IEEE Access
Multidisciplinary | Rapid Review | Open Access Journal

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2017.Doi Number

Perancangan Sistem Pemantauan Real-time Hama Tikus Menggunakan Teknologi LoRa dan Radio Frekuensi

Aditya Rizky Nur Fauzi[1]

[1]Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281 Indonesia

Corresponding author: Aditya Rizky Nur Fauzi (e-mail: aditya.rizky2403@mail.ugm.ac.id).

ABSTRACT Desa Jati merupakan wilayah agraris di mana sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah gangguan hama tikus, terutama pada musim-musim tertentu. Tikus sering kali menyebabkan kerusakan signifikan pada hasil panen, sehingga mengancam mata pencaharian warga desa. Sebelumnya, telah dilakukan beberapa program kerja yang berfokus pada pengembangan perangkat pengusir tikus dan perangkap untuk mengurangi populasi hama ini. Sebagai kelanjutan dari upaya tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan real-time berbasis LoRa dan radio frekuensi yang dipasang pada perangkap tikus. Dengan sistem ini, jumlah tikus yang tertangkap dapat dimonitor secara terus-menerus, sehingga efektivitas perangkap dapat dievaluasi dan tindakan lebih lanjut dapat diambil dengan cepat. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengendalian hama tikus di Desa Jati, sekaligus memberikan solusi yang lebih berkelanjutan bagi para petani.

Keywords: Hama Tikus, Desa Jati, Teknologi LoRa, Radio Frekuensi, Monitoring Pertanian, Pemantauan Real-time, Pertanian Berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Serangan hama tikus, terutama pada musim-musim tertentu, merupakan tantangan besar bagi para petani di daerah pedesaan. Di Desa Jati, di mana mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani, kehadiran tikus telah berulang kali menyebabkan kerusakan yang signifikan pada hasil panen, mengancam sumber penghidupan masyarakat setempat. Meskipun inisiatif sebelumnya telah berfokus pada pengembangan perangkat pengusir tikus dan perangkap untuk mengurangi masalah ini, upaya berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan efektivitas metode tersebut.

Perangkat ini dirancang untuk memantau perangkap tikus secara real-time menggunakan teknologi LoRa dan radio frekuensi. Dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi penangkapan tikus, sistem ini secara otomatis mencatat jumlah tikus yang tertangkap dan mengirimkan pemberitahuan kepada petani. Dengan memanfaatkan data real-time, sistem ini membantu memastikan efisiensi perangkap dan memungkinkan tindakan cepat untuk diambil.

Penerapan sistem ini menawarkan beberapa manfaat, termasuk peningkatan perlindungan tanaman, pengurangan kerugian finansial bagi petani, serta peningkatan produktivitas pertanian secara keseluruhan. Selain itu, sistem ini juga berkontribusi terhadap praktik pengelolaan hama yang lebih berkelanjutan, memberikan rasa tenang bagi petani, dan mendorong standar keselamatan yang lebih tinggi dalam sektor pertanian [1].

II. KONSEP OPERASI SISTEM

Sistem sensor yang dijelaskan di atas beroperasi berdasarkan empat parameter utama: pengukuran massa, amplifikasi sinyal, pengolahan data, dan transmisi data real-time. Pertama, sensor massa load cell yang terpasang di bawah perangkap tikus mengukur massa tikus yang tertangkap. Sinyal dari sensor ini kemudian diperkuat menggunakan modul HX711 agar lebih mudah diproses. Data yang diperoleh dikirimkan ke Arduino Uno, yang kemudian mengolahnya menjadi informasi kuantitatif mengenai jumlah tikus yang tertangkap.

Setelah data diolah, sistem secara otomatis mengirimkan informasi tersebut secara real-time melalui modul LoRa ke gateway LoRaWAN. Di beberapa titik monitoring, seperti di dusun atau desa, telah dipasang komputer dengan antarmuka yang dirancang khusus untuk memantau hasil dari LoRaWAN secara real-time. Komputer-komputer ini memungkinkan petani dan pihak terkait untuk segera mengetahui jumlah tikus yang tertangkap di perangkap, memungkinkan tindakan yang lebih cepat dan efektif dalam mengendalikan populasi hama

tikus. Sistem sensor ini menunjukkan pendekatan proaktif dalam pengendalian hama tikus, dengan mengintegrasikan teknologi pengukuran massa, pemrosesan data, dan komunikasi nirkabel secara real-time. Dengan mengevaluasi kondisi secara dinamis dan memberikan data yang akurat serta tepat waktu, sistem ini tidak hanya meningkatkan efektivitas perangkap tikus, tetapi juga memberikan alat bagi komunitas pertanian untuk melakukan intervensi yang lebih cepat dan tepat sasaran [2].

