

Online Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Udang Berbasis WSN dan IoT

Online Water Quality Monitoring In Shrimp Aquaculture Based On WSN and IoT

Yudi Yuliyus Maulana, Goib Wiranto, Dayat Kurniawan

Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Jl. Sangkuriang Komplek LIPI Gedung 20 lantai IV Bandung 40135, Indonesia

Email: yudiy@gmail.com

Abstract

The paper describes the design and development of online water quality monitoring system based on wireless sensor network (WSN) and Internet of Things (IoT). The system has been designed and developed to monitor some parameters such as Dissolved Oxygen (DO), pH, conductivity and temperature on a shrimp aquaculture. The system consists of several sensor nodes with the main components of an Arduino Uno connected to XBee and a master board. The main components of master board are Raspberry Pi 2 (RPi2) and XBee board. Data were sent from each node to RPi2 using WSN with a data packet that comes with an unique ID. The data was stored in the internal database of the RPi2 and displayed in graph. Timer update server was used to update the data from RPi2 to a server using WiFi network. Data on the server can be viewed using website, but it also can be seen using Telegram application installed in the mobile devices. The RPi2 program was developed using Python language and matplotlib components. The experimental results show that the system has great prospects and can be used for shrimp aquaculture by providing information that is relevant and timely. The collected data can be used for further research and analysis.

keywords: *aquaculture shrimp, internet of things, quality of water, sensor, Wireless Sensor Network*

Abstrak

Dalam tulisan ini dijelaskan desain dan pengembangan sistem *online monitoring* kualitas air berbasis *wireless sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT). Sistem ini didesain dan dikembangkan untuk memantau parameter DO (*Dissolved Oxygen*), pH, *conductivity* dan temperatur pada budidaya udang. Sistem terdiri dari beberapa *node sensor* dengan komponen utama arduino uno yang terhubung dengan *Xbee board* dan *master board* dengan komponen utamanya adalah Raspberry Pi 2 (RPi2) *board* dan Xbee. Data dikirim dari masing-masing *node* ke RPi2 menggunakan jaringan WSN dengan paket data yang dilengkapi dengan masing-masing ID, setelah itu data disimpan di *database* internal RPi2 dan ditampilkan di *graph*. *Timer update server* digunakan untuk *update* data dari RPi2 ke server menggunakan jaringan internet melalui wifi. Data di server dapat dilihat menggunakan website, selain itu juga data dapat dilihat pada aplikasi Telegram *Messenger* yang ter-*install* di perangkat ponsel. Program RPi2 dikembangkan menggunakan bahasa python dan komponen matplotlib. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem memiliki prospek yang besar dan dapat digunakan untuk keperluan budidaya udang dengan memberikan informasi yang relevan dan tepat waktu. Data hasil pengumpulan tersebut dapat digunakan untuk penelitian dan analisa lebih lanjut.

kata kunci : *budidaya udang, internet of things, kualitas air, sensor, wireless sensor network*

1. Pendahuluan

Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, mengelola sumber daya air telah menjadi isu mendasar yang telah dibahas serius oleh pemerintah dan organisasi publik selama dekade terakhir. Tujuannya adalah untuk menjamin keberlanjutan sumber daya air untuk generasi

mendatang. pengelolaan sumber daya air tidak hanya kekhawatiran tentang konservasi air, tetapi juga mencakup penyediaan informasi tentang kualitas air, yang harus dapat diakses oleh publik sehingga persiapan awal dapat diambil oleh mereka yang terkena dalam kondisi degradasi air [1]. Informasi tersebut dapat disediakan oleh jaringan pengukuran kualitas air terencana yang diaplikasikan untuk penggunaan tertentu, seperti air minum [2], industri [3], pertanian [4], budidaya [5], dan lain-lain. Masalah utama dalam meralisasi suatu jaringan sistem *online monitoring*

