

DESAIN NODE SENSOR UNTUK MONITORING LAHAN PERSAWAHAN BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA328P

Oleh:

Farid Wikarsa^{*1}, Mohammad Fajar², Syaiful Rahman³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, STMIK Kharisma Makassar

¹farid_12@kharisma.ac.id, ²fajar@kharisma.ac.id, ³syaifulrahman@kharisma.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang node sensor menggunakan mikrokontroler ATmega328P sebagai alat monitoring kondisi lahan persawahan yang berbiaya rendah. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan evaluasi prototip *node* sensor hasil rancangan. Node sensor yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari ATmega328P sebagai pengontrol rangkaian elektronik, sensor DHT11 untuk mengindera kondisi temperatur dan kelembaban udara, sensor *soil moisture* untuk mengindera kondisi kelembaban tanah, baterai 9V sebagai sumber energi node, 16MHz *clock crystal* untuk meningkatkan akurasi mikronkontroler, *voltage regulator* untuk mengatur tegangan listrik node, dan kapasitor untuk mengatur timer sirkuit. Untuk sisi perangkat lunak node, digunakan bahasa pemrograman C/C++ Arduino. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa node sensor yang dirancang mampu melakukan penginderaan temperatur dan kelembaban udara, kelembaban tanah serta mengirim dan menerima data hasil penginderaan tersebut ke/dari node *gateway*. Jarak komunikasi modul nRF24L01 yang digunakan oleh node rancangan tanpa antena eksternal hingga 20,65 meter dengan rata-rata *packet loss* 20%.

Kata kunci : ATmega328P, node sensor, jaringan sensor nirkabel, lahan persawahan

Abstract: *The purpose of this research is to design a low cost sensor node using ATmega328p microcontroller for monitoring a paddy field condition. Data collection techniques are done by literature study and sensor node prototype evaluation. The designed sensor node in this research consist of ATmega328P as an electronic circuit controller, DHT11 sensor to sense temperature and humidity, soil moisture sensor to read soil moisture parameter, 9V battery as power source of the node, 16MHz clock crystal to increase the microcontroller accuracy, voltage regulator to maintain a constant voltage level, and capacitor for the timer of the circuit. We use the C/C++ Arduino programming language to develop the software side of the node. The evaluation results show that the proposed sensor node is capable of sensing air temperature and humidity, soil moisture as well as send and receive the sensing data to/from the gateway node. The communication distance of the nRF24L01 module that we use for the node without an external antenna is up to 20.65 meters with an average packet loss of 20%.*

Keywords : *ATmega328P, sensor node, wireless sensor networks, paddy field*

*Corresponding author : Farid Wikarsa (farid_12@kharisma.ac.id)

PENDAHULUAN

Saat ini, jaringan sensor nirkabel telah banyak diterapkan di berbagai bidang, salah satu bidang yang mendapat banyak perhatian peneliti yaitu bidang pertanian (Fajar, Halid, Rahman, 2017), (Catania, Vallone, Ortolani, 2013). Di bidang pertanian, jaringan sensor nirkabel umumnya digunakan untuk mengidentifikasi tanaman atau memantau parameter-parameter udara dan tanah seperti temperatur udara, kelembaban udara, kelembaban tanah dan tanaman (Mala, D. and Patil, 2016). Pemantauan ini bersifat *real time* yang merupakan fitur penting dalam pengelolaan lahan persawahan yang membutuhkan penanganan yang cepat. Meskipun jaringan sensor nirkabel telah menjangkau bidang pertanian, akan tetapi masih terdapat sejumlah tantangan yang perlu diselesaikan seperti pertimbangan konsumsi energi yang digunakan, jarak komunikasi antar node, hingga biaya penyediaan node-node jaringan sensor. Pada daerah yang luas dan memiliki akses terbatas seperti pada lahan persawahan atau perkebunan, *node* sensor yang dapat bertahan lama tentunya memiliki nilai tambah dan lebih ekonomis, dikarenakan sumber energi baterai yang digunakan dapat bertahan lebih lama sehingga tidak perlu sering diganti. Selain itu biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan node sensor juga perlu diperhitungkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk Mendesain *node* sensor menggunakan mikrokontroler ATmega328P untuk monitoring kondisi lahan persawahan yang berbiaya rendah. Dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P, diharapkan biaya yang dikeluarkan atau dibutuhkan dalam pembuatan node sensor dapat lebih murah dibandingkan perangkat-perangkat node sensor serupa yang tersedia secara komersial.

