

UTILIZATION OF CAR PARKING ULTRASONIC SENSORS AS HYBRID TECHNOLOGY FOR MONITORING PEAT WATER LEVEL BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT) AND DATA LOGGER WITH FIREBASE WEB

PEMANFAATAN SENSOR ULTRASONIC PARKIR MOBIL SEBAGAI TEKNOLOGI HYBRID UNTUK MONITORING TINGGI MUKA AIR GAMBUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) DAN DATA LOGGER DENGAN *WEB FIREBASE*

Radifan Rahman¹, Vontas Alfenny Nahan², Lola Cassiophea³, Wiyogo⁴

^{1,2,4} Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

³ Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya

e-mail: radifan12@gmail.com

ABSTRACT

Peatland water level monitoring systems have been developed to facilitate water level readings. Currently, car parking sensors are rarely used for this purpose. The tool used in this research is a hybrid technology of iot-based car parking sensors and data loggers. Water level (TMA) data is analyzed using a data logger and Firebase web. The data logger records data which is then integrated on the Firebase web to facilitate remote monitoring. Data (TMA) is sent every hour, so in one day the tool will send data 24 times. The status that can be seen from the Firebase web dashboard includes water level (TMA), water condition indicators (safe, caution, danger), last data update status, tool placement map, and a collection of data history. This research uses a pre-experiment method this tool requires a current of 200 mAh, a 10 watt peak solar panel, and a 12.5 ampere hour battery to turn on constantly. The utilization of ultrasonic sensor with esp 32 microcontroller is effective in recording Real-Time water level data. Iot plays an important role because it allows monitoring (TMA) from anywhere with internet availability. The maximum water level reading data occurred on November 31, 2023 at 40 cm from the peat soil surface and is comparable to the rainfall data on November 29, 2023 at 2.2 mm / day (Light Rain). The minimum water level reading occurred on December 16, 2023 at -5 cm (flooding) from the peat soil surface and was proportional to the rainfall data on December 16, 2023 of 53 mm/day (Heavy Rain). So it can be concluded that the minimum and maximum water level distance data fall into the safe category for peatland water levels that are between 0-40 cm (PP No. 57 of 2016).

Keywords: *Hybrid technology, Monitoring, Peat water level.*

PENDAHULUAN

Gambut memiliki peran penting bagi kelestarian lingkungan. Di Indonesia, ia memiliki luas mencakup 13.405.734 ha di empat pulau utama, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Lahan gambut terluas di Pulau Sumatera, yaitu sekitar 43% dari total luas lahan, di Kalimantan (34%), Papua (23%), dan Sulawesi (0,17%) (Anda *et al.*, 2021). Kemampuan gambut untuk menyerap air membuatnya menjadi bahan bakar bawah permukaan yang lebih tinggi daripada bahan bakar permukaan (serasah, ranting, log) dan atas (epifit, tajuk pohon, lumut), Permukaan gambut pada musim kemarau cepat kering dan mudah terbakar, dan api dapat merambat ke lapisan bagian bawah dan dalam yang relatif lembab (Gunawan *et al.*, 2020). Berdasarkan data KLHK, Pada tahun 2019 luas kebakaran lahan gambut di Indonesia seluas 494.450 ha dimana emisi karbon akibat kebakaran 12,51 juta ton CO₂ (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Kebakaran lahan dan hutan rawa gambut merupakan ancaman besar bagi kelestarian hutan rawa gambut dan satwa liar di

