

Unjuk Kerja LoRa Untuk Media Komunikasi *Smart Farming* di Area Persawahan Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara

Faizal Rahmansyah¹, Prihadi Murdiyat², Rusda³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda
 pmurdiyat@polnes.ac.id

Abstrak- *Smart farming*, sebagai pendekatan modern dalam sektor pertanian, menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Untuk peningkatan produktivitas sektor pertanian di Desa Manunggal Jaya, Kutai Kartanegara, maka diperlukan solusi yang inovatif dan efisien, salah satunya pemanfaatan LoRa (*Long Range*). Teknologi LoRa, yang memiliki karakteristik sesuai untuk area pertanian, dapat menjadi media komunikasi yang andal untuk *smart farming*. Artikel ini membahas unjuk kerja LoRa yang beroperasi pada frekuensi kerja 920 MHz sebagai kandidat media komunikasi *smart farming*. Pengujian unjuk kerja dilakukan dengan mengukur RSSI dan SNR yang dibaca oleh LoRa receiver ketika mendapat data yang dikirim oleh LoRa sender. Pada pengujian jarak 9 hingga 128 meter, diperoleh hasil pengukuran RSSI antara -67,80 hingga -91,70 dBm dan SNR antara 9,45 hingga 9,63 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa LoRa dapat memberikan kinerja komunikasi yang baik, serta memiliki jangkauan yang cukup luas dan stabil, meskipun penurunan nilai RSSI dan SNR pada jarak yang lebih jauh perlu diperhatikan, sehingga sesuai untuk diterapkan di area pertanian Desa Manunggal Jaya.

Kata kunci: unjuk kerja, LoRa, area pertanian, *smart farming*, RSSI dan SNR.

I. PENDAHULUAN

Desa Manunggal Jaya, yang terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara, memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, khususnya lahan persawahan atau perkebunan, karena mempunyai lahan pertanian seluas 280 hektar. Saat ini, sebagian besar petani di desa tersebut masih mengandalkan metode pertanian tradisional yang bergantung pada pengalaman dan intuisi. Kurangnya data pengukuran secara langsung dan pemantauan kondisi pertanian mengakibatkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk, menjadi tidak efisien, sehingga dapat menyebabkan penurunan hasil panen.

Dalam upaya meningkatkan produktivitas dan efisiensi sektor pertanian di Desa Manunggal Jaya, modernisasi sistem pertanian melalui penerapan teknologi *smart farming* sangatlah penting karena *smart farming* atau pertanian pintar telah muncul sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor ini. Dengan memanfaatkan teknologi modern, *smart farming* memungkinkan pemantauan dan pengelolaan yang lebih baik terhadap lahan pertanian, sumber daya air, pupuk, dan kondisi tanaman.

Salah satu komponen penting dalam implementasi *smart farming* adalah ketersediaan jaringan komunikasi yang andal

dan hemat untuk menghubungkan perangkat sensor dan aktuator di lapangan. Untuk area pertaniannya yang cukup luas, salah satu tantangan yang dihadapi dalam implementasi *smart farming* di Desa Manunggal Jaya adalah keterbatasan infrastruktur jaringan. Cakupan infrastruktur komunikasi public (*base transceiver station/BTS*) tidak mencakup seluruh area pertanian, sementara teknologi nirkabel seperti WiFi memiliki jangkauan yang terbatas dan konsumsi daya yang tinggi, sehingga kurang cocok untuk digunakan di area persawahan yang luas dan terpencil. Maka, teknologi LoRa (*Long Range*) dapat hadir sebagai solusi potensial yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan tersebut.

LoRa [1] merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang mampu mentransmisikan data jarak jauh dengan konsumsi daya yang sangat rendah, sehingga cukup tepat untuk diterapkan di area persawahan yang luas dan terpencil, di mana infrastruktur komunikasinya tidak memadai. Dengan jangkauan komunikasi yang luas dan ketahanan terhadap gangguan, LoRa sangat cocok untuk diimplementasikan dalam sistem *smart farming* di area persawahan yang luas dan terpencil seperti di Desa Manunggal Jaya.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan kerja LoRa sebagai media komunikasi dalam sistem *smart farming* di area persawahan Desa Manunggal Jaya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan tentang potensi dan keterbatasan teknologi LoRa dalam mendukung implementasi *smart farming* yang lebih luas di wilayah lain dengan kondisi serupa, serta mendukung peningkatan produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian.

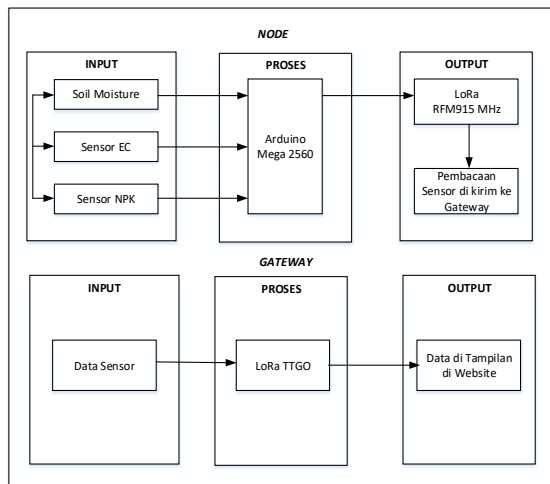
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang penggunaan teknologi LoRa dalam sistem pertanian cerdas telah banyak dilakukan, menunjukkan berbagai keunggulan dan potensi aplikasi dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian.

