

PENGUKURAN KETINGGIAN MUKA AIR PADA LAHAN GAMBUT MEMPERGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HCSR-04

Novianti, Lazuardi Umar*

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: lazuardi@unri.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is a country that has an area of ± 14 million hectares of peatlands. Utilization of Indonesia's peatlands is used in various sectors such as plantation and agriculture which increase income in the economic sector so the importance of peatland management. Measurement of the water level in peat is very necessary to maintain the stability of the TMA (water level) of the peat, which is 40 cm. This study uses the ultrasonic sensor HCSR-04 which has a resolution of 0.3 cm with a measurement range of 2 cm to 4 m and is coupled with the Arduino Uno which is open source so that measurements can be carried out directly using the serial monitor on Arduino-uno. The ultrasonic sensor HCSR-04 is made on a prototype that will be used in TMA measurements both in the field and on a laboratory scale. The measurements show very accurately results with measurement errors 1.2 % with measurements from 100 – 500 mm. measurement error for water temperature variations of 30 °C, 35 °C, and 40 °C is 1.8%, 6% and than 10%.

Keywords: Peatlands, TMA, Ultrasonic Sensor, Arduino Uno.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan gambut yang luas ± 14 juta hektar. Pemanfaatan lahan gambut Indonesia digunakan di berbagai sektor seperti lahan perkebunan dan pertanian yang meningkatkan pendapatan dalam sektor ekonomi sehingga pentingnya pengelolaan lahan gambut. Pengukuran tinggi muka air pada lahan gambut sangat diperlukan guna mempertahankan kestabilan TMA (tinggi muka air) lahan gambut yaitu 40 cm. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 yang memiliki resolusi 0,3 cm dengan range pengukuran 2 cm sampai 4 m serta digandengkan dengan arduino uno yang bersifat open source sehingga pengukuran dapat dilakukan secara langsung menggunakan serial monitor pada arduino-uno. Sensor ultrasonik HCSR-04 dibuat pada sebuah prototype yang akan digunakan pada pengukuran TMA baik dilapangan maupun dalam skala laboratorium. Pengukuran menunjukkan hasil yang begitu akurat dengan error pengukuran yang diperoleh 1,2% dengan pengukuran dari 100 – 500 mm. kesalahan pengukuran untuk variasi suhu air 30 °C, 35 °C, dan 40 °C sebesar 1,8%, 6% dan 10%.

Kata kunci: Lahan Gambut, TMA, Sensor Ultrasonik, Arduino Uno.

Diterima 13-11-2020 | Disetujui 18-02-2021 | Dipublikasi 31-03-2021

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan dimana terdapat beberapa pulau yang terbentang dengan berbagai macam alam. Salah satunya adalah Indonesia kaya dengan lahan gambut, terutama dipulau Kalimantan dan Sumatra. Indonesia memiliki 36% dari lahan gambut tropis dunia yang terbesar dari negara lainnya di daerah tropis [1]. Lahan gambut yang

terdapat di Indonesia ± 14 juta hektar (ha), dan untuk Riau sendiri itu memiliki 3 juta ha lahan gambut.

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran terhadap level muka air tanah pada lahan gambut yang menggunakan sensor jarak yaitu ultrasonik HCSR-04 dengan perangkat lunak Arduino Uno yang memiliki frekuensi 40 kHz. Penggunaan sensor ultrasonik ini lebih akurat dalam pengukuran dengan resolusi mencapai

0,3 cm dalam rentang pengukuran dari 2 cm sampai 4 m jarak tersebut ideal karena rentang pengukuran tinggi muka air pada lahan gambut termasuk dalam rentang ini [2]. Selain mudah didapat sensor ultrasonik ini juga lebih terjangkau serta dengan dibantu oleh perangkat lunak Arduino Uno yang memiliki sifat *open source* [3].

