

# Sistem Pemantauan Kondisi Tanah Sawah Padi Berbasis Wireless Sensor Network

Emansa Hasri Putra<sup>1</sup>, Mochammad Susantok<sup>2</sup>, Qurratul Aini<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Elektro<sup>1,2,3</sup>, Politeknik Caltex Riau  
Jalan Umban Sari No 1 Rumbai – Pekanbaru  
email: emansa@pcr.ac.id<sup>1</sup>; santok@pcr.ac.id<sup>2</sup>; atoel.aini@yahoo.com<sup>3</sup>

## Abstrak

Tanah yang kaya akan unsur hara dan memiliki kandungan organik yang cukup, sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi agar tumbuh secara optimal. Namun demikian, tidak mudah menciptakan kondisi ideal suatu tanah bagi tanaman padi. Untuk itu para petani perlu mengetahui variabel apa saja yang mempengaruhi kondisi ideal tersebut. Cara termudah untuk mengetahui variabelnya adalah dengan melakukan pengukuran pH, kelembaban, dan suhu dari kondisi tanah sawah padi. Sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi yang dibuat bertujuan untuk membantu para petani mendapatkan informasi pengukuran pH, kelembaban, dan suhu dari kondisi tanah sawah padi. Sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi berbasis *wireless sensor network* menggunakan empat buah *node* sensor telah berhasil diuji coba di lokasi tanah sawah padi di Kabupaten Pelalawan. Server pemantauan kondisi tanah sawah padi juga telah berhasil menampilkan hasil-hasil pengukuran pH, suhu, dan kelembaban tanah dari empat *node* sensor.

**Kata kunci:** padi, sawah, sensor, tanah, *wireless*

## Abstract

*Rich soil in nutrients and has sufficient organic content, greatly affects the growth and development of rice plants that grow optimally. However, it is not easy to create the ideal conditions of the soil for rice plants. For that farmers need to know what variables that influence these ideal conditions. The easiest way to find out is by measuring variables pH, humidity, and temperature of the rice paddy soil conditions. Condition monitoring systems made of rice paddy field aims to help farmers get information measuring pH, humidity, and temperature of the rice paddy soil conditions. Paddy soil condition monitoring system based on wireless sensor network paddy using four sensor nodes has been successfully tested at the site of ground rice fields in Pelalawan. Server monitoring the rice paddy soil conditions, has also succeeded in showing the results of measurements of pH, temperature, and soil moisture of four sensor nodes.*

**Keywords:** *network, rice, sensor, soil, wireless*

## 1. Pendahuluan

Tanaman padi membutuhkan suplai hara dengan proporsi yang seimbang dengan hara yang dapat diserap dari dalam tanah. Tingkat kesuburan lahan sawah tadah hujan umumnya lebih rendah dibanding lahan sawah irigasi, pada pihak lain kelembaban tanah juga cukup membatasi serapan hara oleh tanaman. Oleh karena itu untuk mencapai tingkat hasil yang diharapkan, suplai hara (pemupukan) lahan sawah tadah hujan memerlukan jumlah dan variasi yang lebih banyak. Selain itu waktu pemupukan juga perlu mendapat perhatian khusus, dimana bila lahan dalam kondisi kering pemupukan tidak dapat dilakukan harus menunggu sampai kondisi lahan menjadi lembab. Secara umum pupuk yang perlu untuk pertumbuhan dan produksi padi pada lahan sawah tadah hujan adalah pupuk nitrogen (pupuk urea), pupuk fosfat dan pupuk kalium.

Tanah yang kaya akan unsur hara dan memiliki kandungan organik yang cukup, sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi agar tumbuh secara optimal. Namun demikian, tidak mudah menciptakan kondisi ideal suatu tanah bagi tanaman padi [1, 2].