Salah satu penelitian terdahulu yang relevan dengan implementasi teknologi pertanian cerdas, dilakukan oleh Alfarani Sari Dewi *et.al* tahun 2023. Penelitian tersebut berupa rancang bangun *agriculture node* untuk *monitoring* kualitas tanah berbasis Lora AS923-2 guna mendukung penelitian *integrated smart farming* di Laboratorium Inacos Universitas Telkom. *Agriculture Node Sensor* pada penelitian tersebut bertanggung jawab untuk pengukuran, pemrosesan dan

pengiriman data menuju *gateway*. Pengiriman data, menggunakan *transceiver wireless* Lora AS923-2. Dari hasil pengujian, perangkat *Agriculture* ini mampu membaca nilai pada setiap sensornya dan dapat mengambil data dari tiap – tiap sensor [2]. Dari penelitian tersebut dapat diadaptasi konsep Node Sensor dan Node Master berbasis LoRa untuk sistem pertanian cerdas, seperti diagram sistem dari konsep *Agriculture Node System* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram konsep dari *Agriculture Node System* [2]

Penelitian oleh Hye Won Yoon *et al.* tahun 2020 berjudul "L&M Farm" mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis LoRa dan MQTT [3]. Sistem ini menggabungkan teknologi LoRa dan *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) untuk pertanian cerdas, menggunakan dua board Arduino dengan Dragino LoRa Hat. Salah satu board terhubung ke sensor kelembapan tanah dan sensor DHT11, sementara yang lain terhubung ke *aktuator* irigasi. Raspberry Pi digunakan untuk memperoleh data cuaca melalui *Open WeatherAPI*, dan sistem ini dilengkapi dengan aplikasi berbasis web untuk memudahkan pengelolaan oleh petani. kombinasi teknologi LoRa dan MQTT memungkinkan pemantauan dan pengelolaan pertanian secara *real-time* dengan jangkauan luas dan konsumsi daya rendah. Sistem ini meningkatkan efisiensi irigasi dan pemantauan lingkungan, serta mempermudah petani dalam pengelolaan lahan melalui integrasi data cuaca dan aplikasi web.

B. Long Range

LoRa, yang merupakan kependekan dari *long range*, adalah teknologi nirkabel yang dirancang untuk menciptakan jaringan komunikasi jarak jauh. Ketika kebanyakan teknologi nirkabel umumnya menggunakan modulasi *frequency shift keying* (FSK) sebagai lapisan fisik karena efisiensinya yang tinggi untuk mendapatkan daya yang rendah, LoRa menggunakan modulasi *chirp spread spectrum* (CSS), yang mempertahankan efisiensi daya rendah seperti FSK, tetapi secara signifikan dapat memperpanjang jangkauan komunikasi. Komunikasi LoRa dapat mencapai jarak yang sangat jauh, bahkan hingga beberapa puluh kilometer, memungkinkan stasiun untuk berkomunikasi dengan *gateway* dalam satu

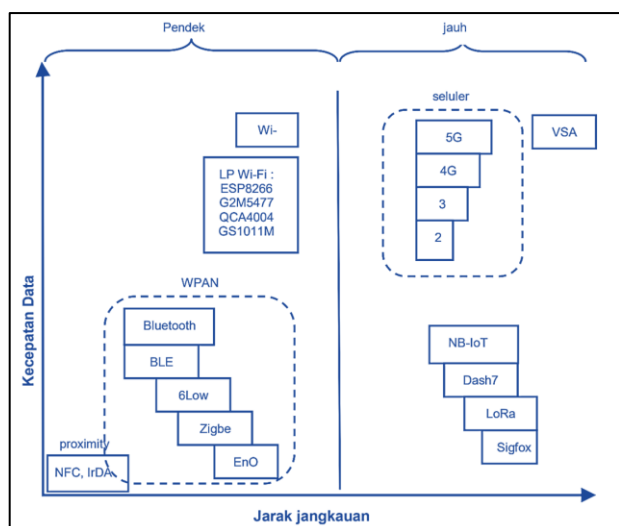
jangkauan. Namun, jangkauan LoRa sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan termasuk *noise* dan penghalang (*obstacle*) di lokasi [4].

Modulasi CSS merupakan teknologi komunikasi yang memanfaatkan *chirp* atau kicauan sebagai pembawa informasi atau data. Penggunaan CSS dipengaruhi oleh *bandwidth* dan *spreading factor*, yang menentukan kinerja dan jangkauan komunikasi. Semakin besar *bandwidth* yang digunakan, maka ukuran data yang dapat dikirimkan akan semakin besar, hal ini berpengaruh terhadap *delay* yang dihasilkan, sehingga data akan lebih cepat sampai apabila nilai *bandwidth* yang digunakan besar [5].

