

MONITORING DAN CONTROLLING KETINGGIAN AIR SAWAH BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

MONITORING AND CONTROLLING WATER LEVEL OF RICE FIELD BASED ON WIRELESS SENSOR NETWORK

Andrea Eges Seca Barus¹, Dr.Ir.Rendy Munadi, M. T. ², Dadan Nur Ramadan, S.Pd., M.T. ³

¹Electrical Engineering Faculty of Telkom University, Bandung, Jawa Barat 40257

³School of Applied Science Faculty of Telkom University, Bandung, Jawa Barat 40257

¹andreaseca12@gmail.com, ²rendymunadi@telkomuniveristy.co.id, ³dadannr@telkomuniveristy.co.id

ABSTRAK

Dibeberapa lokasi pertanian di Indonesia terdapat beberapa lahan yang mengalami gagal panen karena lahan tenggelam akibat hujan yang terus terjadi dan lahan yang mengalami kekeringan, pada penyelesaian tugas akhir, penulis akan membuat alat berbasis mikrokontroler yang bertujuan untuk memantau ketinggian air pada lahan menggunakan sensor ultrasonik dan alat ini dapat mengaktifkan sebuah aktuator jika dalam kondisi air kering atau meluap. Alat ini menggunakan teknologi *Wireless sensor network* yang merupakan seperangkat alat jaringan nirkabel yang mempunyai satu atau beberapa sensor untuk menangkap suatu informasi atau data yang cenderung berubah-ubah, dan petani akan mendapatkan pemberitahuan apabila kondisi air dilahan meluap atau sedang kosong. Untuk mengetahui performansi sistem yang dirancang, maka dilakukan pengujian kualitasi jaringan, dan hasil pengujian kinerja jaringan NodeMcu dengan menggunakan protokol MQTT pada kondisi *outdoor* maksimal 90 meter. nilai *delay*, *throughput*, *availability*, dan *reliability* dipengaruhi oleh jumlah node dan jarak. Nilai *delay*, *availability*, dan *reliability* terkecil berada di jarak 30 meter. Nilai *throughput* terkecil berada di jarak 90 meter.

Kata Kunci : *Wireless Sensor Network*, *monitoring*, aktuator, ketinggian air, mikrokontroler, sensor ultrasonik

ABSTRACT

In several agricultural locations in Indonesia there are some land that have failed crops due to drowning land due to continuous rain and drought land, on completion in this final task, the authors will create a microcontroller-based tool that aims to monitor the height of water on the land using ultrasonic sensors and tools that may activate an actuator if there is dry or overflow water condition. This tool use Wireless sensor network technology which is a set of wireless network tools that have one or several sensors to capture information or data that tends to change, and farmers will get a notification if the water conditions overflow or empty. In order to know the performance of the system designed, we do the network qualitative testing, and the performance test results NodeMcu network using MQTT protocol on outdoor conditions maximum 90 meters. Value of delay, throughput, availability, and reliability are affected by the number of nodes and distances. The smallest delay, availability, and reliability values are within 30 meters. The smallest throughput value is within 90 meters.

Keywords: *Wireless Sensor Network*, *monitoring*, *actuators*, *water height*, *microcontroller*, *sensors ultrasonic*