LANDASAN TEORI

A. Jaringan Sensor Nirkabel

Jaringan sensor nirkabel adalah teknologi nirkabel yang terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar disuatu area tertentu (Patil, Davande, dan Mulani, 2014). Jaringan sensor nirkabel terdiri dari node sensor, node router dan node sink. Node sensor berfungsi untuk melakukan sensing terhadap objek yang ingin dipantau. Node router berfungsi untuk meneruskan paket data dari node yang satu ke node yang lain. Node sink berfungsi untuk mengumpulkan data hasil sensing, dan meneruskannya ke komputer pengguna. Setiap node tersebut pada umumnya terdiri dari alat pemroses, alat penyimpanan data (memori), alat komunikasi, sumber tenaga (baterai) dan berbagai macam sensor serta aktuator. Sensor dalam jaringan sensor nirkabel memiliki berbagai macam tujuan, fungsi dan kemampuan. Sensor yang berbeda-beda digunakan untuk memantau berbagai parameter seperti kelembaban tanah, permukaan air, perubahan iklim, deteksi hama, kelembaban hingga berbagai hal lainnya di lahan persawahan. Untuk memantau parameter ini, sensor disebar di lahan persawahan. Sensor tersebut tersebut disebar sehingga mencakup seluruh lahan persawahan. Sekarang sensor tersebut dapat digunakan dalam berbagai cara.

1. Identifikasi waktu tanam dan panen

Sensor membantu mengidentifikasi kapan waktu terbaik untuk setiap tumbuhan untuk ditanam dan dipanen. Ini secara langsung mempengaruhi produksi tanaman. Teknologi jaringan sensor akan membantu para petani untuk mengetahui nilai yang tepat dari persyaratan yang mereka butuhkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Membantu petani dalam pengambilan keputusan yang lebih baik pada waktu yang tepat. Dan juga dapat menghemat waktu dan tenaga.

2. Identifikasi hama

Sejumlah teknik diusulkan untuk pengendalian hama di bidang pertanian menggunakan jaringan sensor nirkabel. Ada solusi untuk memantau perangkat yang digunakan untuk menangkap hama, yaitu dengan menggunakan sensor gambar. Sensor gambar ini secara akurat memantau populasi hama dengan temporal resolution tinggi. Selama proses monitoring ini tidak ada campur tangan manusia, sehingga ada penurunan yang signifikan dalam biaya monitoring. Selain itu, data monitoring dapat tersedia secara real time melalui koneksi internet.

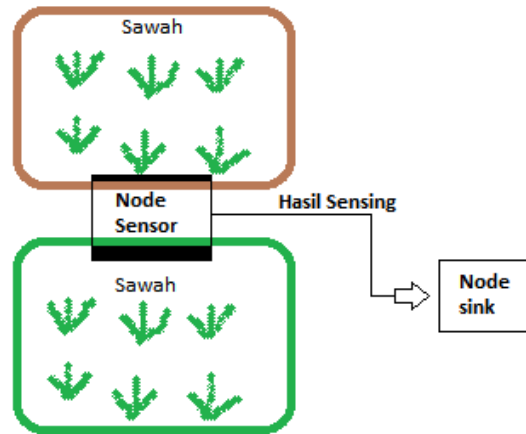
B. Platform Mikrokontroler Atmega328P

Dalam pengembangan node sensor, Atmel Atmega328P dapat menjadi salah satu pilihan perangkat pemroses utama berbiaya rendah. Mikrokontroler ini telah digunakan sebagai unit utama pemroses dalam node sensor, termasuk node-node sensor berbasis platform Arduino (Vippalapalli & Ananthula, 2017). Salah satu tujuan dari pemanfaatan mikrokontroler Atmega328P ini yaitu untuk menekan biaya pengembangan node sensor (Ali, Zanzinger, Debose, Stephens, 2016) sehingga dapat lebih terjangkau oleh pengembang sistem-sistem jaringan sensor nirkabel.