dalamnya, serta kehidupan dan kesehatan masyarakat. Ini terjadi karena hutan rawa gambut menjadi sangat kering dan rentan terhadap kebakaran selama musim kemarau (Cassiophea & Vontas Alfenny Nahan, 2023). Lebih dari 7% dari daratan Indonesia terdiri dari lahan gambut. Kondisi ini memungkinkan pemanfaatan lahan gambut. Gambut akan rusak jika lahan dibuka dan dibuat jaringan drainase. Air di lahan gambut akan mengalir bebas. Kehilangan air ini mengakibatkan penurunan tinggi muka air (TMA), penurunan permukaan gambut, emisi karbon dioksida, kebakaran lahan, dan kekeringan total. Pemantauan TMA di lahan gambut sangat penting untuk mencegah karhutla dan emisi gas rumah kaca. Melalui Peraturan Pemerintah (PP) No. 71/2014, mencegah kerusakan lahan gambut. Pentingnya mempertahankan fungsi hidrologis gambut, Pada PP tersebut menetapkan bahwa jaringan drainase yang dibuat di lahan gambut yang berfungsi sebagai perlindungan dinyatakan rusak, sedangkan di lahan gambut yang berfungsi sebagai budidaya dinyatakan rusak jika tinggi muka air tanah (TMA) lebih dari 0,4 meter di bawah permukaan. Untuk menjaga TMA tetap di bawah 40 cm, kondisi TMA harus selalu diukur dan dipantau. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen KLHK) No.15/2017, pengukuran TMA secara manual harus dilakukan setidaknya dua minggu sekali, sedangkan pengukuran TMA secara otomatis harus dilakukan setidaknya sekali setiap hari. Ini adalah tugas yang sulit (Febrianti *et al.*, 2018). Pemantauan TMA saat ini masih dilakukan melalui pengukuran langsung di lapangan, yang membutuhkan biaya operasional yang sangat besar. Akibatnya, metode yang lebih mudah, murah, dan cepat sangat diperlukan (Febrianti *et al.*, 2018).

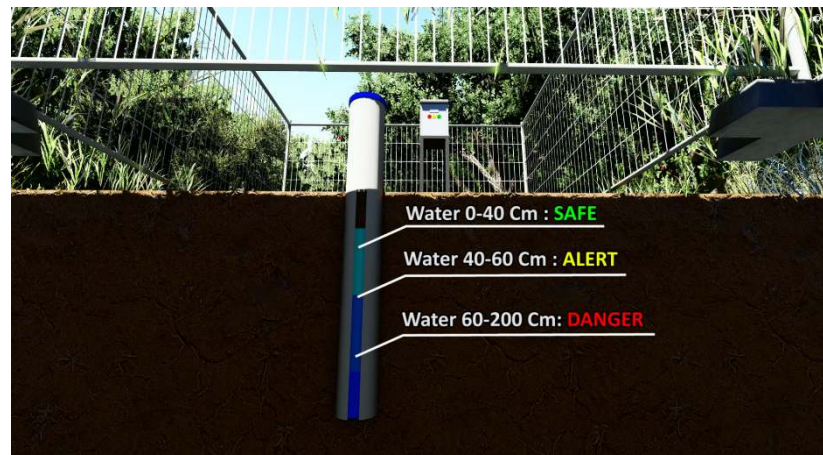
Kondisi tersebut mendapatkan banyak kekurangan terutama kesulitan mengontrol keadaan sekitar lahan gambut secara terus menerus dan juga sangat besar resiko tidak akuratnya data yang didapatkan dengan keterbatasan pengamatan manusia dan juga berbagai masalah lain yang sangat merugikan. Sehingga dengan kemajuan teknologi saat ini peneliti terus berpikir dan mencoba cara bagaimana solusi untuk dapat mengamati tinggi muka air tanah gambut tersebut dengan menggunakan sensor yang dapat dikontrol dan diakses perkembangannya dimana saja tanpa harus mengamati secara langsung kondisi fisik lahan gambut di lapangan dengan tingkat hasil yang akurat dan berkualitas baik. Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang pemanfaatan sensor *ultrasonic* parkir mobil sebagai teknologi *hybrid* untuk monitoring tinggi muka air gambut berbasis *Internet of Things* (IoT) dan data *logger* dengan web *Firebase*. Penelitian ini tidak hanya mendukung upaya pelestarian lingkungan, tetapi juga membantu pengembangan teknologi *Internet of Things* yang lebih luas untuk aplikasi monitoring.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (*Research and Development*). Dalam penelitian ini, desain Pre-eksperimental akan diterapkan untuk mengevaluasi penggunaan sensor ultrasonik untuk memantau tinggi muka air gambut. Pendekatan ini menjadi landasan utama dalam penelitian ini untuk mengumpulkan dan menganalisis data tentang tinggi muka air gambut. Sensor ultrasonik parkir mobil mengumpulkan data numerik yang akurat dan mengukur tinggi muka air.