Spreading factor (SF) mengacu pada jumlah bits yang di-enkode pada setiap simbol, nilai SF dapat berkisaran antara 7 hingga 12. *Spreading factor* mempengaruhi kecepatan dan waktu pengiriman data. Penggunaan SF yang tinggi dapat mengurangi *presentase packet loss*, namun dapat memperpanjang waktu pengiriman data. Teknologi ini dapat beroperasi pada frekuensi khusus yang dialokasikan untuk keperluan industri, sains, dan medis atau disingkat (ISM) yaitu frekuensi 433 MHz, 868 MHz, atau 915 MHz, tergantung pada alokasi frekuensi yang ditentukan oleh negara bersangkutan [5].

Pengaplikasian LoRa sangat beragam di berbagai bidang, terutama dalam konteks *Machine to Machine* (M2M). Salah satu contohnya adalah pengembangan *smart city*. Dalam bidang kelistrikan, LoRa memungkinkan pemantauan penggunaan energi dan daya listrik pada suatu gedung secara *real – time*, memberikan manfaat besar dalam efisiensi energi dan pengelolaan konsumsi listrik [6].

LoRa memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi komunikasi lainnya seperti seluler (GSM), Bluetooth maupun WiFi. Pada Gambar 1, terlihat LoRa memiliki keunggulan utama yaitu dapat berkomunikasi jarak jauh seperti seluler, namun dengan konsumsi daya rendah seperti Bluetooth. Hal ini membuat LoRa sangat cocok untuk perangkat sensor yang dioperasikan dengan baterai selama bertahun – tahun dan digunakan di area yang luas. Meskipun LoRa memiliki keterbatasan dan kecepatan transmisi data, yaitu hanya 0.3 kbps hingga 50 kbps, hal ini tidak menjadi permasalahan selama data yang dikirimkan berukuran kecil. Penggunaan aplikasi LoRa sangat cocok untuk berbagai macam sensor yang digunakan dalam pemantauan dan pengumpulan data [6].



Gambar 2. Profil LoRa [7]

C. Pengujian Sinyal Radio LoRa

Aspek menjanjikan dari teknologi LoRa menginspirasi penelitian ini untuk menguji performa LoRa di Indonesia. Terdapat penelitian oleh Asma Yanziah *et al.*, tahun 2020 yang berfokus pada pengujian jarak jangkauan Chip LoRa Rfm 95/96 pada frekuensi 920 MHz dan SF7 untuk area urban. Penelitian ini menganalisis pengaruh jarak transmisi terhadap persentase paket yang hilang (packet loss) dan nilai RSSI, yang merupakan indikator kekuatan sinyal yang diterima. Secara khusus, perbandingan dilakukan antara perhitungan RSSI menggunakan model *log-normal shadowing* dengan hasil pengukuran langsung [8]. Stabilitas dan jangkauan RSSI yang diperoleh dari penelitian tersebut menunjukkan RSSI yang relatif stabil pada setiap titik pengujian, ada tren penurunan RSSI rata-rata dan peningkatan *packet loss* seiring dengan bertambahnya jarak.

Untuk menguji kemampuan kerja LoRa sebagai media komunikasi pada *smart farming*, terdapat beberapa parameter kunci yang diukur dan dianalisis untuk menentukan efektivitasnya. Parameter yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1) RSSI

Dalam mekanisme pengiriman data, terdapat istilah *received signal strength indicator* (RSSI) yang merupakan salah satu parameter penting dalam transmisi radio. RSSI dapat mempresentasikan kekuatan sinyal yang diterima oleh *transceiver* dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti daya transmisi (*TX Power*), hambatan jarak, dan jenis antena yang digunakan. Pada proses pengiriman data dapat dijelaskan melalui besaran daya sebagai berikut: ketika data dikirim, sinyal dihasilkan oleh *transceiver* akan melewati hambatan berupa kabel, dan kemudian sinyal akan diperbesar dayanya oleh antena pengirim.

Sinyal akan merambat melalui udara, di mana akan berpotensi terdapat hambatan seperti *noise* dan *obstacle*. Ketika sinyal mencapai antena penerima, kekuatannya akan diperbesar oleh antena penerima sebelum diteruskan melalui kabel menuju *transceiver* penerima. Pada akhirnya, besaran nilai *receive power* atau RSSI akan didapatkan, yang mempresentasikan

seberapa kuat sinyal yang diterima setelah melewati semua hambatan tersebut [5]. Untuk

2) SNR

Signal-to-Noise Ratio atau SNR adalah parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas sinyal yang diterima terhadap gangguan oleh derau (*noise*). SNR merupakan perbandingan antara sinyal informasi dengan *noise* yang terdapat pada media transmisi data dan penerima/receiver. SNR yang tinggi merepresentasikan kualitas sinyal yang baik dibanding *noise* yang ada [9]. Semakin besar nilai SNR, maka semakin baik kualitas sinyal tersebut. Sebaliknya *noise* yang tinggi akan menyebabkan nilai SNR menurun. Selain itu jarak transmisi juga mempengaruhi SNR [4]. Dengan deskripsi tersebut, nilai sinyal (RSSI) yang tinggi bukan merupakan jaminan kualitas komunikasi data yang baik jika nilai *noisenya* cukup tinggi. SNR yang rendah dapat menyebabkan kesalahan pembacaan data.

