

PERANCANGAN ALAT UKUR KETINGGIAN PERMUKAN AIR BERBASIS SENSOR ULTRASONIK MAXSONAR MB7389 DAN MIKROKONTROLER ATMEGA328P

Elohansen Padang^{1*}, Baina Afkri¹, Richard Lewerissa¹, Jackson Viktor Morin², Mujasam³

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Papua

²Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Papua

³Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Papua

Jalan Gunung Salju, Amban, Manokwari Barat, Manokwari, Papua Barat

e.padang@unipa.ac.id

ABSTRACT

In this study, a low-cost water level measurement device based on an ultrasonic sensor was developed. The ultrasonic sensor used is Maxsonar MB7389, and the data acquisition system uses the ATMEGA328P Microcontroller. Meanwhile, water level measurement data is displayed in real-time on a computer and also stored in a microSD card where data can be retrieved at any time for analysis. The choice of the Maxsonar MB7389 sensor for sensing water levels is based on its superiority in water resistance so that it can be applied in the field, and the measurement resolution is up to millimeters. Meanwhile, the ATMEGA328P microcontroller contained in the Arduino Uno board has advantages in terms of its relatively low-cost price, ease to program using the open-source Arduino IDE software, supported by many libraries, and modules. Based on the results of laboratory-scale testing, the measurement device developed can measure the water level quite accurately. That can be seen from the average water level measurement error for sensors without a casing of 0.31 cm and sensors with a PVC pipe sheath of 0.25 cm. Then, the value of the Pearson correlation coefficient (R^2) is 0.99 for sensors without pipe casings, and 1 for sensors with PVC pipe casings. Then, based on the ripple comparison of the results of the water level measurement, it can be suggested for the measurement of the highly fluctuating water level (such as sea and river) should use a pipe casing. Meanwhile, for measuring the water level in the tank that is not too volatile, you can use a sensor without a pipe casing.

Keywords: water level, ultrasonic sensor, maxsonar MB7389, ATMEGA328P microcontroller

PENDAHULUAN

Pengukuran ketinggian permukaan air sangat bermanfaat untuk berbagai bidang aplikasi. Seperti untuk pemantauan tinggi permukaan air laut (Kwanthong, 2017), monitoring pasut, peringatan dini tsunami. Manajemen pengairan pada sawah (Kawakami dkk., 2016), pemantauan sungai untuk system peringatan dini banjir (Nagarani, 2016), industri pengolahan air bersih (Jan, dkk., 2022). dan sebagainya.

Salah satu metode pengukuran yang

banyak digunakan untuk pengukuran ketinggian permukaan air adalah menggunakan sensor ultrasonik (Jan, dkk., 2022). Hal ini disebabkan karena, metode ultrasonik relatif sederhana, *low cost*, dan mudah diaplikasikan. Selain itu, komponen-komponen yang dibutuhkan untuk mengembangkan alat ukur tersebut dapat dengan mudah ditemukan di pasaran.

Beberapa penelitian terkait tentang pengukuran ketinggian permukaan air

menggunakan metode ultrasonik diantaranya oleh Prabhudesai, dkk (2010) yang mengajukan pengukuran tinggi gelombang laut menggunakan sensor ultrasonik. Kemudian, Kawakami dkk (2016) melakukan pengukuran tinggi permukaan air menggunakan sensor ultrasonik untuk budidaya padi. Alat ukur didesain menggunakan sensor ultrasonik yang ditempatkan pada bagian atas dari tabung PVC. Kemudian Prafanto dan Budiman (2018) menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU untuk mendeteksi permukaan air jarak jauh.