1. Pembacaan data melalui web *Firebase* yang akan menampilkan grafik (TMA) dan keterangan terdiri dari (aman, hati-hati, bahaya).
2. Ketika rentang (TMA) 0-40 Cm maka keterangan (aman), rentang 40-60 Cm maka keterangan (hati-hati) dan rentang 60-200 Cm maka keterangan (bahaya) dalam Web *Firebase*.
3. Pembacaan data juga melalui data *logger* yang tersimpan dalam memory card berupa file .xlsx, data dapat di akses melalui Microsoft Exel sebagai dukungan data mentah yang tersimpan.
4. Data mentah akan dicari rata-rata TMA lahan gambut sebagai perbandingan hasil akhir.

Tujuan Pendekatan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih terukur dan terstruktur tentang dinamika tinggi muka air gambut. Hasilnya akan dapat diinterpretasikan secara objektif.

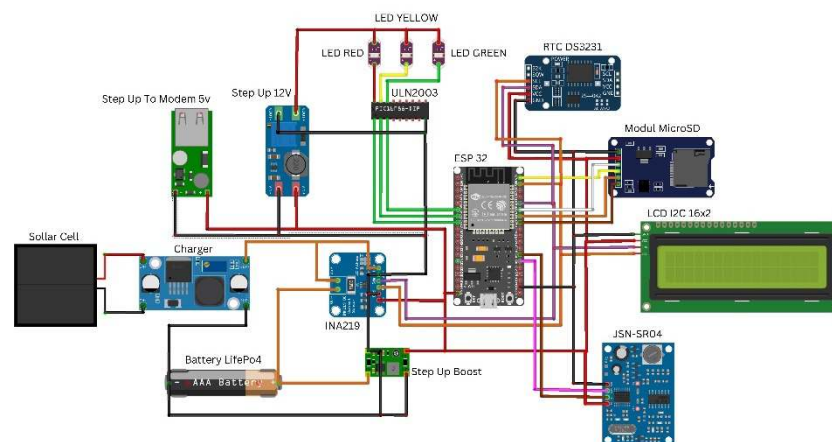


Gambar 1. Peraturan Pemerintah (PP) No. 57 tahun 2016

TAHAP PERENCANAAN SKEMA ALAT

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah untuk monitoring tinggi muka air gambut berbasis *Internet of Things* (IoT) dan data *logger* dengan web *Firestore* yang telah dipasang dilokasi Palangka Raya.

Rancangan alat monitoring ini menggunakan berbagai mikroprosesor dan transduser. Selain kedua komponen tersebut, terlihat pada Gambar 1 penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai salah satu komponen utama, yang dihubungkan langsung ke sensor dengan beberapa kabel. Selain itu, mikrokontroler ESP32 juga berfungsi sebagai tempat pengontrol daya sensor tersebut, yang menggunakan energi terbarukan melalui panel surya dan aki.



Gambar 2. Desain Skema Alat

Setiap komponen dalam alat ini melakukan tugasnya masing-masing, baik sebagai komponen utama maupun sebagai komponen pendukung. Perakitan pada tahap ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati untuk menghindari kerusakan komponen karena kesalahan manusia.