Untuk itu para petani perlu mengetahui variabel apa saja yang mempengaruhi kondisi ideal tersebut. Cara termudah untuk mengetahui variabelnya adalah dengan melakukan pengukuran pH, kelembaban, dan suhu dari kondisi tanah sawah padi. Hasil-hasil pengukuran

ini sangat berguna untuk menentukan pemupukan yang terukur dan tepat waktu dalam rangka meningkatkan hasil produktivitas lahan sawah padi.

Sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi yang dibuat bertujuan untuk membantu para petani mendapatkan informasi pengukuran pH, kelembaban, dan suhu dari kondisi tanah sawah padi. Melalui sistem ini para petani dapat memantau dan menghitung pemupukan yang perlu dilakukan di lahan sawahnya demi mencapai hasil panen yang maksimal. Karena jika proses pemupukan yang dilakukan secara berlebihan maupun kekurangan maka proses produksi tanaman padi tersebut juga akan terpengaruh.

Untuk itu sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi berbasis *wireless sensor network* perlu dibuat. Tiga *node* pemantau dari sistem pemantau tersebut masing-masing dilengkapi dengan tiga jenis sensor yaitu sensor suhu, sensor kelembaban tanah, dan sensor asam-basa (pH) dan diintegrasikan dengan mikrokontroler ATmega8535. Hasil pengukuran dari sensor-sensor tersebut kemudian ditransmisikan melalui jaringan *wireless* KYL 500S secara *real time* ke pusat *server* pemantauan, dan disimpan di pusat *database*.

Dengan adanya sistem ini semoga berguna bagi masyarakat yang ingin membutuhkan khususnya para petani yang ingin mengetahui kondisi tanah sawahnya. Sekaligus para petani mengetahui dengan terukur dan tepat waktu tindakan pemupukan yang harus dilakukan berdasarkan hasil data pengukuran yang diperoleh dari aplikasi yang dibangun di sistem pemantauan tersebut.

## 2. Wireless Sensor Network

*Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan suatu sistem pemantauan berbasis teknologi nirkabel (*wireless*) sebagai media transmisinya, yang dapat melakukan pembacaan data pada sebuah sensor atau lebih. Sistem pemantauan ini terdiri dari beberapa *cluster*, dimana tiap *cluster*nya terdiri dari beberapa sensor. Hasil pembacaan sensor pada tiap *cluster* tersebut akan dikirimkan menggunakan media *wireless* dan ditampilkan pada sebuah grafik pada *client*. WSN adalah suatu infrastruktur jaringan *wireless* yang menggunakan sensor untuk memantau fisik atau kondisi lingkungan sekitar, seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain. Masing-masing *node* dalam jaringan sensor nirkabel biasanya dilengkapi dengan radio *transceiver* atau alat komunikasi *wireless* lainnya, mikrokontroler kecil, dan sumber energi, biasanya baterai. Dengan adanya teknologi WSN, memungkinkan peneliti untuk mendapat informasi yang maksimal tanpa harus berada di area sensor. Informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui *gadget* seperti laptop, *remote control*, *server* dan sebagainya [3].

Berikut adalah beberapa keuntungan dari teknologi WSN :

- Simpel/praktis/ringkas karena tidak perlu ada instalasi kabel yang rumit dan dalam kondisi geografi tertentu sangat menguntungkan.
- Sensor menjadi bersifat *mobile*, artinya pada suatu saat dimungkinkan untuk memindahkan sensor untuk mendapat pengukuran yang lebih tepat tanpa harus khawatir meningkatkan efisiensi secara operasional.
- Memungkinkan komunikasi digital 2 arah antara *transmitter* dan *receiver*.
- konfigurasi *software* mudah.
- menyediakan konektivitas internet yang secara global, kapanpun dimanapun informasi tersebut dapat diakses melalui *server*, laptop, dan sebagainya.