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Lahan Gambut

Gambut adalah sebagian materi tanaman yang memfosil di daerah basah dimana terdapat kekurangan oksigen dan akumulasi materi tanaman lebih cepat daripada dekomposisi. Biasanya berwarna cokelat tua, gambut adalah bahan kompleks yang mengandung lignin dan selulosa sebagai unsur utama [4-6].



Gambar 1. Lahan Gambut.

Nilai pH mempengaruhi struktur dan sifat gambut yang umumnya memiliki pH sekitar 4 karena adanya asam humat, pH di atas 9 dan dibawah 3 struktur gambut mengalami kerusakan [7]. Gambut umumnya mengandung sejumlah besar air (biasanya 90%) karena strukturnya yang keropos [8].

Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara frekuensi tinggi dengan rentangmulai dari 20 kHz disebut rentang frekuensi ultrasonik. Modul ultrasonik HCSR-04 memiliki jangkauan pengukuran dari 2 cm sampai 4 m dengan resolusi 0,3 cm untuk hubungan

perangkat pengukuran tergantung pada target dalam merefleksikan sinyal kembali [2].

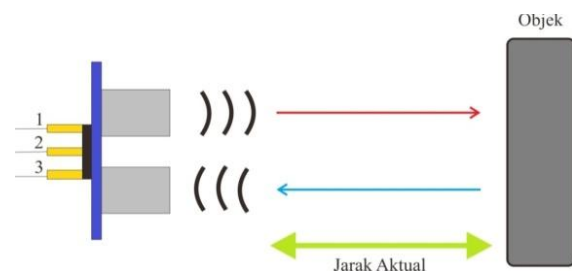


Gambar 2. Modul sensor ultrasonik HCSR-04.

Modul ultrasonik terdiri atas *transmitter*, *receiver*, dan *control circuit* yang memiliki 4 pin yaitu *Vcc 5V*, *trigger* sinyal *input*, *Echo* sinyal *output* dan *Ground 0V* dengan spesifikasi fitur ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter yang terdapat pada modul HCSR-04.

Parameter	Nilai
Tegangan DC (V)	5
Arus (mA)	15
Frekuensi (kHz)	40
Jangkauan maksimum (m)	4
Jangkauan minimum (cm)	2
Dimensi (mm ³)	45 × 20 × 15



Gambar 3. Prinsip kerja ultrasonik.

Prinsip kerja sensor ultrasonik yang terdiri atas *transmitter* dan *receiver* diperlihatkan pada Gambar 3 berdasarkan pemantulan sinyal pada objek untuk mengukur jarak tempuh sinyal [9]. Jarak ukur diperoleh dua kali jarak tempuh dari *transmitter* ke *receiver* dan sebaliknya, sehingga dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$s = \left(\frac{\text{duration}}{2} \right) \times (v) \quad (1)$$

Kecepatan rambat gelombang ultrasonik tergantung pada suhu diudara sekitar 340 m/s dengan suhu 15 °C udara atau suhu atmosfer sama dengan kecepatan sonik. Kecepatan (v) dapat dihitung sebagai fungsi temperatur (T) [2], seperti pada persamaan (2) .

$$v = 340 + 0.6T \quad (2)$$

Akurasi dan Presisi Pengukuran

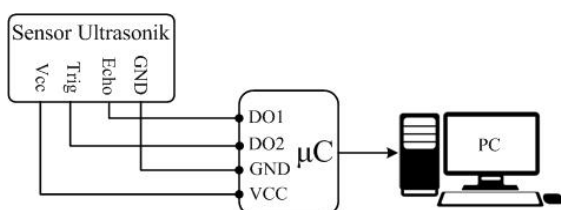
Salah satu parameter yang diperhatikan dalam pengukuran adalah akurasi dan presisi. Akurasi adalah kedekatan suatu nilai pengukuran terhadap nilai standar atau nilai yang diketahui, sedangkan presisi mengacu pada pembacaan kedekatan nilai yang sama pada saat pengukuran dilakukan berulang [10]. Akurasi dan presisi pengukuran sangat berkaitan dengan ketidakpastian atau *error*. Kesalahan dalam pengukuran biasanya dinyatakan sebagai berikut.

$$\varepsilon(\%) = \left| \frac{x_t - x_{ref}}{x_{ref}} \times 100 \right| \quad (3)$$

Persamaan (3) menyatakan error dalam persentase (%) dengan x_t merupakan nilai terukur x_{ref} merupakan nilai sebenarnya [11].