1. Pendahuluan

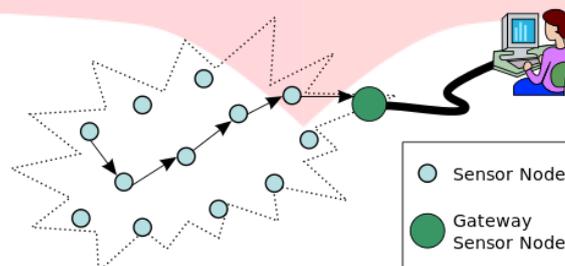
Dalam kegiatan bercocok tanam keadaan alam dan lingkungan sekitar berpengaruh terhadap hasil panen. Khususnya air, air dalam kegiatan bercocok tanam merupakan kebutuhan pokok yang paling penting terutama dalam budi daya padi sawah. Air dalam budi daya padi sawah digunakan untuk pengolahan tanah dan pertumbuhan padi. Kebutuhan air untuk proses pertumbuhan tanaman padi masih belum diketahui secara pasti debit air yang dibutuhkan. Hal tersebut yang menyebabkan para petani memberikan air yang berlebihan pada lahan sawah, dan menimbulkan pemborosan, jika curah hujan tinggi maka lahan sawah akan tergenang hingga tanaman padi akan rusak karena tenggelam. Pemantauan dan *controlling* tinggi permukaan air pada lahan sawah merupakan suatu hal yang sangat penting. Hal tersebut dapat memberikan informasi mengenai kondisi ketinggian air pada lahan sawah tersebut melalui *local web*, *controlling* berguna untuk menjaga ketinggian air agar tidak terlalu sedikit atau berlebihan. Kegiatan pemantauan ketinggian air sebenarnya masih bisa dilakukan secara konvensional, tetapi cara tersebut mempunyai banyak kekurangan dan kendala sehingga hasil panen menurun, kendala yang bisa terjadi misalnya jumlah lahan yang dipantau lebih dari satu tempat dengan kondisi alam yang berbeda-beda. Sehingga banyak waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran dan akan menjadi lebih lama. Sehingga penulis menciptakan alat untuk memantau ketinggian air pada lahan sawah yang lebih efektif dan efisien. Petani dapat melakukan pemantauan ketinggian air secara *realtime* melalui *web*. Dengan adanya alat bisa membantu para petani untuk memudahkan pekerjaan petani tanpa mengurangi hasil panen.

2. Dasar Teori

a. Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network merupakan suatu infrastruktur jaringan nirkabel yang menggunakan sensor untuk memantau kondisi lingkungan sekitar seperti suhu, suara, ketinggian, gelombang eletromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain. Ketika sensor ini telah membaca suatu kondisi, akan dilakukan pengiriman melalui udara menuju sistem yang telah disiapkan untuk membaca data tersebut. Masing-masing node dalam sensor jaringan nirkabel biasanya dilengkapi dengan radio transceiver atau alat komunikasi wireless lainnya seperti mikrokontroller kecil, dan sumber energi biasanya baterai.

Penggunaan wireless sensor network harus memperhatikan nilai QoS, maka perlu juga untuk memperhatikan luas area yang akan diamati, jumlah minimal sensor yang bisa mencakup seluruh area yang akan diamati, kualitas pengiriman data.[4]



Gambar 1 Wireless Sensor Network

b. Sensor Ultrasonik

HC-SR04 adalah Sensor Ultrasonik yang memiliki dua elemen, yaitu elemen Pendeteksi gelombang ultrasonik, dan juga sekaligus elemen Pembangkit gelombang ultrasonik. Sensor Ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi ultrasonik atau frekuensi di atas kisaran frekuensi pendengaran manusia.



Gambar 2 Sensor Ultrasonik

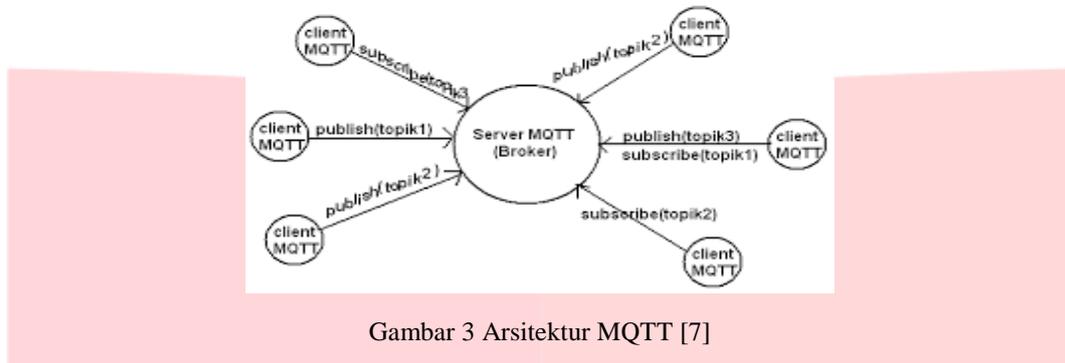
Fungsi Pin-pin HC-SR04:

