan perbandingan berikut algoritma sistem kerja alat.



Gambar 2. Perancangan Perangkat Lunak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor kelembaban tanah. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran yaitu multimeter digital, *hygrometer* dan laptop yang dilengkapi dengan program. Pengujian ini dilakukan dengan mengubah-ubah kelembaban tanah dengan membasahi tanah dengan air secara bertahap dan menjalankan program pengukur kelembaban tanah dan membandingkannya dengan alat ukur *hygrometer*. Pengukuran dimulai dari tanah dalam wadah 700mL yang kering setelah itu akan diukur tegangannya dan dicek tampilan serial monitornya. Dilanjutkan dengan pemberian air 10ml-120ml. Apabila hasil di tampilan serial monitor <50% maka tanah terlalu kering, apabila >50% maka tanah sudah lembab, hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Kelembaban Tanah

No	Kondisi Tanah	Tegangan (Volt)	Kelembaban Tanah (%)	Hasil Pengukuran Pembeding Hygrometer(%)	Error(%)
1	Kering	4,50	19	20	5
2	Diberi air 10ml	4,39	21	23	8,6
3	Diberi air 20ml	4,25	29	30	3,3
4	Diberi air 40ml	4,07	36	39	7,6
5	Diberi air 60ml	3,64	54	56	3,5

6	Diberi air 80ml	3,20	72	74	2,7
7	Diberi air 100ml	2,85	85	86	1,1
8	Diberi air 120ml	2,40	93	95	2,1
Rata-rata error (%)					4,2

Untuk mengukur persentasi *error* dari pengukuran sensor *soil moisture* digunakan rumus :

$$\%error = \left| \frac{(tpembanding - talat)}{(tpembanding)} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$\%error = \left| \frac{(20-19)}{(20)} \right| \times 100\% = 5\%$$

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada table 1 didapatkan bahwa nilai kelembaban tanah yang terukur dengan nilai kelembaban tanah dengan menggunakan *hygrometer* tidak jauh berbeda dan mendapatkan nilai rata-rata *error* 4,2%.

Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor telah dapat melakukan pendeteksian suhu. Pengujian ini dimulai dari mendinginkan ruangan menggunakan uap es dan memanaskan ruangan menggunakan lampu 100W. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui batas suhu yang dapat dibaca oleh sensor DHT11. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan program. Hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan Thermometer digital.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor DHT11

No	Pengukuran	Pengukuran dengan DHT11	Thermometer digital	Error (%)
1	Pengukuran 1	21.2 °C	21.0 °C	0.9
2	Pengukuran 2	22.5 °C	22.9 °C	1.7
3	Pengukuran 3	23.9 °C	23.7 °C	0.8
4	Pengukuran 4	24.8 °C	24.9 °C	0.4
5	Pengukuran 5	25.8 °C	25.6 °C	0.7
6	Pengukuran 6	26.6 °C	26.9 °C	1.1
7	Pengukuran 7	27.7 °C	27.6 °C	0.3
8	Pengukuran 8	28.1 °C	28.5 °C	1.4
9	Pengukuran 9	29.6 °C	29.4 °C	0.6
10	Pengukuran 10	31.8 °C	31.9 °C	0.3
11	Pengukuran 11	33.1 °C	33.0 °C	0.3
12	Pengukuran 12	37.9 °C	37.6 °C	0.7
13	Pengukuran 13	38.2 °C	38.4 °C	0.5
14	Pengukuran 14	39.6 °C	39.7 °C	0.2
15	Pengukuran 15	39.9 °C	40.0 °C	0.2
Rata-rata Error (%)				0.6

Untuk mengukur persentasi eror dari pengukuran DHT11 digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\%error = \left| \frac{(tpembanding - talat)}{(tpembanding)} \right| \times 100\% \quad (2)$$

$$\%error = \left| \frac{(21.0 - 21.2)}{(21.0)} \right| \times 100\% = 0.9\%$$

Dari hasil pengukuran dapat dilihat dimana terdapat perubahan yang tidak begitu jauh dan nilai rata-rata *error* 0,6%. Pada tabel 2 sensor DHT11 dapat mengukur suhu mulai dari 21.0°C sampai 39.9°C.

Pengujian Sensor pH Tanah

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu rangkaian sensor pH dikali brasi dengan ph buffer 4.00, pH 6.86 dan pH 9.18 dimana nilai tegangan yang dihasilkan dari larutan ke-tiga larutan buffer pH ini dibuat sebagai referensi pengukuran.