D. Spesifikasi LoRa

LoRa adalah modul komunikasi nirkabel yang hemat dalam penggunaan daya dan dapat berkomunikasi pada area yang luas. LoRa dapat melakukan komunikasi dengan jarak maksimal 15 kilometer pada area yang tidak terdapat hambatan [10]. Spesifikasi dari LoRa SX1276 dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
SPESIFIKASI LORA [10]

Spesifikasi	Deskripsi
Model Tipe	LoRa SX1276-MODULE
Rentang Frekuensi	868/915 MHz
Catu Daya	3.3 V
Sensitivitas	Hingga -139 dBm
Output Power Maksimum	20 dBm
Konsumsi Arus	13 mA (receiver mode) 120 mA (transmitter mode), 200 nA (sleep)
Kecepatan Transfer Data	1.2 - 300 Kbps
Modulasi	Lora, FSK, GFSK & OOK
Proteksi	Dilengkapi Built-in ESD Protection
Range RSSI	127 dB Dynamic Range RSSI

E. Protokol Komunikasi LoRa

LoRa termasuk jenis sistem komunikasi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) tanpa kabel yang memiliki kemampuan untuk mentransmisikan data pada jarak jauh dan kebutuhan daya yang rendah. Sistem ini dikembangkan oleh sejumlah perusahaan, termasuk IBM, Semtech, dan Actility, yang tergabung dalam LoRa Alliance. LoRa Alliance telah mengembangkan protokol komunikasi khusus untuk LoRa yang disebut LoRaWAN [11]

Sebagaimana pengguna spektrum frekuensi radio lainnya, penggunaan LoRa juga diatur oleh regulasi yang menentukan alokasi penggunaan spektrum frekuensi radio. Di Indonesia, regulasi tersebut berupa Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika (Permenkominfo) Nomor 2 Tahun 2023 tentang penggunaan spektrum frekuensi radio berdasarkan izin kelas [12]. Menurut Permenkominfo tersebut, alokasi frekuensi untuk perangkat LPWAN termasuk LoRa ditunjukkan pada Tabel 2.

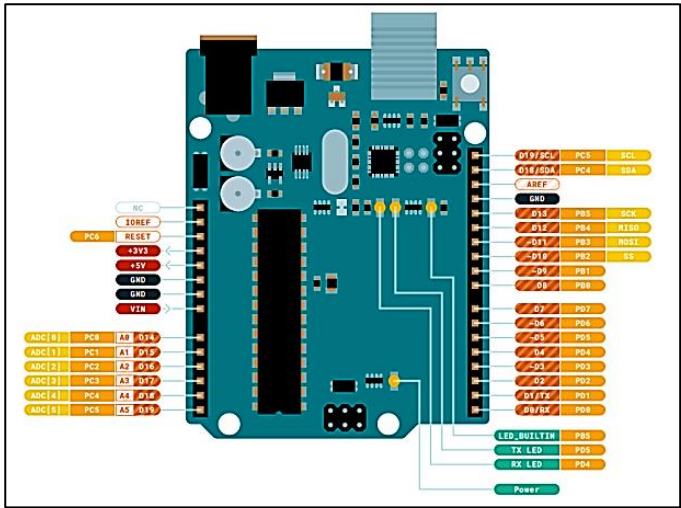
TABEL 2
LOW POWER WIDE AREA NETWORK (LPWAN)

Spektrum Frekuensi Radio	Penggunaan daya Pancar maksimum (EIRP)	Bandwidth Maksimum per Kanal Frekuensi Radio	Duty Cycle Maksimum
433,05-434,79 MHz	16,4mW (12,15 dBm)	125 kHz	Tidak diatur
920 - 923 MHz	Gateway/Base Station: 400 mW (26 dBm) EndNode/ Subscriber Station: 100 mW (20 dBm)	250 kHz	Downlink 1% Uplink 1 %
2400 – 2483,5 MHz	1 Watt (30 dBm)	1 MHz	Tidak diatur

Berdasar Tabel 2, karena pada penelitian ini digunakan struktur LoRa yang terdiri dari gateway dan beberapa end node/sensor node, maka digunakan frekuensi 920 – 923 MHz. Untuk bekerja pada frekuensi tersebut, modul LoRa dengan frekuensi 915 MHz yang terdapat di pasaran dapat digunakan karena frekuensi kerjanya bisa diatur pada 920 – 923 MHz.

F. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P, yang memiliki 14 pin input/output digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ISCP, dan tombol reset [13]. Berikut pada Gambar 2 ialah konfigurasi pin pada Arduino Uno, sedangkan Tabel 3 menampilkan spesifikasinya.



Gambar 3. Konfigurasi pin Arduino Uno [13]

TABEL 3
SPESIFIKASI ARDUINO UNO [13]

Spesifikasi	Deskripsi
Microcontroller	ATmega328p
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7 – 12 V
Input Voltage (limit)	6 – 20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)

PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Lenght	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 gr

G. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan ini dapat membaca tingkat kelembapan tanah di sekitarnya [12]. Meskipun teknologi dari sensor ini sederhana, sensor ini sangat berguna untuk memantau berbagai kondisi tanah seperti di kebun kota atau kebutuhan air tanaman di pertanian. Sensor soil moisture ini menggunakan dua buah probe untuk mengalirkan arus melalui tanah, kemudian sensor ini akan mengukur nilai resistansi atau tahanan yang ada di dalam tanah untuk dapat menentukan tingkat kelembapan yang ada di tanah.