Untuk aplikasi pengukuran tinggi permukaan air di lapangan, beberapa peneliti menggunakan sensor ultrasonik Maxsonar MB7389 (Maxbotix.com, 2022). Meskipun harga sensor ini relatif mahal, namun kelebihanannya dalam hal *waterproof* (kedap air) sehingga cocok untuk digunakan pada pengukuran di lapangan. Keluaran dari sensor ini dapat berupa sinyal analog, pulse width modulation, dan digital. Oleh karena itu dapat dengan mudah diinstalasi pada rangkaian elektronika. Sementara itu, disisi lain, untuk sistem akuisisi data umumnya banyak peneliti menggunakan Mikrokontroler ATmega328P yang terdapat didalam Board Arduino Uno. Board Arduino Uno ini merupakan board yang *low cost*, mudah diaplikasikan dalam rangkaian elektronika karena telah dilengkapi dengan berbagai fitur, dan relatif mudah diprogram menggunakan perangkat lunak *open source* Arduino IDE (McRoberts, 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas, pada penelitian ini akan dikembangkan alat ukur tinggi permukaan air portable yang berbiaya murah, dan komponen-komponen dapat ditemukan dengan mudah dipasaran menggunakan sensor ultrasonik Maxsonar MB7389 dan mikrokontroler ATmega328P.

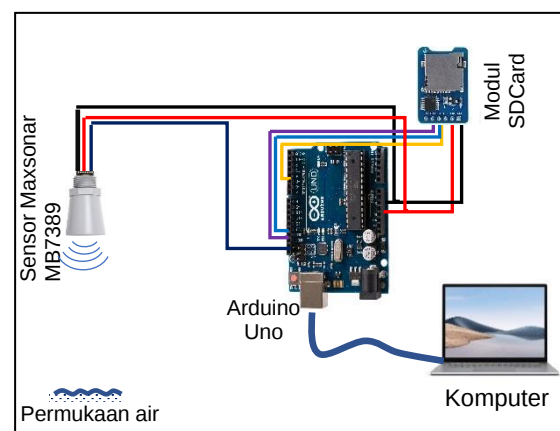
METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan alat ukur ketinggian permukaan air ini dilakukan di

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat. Proses penelitian meliputi perancangan, implementasi, dan pengujian alat ukur yang dilakukan selama bulan Januari-Februari 2022.

Komponen-komponen elektronik yang digunakan untuk merealisasikan alat ukur ketinggian permukaan air yang dikembangkan meliputi sensor ultrasonik MaxSonar MB7389 untuk memancarkan dan menerima pantulan gelombang ultrasonik, Mikrokontroler ATmega328P yang terdapat di dalam board Arduino R3 sebagai unit pemrosesan data. Board Arduino uno ini diprogram menggunakan perangkat lunak *open source* Arduino IDE, modul SDCard sebagai media penyimpanan data pengukuran, dan komputer/laptop untuk memrogram board Arduino Uno dan juga menampilkan data pengukuran menggunakan perangkat lunak PLX-DAQ yang terintegrasi dengan perangkat lunak *Office Excel*.

Adapun diagram skematik susunan rangkaian alat ukur ketinggian permukaan air yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 1. Sementara itu spesifikasi komponen-komponen yang digunakan diberikan seperti pada tabel 1.



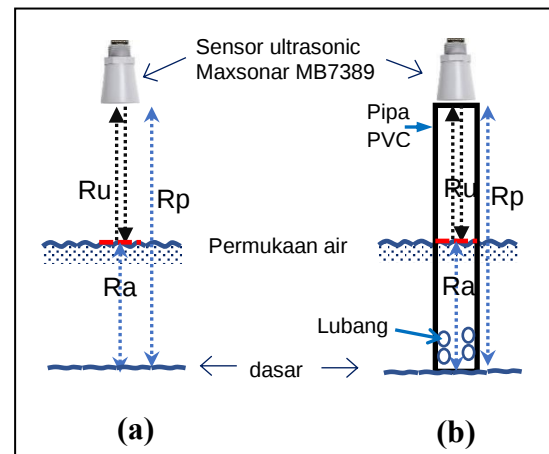
Gambar 1. Diagram Skematik Rangkaian alat ukur ketinggian permukaan air.

Tabel 1. Spesifikasi komponen-komponen elektronik yang digunakan.

