

ANALISIS EFEKTIVITAS APLIKASI SENSOR ULTRASONIK DENGAN
INTERFACE BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN MQTT
PROTOCOLS

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika



oleh

Febryani Sri Waranti

NIM 1604373

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2020

**ANALISIS EFEKTIVITAS APLIKASI SENSOR ULTRASONIK DENGAN
INTERFACE BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN
MQTT *PROTOCOLS***

oleh

FEBRYANI SRI WARANTI

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Pendidikan Fisika pada Program Studi Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia

© Febryani Sri Waranti
Universitas Pendidikan Indonesia
2020

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari peneliti

FEBRYANI SRI WARANTI

ANALISIS EFEKTIVITAS APLIKASI SENSOR ULTRASONIK DENGAN
INTERFACE BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN MQTT
PROTOCOLS

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Lilik Hasanah, M.Si.
NIP. 1977061620011222002

Pembimbing II



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.
NIP. 197211122008121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP. 195904011986011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan keaslian skripsi dengan judul “Analisis Efektivitas Aplikasi Sensor Ultrasonik Dengan *Interface* berbasis *Internet Of Things* Menggunakan *MQTT Protocols*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 9 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,



Febryani Sri Waranti

NIM. 1604373

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Efektivitas Aplikasi Sensor Ultrasonik Dengan *Interface* berbasis *Internet Of Things* Menggunakan *MQTT Protocols*”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi S-1 Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di kampus Universitas Pendidikan Indonesia. Skripsi ini berisi hasil penelitian yang dilakukan penulis terkait analisis efektivitas penggunaan sensor ultrasonik dalam melakukan pengukuran jarak terhadap berbagai jenis material bidang pantul yang lazim menjadi objek pengukuran. Skripsi ini pun memaparkan analisis terhadap efektivitas *interface* untuk melakukan pemantauan nilai jarak dari sensor ultrasonik yang berbasis *Internet Of Things* menggunakan *MQTT protocols*.

Harapan penulis skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya serta memberi kontribusi pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam susunan skripsi ini tentunya penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan didalamnya. Sehingga penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang ada. Atas dasar hal tersebut penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan di kemudian hari.

Bandung, Juli 2020



Febryani Sri Waranti

NIM. 1604373

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis sadari terdapat berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian ini baik bantuan yang berbentuk morel maupun materiel. Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Seluruh keluarga khususnya kedua orang tua dan adik tercinta yang selalu memberi berbagai dukungan, restu, dan do'anya disetiap langkah yang penulis lalui, serta selalu menjadi motivasi bagi penulis untuk terus berusaha mengejar segala yang dicita-citakan bersama untuk dunia dan akhirat.
2. Ibu Dr. Lilik Hasanah, M.Si. sebagai dosen Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing I dalam penelitian ini yang telah memberi bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menjalani studi dengan baik selama menempuh pendidikan di Program Studi Fisika hingga terselesaikannya penelitian ini.
3. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. sebagai dosen Kelompok Bidang Kajian (KBK) Instrumentasi sekaligus pembimbing II yang selalu memberi bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menjalani studi dengan baik selama menempuh pendidikan di Program Studi Fisika khususnya di KBK Instrumentasi hingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Bapak Drs. Waslaluddin, M.Si. dan Bapak Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. sebagai penelaah sekaligus penguji skripsi yang telah memberi arahan kepada penulis khususnya dalam pengoreksian skripsi ini sehingga dapat dilakukan perbaikan sampai terselesaikannya skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Fisika yang telah memberikan wawasan, ilmu pengetahuan, dan dukungan dalam berbagai bentuk kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Fisika termasuk dalam pelaksanaan penelitian ini.
6. Keluarga besar UKM KOMPOR UPI yang telah memberikan banyak wawasan, pelajaran, dan pengalaman dalam ranah ilmu pengetahuan hingga

kehidupan, serta telah menjadi teman, sahabat, bahkan keluarga yang selalu kooperatif dan suportif bagi penulis.