ATmega328P adalah mikrokontroler CMOS 8-bit rendah daya berbasis arsitektur AVR RISC yang disempurnakan. Dengan mengeksekusi instruksi yang kuat dalam single clock siklus, ATmega328P menghasilkan throughput mendekati 1MIPS (Millions of Instructions per Second atau jutaan instruksi detik) per MHz. Dengan menggabungkan CPU 8-bit RISC dengan Self-Programmable Flash dalam sistem dengan monolithic chip, ATmega328P dapat menjadi mikrokontroler powerful yang menyediakan solusi fleksible dan hemat biaya bagi banyak aplikasi kendali tertangkap. Ada enam mode hemat daya pada ATmega328P, yaitu: 1. idle, 2. ADC noise reduction, 3. power-save, 4. power-down, 5. standby, 6. extended standby.

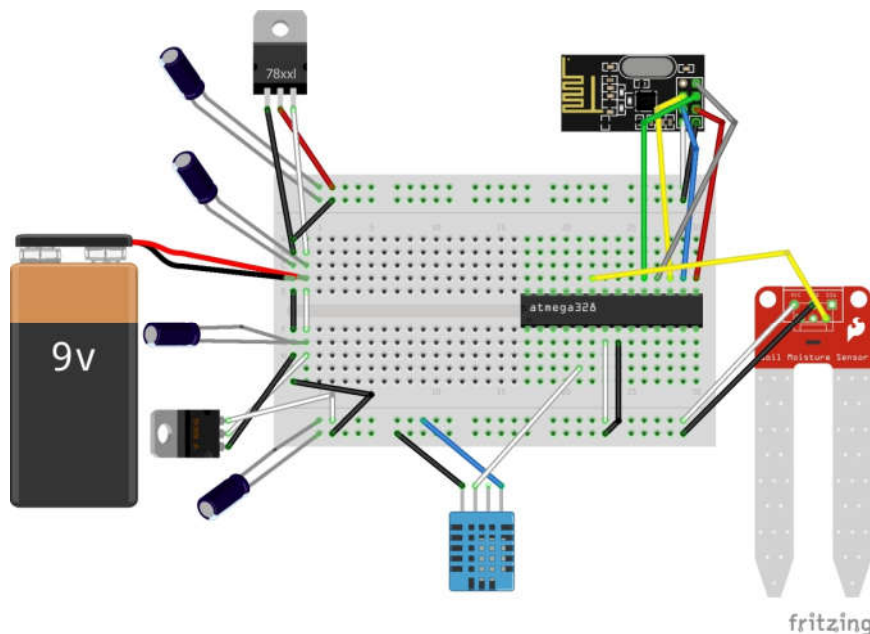
DESAIN NODE SENSOR BERBASIS PLATFORM ATMEGA328P

Rancangan arsitektur sistem usulan menggunakan mekanisme komunikasi single-hop. Pada arsitektur sistem yang telah dibuat, dapat dilihat node sensor mengumpulkan data lahan persawahan berupa kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu udara, lalu mengirimkannya ke node gateway. Gambar 1 memperlihatkan proses pengiriman data atau hasil penginderaan/sensing dari node sensor ke node sink/gateway.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