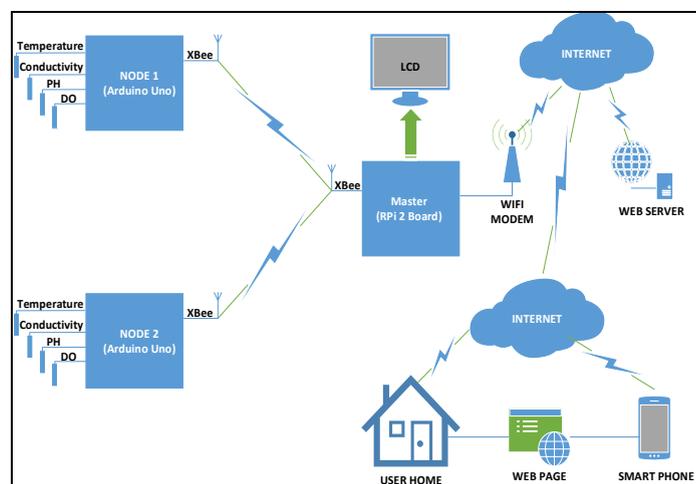
kualitas air di negara kepulauan seperti Indonesia terkait dengan lokasi geografis akan terpisah sumber daya air dan manajemen. Di masa lalu, masalah geografis diselesaikan dengan cara konvensional atau manual dalam pengumpulan data, dengan mengandalkan kemampuan manusia untuk mengumpulkan data sampel air dan kemudian menganalisisnya di laboratorium. Proses ini tidak hanya memakan waktu (tidak praktis), tetapi juga tenaga kerja mahal dan rendah resolusi waktu.

Tapi dengan kemajuan di bidang Teknologi Informasi, sekarang data dapat dikumpulkan di lokasi dan ditransmisikan ke seluruh wilayah yang luas dengan menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT). Hal ini tidak mengherankan bahwa selama beberapa tahun terakhir, WSN dan IoT telah menerima banyak perhatian dari akademisi maupun industri karena telah diaplikasikan secara luas [6]. Keuntungan utama dari WSN adalah murah implementasi dan pemeliharaan, karena penyiapan tidak memerlukan infrastruktur *fix*. Selain itu, WSN membutuhkan daya rendah [7], dan dapat *di-install* di setiap tempat yang sulit dijangkau dan jauh terisolasi, meliputi wilayah yang luas dari berbagai jenis sumber daya air [8]. Keuntungan ini telah menarik peneliti lingkungan dalam menerapkan WSN untuk memantau kondisi lingkungan termasuk parameter kualitas air [9]. Dalam kebanyakan arsitektur WSN baru-baru ini, tren telah menggunakan sistem *data logging* kustom untuk memperoleh data kualitas lingkungan dan mengirimkannya ke server data jarak jauh, dimana kemudian data akan didistribusikan ke situs web atau perangkat ponsel [10,11].

Dalam tulisan ini, desain dan implementasi dari WSN untuk *monitoring* parameter kualitas air akan dijelaskan. Sistem ini terdiri dari sensor untuk memantau parameter kualitas air (DO, pH, dan suhu), sebuah Raspberry Pi 2, dan *server database* dengan aplikasi perangkat lunak. Sistem ini telah diuji di lapangan untuk memantau kualitas air dari budidaya udang dan mampu memberikan data yang *online* melalui situs web (www.ppet.org/water/home.php) dan Telegram *Messenger*.

2. Desain dan realisasi alat

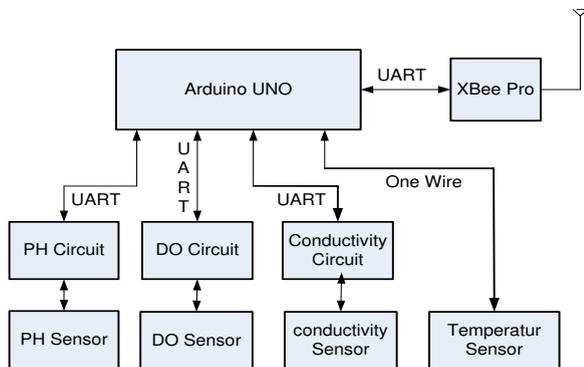
Sistem di desain untuk beberapa *node* dalam satu lokasi, setiap *node* mempunyai ID masing-masing yang berbeda dan setiap Lokasi mempunyai ID masing-masing yang berbeda pula. Sistem ini dirancang untuk dapat menerima data dari beberapa stasiun/lokasi tambak udang atau lokasi yang lain yang terdiri dari beberapa *node* WSN untuk setiap lokasinya. Struktur utama terdiri dari modul *node sensor*, *master* dan web server. Data awal kualitas air dari lokasi instalasi dikumpulkan di *node sensor*, Dalam hal ini, empat parameter kualitas air adalah DO (*Dissolved Oxygen*), pH, *conductivity* dan temperatur. Data dari *node sensor* dikirimkan ke *master* menggunakan pemancar *wireless Xbee* (WSN) kemudian *master* mengolahnya, menampilkan lalu mengirimkan data ke server menggunakan *Wireless Fidelity* (wifi). Data akan *di-upload* ke situs web dan dikirim ke beberapa ponsel yang ditunjuk dengan aplikasi Android. Konsep dasar dari sistem *online monitoring* kualitas air berbasis jaringan WSN dan IoT untuk tambak udang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem *online monitoring* kualitas air berbasis jaringan WSN dan IoT

