

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

pengelolaan sumber daya air yang optimal memerlukan dukungan sistem informasi hidrologi yang baik (Soewarno, 2015). Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air serta Peraturan Presiden No. 88 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengelolaan Sistem Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi. Regulasi tersebut menyatakan bahwa data hidrologi harus akurat, berkelanjutan, dan tepat waktu agar dapat mendukung pengelolaan sumber daya air secara menyeluruh.

Air termasuk sumber daya alam yang dapat diperbarui, karena selalu mengalami daur ulang melalui siklus hidrologi (Soewarno, 2015). Salah satu komponen penting dalam siklus ini adalah proses penguapan, yaitu perubahan air menjadi uap akibat pemanasan oleh sinar matahari. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu udara, suhu air, kelembapan, kecepatan angin, dan radiasi matahari. (Harto, 1983).

Penguapan menjadi parameter penting dalam berbagai perencanaan hidrologi, mulai dari estimasi ketersediaan air, perencanaan irigasi, hingga manajemen waduk. Salah satu teknik untuk memantau penguapan adalah dengan mengamati penurunan permukaan air dalam bejana penguapan kelas A, sebagaimana digunakan oleh Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta milik BMKG. Pengukuran ini dilakukan secara manual menggunakan alat konvensional seperti *Hook Gauge*.

Meskipun telah lama digunakan, metode manual memiliki sejumlah kekurangan, seperti ketergantungan pada pembacaan manusia, waktu pengamatan yang terbatas, dan potensi kesalahan karena gangguan cuaca atau ketidakakuratan kalibrasi. *Hook Gauge* bekerja dengan menyetel ujung kait sejajar permukaan air. Namun, hasil pengukuran dapat terpengaruh oleh gangguan eksternal maupun kesalahan manusia. Oleh karena itu, rekomendasi *World Meteorological Organisation* (WMO) dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menetapkan toleransi akurasi maksimal $\pm 0,5$ mm.

Melihat permasalahan tersebut, diperlukan inovasi teknologi yang mampu mencatat data secara otomatis, akurat, dan mudah dibaca. Sistem otomatis ini diharapkan dapat membantu proses pengamatan harian, mengurangi potensi kesalahan manual, serta meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan data penguapan.

Penelitian ini merancang sistem pengukuran elevasi permukaan air berbasis mikrokontroler menggunakan sensor *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX, yang bekerja dengan memantulkan cahaya untuk mengukur jarak ke permukaan air. Sensor ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino, sementara hasil pengukuran ditampilkan secara *real-time* melalui LCD 20x4 dan disimpan menggunakan *modul data logger* serta modul RTC DS3231 sebagai penanda waktu.

Sensor *Time-of-Flight* (ToF) mengukur jarak berdasarkan waktu pantulan cahaya dari permukaan objek ke sensor. Karena bekerja dengan prinsip pantulan, jenis permukaan seperti warna dan tingkat reflektivitas dapat memengaruhi keakuratan hasil pembacaan.

Studi dari *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ISPRS) menunjukkan bahwa perbedaan sifat pantulan permukaan dapat menyebabkan variasi signifikan dalam hasil pengukuran sensor ToF (Lichti & Harvey, 2002). Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap berbagai jenis permukaan pantulan, yaitu putih, abu-abu, hitam, serta permukaan air alami. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh karakteristik permukaan terhadap performa sensor dalam mendeteksi elevasi muka air.

Pengamatan dilakukan pada tabung *still well* dalam bejana penguapan kelas A yang ditempatkan di Taman Alat Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta. Target dari sistem ini adalah menghasilkan pengukuran dengan tingkat *error* rata-rata tidak lebih dari 10%.

Dengan mempertimbangkan kebutuhan akan sistem pemantauan elevasi air yang lebih efisien dan akurat, maka dilakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan menggunakan sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX berbasis mikrokontroler.
2. Bagaimana sistem mendeteksi perubahan elevasi muka air secara otomatis dan *real-time*.
3. Bagaimana performa sistem dalam mendeteksi perubahan elevasi muka air terhadap berbagai jenis permukaan pantulan (putih, abu-abu, hitam, dan permukaan air alami).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir “Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta” adalah:

1. Merancang sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan berbasis mikrokontroler menggunakan sensor jarak *Time-of-Flight* (ToF) VL53L3CX.
2. Mengembangkan sistem yang mampu melakukan pengukuran elevasi muka air secara otomatis dan *real-time*.
3. Mengevaluasi performa sistem dalam mendeteksi perubahan elevasi muka air terhadap berbagai jenis permukaan pantulan, seperti putih, abu-abu, hitam, dan permukaan air alami.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini, memberikan referensi teoritis untuk pengembangan sistem deteksi elevasi muka air pada bejana penguapan berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ToF, serta kontribusi pada kajian instrumentasi teknik elektro, khususnya dalam aplikasi lingkungan dan mitigasi perubahan iklim. Secara praktis, hasil penelitian dapat digunakan untuk merancang alat monitoring penguapan sederhana dan efisien, sebagai pelengkap alat konvensional seperti hook gauge, terutama di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta.

Bagi mahasiswa, penelitian ini menjadi acuan dalam pengembangan sistem sensorik dan evaluasi performa sensor, sementara bagi instansi dan akademisi, penelitian ini mendorong penerapan teknologi sensor optik dalam pemantauan lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

1. Sistem yang dirancang hanya digunakan untuk mengukur perubahan elevasi muka air pada bejana penguapan kelas A. Tidak diaplikasikan pada media lain.
2. Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Micro dan sensor ToF VL53L3CX, yang secara *default* hanya mengeluarkan data dalam bentuk bilangan bulat (*integer*) dengan satuan milimeter.
3. Pengujian yang dilakukan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, dengan waktu pengamatan antara pukul 07.00 hingga 17.00 WIB, dan hanya dilakukan saat kondisi cuaca cerah (tidak hujan).
4. Permukaan pantulan yang diuji terbatas pada warna putih, abu-abu, hitam, serta permukaan air alami tanpa media tambahan.

5. Evaluasi performa sistem dalam penelitian ini hanya mencakup pengukuran *error*, presisi, dan akurasi berdasarkan perbandingan dengan alat ukur sederhana seperti jangka sorong digital dan *Hook Gauge*.
6. Rentang pengamatan hanya dilakukan selama empat hari, sehingga belum mencakup variasi kondisi musiman maupun jangka panjang.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir “Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler” dilakukan di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta dan Lab. Teknik Elektro Universitas Siliwangi.

1.7 Sistematika Pelaporan

Secara garis besar, laporan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir. Berikut adalah sistematika laporan :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai permasalahan yang melatarbelakangi penulisan laporan tugas akhir ini, selain itu juga terdapat identifikasi, rumusan, tujuan, dan pembatasan masalah.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi teori penunjang dari Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, baik *hardware* dan *software*.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas perancangan untuk Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi data hasil pengamatan dan analisa yang diperoleh dalam melakukan pengujian Sistem Deteksi Elevasi Muka Air pada Bejana Penguapan Berbasis Mikrokontroler di Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan mengenai apa yang telah dibahas pada hasil pembahasan dan saran untuk pengembangan penelitian ini.