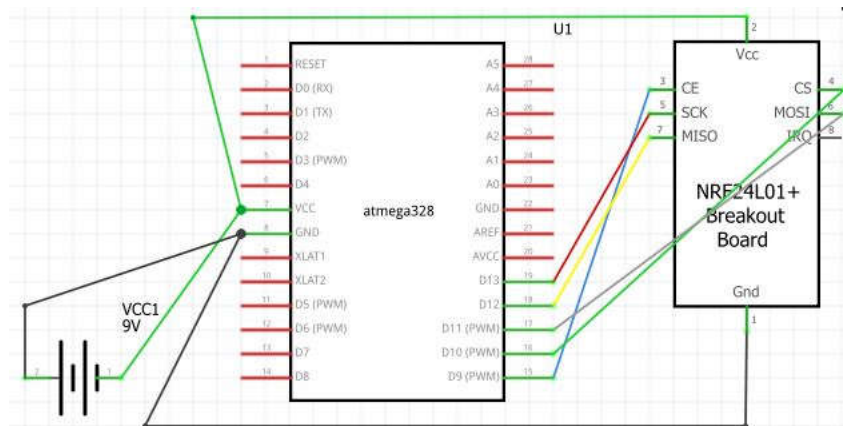
Sensor yang digunakan yaitu kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu udara untuk proses pemantauan lahan persawahan. Pertimbangan menggunakan sensor tersebut karena parameter tersebut merupakan parameter yang dibutuhkan dalam pengelolaan lahan persawahan. Selain itu ketersediaan dan kemudahan mendapatkan sensor juga menjadi pertimbangan dalam desain ini. Unit utama perangkat pemroses pada node sensor dalam desain ini yaitu mikrokontroler ATmega328P, sementara untuk kebutuhan komunikasi digunakan modul nRF24L01. Gambar 2 memperlihatkan desain node sensor berbasis platform Atmega328P yang dikembangkan.



Gambar 2 Prototipe node sensor

Pada node sink/gateway sistem kerja node digambarkan sebagai berikut: Node Gateway dikonfigurasi sebagai penerima data hasil penginderaan yang terhubung dengan komputer melalui kabel USB. Pada gambar 3 ditunjukkan Node gateway terdiri dari sumber energi berupa baterai, mikrokontroler ATmega328P dan modul komunikasi nRF24L01. Pada

sisi komputer, melalui program pembaca serial, data hasil pengindraan yang dikirimkan oleh node sensor diterima oleh node gateway. Selanjutnya data tersebut ditampilkan pada program pembaca serial di komputer.



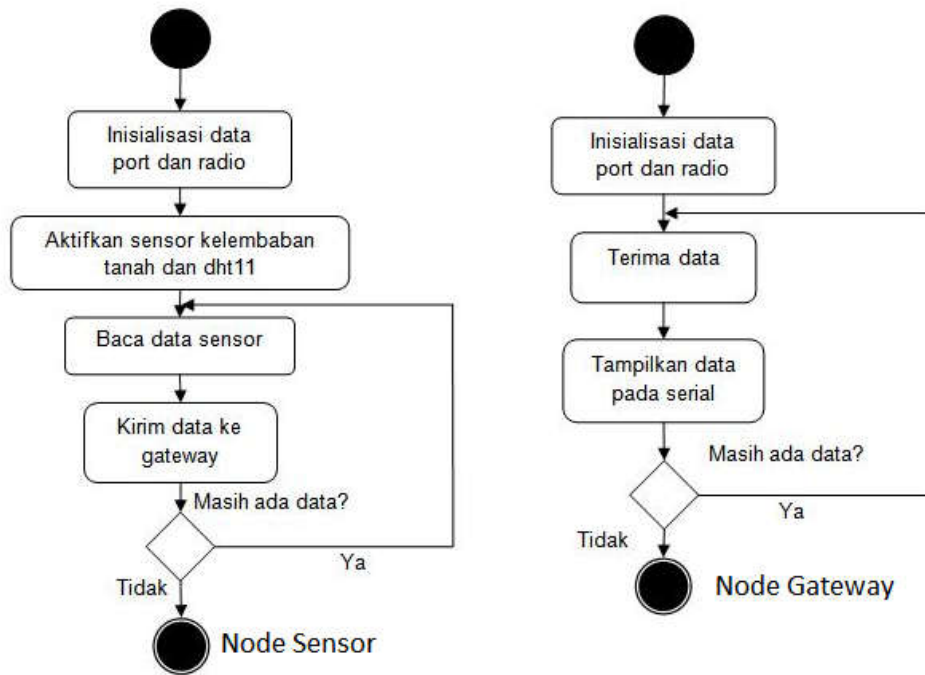
Gambar 3 Prototipe node gateway

Untuk kebutuhan komunikasi data antara node sensor dan sink/gateway, struktur pesan yang didesain ditunjukkan pada gambar 4 yang terdiri dari ID Node, sensor satu (S1), sensor dua (S2) dan sensor tiga (S3). ID Node berisikan angka, untuk menunjukkan identitas node pengirim (mis: 1, 2.... dst). Sedangkan kolom (field) S1, S2, dan S3 berisikan hasil pengindraan.