2.1 Node sensor

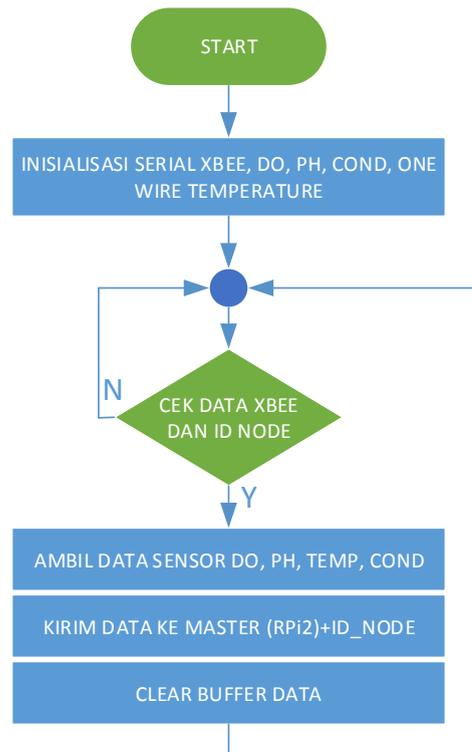
Node sensor adalah bagian depan seluruh sistem WSN. Ini terdiri dari empat sensor kualitas air, rangkaian antarmuka, mikrokontroler Arduino Uno, dan pemancar *wireless* Xbee Pro. *Node sensor* telah didukung oleh 50 Watt panel surya, dan dengan demikian bisa dipasang di hampir semua lokasi. sensor pH yang digunakan adalah dari Atlas Scientific dengan *probe* sensitifitas dari 0 - 14. Sensor DO dari Atlas Scientific dengan *probe range* sensitivitas 0 - 20 mg/l. Sensor *conductivity* juga dari Atlas Scientific dengan *probe range* sensitivitas 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 200,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sensor suhu ini dari jenis DS18B20 Maxim Integrated dengan *range* pengukuran -55 sampai 125°C. Diagram blok dari seluruh *node sensor* dapat dilihat pada Gambar 2. Sirkuit PH, DO dan *conductivity* ini diperlukan untuk mengkonversi *output* dari ketiga sensor ke dalam format digital untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino. Operasi *node sensor* dilakukan oleh mikrokontroler Arduino menggunakan set instruksi dari memulai perangkat keras dan perangkat lunak koneksi untuk mengumpulkan dan mengirimkan data sensor menggunakan pemancar Xbee yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. file protokol dari *node* ke *master*/ RPI2 dan *Flow chart* Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 2. Diagram blok *node sensor*

Header	nodeID	data_PH	'A'	data_DO	'B'	data_Cond	'C'	data_Temp	Tail
Header = 1 byte data → karakter '@'									
nodeID = 1 byte data → unsigned integer: 1,2,3,dst									
data_PH, data_DO, data_Cond, data_Temp = n byte data → string data									
Identifier: 'A','B','C','D' = 1 byte data → char type									
Tail = 1 byte data → karakter '#'									

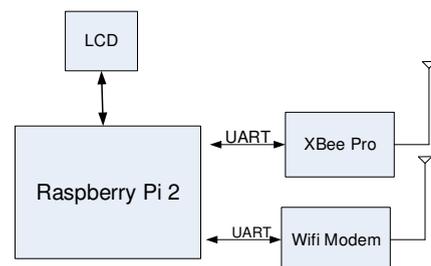
Gambar 3. File protokol dari *node* ke *master*/RPI2