Pada beberapa literatur, didapatkan beberapa penelitian terkait dengan implementasi WSN yang menggunakan multi sensor, tetapi kebanyakan dikembangkan pada robot [4, 5]. Pada tahun 1989 [6] mengemukakan betapa pentingnya pengembangan multi sensor untuk meningkatkan kemampuan sistem intelligent. Aplikasi multi sensor dalam robotika, sistem biomedik, monitoring peralatan, remote sensing dan sistem transportasi didiskusikan [7] pada tahun 2002. David L. Hall dan James Llinas menjelaskan pengenalan teoritis *multisensor data fusion* pada [8]. Mereka menyediakan tutorial pada data fusion, aplikasi data fusion, *process model*, dan identifikasi teknik aplikasi. Tujuan mereka adalah untuk menunjukkan bagaimana fussion sensor mengukur untuk mendapatkan hasil. Mereka juga menunjukkan flow chart untuk menjelaskan cara yang berbeda untuk menghubungkan multiple sensor dalam satu perangkat.

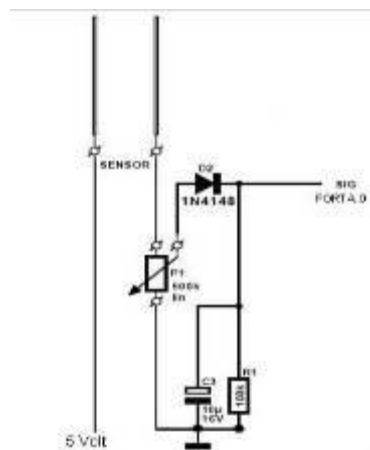
Contoh dari multisensor juga dapat ditemukan pada referensi [9], yang menggunakan multi sensor untuk online monitoring pengelasan pada industri otomotif. Multi sensor memungkinkan untuk mengukur arus, tegangan dan kekuatan pengelasan. Penggunaan Multi

sensor juga dipaparkan pada referensi [10], yang merancang *light-addressable potentiometric sensor* (LAPS) sebagai realisasi perangkat portable multi sensor. Sumber cahaya dan elektronik termasuk didalamnya oscillator, multiplexer, pre-amplifier dan high-pass filter dibungkus dalam suatu bungkus mirip pena, dimana sensor ditempatkan. Pada penelitian sebelumnya, penulis membuat sistem monitoring kebakaran hutan berbasis *wireless sensor network* dan sudah dipublikasikan di jurnal [3].

### 3. Sistem Pemantauan Kondisi Tanah Sawah Padi Berbasis WSN

#### 3.1. Sensor Kelembaban

Rangkaian ini terdiri dari komponen sensor kelembaban (*soil moisture sensor*) yang dirancang mampu mengukur tingkat kelembaban tanah sawah padi tersebut. Sensor ini menggunakan dua *probe* untuk melewati arus yang melalui tanah, dan kemudian membaca resistensi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air membuat tanah menghantarkan listrik lebih mudah (resistansi kurang), sedangkan tanah kering melakukan listrik buruk (lebih banyak perlawanan). Pada Gambar 1 ditunjukkan rangkaian sensor kelembaban yang dipergunakan di sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi.

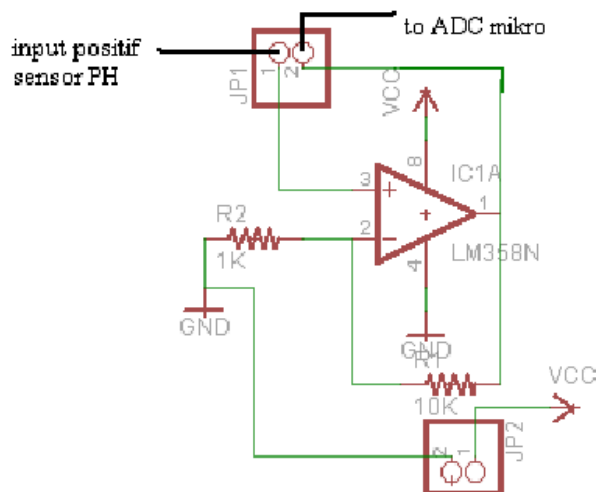


Gambar 1. Rangkaian sensor kelembaban.

