

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Lahan gambut merupakan ekosistem lahan basah yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, terutama sebagai penyimpan karbon, pengatur tata air, serta penyangga keanekaragaman hayati. Di Indonesia, lahan gambut tersebar luas di beberapa wilayah dan memiliki nilai ekologis yang tinggi. Namun, keberadaan dan kondisi lahan gambut saat ini menghadapi berbagai ancaman akibat aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan, pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan, serta kebakaran hutan dan lahan yang terjadi secara berulang [1] Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) parameter merupakan utama yang harus dikendalikan, dan pengaturannya sangat dipengaruhi oleh desain saluran *drainase*, khususnya kedalaman saluran serta pengoperasian pintu air. Jika TMAT mengalami penurunan yang signifikan, lapisan gambut akan kehilangan kelembapan, yang pada gilirannya meningkatkan kemungkinan terjadinya kebakaran.

Untuk mencegah TMAT turun di bawah batas aman, pemantauan rutin perlu dilakukan. Namun, tidak semua kawasan lahan gambut dilengkapi dengan alat pengukur TMAT, sehingga pemantauan tinggi muka air tanah sering kali tidak dapat dilakukan secara rutin, dan pengukuran langsung di lapangan sering kali memerlukan biaya operasi yang tinggi [2]. Selain itu, metode konvensional seperti

penggunaan *mistar* atau piezometer masih bersifat manual, sehingga kurang efisien, tidak praktis untuk pemantauan jangka panjang, dan rentan menghasilkan kesalahan pembacaan. Oleh karena itu, diperlukan alat pemantauan TMA otomatis yang dapat bekerja mandiri, dan mampu menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* dengan koneksi internet.

Perkembangan teknologi mikrokontroler memungkinkan pengembangan alat sederhana dengan biaya terjangkau namun tetap akurat. Mikrokontroler memiliki kemampuan untuk memproses data sensor, mengendalikan perangkat lain, serta menyajikan informasi melalui berbagai antarmuka [3]. Sehingga dalam Penelitian ini data tinggi muka air tanah dari dengan nilai jika ketinggian air di kisaran > 20 cm di bawah permukaan maka dikatakan kondisi tanah gambut saat itu di katakana kering dengan risiko kekeringan & kebakaran (gambut), dan jika ketinggian air $10 - 15$ cm di bawah permukaan maka dikatakan dalam kondisi yang lembab ini adalah Kondisi ideal / aman, dan jika dalam < 0 cm maka akan di anggap kondisi banjir, dan alat pada penelitian ini hanya menggunakan pipa setinggi 50cm dengan logika pemrograman nilai sensor di kurangkan $\frac{1}{4}$ dari keseluruhan tinggi pipa sehingga jika menggunakan pipa 50cm 35,5cm tertanam di dalam tanah sedangkan 12,5cm pipa di atas tanah, sehingga nilai sensor harus di kurangkan $\frac{1}{4}$ untuk mendapatkan nilai dari tanah ke air dalam tanah sehingga di dapatkan nilai (Tinggi Muka Air Tanah) TMA nya, maka di kurangkan $\frac{1}{4}$ yaitu 12,5cm, sehingga Sensor ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk mengukur jarak antara permukaan sensor dan permukaan air. Data tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai tinggi muka air tanah berdasarkan posisi sensor terhadap permukaan tanah. Hasil pengukuran dapat

ditampilkan melalui LCD secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi TMAT secara langsung.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febrianti (2018) [4], dalam studi berjudul “*Pemodelan Tinggi Muka Air Gambut Berdasarkan Sifat Fisik Lahan Gambut*” menunjukkan bahwa pemantauan kondisi lahan gambut sangat penting untuk *mitigasi* risiko kebakaran, namun pengukuran TMA secara langsung memerlukan biaya tinggi dan tak dapat dilakukan secara cepat. Melalui pendekatan statistik dan pemilihan model menggunakan AICc, penelitian tersebut berhasil mengembangkan model estimasi TMAT yang akurat dengan memanfaatkan variabel sifat fisik gambut seperti kedalaman gambut. Model terbaik bahkan menunjukkan tingkat akurasi tinggi dengan nilai RMSE 16,2 cm dan R^2 81%, namun penelitian tersebut masih bergantung pada pengukuran manual serta belum dilengkapi sistem pemantauan otomatis maupun integrasi IoT.

Penelitian oleh Erianto Indra Putra et al. (2024) [5], berjudul “*Pendugaan Tinggi Muka Air Tanah Pada Lahan Gambut dengan Menggunakan Sensor Submersible*” menekankan pentingnya pemantauan TMAT secara *real-time* dalam mitigasi kebakaran lahan gambut.