.

III. SATUAN

Sistem sensor yang dijelaskan dalam makalah ini menggunakan kombinasi satuan SI, dengan beberapa pengecualian untuk alasan praktis. Satuan utama yang digunakan meliputi gram (g) untuk massa tikus yang tertangkap, dB (desibel) untuk kekuatan sinyal LoRa, dan unit untuk kuantitas tikus yang terperangkap. Penggunaan satuan dB dalam pengukuran kekuatan sinyal dipilih karena merupakan standar yang umum digunakan dalam komunikasi nirkabel, termasuk teknologi LoRa. Sementara itu, massa tikus diukur dalam gram (g) untuk memastikan presisi dalam pengukuran berat tikus yang tertangkap.

IV. KESALAHAN UMUM

Dalam desain dan penulisan makalah yang berkaitan dengan sistem sensor pemantauan hama, penting untuk menghindari kesalahan umum guna memastikan akurasi dan kejelasan informasi. Pertama, perhatian harus diberikan pada penggunaan terminologi terkait jumlah sensor yang digunakan. Penting untuk membedakan antara bentuk tunggal dan jamak saat merujuk pada sensor, karena sistem pemantauan hama biasanya menggunakan beberapa sensor untuk mengumpulkan berbagai jenis data, seperti massa tikus dan kekuatan sinyal.

Kedua, ketika mendeskripsikan sensor, hindari penggunaan istilah yang terlalu umum tanpa penjelasan yang memadai. Misalnya, menyebutkan "sensor massa" tanpa menjelaskan jenis sensor yang digunakan, seperti load cell atau modul HX711 untuk amplifikasi, dapat menyebabkan kebingungan bagi pembaca. Sebaiknya, sebutkan secara spesifik jenis sensor dan modul yang digunakan serta fungsinya dalam sistem.

Ketiga, pastikan bahwa satuan pengukuran yang digunakan konsisten dan sesuai dengan standar yang berlaku. Penggunaan satuan seperti gram (g) untuk massa, dB (desibel) untuk kekuatan sinyal, dan unit untuk kuantitas tikus harus dijelaskan dengan jelas untuk menghindari ambiguitas. Inkonsistensi dalam penggunaan satuan atau terminologi dapat menyebabkan kesalahan interpretasi data dan kesulitan dalam perbandingan dengan penelitian lain di bidang yang sama. Memastikan keakuratan dalam terminologi, penjelasan yang spesifik, dan konsistensi satuan pengukuran akan membantu meningkatkan kualitas dan kredibilitas makalah yang dituli.

V. SPESIFIKASI ALAT DAN PIRANTI

A. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 dipilih sebagai mikrokontroler utama dalam sistem ini karena keandalannya dan dukungan komunitas yang luas. Arduino Uno R3 memiliki 14 pin digital input/output dan 6 pin analog, yang memungkinkan integrasi mudah dengan berbagai sensor dan modul seperti load cell dan LoRa SX1278. Selain itu, Arduino Uno R3 memiliki kemudahan dalam pemrograman dengan bahasa C/C++ menggunakan Arduino IDE, yang mendukung pengembangan prototipe dan iterasi cepat. Fleksibilitas dalam pemrograman, ketersediaan dokumentasi yang luas, serta kemampuan untuk mengelola tugas-tugas pemrosesan data secara real-time menjadikan Arduino Uno R3 pilihan yang ideal untuk sistem pemantauan ini.