Tabel 3. Hasil Kalibrasi dengan pH buffer

No	Sample	Vout Sensor (V)	pH terukur	Error (%)
1	pH buffer 4.00	2,9	4,06	1,5
2	pH buffer 6.86	2,5	6,75	1,6
3	pH buffer 9.18	2,1	9,08	1,08
Rata-rata error (%)				1,39

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada table 3 didapatkan bahwa nilai pH yang terukur dengan nilai pH pada sampel pH buffer tidak jauh berbeda dan mendapatkan nilai rata-rata *error* 1,39%.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan cup 100mL. Pengukuran dimulai dari cup yang berisi air 90% dan cairan asam-basa 10% dan begitu seterusnya hingga cup berisi air 50% dan cairan asam-basa nya 50%.

Tabel 4. Hasil Pengukuran pH tanah cairan asam-basa

No	Konsentrasi Cairan	Vout Sensor (V)	Pengukuran dengan pH	Pengukuran dengan pH meter	Error (%)
1	Basa 10%	0,23	7,88	7,86	0,25
2	Basa 20%	0,24	8,87	8,84	0,33
3	Basa 30%	0,29	9,00	9,03	0,33
4	Basa 40%	0,39	9,22	9,20	0,21
5	Basa 50%	0,41	9,53	9,56	0,31
6	Asam 10%	0,21	4,81	4,84	0,61
7	Asam 20%	0,26	4,22	4,20	0,47
8	Asam 30%	0,29	3,98	3,97	0,25
9	Asam 40%	0,38	3,72	3,70	0,54
10	Asam 50%	0,40	3,01	3,04	0,98

Rata-rata Error (%)	0,42
---------------------	------

Untuk mengukur persentasi *error* dari pengukuran sensor pH tanah digunakan rumus :

$$\%error = \left| \frac{(tpembanding - talat)}{(tpembanding)} \right| \times 100\% \quad (3)$$

$$\%error = \left| \frac{(7,86 - 7,88)}{(7,86)} \right| \times 100\% = 0,25\%$$

Dari hasil pengukuran pada tabel 4 dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang tidak begitu jauh dan nilai rata-rata *error* 0,42%.

Pengujian Rangkaian Keseluruhan Lora

Pada pengujian lora kali ini, telah dibuktikan bahwa data dari lora *transmitter* masih dapat diterima ke lora *receiver* dari jarak 50m-1km (sesuai yang telah kami lakukan) dengan nilai RSSI yang berbeda. Semakin dekat jarak *transmitter* ke *receiver* maka nilai RSSI nya semakin tinggi, sebaliknya semakin jauh jarak *transmitter* ke *receiver* maka nilai RSSI nya semakin rendah karena adanya hambatan.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan LoRa

Jarak lora <i>transmitter</i> ke lora <i>receiver</i>	RSSI (dBm)	Suhu (°C)	Kelembaban tanah (%)	pH tanah
50 m	-30	32,1	88	7.00
100 m	-42	32,3	84	7.00
150 m	-54	33,3	80	7.00
200 m	-58	33,7	80	7.00
250 m	-60	33,7	78	7.00
300 m	-71	33,8	78	7.00
350 m	-78	33,9	78	7.00
400 m	-82	33,9	77	7.00
450 m	-96	34,0	77	7.00
500 m	-99	34,1	75	7.00
600 m	-103	34,1	75	7.00
700 m	-108	34,3	75	7.00
800 m	-110	34,5	72	7.00
900 m	-112	34,8	72	7.00
1 km	-116	34,8	70	7.00

Pengujian Fungsional

Pada pengujian fungsional dilakukan pengujian terhadap fungsi keseluruhan sistem. Rangkaian telah dihubungkan dan program lengkap telah di-upload pada mikrokontroler dan nodeMCU dan akan disampaikan kedalam *Blynk*. Maka data yang terbaca dalam *Blynk* adalah nilai dari suhu ruangan, pH tanah, dan kelembaban tanah.