METODE PENELITIAN

Rangkaian Elektronik Pengukuran



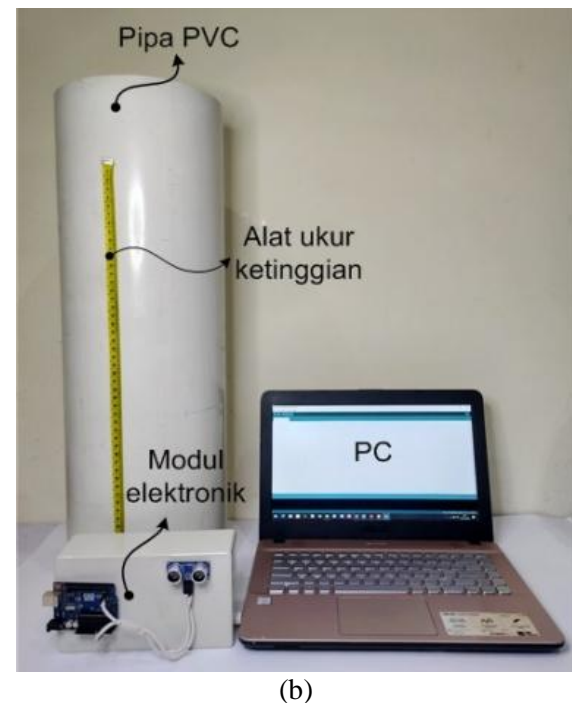
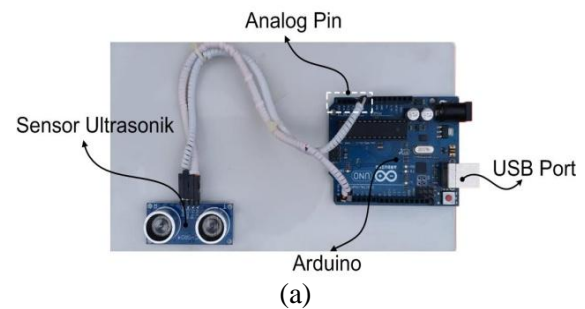
Gambar 4. Rangkaian pengukuran ketinggian muka air.

Sensor ultrasonik terdapat 4 pin dimana tiap pin dihubungkan ke modul Arduino Uno sehingga data akan terbaca pada perangkat. Tegangan input Vcc bernilai 5V disuplay oleh

Arduino Uno untuk mengaktifkan sensor Ultrasonik. Rangkaian sensor ultrasonik dengan modul Arduino Uno diperlihatkan pada Gambar 4.

Set-Up Pengukuran

Proses pengukuran selanjutnya dengan menggunakan prototipe dan air sebagai media pantul. Keluaran yang dihasilkan juga berupa jarak sebenarnya vs jarak yang diperoleh sensor ultrasonik HCSR-04.



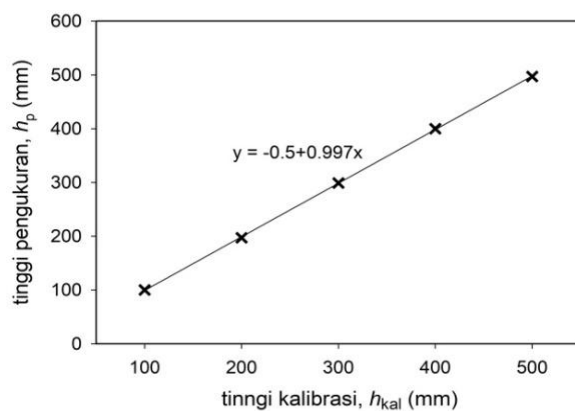
Gambar 5. (a) Prototipe dan (b) set up pengukuran tinggi muka air gambut.