B. Load Cell dan HX711

Sensor load cell digunakan dalam sistem ini untuk mendeteksi massa tikus yang terperangkap dalam perangkap. Load cell dipilih karena kemampuannya untuk memberikan pengukuran yang presisi terhadap perubahan massa, yang merupakan parameter penting dalam menentukan jumlah tikus yang tertangkap. Modul HX711 digunakan sebagai penguat sinyal dan konverter ADC (Analog to Digital Converter), yang memungkinkan pengolahan data berat yang akurat oleh Arduino Uno. Kombinasi load cell dan HX711 memberikan keandalan tinggi dan akurasi yang diperlukan dalam sistem pemantauan hama, di mana informasi massa tikus yang tertangkap akan dikirim secara real-time melalui modul LoRa.

TABEL I
HX711 DATABASE

Fitur	Deskripsi
Saluran Input Diferensial	Dua saluran input diferensial yang dapat dipilih
PGA (Penguat Sinyal Operasional) On-chip	Penguat sinyal dengan gain yang dapat dipilih: 32, 64, dan 128
Regulator Catu Daya On-chip	Regulator catu daya untuk load-cell dan catu daya analog ADC
Oskilator On-chip	Oskilator internal tanpa komponen eksternal, dengan kristal eksternal opsional
Power-on-Reset On-chip	Fitur reset saat daya dinyalakan
Kontrol Digital dan Antarmuka Serial	Kontrol digital sederhana dan antarmuka serial: kontrol berbasis pin, tanpa pemrograman
Laju Data Output	Laju data output yang dapat dipilih: 10 SPS atau 80 SPS
Penolakan Gangguan 50 dan 60Hz	Penolakan gangguan simultan pada frekuensi 50Hz dan 60Hz
Konsumsi Arus	Konsumsi arus: operasi normal < 1.5mA, mode hemat daya < 1μA
Rentang Tegangan Operasi	Rentang tegangan operasi: 2.6 ~ 5.5V
Rentang Suhu Operasi	Rentang suhu operasi: -40 ~ +85°C
Kemasan	Kemasan SOP-16 dengan 16 pin

C. LoRa SX1278

Modul LoRa SX1278 dipilih untuk komunikasi nirkabel jarak jauh dalam sistem ini karena keunggulannya dalam hal jangkauan dan efisiensi energi. LoRa (Long Range)

merupakan teknologi yang ideal untuk pengiriman data dalam jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, yang sangat penting dalam aplikasi monitoring di area luas seperti perkebunan atau lahan pertanian. SX1278 mendukung spektrum frekuensi yang luas dan memiliki kemampuan penetrasi yang baik, bahkan dalam kondisi lingkungan yang kompleks. Modul ini memungkinkan transmisi data hasil pengukuran dari perangkap tikus ke gateway LoRaWAN, sehingga memungkinkan pemantauan real-time di pusat monitoring [3].

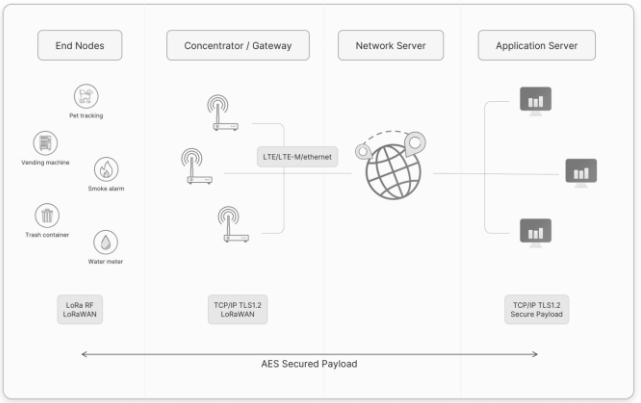
TABEL II
SX1278 DATABASE

Fitur	Deskripsi
Link Budget Maksimum	168 dB
Output RF Konstan	+20 dBm (100 mW) terhadap V supply
PA (Penguat Daya) Efisiensi Tinggi	+14 dBm
Laju Bit yang Dapat Diprogram	Hingga 300 kbps
Sensitivitas Tinggi	Hingga -146.5 dBm
Front End Tahan Gangguan	IIP3 = -12 dBm
Imunitas Terhadap Blocking	100 dB
Arus RX Rendah	10 mA, 200 nA untuk retensi register
Sintesis Terintegrasi	Resolusi 61 Hz
Modulasi	FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa, dan OOK
Sinkronisasi Bit Terintegrasi	Untuk pemulihan clock
Pengenalan Kata Sinkronisasi	Pengakuan kata sinkronisasi
Deteksi Preamble	Deteksi preamble
Rentang Dinamis RSSI	115 dB+
RF Sense Otomatis dengan AFC Cepat	Dilengkapi dengan AFC (Automatic Frequency Control) cepat