7. Keluarga besar Fisika C 2016 sebagai keluarga pertama bagi penulis saat menempuh pendidikan di Departemen Pendidikan Fisika yang tak pernah henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.
8. Semua pihak terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga segala yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan memperoleh balasan kebaikan dari Allah SWT. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberi manfaat untuk berbagai pihak.

Bandung, Juli 2020



Febryani Sri Waranti

NIM. 1604373

ABSTRAK

Dalam menentukan pengaplikasian instrumen pengukur jarak yang efektif perlu dilakukan pengujian khususnya terkait efektivitas aplikasi sensor ultrasonik pada suatu sistem dengan *interface* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengujian dilakukan dengan menghitung persentase galat hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap beberapa jenis material bidang pantul berupa papan kayu, *styrofoam*, *sponge*, dan permukaan air. Sementara pengujian terhadap efektivitas *interface* berbasis IoT dengan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport protocols*) dilakukan dengan melakukan perhitungan parameter *Quality of Service* (QoS) *Adafruit IO*. Hasil pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap masing-masing jenis material bidang pantul dengan masing-masing persentase galat pengukuran pada papan kayu, *styrofoam*, *sponge*, dan permukaan air berturut-turut 0%, 0,04%, 68,03%, dan 0,31%. Berdasarkan toleransi pada spesifikasi sensor maka sensor HC-SR04 efektif untuk digunakan dalam melakukan pengukuran terhadap bidang pantul jenis papan kayu, *styrofoam*, dan permukaan air tenang. Sementara itu hasil pengujian QoS *Adafruit IO* menghasilkan indeks pada masing-masing parameter QoS *jitter*, *delay*, dan *packet loss* berdasarkan standar TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) secara berturut-turut 3,1, dan 4. Dari hasil indeks parameter QoS tersebut diperoleh indeks QoS sebesar 2,67 yang berarti bahwa layanan *Adafruit IO* berada di kategori kurang memuaskan.

Kata kunci : Ultrasonik, Efektivitas, *Internet of Things*, *Quality of Service*, MQTT *protocols*

ABSTRACT

In determining the application of an effective distance measuring instrument testing needs to be done, especially related to the effectiveness of the application of ultrasonic sensors on a system with an Internet of Things (IoT)-based interface. The test is done by calculating the percentage of error of the HC-SR04 ultrasonic sensor measurement on several types of reflective materials in the form of wood boards, styrofoam, sponge, and water surface. While testing the effectiveness of the IoT-based interface with MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protocols is performed by calculating the Quality of Service (QoS) Adafruit IO parameters. The results of the distance measurement by the HC-SR04 ultrasonic sensor on each type of reflective materials with each percentage of measurement error on wooden boards, styrofoam, sponge, and water surface respectively 0%, 0.04%, 68.03%, and 0.31%. Based on the tolerance of the sensor specifications, the HC-SR04 sensor is effective for use in measuring the reflective material of wood, styrofoam and calm water surfaces. Meanwhile the QoS Adafruit IO test results index each QoS parameter jitter, delay, and packet loss based on the TIPHON (Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks) standards, respectively 3, 1, and 4. From the results of the QoS parameter index The QoS index of 2,67 is obtained, which means that Adafruit IO services are in the unsatisfactory category.

Keywords : *Ultrasonic, Effectiveness, Internet of Things, Quality of Service, MQTT protocols*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Konsep Efektivitas.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Sensor Ultrasonik	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Quality of Service (QoS)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 Sistem Telemetri.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Internet of Things	Error! Bookmark not defined.
2.6 <i>Wireless Fidelity (WiFi)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7 <i>MQTT Protocols</i>	Error! Bookmark not defined.
2.8 <i>ESP32 Development Kit Microcontroller</i>	Error! Bookmark not defined.
2.9 Persentase Galat Pengukuran.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Diagram Blok Sistem.....	Error! Bookmark not defined.