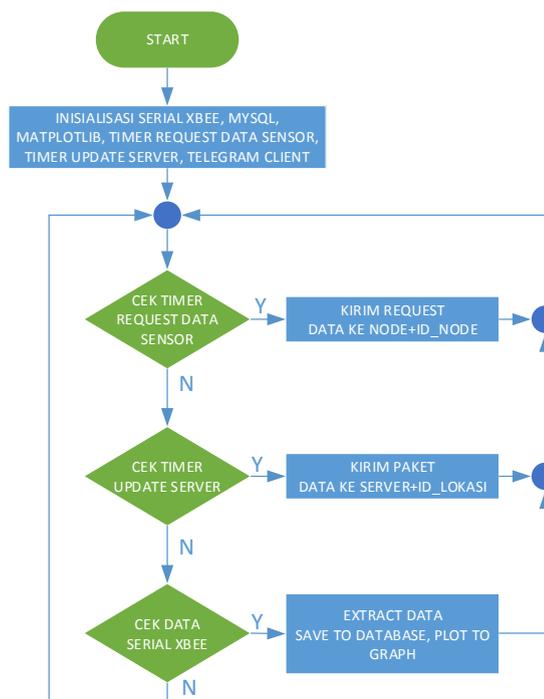
Gambar 4. *Flow chart* program Arduino UNO

2.2. Master

Unit utama dari *master* adalah Raspberry Pi 2, yang digunakan untuk mengontrol komunikasi dari dan ke *node sensor* menggunakan Xbee Pro, pengiriman data ke server menggunakan modem Wifi, dan menampilkan data menggunakan LCD. Xbee Pro yang digunakan untuk menerima data yang dikirimkan dari *node sensor*. Setelah diterima, data akan segera ditampilkan pada LCD bersama dengan tanggal dan waktu data diterima. Semua data (sensor dan waktu data) kemudian ditransmisikan ke server menggunakan Wifi secara periodik yaitu setiap 10 menit sekali dan dapat diatur sesuai dengan keperluan *user*. Gambar 3 menunjukkan diagram blok dan realisasi komponen data yang *logger*.



Gambar 5. Diagram blok *master*



Gambar 6. Flow chart program RPi2

Header	IDlokasi	nodeID	data_PH	'A'	data_DO	'B'	data_Cond	'C'	data_Temp	Tail
Header = 1 byte data → karakter '@'										
IDlokasi = 1 byte data → unsigned integer: 1,2,3,dst										
nodeID = 1 byte data → unsigned integer: 1,2,3,dst										
data_PH, data_DO, data_Cond, data_Temp = n byte data → string data										
Identifier: 'A','B','C','D' = 1 byte data → char type										
Tail = 1 byte data → karakter '#'										

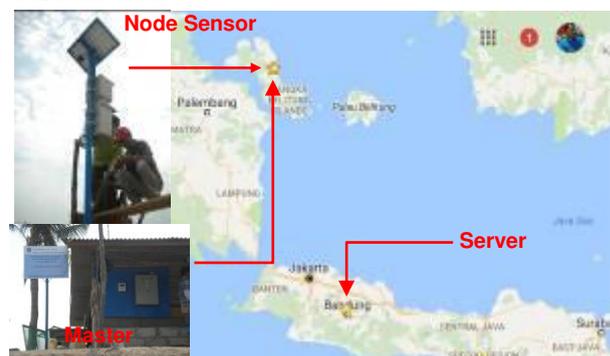
Gambar 7. File protokol pengiriman paket data dari RPi2 ke server

RPi 2 board mempunyai peranan penting dalam sistem ini karena difungsikan sebagai gateway ke jaringan internet. RPi 2 board dapat di remote dari luar menggunakan layanan *waaved* yang sudah ter-install di RPi2. Data dari master akan dikirimkan ke server dengan ID lokasi yang berbeda seperti pada Gambar 7. Dengan konfigurasi seperti ini akan sangat memungkinkan dalam ekspansi berbagai titik lokasi untuk memonitor kualitas air tambak udang. Selain itu RPi 2 juga dapat memberikan report data kualitas air melalui Telegram Messenger yang ter-install pada smartphone melalui bot dengan alamat bot @wqmppt. Semua program di RPi 2 dibuat dengan menggunakan python 2.7.