Gambar 3. Ilustrasi Perancangan dan Implementasi Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan Kinerja Alat

Dari nilai-nilai yang telah dihitung sebelumnya, kebutuhan arus dari alat adalah sebesar 200 mAh atau setara dengan 0,2 A. Panel surya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya adalah sebesar 10 Wp, sedangkan kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah sebesar 12,5 Ah. Informasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang spesifikasi dan persyaratan energi yang harus dipertimbangkan dalam merancang sistem yang efisien dan berkelanjutan. Dengan memahami kebutuhan daya secara detail, kita dapat merencanakan penggunaan sumber daya yang optimal dan memastikan ketersediaan energi yang memadai untuk operasi yang lancar dan andal.

Saat bangun dan menjalankan skrip, ESP 32 akan mengkonsumsi antara 200 dan 400 mA h-1. ESP 32 tidak menggunakan mode tidur, karena alat ini difungsikan menyala secara terus menerus ini diharuskan karena alat mempunyai tiga lampu indikator (merah, kuning, hijau) dan LCD sebagai monitor dan penyampaian informasi kondisi tinggi muka air yang telah direkam secara langsung sehingga pengguna dapat melihat status terkini kondisi tinggi muka air. Modem tidak mungkin akan menyala secara terus menerus karena ini sangat memakan daya yang sangat besar, maka dibutuhkan modem hanya menyala saat alat ingin mengirim data ke platform Firebase, maka dibuatkan program logika untuk memerintah mosfet untuk aktif tiap satu jam sekali, upaya ini dilakukan untuk mencegah kelebihan beban daya yang dibutuhkan sehingga kinerja alat dapat optimal dalam menyala. Berdasarkan konsumsi rata-rata 200 mA h-1 dan waktu bangun 48 menit per hari, kita dapat memperkirakan bahwa alat akan mengkonsumsi maksimum 600 mA hari-1 atau 3 W hari-1 (berdasarkan 5 V masukan yang dibutuhkan oleh ESP 32 dan 24 kali bangun per hari). Kemungkinan konsumsi daya akan sekitar setengahnya (300 mA hari-1 atau 1,5 W hari-1).

Integrasi Web Firebase

Firebase adalah platform pengembangan aplikasi yang menawarkan berbagai alat dan layanan yang membuat pengembangan dan manajemen aplikasi web dan mobile menjadi lebih mudah. Dalam penelitian ini, penggunaan *Platform Web Firebase* sangat penting untuk mengelola dan menyimpan data hasil pemantauan tinggi muka air pada tanah gambut. Platform ini menyediakan layanan database *Real-Time* yang memungkinkan data *logger* dan data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik disimpan, diakses, dan dikelola dengan aman melalui teknologi *hybrid* berbasis IoT. Selain itu, *Firebase* menawarkan alat analisis dan visualisasi data yang memungkinkan pengguna mempelajari pola dan tren data tinggi muka air.



Gambar 4. Tampilan Dashboard Web Firebase

Melalui gambar di atas, terlihat dengan jelas bahwa integrasi antara alat pemantau tinggi muka air tanah gambut dan *platform Firebase* telah bisa direalisasikan. *Firebase* mampu menyajikan berbagai informasi yang tidak hanya dapat diakses dengan mudah melalui internet, tetapi juga memberikan kemampuan untuk pemantauan secara *Real-Time*.

Berbagai macam informasi yang dapat kita lihat antara lain:

1. Status kedalaman air/ Tinggi muka Air (TMA)
2. Status kondisi air (Aman, Hati-Hati, Bahaya)
3. Status kondisi battery
4. Status update terakhir/ Terakhir data dikirim
5. Grafik data kedalaman secara keseluruhan
6. Tampilan Map dari tempat penempatan alat dipasang
7. Tampilan *history* hasil rekaman data-data yang telah didapat