#### 3.2. Sensor pH

Pengukuran pH yang terkandung dalam tanah sangat penting karena larutan tanah mengandung hara seperti Nitrogen (N), Potassium/kalium (K), dan Pospor (P) yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman padi dimana tanaman membutuhkan dalam jumlah tertentu untuk tumbuh, berkembang, dan bertahan terhadap penyakit. Khususnya untuk tanaman padi, zat nitrogen, fosfor dan kalium harus sangat diperhatikan karena tumbuhan padi tersebut membutuhkan tiga jenis zat tersebut.

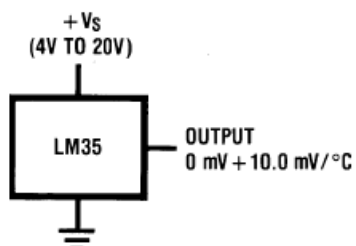
Untuk sensor keasaman tanah dirancang dengan menggunakan rangkaian penguat (non-inverting) dengan penguatan sebanyak 10 kali seperti ditunjukkan pada Gambar 2, pada rangkaian ini memanfaatkan IC LM358, dan komponen resistor 10K sebagai  $R_f$  dan 1K sebagai  $R_i$ .



Gambar 2. Rangkaian sensor pH.

### 3.3. Sensor Suhu

Sensor suhu adalah sebuah sensor yang digunakan pada sistem pemantaun kondisi udara daerah persawahan dimana temperatur suhu pada daerah persawahan juga mempengaruhi perkembangan tumbuhnya padi hal ini karena karakteristik dari tanaman padi itu sendiri yaitu apabila ditanam di daerah daratan rendah membutuhkan suhu udara 22°C sampai 26°C sedangkan untuk penanaman di daerah daratan tinggi maka suhu udara yang cocok adalah 18°C sampai 22,5°C. Sensor suhu yang digunakan berjenis LM35 yang berfungsi merubah temperatur yang diterima dengan besaran elektrik. Sensor LM35 yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor suhu LM35.

### 3.4. KYL 500S Wireless Data Transceiver

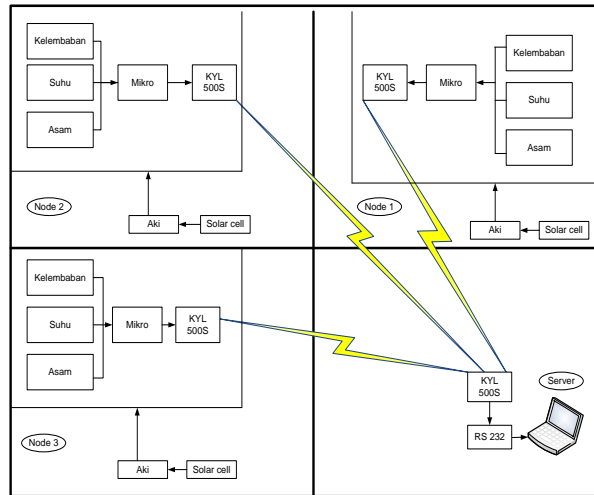
Modul KYL 500S Wireless Data Transceiver dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan frekuensi 433/868/915 MHz dan baud rate air sebesar 9600 bps. Penggunaan modul tersebut cukup praktis karena dari segi ukuran cukup kecil dan langsung dapat dihubungkan dengan modul node dan server. Modul tersebut bekerja dengan supply antara 3,3 VDC sampai 5 VDC. Dalam satu modul bisa digunakan sebagai pengirim dan sekaligus penerima. Pada Gambar 4 ditunjukkan modul KYL 500S sebagai Wireless Data Transceiver di sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi.



Gambar 4. KYL 500S.