2.3 Web server

Sistem online monitoring ini didesain agar data-data sensor untuk setiap titik pengamatan dapat dimonitor secara online melalui website dimanapun user berada selama terkoneksi dengan internet baik itu melalui laptop, PC ataupun perangkat ponsel. Web server mempunyai tugas untuk menampilkan data-data sensor melalui web client dan menyimpan data-data sensor dalam sistem database, sehingga data-data tersebut dapat

ter-record dengan baik dari waktu ke waktu. Sistem manajemen database ini sangat diperlukan untuk pengolahan data baik itu untuk menampilkan data dalam grafik, melihat record data-data pada waktu yang lampau. Dalam sistem ini database yang digunakan adalah MySQL. Untuk melakukan query (insert, update, delete, dll.) terhadap database MySQL digunakan bahasa pemrograman berbasis web yaitu PHP. Disain tampilan dari website sistem online monitoring ini menggunakan komponen utama Bootstrap. Disain website dengan bootstrap akan memudahkan dalam membuat tampilan website yang akan menyesuaikan dengan ukuran layar dari web client atau browser yang digunakan baik itu di laptop, PC ataupun di ponsel. Web server dalam sistem ini didisain dengan beberapa fitur yaitu menampilkan data dalam bentuk grafik dan tabel, export data dalam bentuk excel, image dan pdf. Selain itu web server juga didesain memiliki user access management sehingga antara user satu dengan yang lain akan memiliki hak akses yang berbeda-beda.



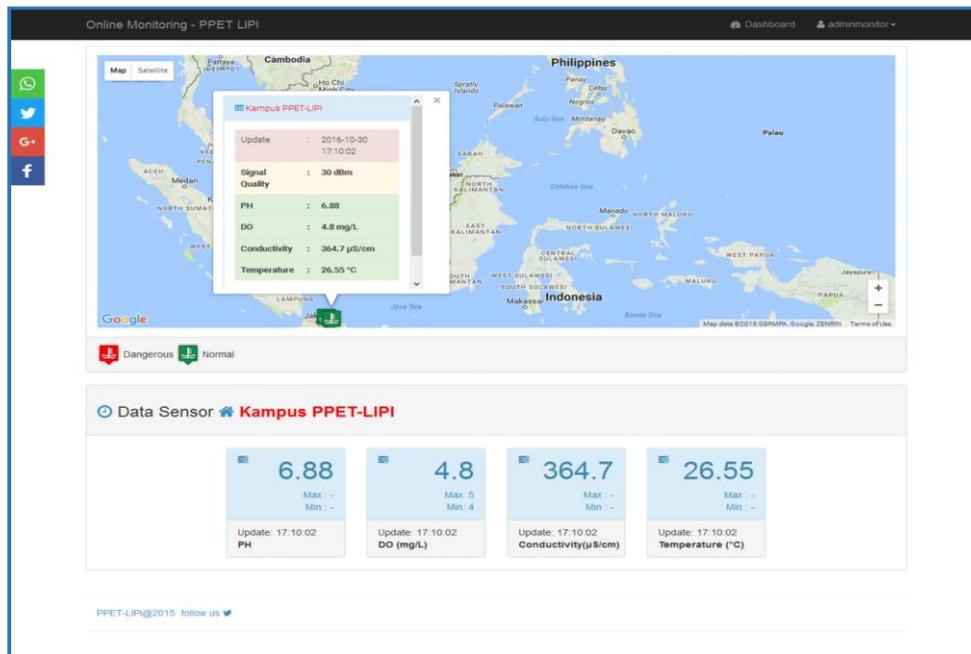
Gambar 8. Lokasi node sensor di pulau Bangka dan server di Bandung