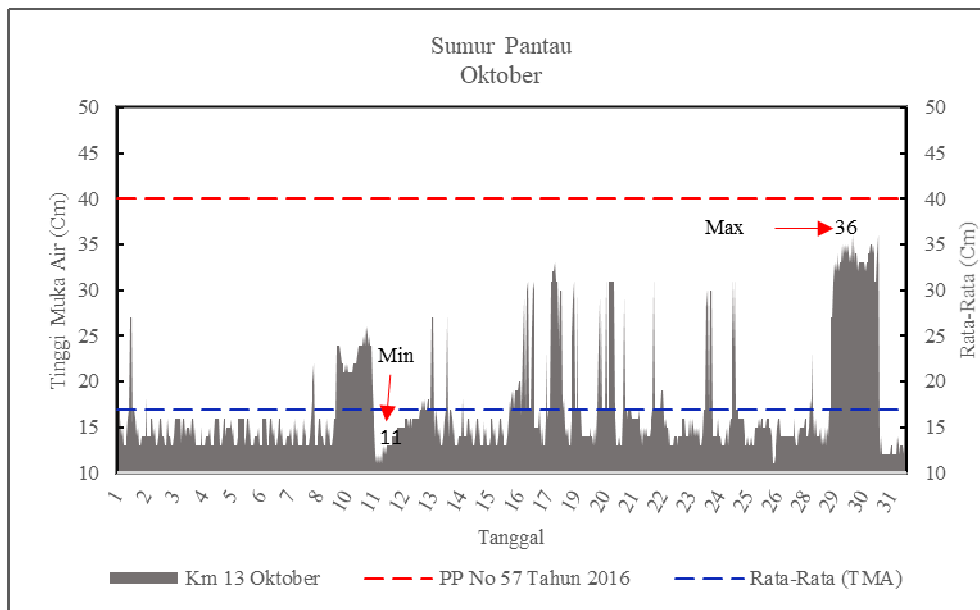
Kemudian parameter pendukung seperti:

1. Latitude & Longitude
2. Tegangan Battery
3. Arus
4. Power

Analisis Jarak Tinggi Muka Air Terhadap Permukaan Tanah Gambut (TMA)

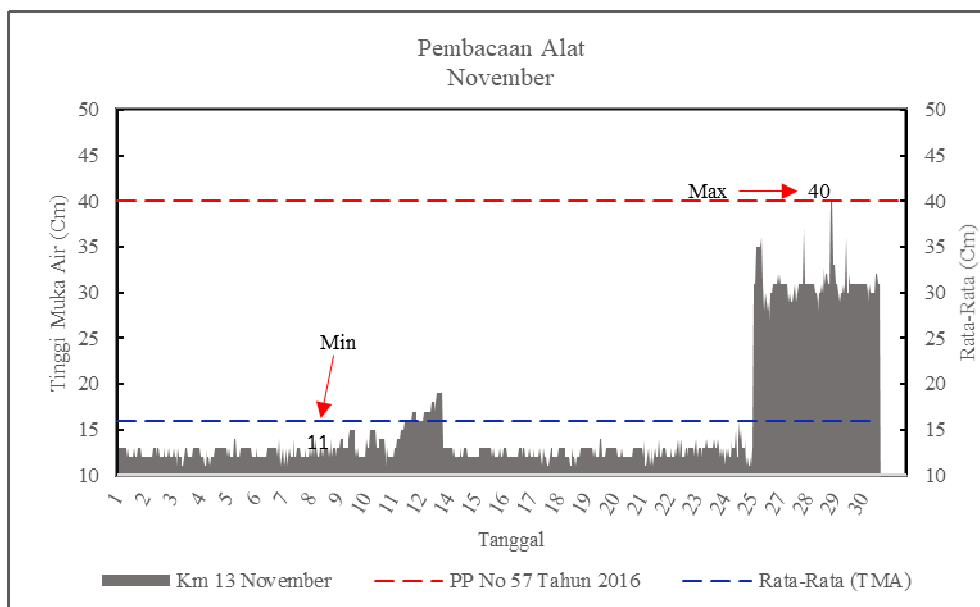
Jarak Tinggi Muka Air Gambut merupakan konsep penting dalam memahami ekosistem gambut. Jarak Tinggi Muka Air Gambut mengacu pada jarak vertikal antara permukaan tanah gambut dan muka air tanah. Semakin tinggi nilai Jarak Tinggi Muka Air Gambut, maka semakin rendah Kedalaman Muka Air Gambut, Begitu juga sebaliknya. Semakin rendah nilai Jarak Tinggi Muka Air Gambut, maka semakin Tinggi Kedalaman Muka Air Gambut, Jarak Tinggi Muka Air yang tinggi dapat menyebabkan kekeringan gambut, meningkatkan risiko kebakaran dan degradasi gambut, serta emisi gas rumah kaca. Di sisi lain, Jarak Tinggi Muka Air yang rendah dapat menyebabkan banjir gambut, penurunan kualitas air, dan kerusakan infrastruktur.