Komponen	Spesifikasi
Sensor Ultrasonik MaxSonar MB7389 	Maxsonar MB7389 buatan Maxbotix Inc. USA. Mampu mendeteksi objek hingga jarak 5 meter dengan resolusi pengukuran hingga satuan mm. catu daya 3V to 5.5V dan bekerja pada frekuensi 42 KHz.
Board Arduino Uno R3 	Arduino R3 merupakan board Mikrokontroler berbasis prosesor AT-Mega328P. Bekerja pada tegangan operasi 5V, kecepatan clock 16 MHz, 14 pins digital I/O, 6 pins PWM I/O and 6 pins analog input.
Modul SDCard 	Menggunakan komunikasi SPI. Tegangan operasional 3.3 atau 5V. Kapasitas 1-128 GB (tergantung kapasitas SD card).
Komputer/laptop 	Komputer yang digunakan adalah Lenovo 110-14AST, Hardisk 256 GB, AMD A6-9220 Radeon R4 2,50 GHz, RAM 4 GB.

Setelah perangkat keras alat pengukuran ketinggian permukaan air direalisasikan, Langkah selanjutnya adalah proses pengujian alat tersebut. Untuk proses pengujian dilakukan dengan dua metode yaitu, pertama, sensor ultrasonik tidak diberi selubung pipa dan kedua, sensor ultrasonik diberi selubung pipa PVC dengan cara memasukkan sensor ultrasonik ke dalam pipa PVC. Tujuan dari penggunaan selubung pipa adalah untuk melihat apakah ada pengaruh riak atau fluktuasi permukaan air terhadap data pengukuran ketinggian permukaan air. Gambar 2 menampilkan diagram skematik proses pengujian alat ukur

ketinggian permukaan air yang dikembangkan.



Gambar 2. Diagram Skematik proses pengujian alat ukur ketinggian air yang dikembangkan: (a). Sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC; (b). Sensor ultrasonik di dalam selubung pipa PVC.

Berdasarkan gambar 2 di atas, dapat dinyatakan bahwa ketinggian permukaan air (R_a) dapat dinyatakan sebagai,

$$R_a = R_p - R_u \quad (1)$$

dengan R_p merupakan antara jarak sensor dengan air dan R_u adalah jarak sensor dengan permukaan air (R_u).

Selanjutnya pada gambar 3, ditunjukkan foto tampilan fisik dan proses pengujian alat ukur ketinggian permukaan air yang dikembangkan pada penelitian ini. Pada gambar (3.a) dapat dilihat alat ukur dikemas di dalam tabung PVC dengan diameter tabung 4 inchi dan panjang 20 cm. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian bawah, sementara komponen Arduino uno dan modul SDCard ditempatkan di dalam tabung. Sementara, pada gambar berikutnya ditunjukkan foto tampilan pengujian alat ukur untuk sensor tanpa selubung pipa (3.b) dan sensor dengan selubung pipa (3.c). Air yang tinggi permukaannya diukur dimasukkan di dalam wadah berupa drum plastik volume 200 Liter. Kemudian, permukaan air di dalam wadah dinaik turunkan dengan cara menambah dan mengurangi volume air di dalam wadah.



Gambar 3. Foto realisasi alat ukur ketinggian permukaan air yang dikembangkan: (a) tampilan fisik alat; (b). Sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC; (c). Sensor ultrasonik di dalam selubung pipa PVC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah perangkat keras alat ukur ketinggian permukaan sukses direalisasikan, tahap selanjutnya pengujian alat ukur tersebut. Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium yang dilaksanakan di laboratorium Fisika, FMIPA, Universitas Papua. Beberapa data hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2 dan 3.

Berdasarkan tabel 2 dan 3, terlihat bahwa kesalahan pengukuran antara pengukuran menggunakan sensor tanpa selubung dengan sensor menggunakan selubung pipa tidak terlalu signifikan. Rata-rata kesalahan pengukuran pengukuran tanpa selubung sekitar 0,31 cm, sementara menggunakan selubung pipa sekitar 0,25 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa alat ukur yang dikembangkan cukup akurat untuk

mendeteksi ketinggian permukaan air.

Tabel 2. Tabel pengukuran ketinggian air untuk sensor tanpa selubung pipa PVC.