3. Hasil dan diskusi

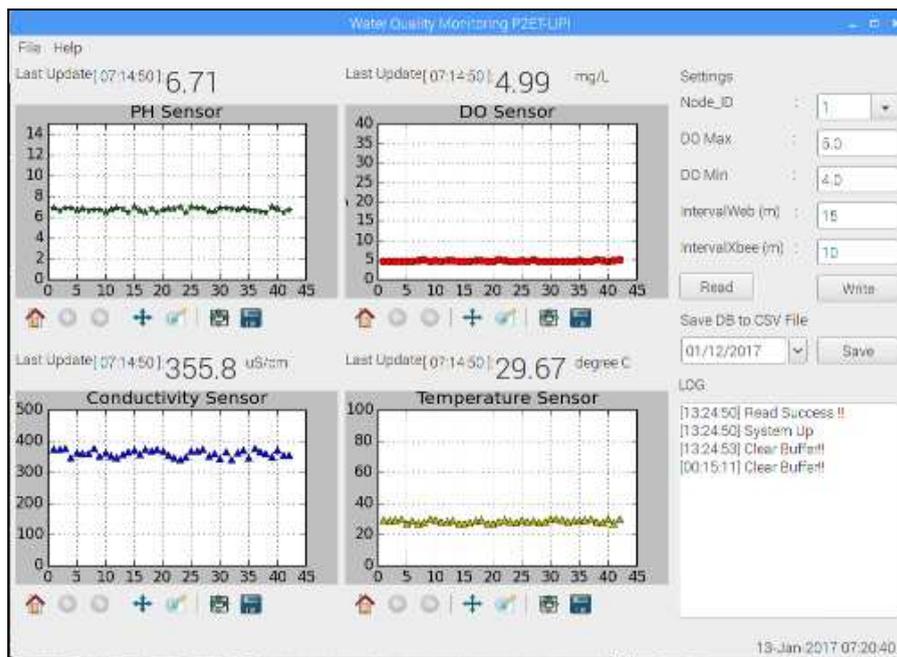
Sistem ini telah diterapkan untuk mengukur parameter kualitas air dari budidaya udang yang terletak di pulau Bangka, dan database server terletak di Bandung, Jawa Barat. Seperti dapat dilihat pada Gambar 8, node sensor dipasang di tengah tambak udang, menggunakan 50 Watt panel surya sebagai sumber listrik. Master ditempatkan di sisi kolam dalam 20 meter jarak dari node sensor. Sejak instalasi pertama pada bulan November 2015, sistem telah terus-menerus mengirimkan data ke server tanpa gangguan lainnya yang signifikan, kecuali selama masa pemeliharaan. Ini berarti bahwa sistem telah membuktikan diri cocok untuk jangka panjang, pemantauan aplikasi luar ruangan. Pada Gambar 9, dapat dilihat tampilan website data kualitas air yang diperbarui setiap interval 10 menit. Informasi ini dapat diakses oleh publik dari situs web <http://www.ppt.lipi.go.id/water/home.php>,

namun, untuk tampilan sejarah dan grafis dari data, membutuhkan akses *login* ke dalam sistem. Selain itu data pada aplikasi telepon seluler juga diperbarui setiap 10 menit. Beberapa nomor ponsel ini dipilih milik manajemen bisnis budidaya untuk menerima informasi dari parameter kualitas air. Pada Gambar 10, tampilan grafis data parameter kualitas air ditunjukkan, dengan jangka waktu 24

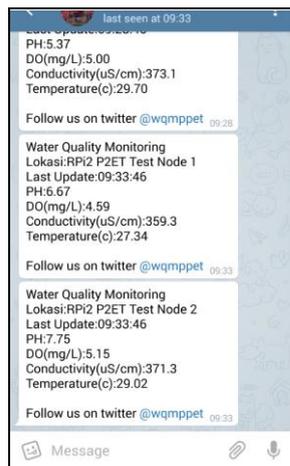
jam untuk parameter DO, pH, *conductivity* dan temperatur. diambil pada tanggal 13 Januari 2017. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai DO, pH, *conductivity* dan temperatur keadaannya normal. Nilai optimal untuk budidaya udang adalah DO (4 – 7,5 ppm), pH (6,5 – 8) dan Suhu (25 – 31⁰ C). Data-data sensor ini juga dikirimkan ke Telegram *Messenger Notification* seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 9. Screen shot dari tampilan website