Gambar 3. Sensor kelembapan tanah [14]

Kontruksi dari sensor kelembapan tanah ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan sensor kelembapan tanah. Modul sensor kelembapan tanah terdiri dari empat pin yaitu VCC, GND, D0, dan A0. Pin output digital terhubung ke pin output IC komparator LM393 sedangkan pin analog terhubung ke sensor kelembapan.

H. ESP32

ESP32 merupakan modul yang sudah dilengkapi dengan transceiver WiFi, mikrokontroler, dan port GPIO, sehingga dapat secara langsung dihubungkan dengan masukan seperti sensor atau keluaran seperti LCD display. Modul WiFinya merupakan jenis system on chip (SoC) yang sudah megandung protocol TCP/IP terintegrasi. Gambar ESP32 ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan spesifikasinya ditunjukkan oleh Tabel 4.



Gambar 4. Bentuk modul ESP32 [15]



Gambar 5. Diagram blok rangkaian pengujian

B. Waktu dan Lokasi

Pengujian dilakukan pada bulan Mei 2024, dengan tempat di Desa Manunggal Jaya, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara. Lokasi area persawahan yang digunakan untuk melakukan penelitian dan pengambilan data seperti pada [Gambar 6](#), di mana daerah tersebut memiliki luas lahan yaitu 389,477.77 m² dan area lahan yang digunakan untuk dilakukannya pengambilan data memiliki luas lahan sebesar 10,978.53 m².



Gambar 6. Lokasi pertanian Desa Manunggal Jaya, Tenggarong Seberang

TABEL 4
SPESIFIKASI MODUL ESP32 [15]

Spesifikasi	Keterangan
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32Bit dual-core di 160/240 MHz
SRAM	520 Kb
FLASH	2 Mb (max. 64Mb)
Tegangan	2.2V s/d 3.6V
Arus Kerja	Average 80Ma
Konektifitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2BR/EDR + BLE
UART	3
I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18(12 bit)
DAC	2 (8 bit)

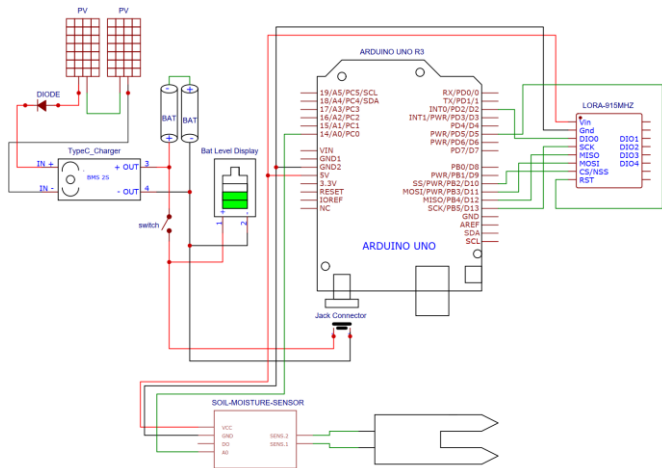
III. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Sistem

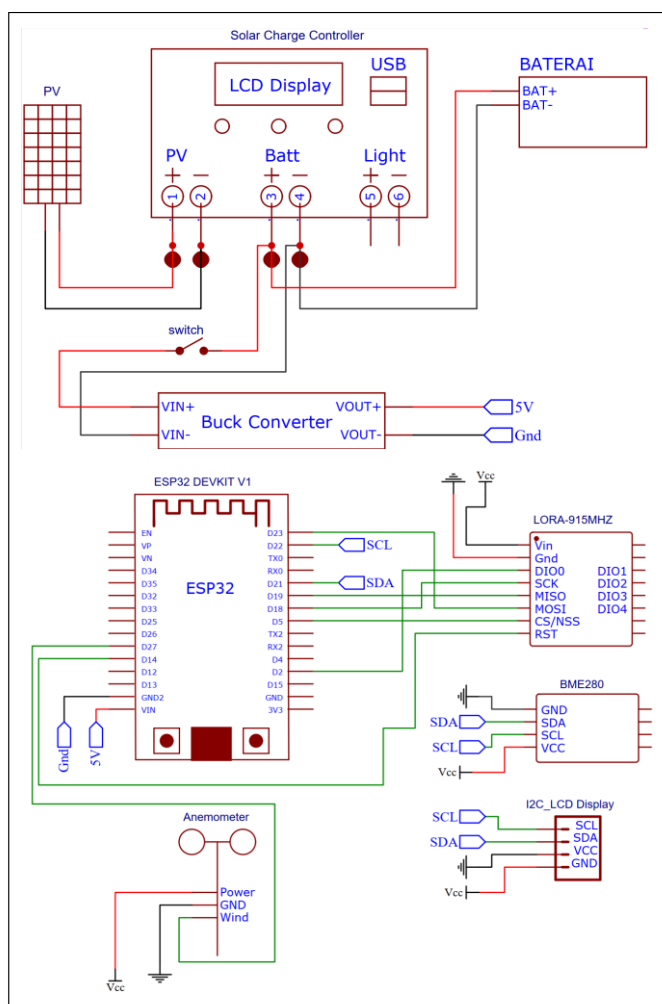
Pada penelitian ini, diagram blok rangkaian yang digunakan untuk melakukan pengujian kemampuan LoRa ditunjukkan dalam [Gambar 5](#). Terdapat modul LoRa – sender yang berfungsi sebagai *data sender* atau pengirim data berupa pengukuran sensor kelembapan tanah. Kemudian data tersebut, akan diterima oleh modul LoRa – receiver. Oleh *transmitter* LoRa pada unit *sender*, paket data yang diterima mengalami proses modulasi dan akan dipancarkan melalui antena *sender*. Ketika data diterima oleh unit *receiver*, parameter RSSI, SNR, dan PL akan dihitung oleh program dalam Arduino Uno dan ditampilkan pada serial monitor. Perangkat yang diperlukan untuk melakukan pengujian adalah modul LoRa (*sender* dan *receiver*), Arduino Uno, baterai, dan sensor kelembapan tanah.