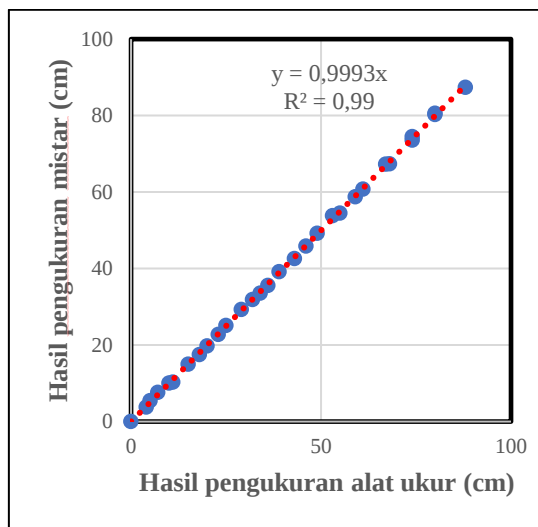
No	Mistar (cm)	Alat (cm)	Selisih (cm)
1	5	5,5	0,50
2	10	10,1	0,10
3	15	15	0,00
4	20	19,8	0,20
5	25	25,1	0,10
6	32	31,9	0,10
7	36	35,6	0,40
8	43	42,6	0,40
9	49	49,2	0,20
10	55	54,5	0,50
11	61	60,8	0,20
12	68	67,4	0,60
13	74	73,6	0,40
14	80	80,3	0,30
15	88	87,4	0,60
Rerata			0,31

Tabel 3. Tabel pengukuran ketinggian air untuk sensor dengan selubung pipa PVC.

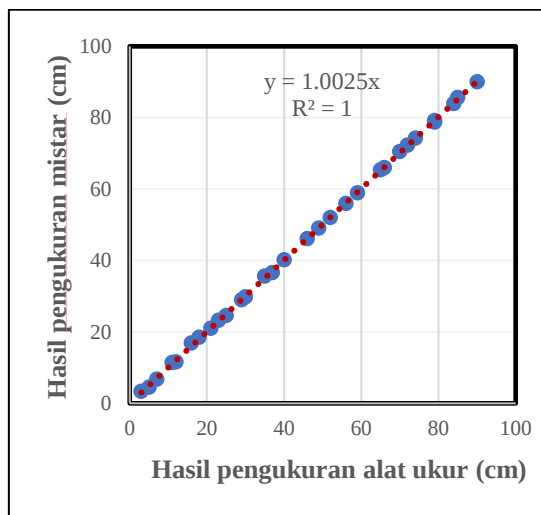
No	Mistar (cm)	Alat (cm)	Selisih (cm)
1	5	5	0,50
2	11	11	0,40
3	18	19	0,50
4	23	23	0,30
5	30	30	0,20
6	37	37	0,40
7	46	46	0,10
8	52	52	0,00
9	59	59	0,10
10	66	66	0,00
11	72	72	0,30
12	79	79	0,20
13	84	84	0,00
14	90	90	0,10
15	85	86	0,70
Rerata			0,25

Kemudian, Ketika hasil pengukuran diuji menggunakan menggunakan korelasi Pearson's (R^2) (seperti ditampilkan pada

Gambar 4). Dari grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa secara umum, baik pada gambar 4.a dan 4.b, titik-titik data (warna biru) tepat berada pada garis (warna merah). Demikian juga dengan nilai R^2 sebesar 0,99 untuk sensor tanpa selubung, dan 1 untuk sensor dengan selubung. Hal ini menggambarkan bahwa hasil pengukuran ketinggian permukaan air menggunakan alat ukur yang dikembangkan cukup akurat.



(a)

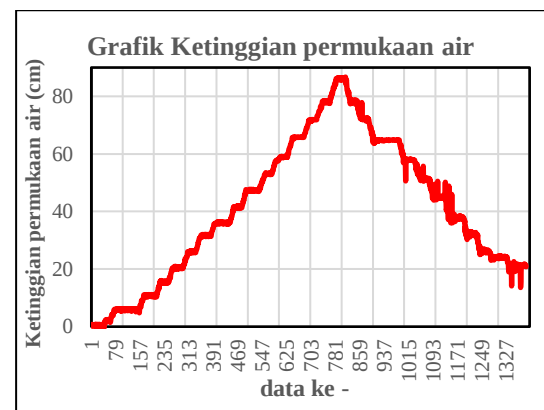


(b)