Gambar 10. Tampilan grafis dari parameter DO, pH, *conductivity* dan temperatur



Gambar 11. Notifikasi data dengan Telegram Messenger Notification

4. Kesimpulan

Dalam tulisan ini, desain dan realisasi sistem *online monitoring* kualitas air berbasis jaringan WSN dan IoT telah dijelaskan. Sistem ini telah diterapkan untuk memantau parameter DO, pH, *conductivity* dan temperatur di salah satu pusat budidaya udang. data yang dikumpulkan dari pengukuran sensor di setiap budidaya dapat dimonitor secara *online* melalui website (laptop, PC ataupun perangkat ponsel). Sistem yang terintegrasi ini merupakan pengembangan dari sistem *online monitoring* yang menggunakan teknologi IoT, perangkat yang *support* IoT adalah Raspberry Pi board dengan harga terjangkau atau murah. Di masa depan, diharapkan semacam sistem monitoring secara *online* dapat diterapkan di semua pusat budidaya udang di Indonesia. Data kualitas air yang dikumpulkan dari masing-masing pusat budidaya kemudian dapat diintegrasikan dengan informasi lain seperti sumber daya air, bisnis dan informasi geografis, sehingga *database* akan berfungsi sebagai alat pendukung pemberi keputusan untuk pengelolaan industri budidaya.

Ucapan terima kasih

Karya ini secara finansial didukung oleh LIPI di bawah skema Kegiatan Pemanfaatan Iptekda LIPI 2015.

Daftar Pustaka

- [1] J.J. Hernandez, L.P. Fernandez, L.A. Vargas, J.A. Ochoa, and J.F. Trinidad, "Water quality assessment in shrimp culture using analytical hierarchical process", *Ecological indicators*, Vol. 29, June 2013, pp. 148 – 158.
- [2] R.C. Summerfelt, "Water quality considerations for aquaculture", <http://truchasdelarcoiris.com/pdf/06.pdf>, accessed on Dec. 31, 2014.
- [3] S.B. Basavaraddi, H. Kousar, and E.T. Puttaiah. "Dissolved oxygen concentration - a remarkable indicator of ground water pollution in and around Tiptur town, Tumkur District, Karnataka, India," *Bull. Env., PHarm. & Life Sci*, Vol. 1, iss 3, February 2012, pp. 48-54.
- [4] Monitoring water quality, Volunteer stream monitoring: A methods manual, <http://southcenters.osu.edu/sites/southc/files/site-library/site-images/WaterQualityConsiderations.pdf>, accessed on Dec 01, 2015.
- [5] D. Inbakandan, R. Rajasree, L.S. Abraham, V.G. Kumar, N. Manoharan, R. Venkatesan, and S.A. Khan, "Aquaculture informatics: Integration of information technology and aquaculture in India", *Int. J. Appl. Bioeng.*, Vol. 13 No. 1, 2009, pp. 35 – 42.
- [6] M. Seneviratne, *A Practical Approach to Water Conservation for Commercial and Industrial Facilities*. Oxford, UK.
- [7] Sridharan, S., *Water Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network. International Journal of Electronic Communications Engineering Advanced Research*, 3, 2014, pp. 399-402.
- [8] Boonsong, W. and Ismail, W. *Wireless Monitoring of Household Electrical Power Meter Using Embedded RFID with Wireless Sensor Network Platform. International Journal of Distributed Sensor Networks*, Article ID: 876914, 2014.
- [9] Hong, J.; Zhu, Q.; Xiao, J. *Design and Realization of Wireless Sensor Network Gateway Based on ZigBee and GPRS. 2009 2nd International Conference on Information and Computing Science*, Manchester, UK, 2009, pp. 196–199.
- [10] *Getting Started with Zigbee and IEEE 802.15.4*, Daintree Networks Inc, 2004.
- [11] N.S. Haron, M.K. Muhamad, I. A. Aziz, and M. Mehat, "Remote water quality monitoring system using wireless sensors", *Proc. 8th WSEAS Int. Conf. Elect., Hard, Wi. Opt. Comm.*, 2009, pp. 148 – 154.
- [12] Santoshkumar and V. Hiremath, "Design and development of wireless sensor network system to monitor parameters influencing fresh water fishes", *Int. J. Comp. Sci. Eng.*, Vol. 4, No. 6, 2012, pp. 1096 – 1103.
- [13] R. Fantacci, T. Pecorella, R. Viti, and C. Carlini, "A network architecture solution for efficient IOT WSN backhauling: challenges and opportunities," *IEEE Wireless Communications*, Vol. 21 No.4, 2001, pp.113–119.