C. Rangkaian LoRa Sender dan Receiver

Untuk keperluan pengujian, dibuatlah rangkaian LoRa *sender* dan *receiver* yang rangkaian lengkapnya berturut-turut ditunjukkan oleh [Gambar 7](#) dan [Gambar 8](#). Pada implementasi rangkaian komunikasi *smart farming*, Rangkaian LoRa *sender* menjadi *sensor node/end node*, sementara rangkaian LoRa *receiver* menjadi *gateway/base station*. Keduanya sudah dilengkapi dengan perangkat lain seperti panel dan sel surya, *solar charge controller*, serta baterai.



Gambar 7. Rangkaian LoRa sender



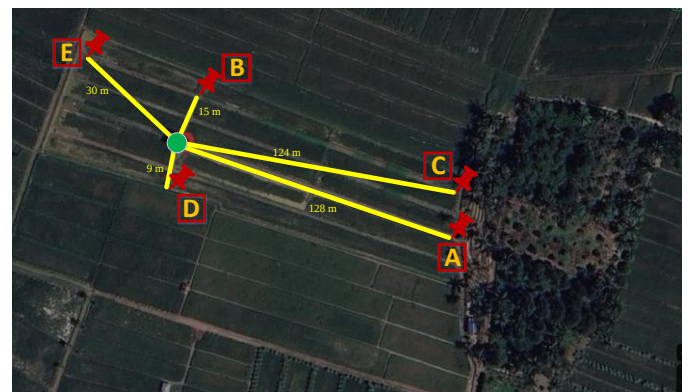
Gambar 8. Rangkaian LoRa receiver

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian, ditentukan lima tempat di mana LoRa sender akan diletakkan dan satu tempat untuk penempatan LoRa receiver, posisi pengujian seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 9](#). Penentuan posisi tersebut

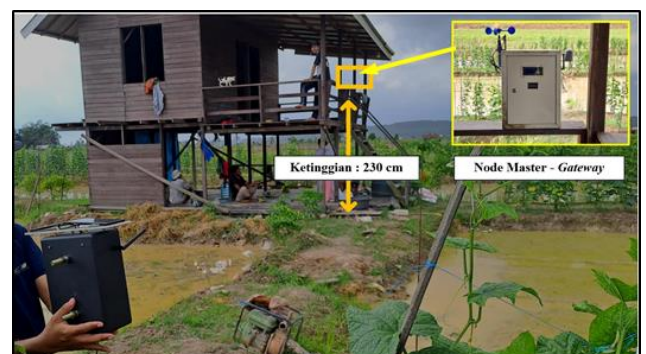
didasarkan pada beberapa faktor utama, seperti distribusi areal pertanian menjadi pertimbangan utama untuk memastikan cakupan area yang luas dan beragam pada area persawahan Desa Manunggal Jaya. Posisi ditandai dengan huruf A, B, C, D, dan E yang dipilih agar dapat mengukur performa LoRa dalam berbagai kondisi medan yang mungkin dihadapi dalam area pertanian.

Jarak yang divariasikan antara 9 meter hingga 128 meter dari receiver digunakan untuk mengevaluasi jangkauan efektif dan kualitas sinyal LoRa pada jarak yang berbeda – beda. Hal ini penting untuk mengetahui sejauh mana teknologi LoRa dapat diandalkan dalam komunikasi data di area persawahan. Beberapa posisi sender dipilih dengan mempertimbangkan adanya potensi hambatan fisik, seperti pepohonan atau bangunan, untuk menilai pengaruhnya terhadap kualitas sinyal. Lokasi receiver diletakkan pada sebuah rumah ladang (ditandai dengan lingkaran hijau pada [Gambar 9](#)), yang juga berfungsi sebagai pusat kendali dan pemantauan.



Gambar 9. Lokasi LoRa sender dan receiver

Lebih rinci, peletakan LoRa receiver di rumah ladang ditunjukkan pada [Gambar 10](#). Ketinggian LoRa sender dari atas tanah, termasuk antenanya adalah sekitar 230 cm.



Gambar 10. Penempatan LoRa receiver di rumah ladang

Lebih rinci, peletakan LoRa receiver di rumah ladang ditunjukkan pada [Gambar 10](#), dengan ketinggian dari atas tanah sekitar 230 cm. Sementara itu, LoRa sender, yang mempunyai ukuran box lebih kecil dibawa ke titik A hingga E, dan ditempatkan pada ketinggian 135 cm seperti yang ditampilkan pada [Gambar 11](#).