#### 4. Perancangan Sistem

Pada Gambar 5 dirancang sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi yang terdiri dari 4 buah node dan 1 server pemantauan. Pada masing-masing node terdapat 3 buah sensor, yaitu: sensor kelembaban tanah menggunakan *soil moisture sensor*, sensor suhu udara menggunakan LM35 dan sensor asam basa (pH) yang memiliki fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya masing-masing dan semua data sensor yang telah diolah dalam mikrokontroler akan ditransmisikan secara *wireless* melalui KYL 500S ke server pemantauan.



Gambar 5. Perancangan sistem pemantauan

Pada bagian server sebagai penerima terdapat 1 unit server yang terhubung dengan KYL 500S melalui USB konverter RS232. Proses pengiriman data pada masing-masing node akan dilakukan secara bersamaan atau dapat juga dikatakan secara *realtime*. Data terukur yang telah diterima oleh server akan ditampilkan pada aplikasi pemantauan yang ada di server.

#### 5. Data dan Analisis

Pada tahap awal tim peneliti melakukan survei penelitian ke tanah sawah padi yang terdapat di kabupaten Pelalawan. Survei tersebut dilakukan untuk mendapatkan data pengukuran suhu, keasaman tanah, dan kelembaban tanah. Pengukuran masih menggunakan alat-alat ukur seperti multimeter digital, function generator, pH meter, dan kelembaban. Pada tahap ini node sensor dari *wireless sensor network* belum dibuat. Pada Gambar 6 ditunjukkan proses pengukuran kelembaban tanah menggunakan dua elektroda dengan jarak 50 cm dan kemudian diukur nilai tahanannya menggunakan multimeter digital. Pertama kali kedua elektroda ditanamkan sedalam 30 cm, kemudian ditambahkan kedalamannya tiap 2 cm dan diukur nilai tahanannya. Pada Gambar 7 ditunjukkan hasil pengukuran keasaman tanah (pH) sebesar 7 menggunakan pH meter. Pada Gambar 8 ditunjukkan hasil pengukuran kelembaban tanah sebesar 10 (dari skala 10 basah).



Gambar 6. Proses pengukuran kelembaban tanah

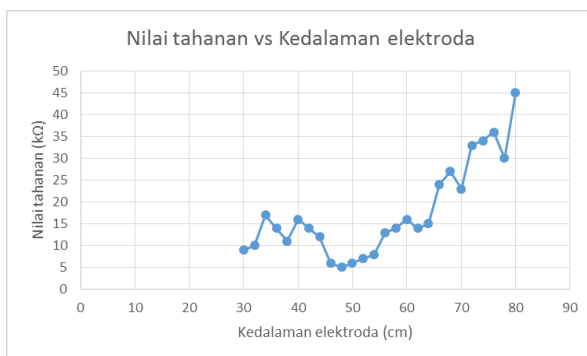


Gambar 7. Pengukuran keasaman tanah (pH) menggunakan pH meter.



Gambar 8. Pengukuran kelembaban tanah

Pada Gambar 9 ditunjukkan hasil pengukuran nilai tahanan tanah ( $k\Omega$ ) terhadap kedalaman elektroda (cm). Semakin dalam kedua elektroda ditanamkan ke dalam tanah, semakin tinggi nilai tahananannya dalam  $k\Omega$ . Ini menunjukkan bahwa semakin kering tanah sawah padi, semakin tinggi nilai tahananannya. Karena jika tanah sawah padi basah memiliki sifat penghantar listrik yang baik.



Gambar 9. Pengukuran nilai tahanan tanah terhadap kedalaman elektroda



Gambar 10. Node sensor yang dilengkapi dengan sensor pH, suhu, kelembaban tanah, dan wireless KYL 500S.

Pada Gambar 10 ditunjukkan tampilan node sensor yang dilengkapi dengan sensor pH, suhu, kelembaban tanah, dan wireless KYL 500S. Pada Gambar 11 ditunjukkan pengujian server pemantauan kondisi tanah sawah padi. Server pemantauan tersebut dilengkapi dengan modul wireless KYL 500S untuk menerima hasil pengukuran dari node sensor. Kemudian server pemantauan tersebut juga dilengkapi dengan perangkat arduino untuk terkoneksi ke jaringan WiFi. Sehingga komputer pengguna dapat terhubung ke server pemantauan melalui jaringan WiFi tersebut.