Jarak aman tinggi muka air gambut 40 cm menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 57 tahun 2016 adalah batas maksimum yang diperbolehkan untuk tinggi muka air di lahan gambut. Ini merupakan salah satu ketentuan yang dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah, yang menjelaskan tentang perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut. Tinggi muka air gambut yang lebih tinggi dari 40 cm dari permukaan tanah tidak diperbolehkan, sebagai upaya untuk melindungi dan mencegah kerusakan ekosistem gambut. TMA 40 cm berdasarkan penelitian Wosten *et al.* (2008), yang menunjukkan bahwa TMA 40 cm di lahan gambut merupakan angka yang relatif aman terhadap bencana kebakaran (Murniati *et al.*, 2022).



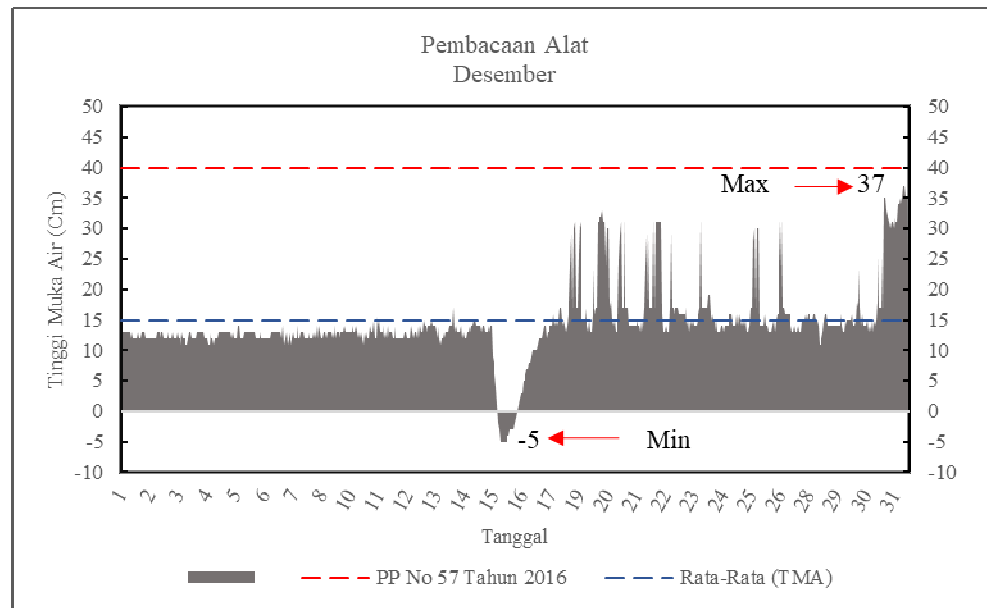
Gambar 5. Grafik Jarak Sensor TMA Selama Bulan Oktober 2023