Prototipe dan perangkat pendukung pengukuran diperlihatkan pada Gambar 5 (a) dan 5 (b) memperlihatkan set up pengukuran muka air di lahan gambut. *Setting* percobaan terdiri dari tabung uji berbahan PVC dengan

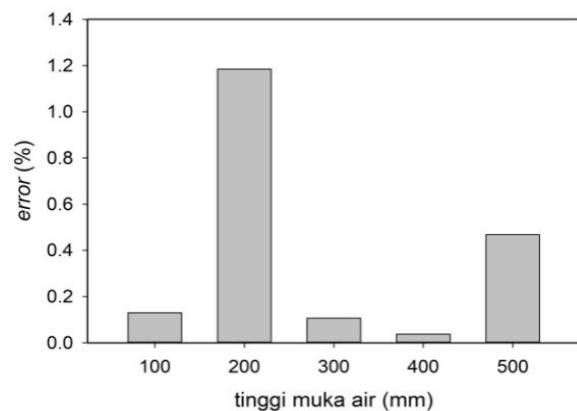
diameter 21 cm dan panjang keseluruhan 60 cm. Pada atas tabung dipasang rangkaian elektronik ultrasonik berbasis Arduino Uno yang berjarak 10 cm dari pinggir atas tabung yang bertujuan agar rangkaian elektronik dapat ditutupi dari lembab dan air hujan.



Gambar 6. Set-up pengukuran lapangan.



(a)



(b)

Gambar 7. (a) kalibrasi dan (b) Error pengukuran kalibrasi sensor Ultrasonik HCSR-04.

Gambar 7 (a) dan (b) memperlihatkan bahwa kurva kalibrasi dan error pengukuran tinggi muka air gambut. Kalibrasi menghasilkan data pengukuran linear yang menyatakan bahwa tinggi muka air kalibrasi (h_{kal}) dengan variasi nilai 100 – 500 mm dan kenaikan 100 mm sebanding dengan tinggi pengukuran muka air (h_p) dari sensor ultrasonik. Fungsi linier dinyatakan dengan persamaan $y = a + bx$ dengan a bernilai -0,5 dan b bernilai 0,997 yang juga merupakan gradien kurva. Gambar 7 (b) merupakan kurva error yang dihasilkan dari pengukuran dengan nilai kesalahan maksimum absolut sebesar 1,2% pada tinggi muka air 200 mm dan minimum 0,04 % pada tinggi muka air 400

Data pengukuran dari sensor ultrasonik diolah oleh modul Arduinodan diteruskan ke komputer untuk disimpan dan diolah lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