Gambar 11. Penempatan LoRa sender di lokasi A

Pada setiap lokasi LoRa sender, pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali. Selanjutnya, rata-rata dari sepuluh hasil pengukuran tersebut dihitung. Hasil pengukuran RSSI dan SNR ditunjukkan pada Tabel 5. Pengukuran dilakukan pada lima lokasi berbeda dengan jarak bervariasi antara 9 hingga 128 meter.

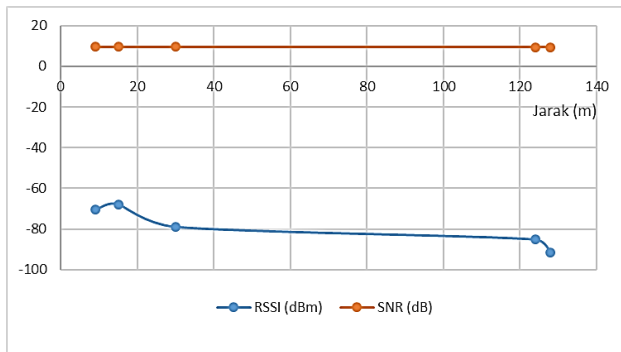
Pengukuran RSSI (*Received Signal Strength Indikator*) dan SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) dilakukan karena kedua parameter ini merupakan suatu indikator utama dalam penilaian kualitas jaringan nirkabel seperti pada LoRa. Pengukuran RSSI akan memberikan informasi tentang kekuatan dari sinyal yang diterima, hal ini penting untuk mengetahui sejauh mana sinyal dapat dijangkau dan tetap dapat diterima oleh receiver. Artinya, semakin tinggi nilai RSSI maka semakin kuat sinyal yang diterima, yang biasanya menunjukkan konektivitas yang lebih baik.

Di sisi lain, SNR akan memberikan informasi tentang seberapa jelas sinyal di atas tingkat kebisingan (*noise*) dari komunikasi tersebut. SNR yang tinggi menunjukkan bahwa sinyal yang diterima lebih jelas dan dapat dideteksi di atas kebisingan, penting untuk memastikan data yang ditransmisikan dapat diterima dengan benar dan diinterpretasikan dengan benar oleh receiver.

TABEL 5 DATA HASIL PENGUKURAN PENERIMAAN SINYAL LORA PADA FREKUENSI 920 MHz						
No	Lokasi Pengujian	Jarak Node Master dan Node Sensor	RSSI dBm	SNR dB	Hasil Uji Rata – rata	
					RSSI [dBm]	SNR [dB]
1	A	128 meter	-99	9,00	-91,70	9,45
			-94	9,00		
			-96	9,50		
			-90	9,25		
			-90	9,00		
			-91	9,00		
			-91	9,25		
			-89	10,50		
			-89	10,50		
			-88	9,50		
2	B	15 meter	-67	9,50	-67,80	9,68
			-68	9,75		
			-70	9,75		
			-64	9,25		
			-69	9,50		
			-66	9,50		
			-68	9,50		
			-70	10,25		
			-67	9,50		
			-67	9,50		

3	C	124 meter	-69	9,75	-85,10	9,45
			-67	10,00		
			-83	9,75		
			-84	9,75		
			-81	9,50		
			-82	9,50		
			-83	9,25		
			-83	9,50		
			-87	9,50		
			-90	9,25		
4	D	9 meter	-88	9,25	-70,50	9,60
			-90	9,25		
			-75	10,00		
			-70	9,75		
			-70	9,50		
			-69	9,50		
			-70	9,25		
			-70	9,50		
			-70	9,75		
			-71	9,50		
5	E	30 meter	-70	9,50	-78,90	9,63
			-77	9,50		
			-78	10,25		
			-78	9,25		
			-80	9,25		
			-79	9,25		
			-79	9,50		
			-81	9,75		
			-82	10,00		
			-78	9,50		

Jika nilai RSSI rata-rata dan SNR rata-rata dibandingkan dengan jarak antara Node Master / LoRa receiver dengan Node Sensor / LoRa sender maka dapat diperoleh grafik yang ditampilkan pada Gambar 12. Tampak bahwa semakin jauh jarak antara sender dan receiver, nilai RSSI semakin berkurang. Tetapi dengan perubahan jarak yang signifikan, penurunan RSSI tidak berbanding lurus. Bahkan, karena nilai RSSI terkecil sekalipun (-91,70 dBm) masih berada di atas nilai sensitifitas minimum modul LoRa (-139 dBm), dapat diperkirakan bahwa jarak yang dapat ditempuh LoRa di area pertanian tersebut dapat mencapai belasan kilometer. Hal ini berbeda dengan apa yang diperoleh dari pengukuran kemampuan LoRa dalam kampus [2], di mana untuk tinggi antenna LoRa receiver mencapai 6 m di atas tanah saja, dengan jarak LoRa sender sejauh 132 m, sudah diperoleh RSSI sebesar -117 dBm. Tingginya nilai RSSI di lahan pertanian dibanding area kampus karena lahan pertanian merupakan area terbuka, sehingga komunikasi antara loRa sender dan receiver terjadi pada kondisi *line of sight* (LoS) yang merupakan kondisi ideal untuk komunikasi radio pada frekuensi 920 Mhz. Sementara di area kampus Politeknik Negeri Samarinda terdapat banyak gedung tinggi dan dataran tinggi.