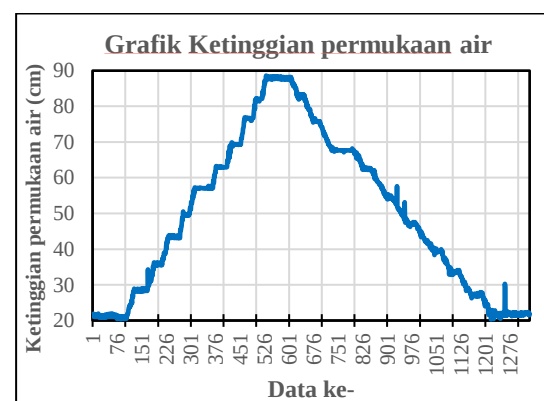
Gambar 4. Grafik koefisien korelasi hasil pengukuran ketinggian permukaan air menggunakan mistar dan alat ukur yang dikembangkan: (a). Sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC; (b). Sensor ultrasonik di dalam selubung pipa PVC.

Selanjutnya pada gambar 5, ditampilkan grafik pengukuran ketinggian

permukaan air ketika permukaan air bertambah tinggi dan berkurang. Secara umum dapat dilihat bahwa, baik pada pengukuran menggunakan sensor tanpa selubung maupun sensor diberi selubung tidak terdapat perbedaan yang signifikan terkait hasil pengukuran. Namun yang menjadi catatan, selama proses pengukuran, fluktuasi hasil pengukuran pada sensor tanpa selubung lebih besar dibandingkan dengan pengukuran pada sensor dengan selubung. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh karena riak permukaan air pada pengukuran tanpa selubung lebih besar dibandingkan pada pengukuran menggunakan selubung pipa, dimana selubung pipa kemungkinan berfungsi sebagai peredam riak permukaan air.

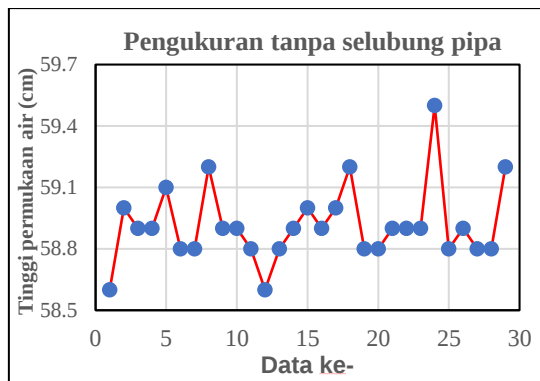


(a)

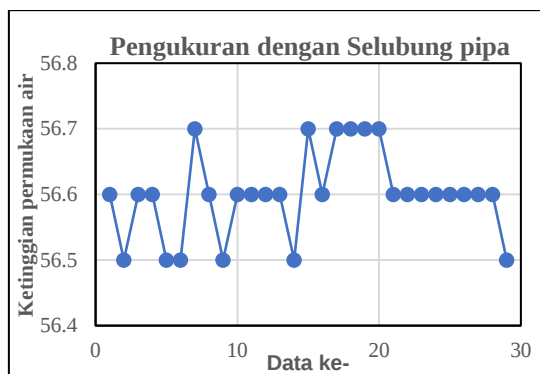


(b)

Gambar 5. Grafik hasil pengukuran ketinggian air menggunakan alat ukur yang dikembangkan: (a). Sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC; (b). Sensor ultrasonik di dalam selubung pipa PVC.



(a)



(b)

Gambar 6. Grafik riak hasil pengukuran ketinggian air pada salah satu titik data: (a). Sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC; (b). Sensor ultrasonik di dalam selubung pipa PVC.