D. LoRaWAN

LoRaWAN digunakan sebagai protokol komunikasi yang menghubungkan node LoRa ke jaringan pusat melalui gateway. LoRaWAN dipilih karena kemampuannya untuk mengelola sejumlah besar node dalam jaringan yang luas, dengan konsumsi daya yang sangat rendah. Ini memungkinkan sistem untuk bekerja secara efisien selama periode waktu yang lama tanpa memerlukan penggantian baterai yang sering [4]. Dalam konteks sistem pemantauan hama tikus ini,

GAMBAR I
ILUSTRASI ARSITEKTUR LORAWAN



Arsitektur jaringan LoRaWAN biasanya terdiri dari perangkat akhir (seperti sensor), gateway (juga dikenal sebagai Long Range Relay atau LRR), server jaringan (Long Range Controller atau LRC), dan Sistem Dukungan Operasi (OSS) untuk pengelolaan jaringan. Dalam jaringan LoRaWAN®, server jaringan mengontrol lapisan MAC virtual, sementara gateway memfasilitasi integrasi dengan server jaringan dan koneksi ke Internet. Jaringan LoRaWAN® biasanya menerapkan topologi star-of-stars, di mana gateway mengelola komunikasi data antara perangkat akhir dan server jaringan. Perangkat akhir mengirim data ke semua gateway dalam jangkauan, dan komunikasi dua arah umumnya didominasi oleh uplink dari perangkat akhir ke server. Keuntungan dari topologi star termasuk fleksibilitas penambahan gateway tanpa perencanaan sebelumnya dan pengiriman pesan yang lebih andal karena beberapa gateway menerima paket data yang sama secara bersamaan.

LoRaWAN memfasilitasi pengiriman data secara real-time dari berbagai lokasi perangkap tikus ke pusat monitoring, di mana data tersebut dapat dianalisis untuk tindakan lebih lanjut. Pemilihan LoRaWAN mendukung kebutuhan sistem untuk pemantauan yang terdistribusi dan skalabilitas yang tinggi

VI. DESAIN ANTARMUKA SISTEM

GAMBAR II
DESAIN ANTARMUKA SISTEM

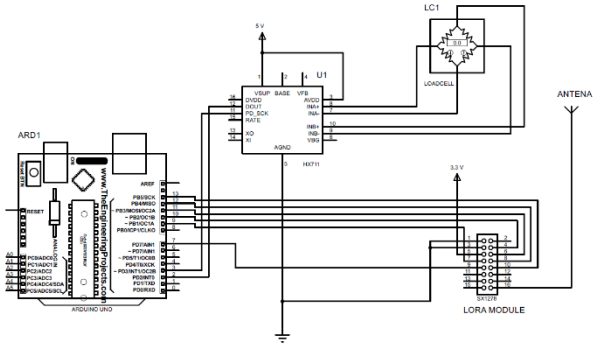


Diagram di atas menunjukkan cara menghubungkan Arduino Uno dengan modul HX711, load cell, dan modul LoRa SX1278. Arduino Uno bertindak sebagai mikrokontroler utama yang mengelola keseluruhan sistem, berinteraksi dengan load cell melalui HX711 untuk pembacaan data, dan juga menangani komunikasi data dengan modul LoRa SX1278. HX711 berfungsi sebagai penguat sinyal dan konverter ADC, mengambil data dari load cell dan meneruskannya ke Arduino melalui pin PD_SCK dan DOUT. Modul HX711 disuplai oleh daya 5V dan dihubungkan ke ground, sementara load cell mengukur massa tikus yang kemudian diperkuat oleh HX711.

Modul LoRa SX1278 menangani transmisi data nirkabel menggunakan teknologi LoRa, dengan pin MISO, MOSI, SCK, dan NSS dihubungkan ke pin digital Arduino untuk komunikasi SPI. Modul LoRa mendapatkan daya dari sumber 3.3V yang disuplai oleh Arduino. Antena yang terhubung dengan modul LoRa SX1278 berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal radio ke dan dari gateway LoRaWAN. Dengan menggabungkan semua komponen ini, sistem dapat memantau hama tikus secara real-time dan mengirimkan data melalui teknologi LoRa untuk pemantauan jarak jauh yang efisien [5].