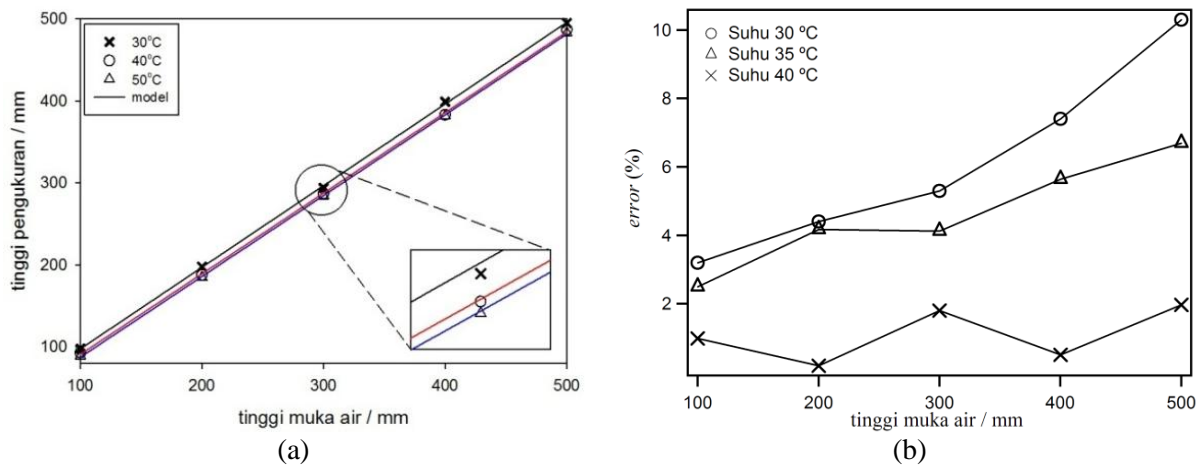
Kalibrasi Sensor Ultrasonik HCSR-04

Kalibrasi bertujuan untuk mengamati tingkat akurasi dari sebuah alat dengan cara membandingkan alat ukur lain sehingga dapat dipastikan alat yang digunakan konsisten terhadap pengukuran. Secara teori sensor ultrasonik memiliki rentang pembacaan pengukuran antara 2 cm sampai 4 m dengan resolusi 0,3 cm [2].

mm. Hal ini disebabkan akibat pergeseran bidang pantul kertas sehingga sinyal refleksi yang diterima sensor menjadi bergeser [12]. Kesalahan lainnya adalah kesalahan paralaks yaitu kesalahan dalam pembacaan skala dalam meteran standar yang digunakan sebagai kalibrator. Kesalahan dari pengukuran data ini didapatkan melalui persamaan (3) sehingga hasil kalibrasi ini dapat kita jadikan rujukan untuk pengambilan data.

Pengukuran Variasi Suhu Air

Pengukuran muka air juga dilakukan dengan variasi suhu air 30 °C, 35 °C, dan 40 °C terlihat pada Gambar 8 (a) dan (b) berikut.

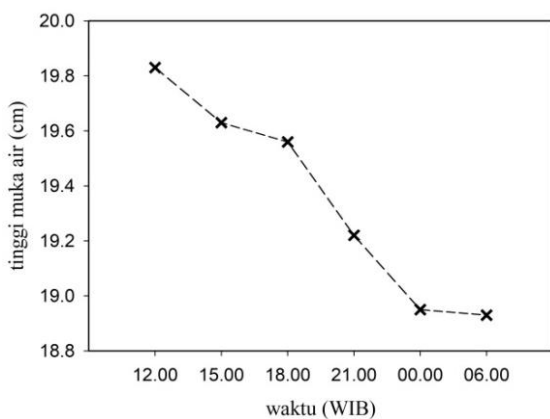


Gambar 8. (a) Hasil pengukuran dan (b) *error* variasi suhu air.

Pengukuran variasi suhu air memperoleh *error* maksimum sebesar 1,8% untuk suhu 30 °C, 6% untuk suhu 35 °C dan 10% untuk suhu 40 °C sehingga dapat dikatakan bahwa suhu juga mempengaruhi sensor ultrasonik berdasarkan pernyataan bahwa kecepatan sensor ultrasonik juga dipengaruhi oleh fluktuasi suhu, kelembaban dan angin yang juga memiliki efek nyata pada akurasi pengukuran [13].

Pengujian Tinggi Muka Air di Lapangan

Pengukuran tinggi muka air dimulai pada pukul 12.00 WIB siang sampai 06.00 WIB pagi di halaman Universitas Riau ditunjukkan pada Gambar 9 menghasilkan rata-rata selisih ketinggian sebesar 0,34 cm.



Gambar 9. Ketinggian muka air pada lahan gambut.

Hasil menunjukkan penurunan terhadap waktu pengukuran dengan ketinggian muka air

gambut maksimum sebesar 19,8 cm pada pukul 12.00 WIB sebagai waktu awal pengukuran, sedangkan ketinggian minimum 18,93 cm pada pukul 06.00 WIB. Penurunan ini disebabkan oleh struktur gambut yang berpori sehingga air diserap dan ketinggian muka air berkurang. Kenaikan dan penurunan air juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca dimana jika cuaca dalam kondisi berawan maka ketinggian muka air mengalami penurunan, sedangkan jika cuaca mendung maka ketinggian muka air menjadi konstan atau bertambah seiring waktu [14].