Gambar 12. Grafik perbandingan RSSI dan SNR rata-rata terhadap jarak antara LoRa receiver dengan LoRa sender.

Nilai SNR di lahan pertanian Desa Manunggal Jaya cukup baik dan cenderung sama, di mana nilai tertinggi mencapai 9,68 dB pada jarak 15 meter dan terendah sebesar 9,45 dB pada jarak 128 meter. Hal ini wajar karena di lahan pertanian hampir tidak terdapat sumber *noise*. Jika dibandingkan dengan pengujian kemampuan LoRa di kampus [2], adanya sumber *noise* seperti: AC, komputer, monitor, *mobile phone*, *access point* WiFi menyebabkan nilai SNR mencapai tertinggi sebesar 8,58 dB pada jarak 30 meter dan -0,25 dB pada jarak 132 meter.

V. KESIMPULAN

Berdasar data yang diperoleh dari hasil pengujian di area pertanian Desa Manunggal Jaya dan analisisnya, dapat disimpulkan bahwa penurunan RSSI tidak signifikan dibanding peningkatan jarak antara LoRa sender dan LoRa receiver. Nilai RSSI terendah (-91 dBm) yang diperoleh pada jarak 128 meter masih terpaut jauh dari sensitifitas modul LoRa yang digunakan, sehingga dapat diestimasi bahwa jarak yang dijangkau oleh LoRa pada lahan pertanian tersebut masih dapat lebih jauh. Selain itu, nilai SNR relatif tetap pada jarak terdekat sebesar 9 meter dan terjauh sebesar 128 meter, yang menandakan bahwa di lahan pertanian hampir tidak ada sumber *noise*.

REFERENSI

- [1] *LoraWAN, What Is It? A Technical Overview of LoRa® and LoRaWAN™*, Whitepaper, LoRa Alliance, San Ramon California, 2015.
- [2] A. S. Dewi, D. Darlis, dan R. A. Primadhi, "Rancang bangun agriculture node untuk monitoring kualitas tanah berbasis Lora AS923-2 guna mendukung penelitian integrated smart farming Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 9, no. 1, pp. 220-231, 2023.
- [3] H. W. Yoon, D. J. Kim, M. Lee, C. Weon dan A. Smith, "L & M Farm: A Smart Farm based on LoRa & MQTT," *2020 International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS)*, Barcelona, Spain, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/COINS49042.2020.9191387.
- [4] A. R. Batong, P. Murdiyat, dan A. H. Kurniawan, "Analisis kelayakan LoRa untuk jaringan komunikasi sistem monitoring listrik Di Politeknik Negeri Samarinda," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, p. 55, Dec. 2020, doi: 10.46964/poligrid.v1i2.602.v
- [5] M. M. Kurniawan, K. Amron, dan R. A. Siregar "Analisis karakteristik transmisi LoRa pada wilayah perkotaan," *Jurnal Pengembangan*

Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 6, no. 8, pp. 3977 - 3986, 2022.

- [6] P. D. D. Istianti, S. Y. Prawiro, N. B. A. Karna, dan I. A. NurSafa "Analisis performansi teknologi akses LPWAN LoRa Antares untuk komunikasi data end node," *Prosiding The 11 Conference on Information Tecnology and Electrical Engineering 2019 (CITEE 2019)*, Yogyakarta, 24-25 Juli 2019, pp. 22 - 26 , 2019.
- [7] E. Murdyantoro, I. Rosyadi, dan H. Septian, "Studi performansi jarak jangkauan Lora OLG01 sebagai infrastruktur konektivitas nirkabel IoT," *Dinamika Rekayasa*, vol. 15, no. 1, pp. 47-56, Apr. 2019, doi: 10.20884/1.dr.2019.15.1.239.
- [8] A. Yanziah, S. Soim, dan M. M. Rose, "Analisis jarak jangkauan LoRa dengan parameter RSSI dan packet loss pada area urban," *Jurnal Teknologi Technoscience*, vol. 13, no. 1, p. Agustus 2020.
- [9] D. S. Simangunsong, A. A. Zahra, dan A. Hidayatno, "Estimasi perbaikan nilai SNR (signal to noise ratio) pada proses denoising menggunakan metode wavelet terhadap suatu sinyal berderau," *Transient*, vol. 2, no. 4, pp. 895-899, Desember 2023, doi: <https://doi.org/10.14710/transient.v2i4.895-899>.
- [10] *Semtech Datasheet - LoRa SX1276/77/78/79*, Semtech Corporation, 2015.
- [11] E. D. Widiyanto, A. A. Faizal, D. Eridani, R. D. O. Augustinus, dan M. S. Pakpahan, "Simple LoRa Protocol: Protokol komunikasi LoRa untuk sistem pemantauan multisensor," *TELKA*, vol. 5, no. 2, pp. 83-92, Nov. 2019, doi: 10.15575/telka.v5n2.83-92.
- [12] *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 2 Tahun 2023 tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas*, Kementerian Komunikasi dan Informatika, Jakarta, 2023.
- [13] *Arduino, Arduino IDE*, [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Accessed 21 02 2023].
- [14] *Moisture Sensor (SKU:SEN0114)*, DFRobot, 2017.
- [15] *ESP32 Series Datasheet*, Espressif Systems, 2023.