3.3	Rancangan Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Mikrokontroler <i>DOIT ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	<i>Adafruit IO</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.4	LCD 1602 (<i>Liquid Crystal Display</i> 16x2)	Error! Bookmark not defined.
3.3.5	<i>I²C LCD Driver</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4	Diagram Alir Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Persiapan MQTT <i>Broker</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Sistem Utama sebagai <i>Transmitter</i> ..	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Sistem <i>Output Interface</i> Adafruit IO	Error! Bookmark not defined.
3.5	Skema Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.6	Skema Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Rancangan Sistem <i>Hardware</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	Hasil Rancangan Program	Error! Bookmark not defined.
4.3	Hasil Rancangan Sistem <i>Interface</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4	Hasil Pengujian Efektivitas Sensor Ultrasonik.....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Hasil Pengujian Efektivitas Sistem <i>Interface</i> dengan MQTT <i>Protocols</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		Error! Bookmark not defined.
5.1	Simpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Implikasi dan Rekomendasi.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Standar *Throughput* Menurut TIPHON . **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Standar *Jitter* Menurut TIPHON..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.3 Standar *Packet Loss* Menurut TIPHON. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.4 Standar *Delay* Menurut TIPHON..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.5 Standar *Quality of Service* (QoS) TIPHON**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2 Spesifikasi Pin LCD **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1 Persentase Galat Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonik HC-SR04 ..**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2 Hasil Pengukuran *Packet Loss Adafruit IO***Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3 Hasil Pengukuran *Jitter Adafruit IO* **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Hasil Pengukuran *Delay Adafruit IO* **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Telemetry	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 <i>Internet Protocol Suite - TCP/IP Model</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Ilustrasi Cara Kerja MQTT <i>Protocols</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Diagram Alir Alur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Diagram Blok Rancangan Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Sistem Utama	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 <i>Pinout DOIT ESP32</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Skema Ilustrasi Transmisi dan Pantulan Gelombang Ultrasonik	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3.9 Tampak Depan dan Tampak Belakang LCD 1602	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 3.10 Skematik Rangkaian LCD dengan Mikrokontroler Arduino	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3.11 Tampak Depan Modul I ² C LCD <i>Driver</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Modul I ² C LCD <i>Driver</i> dan Modul LCD yang Dihubungkan	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3.13 Diagram Alir Tahapan Persiapan MQTT <i>Broker Adafruit IO</i>	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3.14 Diagram Alir Tahapan Proses Sistem Utama (<i>Transmitter</i>)	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3.15 Diagram Alir Tahapan Proses Sistem <i>Output Interface Adafruit IO</i>	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	