VII. KONDISI SAAT INI DAN KEBERLANJUTAN

Sebagai bagian dari program kerja KKN penulis, telah dikembangkan sistem perangkap tikus konvensional dan perangkat penghalau yang mengarahkan tikus dari tengah sawah ke area pinggir. Sistem ini mendukung efektivitas perangkap yang ditempatkan di pinggir sawah. Dengan adanya sistem monitoring nantinya, pemantauan hama menjadi lebih efisien dan memudahkan proses evaluasi.

Prospek keberlanjutan dari perancangan sistem pemantauan hama tikus berbasis LoRa dan radio frekuensi sangat menjanjikan. Sistem ini memanfaatkan teknologi LoRaWAN untuk menyediakan pemantauan real-time tanpa memerlukan koneksi internet langsung, yang mengurangi ketergantungan pada infrastruktur komunikasi yang kompleks dan mahal. Dengan kemampuan transmisi data jarak jauh dan konsumsi daya yang rendah, sistem ini tidak hanya mengurangi kebutuhan pemeliharaan tetapi juga memperpanjang umur perangkat. Teknologi ini mendukung pengendalian hama dengan cara yang lebih ramah lingkungan dan akurat, mengurangi penggunaan metode kimiawi yang berpotensi merusak lingkungan. Selain itu, fleksibilitas sistem memungkinkan integrasi dengan jaringan LoRaWAN® yang ada atau akan datang, serta adaptasi untuk berbagai jenis monitoring hama di masa depan. Ini memberikan potensi untuk mengembangkan solusi serupa bagi berbagai masalah hama lainnya, memastikan bahwa sistem ini tetap relevan dan berkelanjutan dalam jangka panjang..

VIII. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan sistem pemantauan hama tikus berbasis LoRa dan radio frekuensi ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi sensor dan komunikasi nirkabel secara diprediksi dapat meningkatkan efektivitas pengendalian hama di Desa Jati. Sistem ini menggunakan sensor load cell dan modul HX711 untuk pengukuran presisi massa tikus, yang datanya dikirim secara real-time melalui modul LoRa SX1278 ke pusat monitoring. Pemantauan berkelanjutan memungkinkan pengumpulan data akurat mengenai jumlah tikus yang tertangkap, sehingga petani dapat mengambil tindakan cepat dalam pengendalian hama. Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama memastikan koordinasi yang efisien antara komponen, sementara teknologi LoRa mendukung transmisi data yang handal meski dalam jarak jauh. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi kerugian finansial petani.

REFERENSI

[1] N. Arrohmah, "Implementasi Sistem Monitoring Saluran Irigasi dan Pendeteksi Hama Berbasis LoRa (Long Range) untuk Optimalisasi Pertanian Berkelanjutan," 2024. [Online]. Available: sipora.polije.ac.id..

[2] E. Y. D. Rilangi and M. S. Iqbal, "SISTEM IoT BERBASIS LoRa UNTUK PEMANTAUAN PARAMETER pH DAN KELEMBABAN TANAH PADA TANAMAN STROBERI," SinarFe7, vol. 2021, pp. 1-8, 2021. [Online]. Available: journal.fortei7.org.

[3] A. W. Mochamad, "Trap Lamp System Untuk Hama Wereng Menggunakan Metode IoT Berbasis Solusi Long Range (LoRa)," 2024. [Online]. Available: repository.its.ac.id..

[4] D. P. Sari, "Prototype alat monitoring suhu, kelembaban dan kecepatan angin untuk smart farming menggunakan komunikasi LoRa dengan daya Listrik menggunakan panel surya," Kilat, vol. 2021, pp. 1-10, 2021. [Online]. Available: jurnal.itpln.ac.id.

[5] N. S. A. Tambunan and E. D. Sihombing, "Rancang bangun sistem monitoring tanaman tomat menggunakan komunikasi LoRa pada rumah kaca," Nasional Social &, vol. 2021, pp. 1-12, 2021. [Online]. Available: ojs.polmed.ac.id.