Gambar 5 menunjukkan grafik yang merekam data pembacaan alat selama bulan Oktober. Grafik tersebut merekam nilai rata-rata sebesar 17 Cm dalam sebulan, dengan nilai minimum tercatat pada tanggal 11 sebesar 11 Cm, dan nilai maksimum mencapai 36 Cm pada tanggal 31. Hasil analisis data menunjukkan bahwa tinggi muka air pada bulan Oktober berada dalam kondisi aman karena masih dibawah angka 40 Cm, sesuai dengan klasifikasi yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No 57 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Menurut data pantauan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Angka curah hujan di Kalimantan Tengah Pada Tanggal 11 Oktober 2023 Mencapai 49,2 mm/hari yang dapat di klasifikasikan sebagai Hujan Lebat, Pada Tanggal 31 Oktober 2023 data curah hujan Terekam 3,2 mm/hari dapat diklasifikasikan juga sebagai hujan ringan (Badan Meteorologi, Klimatologi, 2024).



Gambar 6. Grafik Jarak Sensor TMA Selama Bulan November 2023

Gambar 6 menunjukkan grafik yang merekam data pembacaan alat selama bulan November. Grafik tersebut merekam nilai rata-rata sebesar 16 Cm dalam sebulan, dengan nilai minimum tercatat pada tanggal 9 sebesar 11 Cm, dan nilai maksimum mencapai 40 Cm pada tanggal 29. Hasil analisis data menunjukkan bahwa tinggi muka air pada bulan November berada dalam kondisi aman karena masih setara dengan angka 40 Cm, sesuai dengan klasifikasi yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No 57 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Menurut data pantauan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Angka curah hujan di Kalimantan Tengah Pada Tanggal 9 November 2023 Terekam 55 mm/hari yang dapat di klasifikasikan sebagai Hujan Lebat, Pada Tanggal 29 November 2023 data curah hujan mencapai 3,2 mm/hari dapat diklasifikasikan juga sebagai Hujan Ringan (Badan Meteorologi, Klimatologi, 2024).



Gambar 7. Grafik Jarak Sensor TMA Selama Bulan Desember 2023

Gambar 7 menunjukkan grafik yang merekam data pembacaan alat selama bulan Desember. Grafik tersebut merekam nilai rata-rata sebesar 15 Cm dalam sebulan, dengan nilai minimum tercatat pada tanggal 16 sebesar -5 Cm, dan nilai maksimum mencapai 37 Cm pada tanggal 31. Hasil analisis data menunjukkan bahwa tinggi muka air pada bulan Desember berada dalam kondisi aman karena masih dibawah angka 40 Cm, sesuai dengan klasifikasi yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No 57 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Menurut data pantauan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Angka curah hujan di Kalimantan Tengah Pada Tanggal 16 Desember 2023 Terekam 53 mm/hari yang dapat di klasifikasikan sebagai Hujan Lebat, Pada Tanggal 31 Desember 2023 data curah hujan tidak terukur yang berarti tidak dapat diklasifikasikan (Badan Meteorologi, Klimatologi, 2024).

PENUTUP

KESIMPULAN

Efektivitas pemanfaatan sensor ultrasonic parkir mobil sebagai teknologi *hybrid* berbasis IoT untuk pemantauan tinggi muka air tanah lahan gambut secara *real time* yang dibuat menunjukkan Data jarak tinggi muka air (TMA) yang dapat dibaca menggunakan data *logger* dan *Web Firebase*. Data *logger* akan merekam data kemudian akan di integrasikan pada *Web Firebase* untuk mempermudah monitoring jarak jauh data (TMA) akan dikirim satu jam sekali yang berarti dalam satu hari alat akan mengirim 24 kali data (TMA), Status yang dapat dilihat dari *dashboard Web Firebase* adalah (Tinggi Muka Air (TMA), Indikator kondisi air antara lain (Aman, Hati-Hati dan Bahaya), Status Update data Terakhir, Peta Penempatan Alat dan Kumpulan Histori data dll). Untuk dapat menyala secara konstan alat ini membutuhkan Arus sebesar 200 mAh, Panel surya yang dibutuhkan 10 *Watt Peak* dan kebutuhan untuk battery sebesar 12,5 *Ampare Hour*.