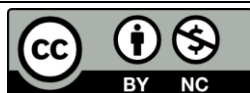
KESIMPULAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa prototype yang menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 sebagai alat pengukuran memiliki presisi pengukuran yang baik dengan hasil didapatkan untuk rata-rata *error* pengukuran dari rentang 100 – 500 mm sebesar 1,2% dan untuk suhu memiliki *error* 1,8%, 6%, dan 10%. Pasang surut pada lahan gambut dapat terpantau dengan rentang pasang surut maksimum 0,34 cm.

REFERENSI

1. Dargie, G. C., Lewis, S. L., Lawson, I. T., Mitchard, E. T., Page, S. E., Bocko, Y. E., & Ifo, S. A. (2017). Age, extent and carbon storage of the Central Congo Basin Peatland Complex. *Nature*, **542**(7639), 86–90.
2. Kaur, M., & Pal, J. (2015). Distance

- measurement of object by ultrasonic sensor HC-SR04. *International Journal For Scientific Research & Development*, **3**(5), 503–505.
3. Latha, N. A., Murthy, B. R., & Kumar, K. B. (2016). Distance sensing with ultrasonic sensor and arduino. *International Journal Of Advance Research, Ideas And Innovations In Technology*, **2**(5), 1–5.
 4. Couillard, D. (1991). Appropriate wastewater management technologies using peat. *Journal Of Environmental Systems*, **21**(1), 1–20.
 5. Saktioto, S., Defrianto, D., Syech, R., Syahril, S., & Risanto, J. (2018). Strategi penanggulangan kebakaran pada lahan gambut dengan menggunakan pendekatan eko-teknologi pada masyarakat petani di Desa Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **15**(2), 156–159.
 6. Malik, U. (2016). Penggunaan energi surya untuk penjernihan air gambut menggunakan reflektorcermin cekung. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **13**(13), 883–889.
 7. Korasidis, V. A., Wallace, M. W., & Jansen, B. (2017). The significance of peatland aggradation in modern and ancient environments significance of peatland Aggradationv. A. Korasidis Et Al. *Palaios*, **32**(10), 658–671.
 8. Glina, B., Gajewski, P., Kaczmarek, Z., Owczarzak, W., & Rybczyński, P. (2016). Current state of peatland soils as an effect of long-term drainage—preliminary results of peatland ecosystems investigation in the Grójecka Valley (Central Poland). *Soil Science Annual*, **67**(1), 3–9.
 9. Febrianti, A., Hamdi, M., & Juandi, M. (2021). Analysis of non-destructive testing ultrasonic signal for detection of defective materials based on the Simulink Matlab Mathematica computation method. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(2), 46–58.
 10. Yani, R. A., Saktioto, S., & Husein, I. R. (2020). Volumetric prediction of symmetrical-shaped fruits by computer vision. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(1), 20–26.
 11. Eichelberger, P., Ferraro, M., Minder, U., Denton, T., Blasimann, A., Krause, F., & Baur, H. (2016). Analysis of accuracy in optical motion capture—a protocol for laboratory setup evaluation. *Journal Of Biomechanics*, **49**(10), 2085–2088.
 12. Panda, K. G., Agrawal, D., Nshimiyimana, A., & Hossain, A. (2016). effects of environment on accuracy of ultrasonic sensor operates in millimetre range. *Perspectives In Science*, **8**, 574–576.
 13. Li, S. E., Li, G., Yu, J., Liu, C., Cheng, B., Wang, J., & Li, K. (2018). kalman filter-based tracking of moving objects using linear ultrasonic sensor array for road vehicles. *Mechanical Systems And Signal Processing*, **98**, 173–189.
 14. Wakhid, N. & Zainudin, Z. Pemantauan dinamika tinggi muka air secara otomatis di lahan gambut. *Enviroscientiae*, **15**(3), 374–379.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)