1. VCC = 5V Power Supply. Pin sumber tegangan positif sensor.
2. Trig = Trigger/Penyulut. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
3. Echo = Receive/Indikator. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
4. GND = Ground/0V Power Supply. Pin sumber tegangan negatif sensor.

c. Protokol Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

Protokol Message Queue Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol pesan yang sangat sederhana dan ringan. Protokol MQTT menggunakan arsitektur publish/subscribe yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan client jarak jauh dengan hanya satu server. MQTT meminimalkan bandwidth jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat ketika mencoba untuk menjamin kehandalan dan pengiriman. Pendekatan ini membuat protokol MQTT sangat cocok untuk menghubungkan mesin ke mesin (M2M), merupakan aspek penting dari konsep Internet of things [7]. Arsitektur MQTT seperti pada gambar 3 [7].

Sistem umum MQTT membutuhkan dua perangkat lunak utama yaitu MQTT client dan MQTT broker atau server. MQTT client adalah program atau alat yang menggunakan MQTT. Protokol berjalan di atas TCP / IP, atau melalui protokol jaringan lain yang menyediakan koneksi bidirectional, lossless, dan dua arah.



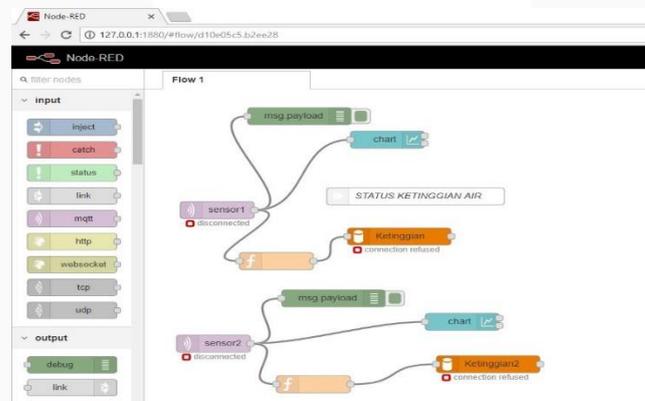
Gambar 3 Arsitektur MQTT [7]

d. Platform Mosquitto

Mosquitto adalah platform open source yang bekerja sebagai broker dalam protokol MQTT. Mosquitto saat ini telah menerapkan protokol MQTT versi 3.1.1. dan menggunakan C sebagai bahasa pemrogramannya. Alasan Mosquitto menggunakan bahasa C adalah agar dapat digunakan pada perangkat apapun yang tidak memiliki JVM (Java Virtual Machine). Server pada mosquitto mendukung beberapa port (port : 1883, 8883, 8884,8080 dan 8081) dengan kelebihan nya terdapat dukungan TLS versi 1.2. Server Mosquitto juga dapat menggunakan SSL pada port 8884.

e. Node-RED

Node-RED adalah sebuah *tool* berbasis browser untuk membuat aplikasi *Internet of Things* yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaanya untuk membuat aplikasi sebagai *flow*, dimana *flow* ini terbentuk dari node-node yang saling berhubungan dimana tiap node melakukan tugas tertentu. Walaupun Node-RED didesain untuk IoT, ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai jenis aplikasi.



Gambar 4 Tampilan Flow Node-RED [9]