Gambar 3.16 Skema Pengambilan Data Pengujian Efektivitas Sensor Ultrasonik ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Rangkaian Sistem Utama sebagai *Transmitter* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 *Sketch* Program Bagian Deklarasi **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 *Sketch* Program Bagian *Setup* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 *Sketch* Program Bagian *Loop* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 *Sketch* Program Fungsi untuk *Reconnect WiFi* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 *Sketch* Program Fungsi untuk *Reconnect MQTT* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 *Sketch* Program Fungsi untuk Tampilan Status Pengiriman Data **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 *Sketch* Program Fungsi untuk Tampilan Nilai Jarak dan Status Pengiriman Data LCD **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Tampilan LCD 16x2 Saat Data Terkirim ke Layanan *Adafruit IO* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Tampilan LCD 16x2 Saat Data Tidak Terkirim ke Layanan *Adafruit IO* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Tampilan *Dashboard Adafruit IO* pada Perangkat Gawai Laptop (Kiri) dan *Handphone* (Kanan) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Tampilan *Dashboard Adafruit IO* Ketika *Throttle Warning* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Jarak oleh Sensor Ultrasonik terhadap Jarak yang terukur *Measure Tape* **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Pengukuran Jarak Terhadap Bidang Pantul *Sponge*.....**Error!**
Bookmark not defined.
- Lampiran 2. Data Pengukuran Jarak Terhadap Bidang Pantul *Styrofoam*.....**Error!**
Bookmark not defined.
- Lampiran 3. Data Pengukuran Jarak Terhadap Bidang Pantul Papan Kayu...**Error!**
Bookmark not defined.
- Lampiran 4. Data Pengukuran Jarak Terhadap Bidang Pantul Permukaan Air
.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, R. (2020). *Pengertian SSID dan Fungsi SSID pada Modem / Access Point / Mikrotik*. Diambil kembali dari NESABAMEDIA: <http://www.nesabamedia.com>
- Angga, R. (2018). *Pengertian Piezoelektrik dan Prinsip Kerja Piezoelektrik*. Diambil kembali dari Skemaku: <https://www.skemaku.com>
- Anthony, Fajar, M., & Munir, A. (2018). Perancangan Sistem Pendeteksi Jarak Aman Parkir Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Journal of Technology Research in Information System and Information Technology*, 5(1), 66-78.
- Arie. (2016). *Memahami Pengertian, Fungsi, dan Cara Kerja TCP/IP*. Diambil kembali dari Arie Ordinary: <http://www.tembolok.id>
- Billy. (2020). *Hukum Pemantulan Bunyi : Pengertian, Macam-macam, dan Manfaatnya*. Diambil kembali dari Guru Sekolah: <https://gurusekolah.co.id>
- Budiwiyanto, A. dkk. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.
- Chappel, L. (2012). *Wireshark Network Analisis 2nd Edition*. San Jose: Protocol Analysis Institute, Inc.
- Emerson, H. (1912). *The Twelve Principles of Efficiency*. New York: The Engineering Magazine.
- Ferguson, P., & Huston, G. (1998). *Quality of Service : Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Fernando, R. (2019). *Skyegrid Media*. Diambil kembali dari Network Latency dalam Online Gaming: Semua yang Kamu Perlu Tahu: <http://media.skyegrid.id>
- Giancoli, D. (2001). *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- Halliday, D., & Resnick, R. (1978). *PHYSICS*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Hidayat. (1986). *Teori Efektivitas dalam Kinerja Karyawan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Indrayana, I., Julian, T., & Triyana, K. (2017). Pengujian Akuisisi Data Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan Mikrokontroler Atmega 8535. *Jurnal UNIERA* 6(1), 35-40.
- Iradat, S. (2020). *Mengupas Alat Gelombang Ultrasonik*. Diambil kembali dari Kantor Berita Religius-Nasionalis: <http://duta.co>
- Jost, D. (2019). *What is an Ultrasonic Sensor?* Diambil kembali dari Fierce Electronics: <https://www.fierceelectronics.com>
- Kamarullah, A. H. (2009). *Penerapan Metode Quality of Service pada Jaringan Traffic yang Padat*. Palembang: Jurnal Jaringan Komputer Universitas Sriwijaya.
- Kho, D. (2016). *Pengertian WiFi dan Cara Kerja WiFi*. Diambil kembali dari Teknik Elektro: <http://www.teknikelektro.com>
- Koyanagi, F. (2019). *ESP32: Internal Details and Pinout*. Diambil kembali dari Instructables Circuit: <http://www.instructables.com>
- Krejcar, O. (2011). *Modern Telemetry*. Croatia: Intech.
- Lough, B. (2017). *Features and Specification*. Diambil kembali dari The Internet of Things with ESP32: <http://esp32.net>
- Luthfi, F., Juanda, E. A., & Kustiawan, I. (2018). Optimization of Data Communication on Air Control Device Based on Internet of Things with Application of HTTP and MQTT Protocols. *Journal of Materials and Electrical Engineering*, 384. 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/384/1/012009>.