Sesuai dengan grafik riak hasil pengukuran ketinggian air hasil pengukuran seperti ditampilkan pada Gambar 6, dapat dinyatakan bahwa hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik tanpa selubung pipa PVC lebih berfluktuasi dibandingkan dengan pengukuran menggunakan selubung pipa PVC. Hal tersebut terlihat dari data pengukuran untuk tanpa selubung pipa PVC berfluktuasi dalam jangkauan 58,6 – 59,5 cm, sementara pengukuran menggunakan selubung pipa berfluktuasi dalam range 56,5-56,7 cm. Hal ini kemungkinan disebabkan karena air yang terdapat di dalam pipa lebih tenang jika dibandingkan dengan yang tanpa pipa. Pipa berfungsi sebagai peredam riak (fluktuasi) air sehingga riak permukaan air di dalam pipa lebih kecil dibandingkan tanpa pipa. Dari hasil ini dapat disarankan bahwa untuk pengukuran ketinggian

permukaan air yang sangat fluktuatif seperti sungai dan laut, sebaiknya pengukuran dilakukan dengan menggunakan selubung pipa, sementara untuk pengukuran ketinggian permukaan air yang lebih tenang (tidak berfluktuatif) seperti air di dalam tangki, bak penampungan, kolam dan sebagainya dapat menggunakan sensor tanpa selubung.

KESIMPULAN

Telah dirancang alat ukur ketinggian permukaan air portable berbiaya murah berbasis sensor ultrasonic Maxsonar MB7389 dan Mikrokontroler 328P. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa:

1. Rata-rata kesalahan pengukuran ketinggian air untuk sensor tanpa selubung sebesar 0,31 cm dan dengan selubung pipa PVC 0,25 cm. Tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan antara kedua pengukuran.
2. Nilai koefisien korelasi pearson's (R^2) sebesar 0,99 untuk sensor tanpa selubung, dan 1 untuk sensor dengan selubung. Hal ini menggambarkan bahwa hasil pengukuran ketinggian permukaan air menggunakan alat ukur yang dikembangkan cukup akurat.
3. Riak hasil pengukuran ketinggian air untuk pengukuran tanpa selubung pipa PVC lebih besar dibandingkan pengukuran dengan selubung pipa PVC. Oleh karena itu dapat disarankan untuk pengukuran ketinggian air yang sangat fluktuatif (seperti laut dan sungai) sebaiknya menggunakan selubung pipa. Sementara untuk pengukuran ketinggian air di dalam tangki yang tidak fluktuatif dapat melakukan pengukuran tanpa selubung pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- Jan, F., Min-Allah, N., Saeed, S., Iqbal, Z. S., Ahmed, R. 2022. IoT-Based Solutions to Monitor Water Level,

- Leakage, and Motor Control for Smart Water Tanks. Water Vol. 14, No. 309:1-36.
- Kaw-akami, Y., Furuta, T., Nakagawa, H., Kitamura, T., Kurosawa, K., Kogami, K., Tajino, N., Tanaka, M. S. 2016. IFAC-PapersOnline 49-16(2016), 143-148.
- Kwanthong, N., Onsri, N., Inkerd, S., Klompong, N. 2017. The Wireless Sensor Network Monitoring Of Sea Level and Wind Speed. Proceedings of 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), Phuket, Thailand.
- Mardiastuti, A., 1999. Breeding Biology of the Edible-Nest Swiftlets in Java. Media Konservasi Vol. VI, No. 2:37-43
- Maxbotix. 2022. HRXL-MaxSonar®-WR™ Series. https://www.maxbotix.com/ultrasonic_sensors/mb7389.htm
- McRoberts, M. 2013. Beginning Arduino. Second Edition. Apress, New York.
- Nagarani, V., Sirisha. 2016. Development of Portable Water Level Sensor for Flood Management System. International Journal of Scientific development and Research. Vol 1, No. 10:235-240
- Prabhudesai, R. G., Joseph, A., Agarwadekar, Y., Mehra, P., Vijay Kumar, K., Luis, R. 2010. Integrated Coastal Observation Network (ICON) for real-time monitoring of sea-level, sea-state, and surface-meteorological data. Proceedings of the OCEANS 2010 MTS/IEEE SEATTLE, Seattle, WA, USA, 1-10.
- Prafanto, A., Budiman, E. 2018. A Water Level Detection: IoT Platform Based on Wireless Sensor Network. The 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT), 46-49.