ID node	S1	S2	S3
1			

Gambar 4 Struktur pesan

Pada gambar 5 diperlihatkan proses yang berjalan pada node sensor dan node sink/gateway. Proses awal yang dilakukan node sensor adalah inialisasi data port dan radio. Setelah itu mengaktifkan sensor kelembaban tanah dan sensor suhu serta kelembaban udara (digunakan modul DHT11). Proses selanjutnya adalah melakukan pengindraan/sensing, lalu membaca hasil sensing dari sensor. Jika data telah didapatkan, data tersebut kemudian dikirimkan ke gateway. Proses ini akan berulang apabila masih ada data yang akan disensing, jika tidak ada data lagi maka proses selesai. Pada node gateway, proses awal yang dilakukan setelah program dijalankan adalah proses inialisasi data port serial dan radio. Proses selanjutnya adalah menerima data, data yang dibaca adalah data dari node sensor yang telah dikirimkan. Setelah data diterima, data tersebut ditampilkan pada perangkat penerima, dalam rancangan ini perangkat serial monitor penerima. Proses ini berulang apabila masih data yang akan masuk, dan apabila sudah tidak ada maka proses selesai.



Gambar 5 Diagram aktivitas node sensor dan node gateway

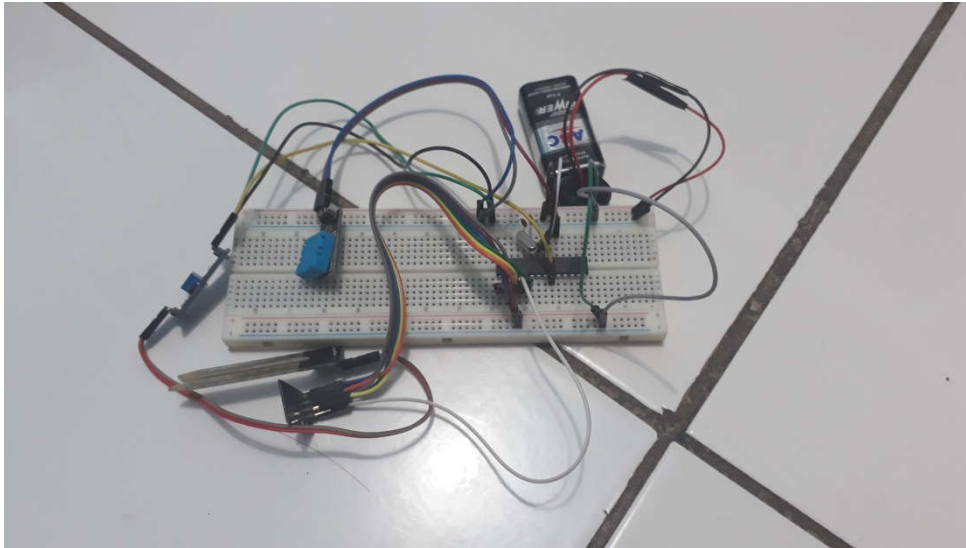
Untuk biaya node sensor usulan yang didesain dalam penelitian ini secara keseluruhan dipandang cukup rendah (low cost), selain itu perangkat-perangkat yang digunakan cukup mudah didapatkan. Tabel 1 menunjukkan harga tiap komponen untuk merancang satu buah node sensor dalam studi ini. Total biaya pembuatan satu buah node sensor yaitu Rp 74.500

Tabel 1 Biaya komponen node

Komponen	Harga
ATmega328P	Rp 25.000
nRF24L01	Rp 12.000
DHT11	Rp 17.000
Soil moisture sensor	Rp 11.500
Baterai 9V	Rp 7.000
Kancing baterai 9V	Rp 2.000

PENGUJIAN SISTEM

Sebagai evaluasi hasil desain usulan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, node sensor untuk proses pengindraan digunakan (1bh) breadboard, (1bh) DHT11, (1bh) sensor kelembaban tanah, (1bh) nRF24L01, (1bh) ATmega328P, (1bh) baterai 9v.