- Luthfi, M. M. (2019). *Mari Mengenal Apa itu Internet of Things*. Diambil kembali dari Id CloudHost: www.idcloudhost.com
- Marian, P. (2015). *HC-SR04 Datasheet*. Diambil kembali dari Electro Schematic: <https://www.electroschematic.com>
- McEwen, A., & Cassimally, H. (2014). *Designing Internet of Things*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Permatasari, O. I., & Masturi. (2014). Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Tongkol Jagung. *Jurnal Fisika*, 4(2), 11-16.
- Prasetyo, E. A. (2019). *Arsitektur dan Fitur ESP32 (Module ESP32) IoT*. Diambil kembali dari Edukasi Elektronik: <http://www.edukasielektronik.com>
- Putra, Y. H., Triyanto, D., & Suhardi. (2018). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 6(3), 128-138.
- Riadi, M. (2019). *Kajian Pustaka*. Diambil kembali dari Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS): <https://www.kajianpustaka.com>
- Saputro, T. T. (2018). *ESP32, System On Chip Suksesor ESP8266*. Diambil kembali dari embeddednesia: <https://embeddednesia.com>
- Sarwono, J. (2008, Maret 14). *Wawancara Virtual tentang Absorpsi dan Refleksi Gelombang Suara dalam Ruang*. Diambil kembali dari Joko Sarwono: Dunia Akustik: <https://blogs.itb.ac.id>
- Sedha, R. (2008). *Electronic Measurement and Instrumentation*. New Delhi: S. Chand & Company Pvt. Ltd.
- Seni. (2019). *Siapa Menyambut Internet of Things (IoT), Indonesia?* Diambil kembali dari Software Seni: <http://www.softwareseni.co.id>
- Setiawan, O., Syauqi, D., & Kurniawan, W. (2018). Implementasi Teknik Enkoding Digital Pembacaan Sensor Ultrasonik untuk Memetakan Keputusan Aksi

- Robot Quadruped. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 6087-6092.
- Sherozhenko, M. (2017). *MQTT vs HTTP: Which One is The Best for IoT?* Diambil kembali dari Medium: <https://medium.com>
- Sofana, I. (2011). *Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer*. Bandung: Modula.
- Spofford, D. (2019). *What is MQTT in IoT?* Diambil kembali dari verypossible: <https://www.verypossible.com>
- Stalling, W. (2005). *Wireless Communication and Network 2nd Ed*. Pearson Education, Inc: USA.
- Steers, R. M. (1977). *Efektivitas Organisasi*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiono, Indriyani, T., & Ruswiansari, M. (2017). Kontrol Jarak Jauh Sistem Irigasi Sawah Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Information Technology*, 2(2), 41-48.
- Tanpa nama. (2008). *About Espressif*. Diambil kembali dari Espressif: <https://www.espressif.com>
- Tanpa nama. (2015). *PCF8547 Remote 8-Bit I/O Expander for I2C Bus*. Diambil kembali dari Texas Instruments: <https://www.ti.com>
- Tanpa nama. (2018). *LCD Datasheet*. Diambil kembali dari Sparkfun: <https://www.sparkfun.com>
- Waher, P. (2015). *Learning Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2014). *Fundamentals of Physics 10th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wang, Z. (2001). *Internet QoS Architectures and Mechanisms for Quality of Service*. New Jersey: Lucent Technologies.

- Weking, A. I. (2016). *Kesalahan-kesalahan dalam Pengukuran*. Diambil kembali dari Universitas Udayana : <https://ee.unud.ac.id>
- Widodo, S. (2013). *HTTP vs MQTT mana yang Cocok untuk IoT*. Diambil kembali dari Medium: <http://www.medium.com>
- Wroclawski, J., & Shenkar, S. (1997). *Network Element Service Specification Template*. Diambil kembali dari Tools IEF: <https://tools.ieft.org>
- Yasin. (2019). *Pengertian HTTP Beserta Fungsi dan Cara Kerjanya*. Diambil kembali dari NIAGAHOSTER: <http://www.niagahoster.com>