Pada Gambar 12 ditunjukkan tampilan grafik hasil pengukuran keasaman tanah (pH) di node sensor 2. Nilai pH dari tanah sawah padi adalah 7.



Gambar 11. Server pemantauan kondisi tanah sawah padi di kabupaten Pelalawan.



Gambar 12. Tampilan grafik hasil pengukuran keasaman tanah (pH) di node sensor 2.



Gambar 13. Tampilan grafik hasil pengukuran kelembaban tanah di node sensor 2.

Pada Gambar 13 ditunjukkan tampilan grafik hasil pengukuran kelembaban tanah di node sensor 2. Nilai kelembaban tanah sawah padi adalah 100%.



Gambar 14. Tampilan grafik hasil pengukuran suhu di node sensor 2.

Pada Gambar 14 ditunjukkan tampilan grafik hasil pengukuran suhu di node sensor 2. Hasil pengukuran suhu adalah 30 °C.

## 6. Kesimpulan

1. Sistem pemantauan kondisi tanah sawah padi berbasis *wireless sensor network* menggunakan empat buah node sensor telah berhasil dibuat dan diuji coba di lokasi tanah sawah padi di Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan.
2. Server pemantauan kondisi tanah sawah padi telah berhasil menampilkan hasil-hasil pengukuran pH, suhu, dan kelembaban tanah dari empat node sensor.

## Ucapan Terima Kasih

Riset ini didukung oleh hibah penelitian **Hibah Bersaing Dikti Tahun 2015** (Penelitian Tahun Pertama). Judul penelitian Hibah Bersaing Tahun 2015 ini adalah **Sistem Pemantauan Kondisi Tanah Sawah Padi Berbasis Wireless Sensor Network (WSN)** dan diusulkan untuk pelaksanaan selama 2 tahun.

## Referensi

- [1] <http://riau.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/PDF/bukurekom.pdf>
- [2] <http://psp.deptan.go.id/assets/file/66d1189256a51f097c2863e1b0411107.pdf>
- [3] [http://www.journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/1056/pdf\\_42](http://www.journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/1056/pdf_42)
- [4] R. C. Luo, M.-H. Lin, and R. S. Scherp, 1988, "Dynamic multi-sensor data fusion system for intelligent robots", *IEEE J. Robot. Automat.*, vol. 4, Aug.
- [5] K. Hirai, M. Hirose, Y. Haikawa, and T. Takenaka, 1998, "The development of Honda humanoid robot". *IEEE Int. Conf. Robot. Automat.* Vol. 2. Pp.1321-1326.
- [6] Ren C. Luo, and Michael G. Kay, 1989, "Multisensor Integration and Fusion in Intelligent Systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.19, No. 5, pp. 901-931.
- [7] Ren C. Luo, Chih-Chen Yih and Kuo Lan Su, 2002, "Multisensor Fusion and Integration: Approaches, Applications, and Future Research Directions", *IEEE Sensors journal*, Vol. 2, Issue 2. Pp. 107-119. USA.
- [8] David L. Hall and James Llinas, 1997, "An Introduction to Multisensor Data Fusion", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85, Issue: 1, pp. 6-23, New York, USA.
- [9] J.D. Cullen, N. Athi, M. Al-Jader, P. Johnson, A.I. Al-Shamma'a, A. Shaw, A.M.A. El-Rasheed. "Multisensor fusion for on line monitoring of the quality of spot welding in automotive industry".



- Measurement 41 (2008) 412–423.
- [10] T. Yoshinobu, M. J. Schöning, R. Otto, K. Furuichi, Yu. Mourzina, Yu. Ermolenko and H. Iwasaki, 2003 , “Portable light-addressable potentiometric sensor (LAPS) for multisensor applications”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 95, Issues 1-3, pages 352-356.