Analisis hasil pembacaan tinggi muka air menggunakan *data logger* dan web *Firebase* menunjukkan data jarak tinggi muka air pada bulan Oktober, November dan Desember sebanding dengan data curah hujan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwt pada bulan oktober, November dan desember serta memenuhi spesifikasi tinggi muka air yang disyaratkan pada lahan gambut sebesar minimum 40 Cm dalam hal ini pembacaan tinggi muka air dari 0-40 Cm masuk dalam kategori Aman (PP No 57 Tahun 2016). Data pembacaan tinggi muka air maksimum terjadi pada tanggal 31 November 2023 sebesar 40 Cm dari permukaan tanah gambut dan sebanding dengan data curah hujan pada tanggal 29 November 2023 sebesar 2.2 mm/hari (Hujan Ringan). Pembacaan Jarak tinggi muka air minimum terjadi pada tanggal 16 Desember 2023 sebesar -5 Cm (banjir) dari permukaan tanah gambut dan sebanding dengan data curah hujan pada tanggal 16 Desember 2023 sebesar 53 mm/hari (Hujan Lebat). Sehingga dapat disimpulkan data jarak tinggi muka air minimum dan maksimum masuk dalam kategori aman untuk tinggi muka air lahan gambut yang berada diantara 0-40 Cm (PP No 57 Tahun 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anda, M., Ritung, S., Suryani, E., Sukarman, HiKmat, M., Yatno, E., Mulyani, A., Subandiono, R. E., Suratman, & Husnain. (2021). Revisiting Tropical Peatlands In Indonesia: Semi-Detailed Mapping, Extent And Depth Distribution Assessment. *Geoderma*, 402 (May).
- [2] Cassiophea, L., & Vontas Alfenny Nahan. (2023). Hydraulic Conductivity Of Peatland With Bouwer And Rice (1976) One Test Well. *Balanga: Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 11(1), 16–19.
- [3] Febrianti, N., Murtilaksono, K., & Barus, B. (2018). Analisis Model Estimasi Tinggi Muka Air Tanah Menggunakan Indek Kekeringan. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 15(1), 25–36.
- [4] Gunawan, H., Afriyanti, D., Humam, I. A., Nugraha, F. C., Wetadewi, R. I., Surayah, L., Nugroho, A., & Antonius, S. (2020). Pengelolaan Lahan Gambut Tanpa Bakar: Upaya Alternatif Restorasi Pada Lahan Gambut Basah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal Of Natural Resources And Environmental Management)*, 10(4), 668–678.
- [5] Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2020). Rencana Strategis Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Tahun 2020-2024. Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal KLHK, 12, 96–97.
- [6] Murniati, Junaedi, A., Octavia, D., Mindawati, N., Kadek Erosi Undaharta, N., Tampubolon, A., Wahyuningtyas, R., Budi Santosa, P., Swestiani, D., Faubiany, V., Riset Ekologi Dan Etnobiologi, P., & Kawasan Sains Dan Teknologi Soekarano Jl Raya Jakarta-Bogor, B. K. (2022). *Geronggang (Cratoxylum Arborescens): Pohon Lokal Gambut Pencegah Kabut Asap*.
- [7] Wosten, J.H.M, E. Clymans, S.E. Page, J.O. Rieley & S.H. Limin. 2008. Peat-water interrelationship in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia. *Catena* (73), 212 – 224World Bank. (2019). Indonesia economic quarterly : investing in people. The World Bank, IBRD.IDA.
- [8] BMKG. (2024). Data Online Pusat Database-BMKG. Retrieved from dataonline.bmkg.go.id.
- [9] Badan Meteorologi, K. d. (2024). Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Retrieved from www.bmkg.go.id: <https://www.bmkg.go.id/>