

## ABSTRAK

Pemantauan kualitas lingkungan perairan masih banyak dilakukan secara manual dan statis, sehingga kurang efektif dalam merepresentasikan kondisi dinamis di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan sistem komunikasi data yang efisien, *real-time*, dan hemat daya untuk mendukung pemantauan berbasis wahana otonom. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem komunikasi satu arah berbasis *LoRa* pada *Solar Autonomous Boat* sebagai bagian dari teknologi *Swarm USV*. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler *TTGO ESP32 LoRa32 OLED* yang terintegrasi dengan sensor navigasi (GPS dan kompas), penghindaran tabrakan (sensor ultrasonik), serta pemantauan kualitas air dan udara (sensor pH, suhu, kelembapan, gas CO, CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, dan oksigen terlarut). Data dikemas dalam format CSV dan dikirim secara nirkabel melalui *LoRa* pada frekuensi 866 MHz menuju *gateway*. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Waterfall* yang mencakup tahap identifikasi kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, serta pengujian lapangan. Hasil pengujian menunjukkan keberhasilan pengiriman data sebesar 100% dalam 10 kali pengujian, dengan *delay* rata-rata 3 detik, kekuatan sinyal (*RSSI*) antara -52 dBm hingga -66 dBm, dan jangkauan komunikasi efektif mencapai ±210 meter. Sistem terbukti stabil, efisien, dan mampu beroperasi mandiri tanpa bergantung pada jaringan seluler. Dengan demikian, sistem ini layak digunakan untuk mendukung pemantauan lingkungan berbasis kapal otonom *swarm* secara efektif, hemat daya, dan *real-time*.

**Kata Kunci:** *LoRa*, *Swarm USV*, *Solar Autonomous Boat*, *TTGO ESP32*, Sensor Lingkungan, Komunikasi Nirkabel