Gambar 6 Node sensor

Sementara untuk node sink/gateway, digunakan (1bh) breadboard, (1bh) nRF24L01, (1bh) ATmega328P, (1bh) baterai 9v.

Evaluasi yang dilakukan yaitu dengan menguji *packet loss* saat pengiriman hasil *sensing* dari *node sensor* ke *node gateway*. Untuk menguji *packet loss* penulis menggunakan rumus:

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{Jumlah Paket Dikirim} - \text{Jumlah Paket Diterima}}{\text{Jumlah Paket Dikirim}} \times 100\%$$

Dari pengujian yang dilakukan, penulis mendapatkan hasil pada jarak 11,45 meter, dari 100 paket yang dikirimkan, sebanyak 83 paket diterima, menandakan bahwa 17 paket tidak diterima. Sementara pada jarak 16,05 meter dan 20,65 meter, dari 100 paket yang dikirimkan, 20 paket tidak diterima, dan hanya 80 paket yang diterima. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian *packet loss* yang didapatkan.

Tabel 2 Hasil pengujian *packet loss*

Range (m)	Packet Sent	Packet Received	Packet Loss	Percentage Packet Loss
11,45	100	83	17	17%
16,05	100	80	20	20%
20,65	100	80	20	20%

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa:

1. Perancangan node sensor dalam studi ini menggunakan mikrokontroler ATmega328P, nRF24L01 untuk modul komunikasi, sensor kelembaban tanah untuk sensor tanah, DHT11 sebagai sensor kelembaban udara dan suhu udara dan baterai 9V sebagai sumber energi. Dalam rancangan dua buah sensor dihubungkan ke sebuah breadboard dan terhubung dengan mikrokontroler ATmega328P, 16MHz crystal oscillator, kapasitor dan voltage regulator.
2. Evaluasi menunjukkan bahwa node sensor yang dirancang mampu melakukan penginderaan temperatur, kelembaban udara dan kelembaban tanah dan mengirim data hasil penginderaan tersebut ke node sink/gateway. Jarak komunikasi modul nRF24L01 tanpa antena eksternal hingga 20,65 meter dengan rata-rata packet loss 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. S., Zanzinger, Z., Debose, D., Stephens, B. 2016. *Open Source Building Science Sensors (OSBSS): A low-cost Arduino-based platform for long-term indoor environmental data collection*. Building and Environment, Vol. 100, 2016, pp 114-126.
- Catania, P., Vallone, M., Ortolani, G. L.R. M. *A wireless sensor network for vineyard management in Sicily (Italy)*. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 15 (4), 2013.
- Fajar, M., Halid, A., Rahman, S. 2017. *Desain dan Evaluasi Prototip Jaringan Sensor Nirkabel untuk Monitoring Lahan Persawahan di Kabupaten Gowa*. Jurnal SISFO, Vol. 6, No. 3, 2017, pp. 319-330.
- Fajar, M., Halid, A., Arfandy, H., Munir, A. 2016. *Development of a Low Cost Wireless Sensor Network for a Real Time Paddy Field Monitoring System*. International Journal of u- and e- Service, Science and Technology, Vol.9, No. 12 (2016), pp.397-408.
- Mala, D. and Patil, S. H. 2016. *Role of Wireless Sensor Networks in Agriculture*. International Journal in IT and Engineering, Vol. 04 Issue-05.
- Patil, S. S., Davande, V. M. dan Mulain, J. J. 2014. *Smart Wireless Sensor Network for Monitoring an Agricultural Environment*. International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5(3).
- Vippalapalli, V. and Ananthula, S. 2016. Internet of things (IoT) based smart