Pada gambar ini terlihat pompa air dan *exhaust fan* dalam keadaan tidak aktif. Di *blynk* ini juga dapat langsung dilihat bahwa suhu ruangan pada rumah kaca terlalu tinggi yaitu mencapai 32.2°C, kelembaban tanah bernilai 7% dan pH tanah bernilai 7. Tampilan di *Blynk* ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Blynk 1

Setelah mengetahui bahwa suhu sebelumnya mencapai $32,2^{\circ}\text{C}$ maka exhaust fan pun akan diaktifkan melalui *blynk* dengan cara mengON-kan *button exhaust fan* pada *blynk*. Setelah *exhaust fan* diaktifkan, semakin lama suhu akan semakin rendah, seperti yang tertera pada *blynk* dibawah ini telah mencapai $31,7^{\circ}\text{C}$. Tampilan di *blynk* ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Blynk 2

Selagi suhu kelembaban tanah mulai berkurang, kelembaban tanah masih bernilai 7%. Itu menandakan bahwa tanah tanaman masih dalam keadaan kering. Maka pompa air akan diaktifkan dengan cara mengON-kan *button pompa air* pada *blynk*. Setelah pompa air diaktifkan, maka kelembaban tanah pada tanaman akan bertambah hingga mencapai 77%. Ini menandakan bahwa tanah sudah dalam keadaan lembab. Tampilan di *blynk* ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Blynk 3

Setelah suhu sudah rendah dan tanah sudah lembab, maka exhaust fan dan pompa air akan dimatikan dengan mengOFF-kan *button exhaust fan* dan pompa air.

SIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian alat didapat beberapa kesimpulan yaitu akurasi pengukuran dengan menggunakan sensor *soil moisture* mampu mengukur kelembaban tanah dengan rata-rata nilai *error* 4,2%. Akurasi pengukuran dengan menggunakan sensor DHT11 mampu mengukur suhu ruangan dari 21⁰C-39,9⁰C dengan rata-rata nilai *error* 0,6%. Akurasi pengukuran dengan menggunakan sensor pH tanah mampu mengukur kadar keasaman dan kebasaan tanah dari 3,01 hingga 9,53 dengan rata-rata nilai *error* 0,42%. Sistem pemantauan tanaman tomat yang dibuat dapat menampilkan hasil suhu ruangan, kelembaban tanah dan pH tanah pada *blynk*. Penggunaan token pada *blynk* di *project* yang sama mampu memberikan kemudahan dalam pemantauan. *Transmitter* dan *receiver* pada komunikasi lora dapat berkomunikasi dengan baik sampai pada jarak maksimum 1km dengan nilai RSSI minimum -116dBm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arga, 2020, *Pengertian dan Fungsi Adaptor*, <https://pintarelektro.com/fungsi-adaptor/>, diakses 25 Juni 2021.
- Cynthia, 2019, *Manfaat rumah kaca untuk perkebunan yang subur*, <https://www.99.co/blog/indonesia/manfaat-rumah-kaca-kebun/>, diakses 18 Juni 2021.
- Ilearning Media,2021, *Penegrtian Arduino Uno*, <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>, diakses 12 Juli.
- Nesabamedia,2019, *Pengertian Wifi Beserta Fungsi*, <https://www.nesabamedia.com/pengertian-wifi-beserta-fungsi-dan-cara-kerja-wifi/> , diakses 7 Juli 2021.
- Nyebar Ilmu, 2017, *Apa Itu Module Nodemcu ESP8266*, <https://www.nyebarilmu.com/apa-itu-module-nodemcu-esp8266/>, diakses 15 Juli 2021.
- R Ginanjar, Robby Candra, Suci Kembaren, 2020, *Kendali dan Pemantauan Kelembaban Tanah, Suhu Ruangan, Cahaya untuk Tanaman Tomat*, <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/infokom/article/view/2372>, diakses 27 Juni 2021.
- Referensi Arduino, 2013, *Bagian-bagian Papan Arduino*, <https://referensiarduino.wordpress.com>, diakses 24 Juli 2021.
- SR Rafidah, 2020, *Rancang Bangun Sistem Pemantau dan Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Modul Long Range (LoRa)*, <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/spektral/article/view/3434>, diakses 12 Juli 2021.
- Teknik Elektronika, 2020, *Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya*, <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>, diakses 20 Juni 2021.
- Telkomuniversity, 2020, *Pengertian LoRa* <https://nesr.labs.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-lora/>, diakses 20 Juni 2021.

Teuku Blog, 2014, *Makalah Instrumen Sensor Pada Alat Pengukur Ph Tanah*,
<http://teukumuchlismuzakir.blogspot.com/2014/04/makalah-instrumen-sensor-pada-alat.html>,
diakses 24 Juli 2021.