Penelitian terdahulu lainnya yang dilakukan oleh N. Amal, J. Sujono, R. Jayadi, dan K. Ohgushi [6], membahas “*variabilitas elevasi muka air tanah serta respon aliran pada lahan gambut tropis, khususnya di Pulau Padang, Riau*”. Penelitian tersebut melakukan pengukuran langsung tinggi muka air tanah pada beberapa lokasi gambut yang mengalami tingkat pengelolaan berbeda baik daerah yang

dikelola masyarakat maupun daerah konsesi perusahaan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perubahan muka air tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi *drainase*, aktivitas pembukaan lahan, serta struktur hidrologi setempat. Penurunan muka air tanah yang signifikan terbukti meningkatkan kerentanan gambut terhadap pengeringan dan risiko kebakaran.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada **“Perancang Alat Pengukur Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) pada Lahan Gambut Berbasis Mikrokontroler”** sebagai solusi praktis untuk pemantauan hidrologi gambut yang lebih efisien dan berkelanjutan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang perangkat pengukur ketinggian air tanah yang menggunakan mikrokontroler dan dapat menampilkan hasil ukurannya secara langsung di lokasi?
2. Bagaimana sensor ultrasonik berfungsi dalam mengukur ketinggian permukaan air tanah di dalam pipa pengamatan?
3. Bagaimana cara menyesuaikan hasil pembacaan sensor agar sejalan dengan hasil pengukuran yang dilakukan secara manual?

1.3 BATASAN MASLAH

1. Alat pengukur TMAAT memanfaatkan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai sensor utamanya.
2. Mikrokontroler yang dipakai adalah ESP32 WEMOS.
3. Hasil pengukuran ditampilkan melalui layar LCD 16x2 yang dilengkapi dengan modul I2C.
4. Pengujian dilaksanakan pada pipa pengamatan yang memiliki tinggi 50cm dan ditanam dengan kedalaman sekitar 37,5 cm.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk Merancang Alat Pengukur Tinggi Muka Air Tanah (TMAAT) pada Lahan Gambut Berbasis Mikrokontroler.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menyediakan pilihan alat pengukur TMAP yang ekonomis dan mudah digunakan.
2. Mendukung peneliti atau pihak yang berhubungan dalam melaksanakan pengawasan lahan gambut dengan cara yang efektif.
3. Membantu mengurangi risiko kerusakan ekosistem gambut akibat penurunan tinggi muka udara tanah yang tidak terpantau, sehingga dapat mendukung upaya pencegahan kebakaran lahan dan menjaga fungsi hidrologis gambut.
4. Menjadi acuan dalam pengembangan perangkat pemantauan lingkungan yang menggunakan mikrokontroler

1.6 SISTEMATIK PENULISAN

Untuk memudahkan pemahaman dan memastikan kelogisan alur penelitian, proposal penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I :PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian pendahuluan yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bagian ini memberikan gambaran awal mengenai pentingnya pemantauan

tinggi muka air tanah pada lahan gambut serta arah penelitian yang akan dilakukan.

BAB II :LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep tinggi muka air tanah (TMAT), karakteristik lahan gambut, prinsip kerja sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino, serta modul LCD sebagai perangkat tampilan. Selain itu, bab ini juga mencakup kajian literatur dari buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan ilmiah dalam perancangan alat.

BAB III :METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, mulai dari jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, rancangan sistem, Bab ini juga memuat teknik pengumpulan data serta prosedur kalibrasi sensor.

BAB IV :PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini menguraikan proses perancangan sistem, baik dari sisi perangkat keras yang meliputi sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino, pipa pengamatan, dan LCD, maupun perangkat lunak berupa pemrograman Arduino untuk pengolahan data dan perhitungan TMAT. Bab ini juga menjelaskan proses perakitan serta pemasangan alat di lapangan.

BAB V :HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian alat yang telah dibuat, termasuk hasil pembacaan sensor, data pengukuran manual sebagai pembanding, serta analisis akurasi dan stabilitas alat. Pembahasan dilakukan untuk menilai kinerja alat, kelebihan, keterbatasan, serta kesesuaiannya dengan tujuan awal penelitian.

BAB VI :PENUTUP

Bab ini merupakan bagian akhir laporan yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan penelitian atau penyempurnaan alat di masa mendatang agar lebih efektif digunakan pada pemantauan tinggi muka air tanah di lahan gambut.