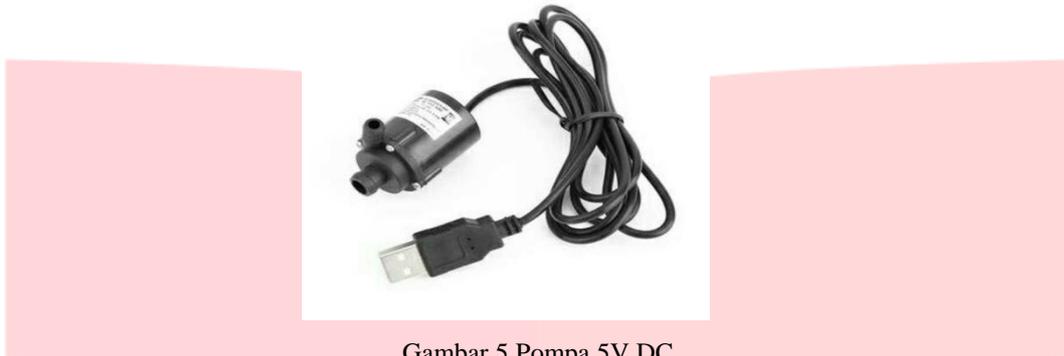
f. Pompa Air 5V DC

Pompa air berukuran kecil yang bekerja di tegangan 5 Volt arus DC adalah pompa yang cocok digunakan dengan NodeMC.

Spesifikasi dari pompa tersebut adalah :

1. Pompa brushless, rotor magnet permanen.
2. Tegangan kerja: DC 3-6V.
3. Daya angkat: maks 110cm.
4. Debit maksimum: 150L/jam.
5. Arus maksimum: 0.35A.
6. Kelembaban lingkungan: 45%~90%.
7. Diameter nepel out: 7mm.
8. Diameter nepel in: 9mm.
9. Dimensi: 43mm x 28mm x 36mm.

- 10. Amfibi, bisa tercelup dan bisa tidak tercelup.
- 11. Sumber power bisa dari power bank, charger smartphone, aki, baterai, adaptor, solar panel, dsb.



Gambar 5 Pompa 5V DC

g. Throughput

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang berhasil dan diamati pada penerima selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* diukur dalam bit per *second* (bps).

Perhitungan *Throughput* ditunjukkan pada Persamaan 2.1 berikut :

$$Throughput = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \dots \dots \dots (2.1)$$

h. Delay

Delay merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses pengiriman informasi dari suatu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Pada *delay* satuan yang digunakan adalah mili detik (ms).

Perhitungan *Delay* ditunjukkan pada Persamaan 2.2 berikut :

$$\text{rata - rata delay} = \frac{\text{jumlah delay}}{\text{jumlah paket yang diterima}} \dots \dots \dots (2.2)$$

i. Reliability

Reliability atau reliabilitas adalah kemungkinan dari suatu sistem untu dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan pada kondisi tertentu dan periode tertentu. Perhitungan *Reliability* ditunjukkan pada persamaan 2.3 berikut :

$$\text{reliability} = \frac{(\text{uptime} - \text{down time})}{\text{uptime}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana *uptime* merupakan total waktu suatu sistem dalam konsisi *rise/reliable*, sedangkan *downtime* adalah total waktu suatu sistem dalam kondisi *failure/unreliable*.

j. Availability

Availability adalah kemungkinan suatu sistem siap untuk beroperasi saat dibutuhkan. Perhitungan *Availability* ditunjukkan pada persamaan 2.4 berikut :

$$\text{availability} = \frac{\text{uptime}}{(\text{uptime} + \text{downtime})} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

3. Hasil Simulasi dan Analisa

a. Hasil Pengujian Delay Monitoring

		Delay (ms)			
Node		1	2	3	Mean
Jarak (m)					
15		48,01	49,49	50,83	49,44
30		53,87	53,92	50,85	52,88
45		52,07	51,05	52,98	52,03
60		72,75	74,45	76,1	74,43
75		79,9	72,45	81,42	77,92
90		85,22	84,82	96,46	88,83

Dari tabel diatas didapatkan *delay* terkecil saat percobaan di jarak 15 meter dengan jumlah 1 *node* sensor yaitu 48,01 ms dan *delay* terbesar saat percobaan di jarak 90 meter dengan jumlah 3 *node* sensor yaitu 96,46 ms.

b. Hasil Pengujian Throughput Monitoring

		Throughput (Kbps)			
Node		1	2	3	Mean
Jarak (m)					
15		14,42	14,11	16,1	14,87
30		12,19	15,63	14,22	14,01
45		15,3	15,67	16,9	15,95
60		13,2	12,58	15,03	13,6
75		13,73	13,62	13,93	13,76
90		9,14	7,04	9,14	8,44

Dari tabel diatas didapatkan *throughput* terkecil saat percobaan di jarak 90 meter dengan jumlah 2 *node* sensor yaitu 7,04 Kbps dan *throughput* terbesar saat percobaan di jarak 45 meter dengan jumlah 3 *node* sensor yaitu 16,9 Kbps.

c. Hasil Pengujian Reliability dan Availability

Jarak(m)	Rata-rata Jumlah Paket Berhasil	Rata-rata Jumlah paket Gagal	Reliability (%)	Availability (%)
30	1264	0	100	100
60	1197	0.5	99.96	99.96
90	1085.5	5.5	99.5	99.5

Reliability atau reliabilitas adalah kemungkinan dari suatu sistem untu dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan pada kondisi tertentu dan periode tertentu. Dapat ditentukan bahwa jarak itu berpengaruh terhadap nilai *reliability*, nilai *reliability* terbaik pada jarak 30 meter dan terburuk pada jarak 90 meter.

Availability adalah kemungkinan suatu sistem siap untuk beroperasi saat dibutuhkan. Dapat ditentukan bahwa jarak juga berpengaruh terhadap nilai *availability*, nilai *availability* terbaik pada jarak 30 meter dan terburuk pada jarak 90 meter

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan, pengukuran, pengujian, serta analisis terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain:

1. Teknologi NodeMcu mampu menghubungkan antar *node* sehingga terjadi pertukaran data sensing dari *node* sensor ke *node coordinator*.
2. Jangkauan maksimum NodeMcu pada kondisi *outdoor* dapat mencapai jarak sejauh 90 meter.
3. Pada sistem komunikasi nirkabel, jarak dan jumlah *node* menjadi faktor yang berpengaruh terhadap nilai Qos pada sistem tersebut.
4. Nilai *delay* terendah didapatkan pada jarak 15 meter dengan jumlah 1 *node* yaitu sebesar 48,01 ms dan nilai *delay* tertinggi didapatkan pada jarak 90 meter dengan jumlah 3 *node* yaitu sebesar 96,46 ms.
5. Nilai *throughput* tertinggi didapatkan pada jarak 45 meter dengan jumlah 3 *node* yaitu sebesar 16,9 Kbps dan nilai *throughput* terendah didapatkan pada jarak 90 meter dengan jumlah 2 *node* yaitu sebesar 7,04 Kbps.
6. Nilai *availability* terendah saat jarak 90 meter yaitu 99,45 % dan tertinggi saat jarak 30 meter yaitu 100 %. Untuk nilai *reliability* terendah saat jarak 90 meter dan tertinggi saat jarak 30 meter yaitu 100%

5. Referensi

- [1] Alrajeh, Nabil Ali., Bashir, Maryam., Shams, Bilal. Localization Technique in Wireless Sensor Network. 2013.
- [2] Campbell Scientific, Inc. Wireless Sensor Network.
- [3] Kazem Sohraby, Daniel Minoli, Taieb Znati. WIRELESS SENSOR NETWORKS Technology, Protocols, and Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2007.
- [4] Stojmenovic, Ivan. HANDBOOK OF SENSOR NETWORK ALGORITHMS AND ARCHITECTURES. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2005.
- [5] Yinbiao, Shu. Internet of Thing: Wireless Sensor Network. IEC White Paper.
- [6] "Datasheet Arduino Uno" [online] Diakses November 8, 2016 <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [7] "Datasheet ESP8266" [online] Diakses November 17, 2017 <https://embeddednesia.com/v1/?p=2050>
- [8] "Datasheet HC-SR04" [online] Diakses April 10, 2016 <http://www.electrofreaks.com/8902/hc-sr04-datasheet/>
- [9] OASIS, "MQTT Version 3.1.1," OASIS Stand., no. October, p. 81, 2014.
- [10] <https://www.tokopedia.com/ehankomputer/pompa-air-dc-5v-watercooling-water-cooling-pump-pc-cpu-usb-brushless>