

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot *underwater* adalah inovasi teknologi yang terus berkembang dan menjadi solusi efisien untuk melakukan pengukuran kedalaman di lingkungan perairan yang sulit dijangkau oleh manusia. Jika dibandingkan dengan metode manual yang memiliki batasan dalam akurasi, keselamatan, dan efisiensi, robot *underwater* dapat melaksanakan tugas pengukuran dengan lebih tepat dan mampu beroperasi dalam kondisi sulit tanpa membahayakan operator. Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan sistem kendali canggih, robot ini dibuat untuk mengumpulkan data kedalaman secara langsung, mengolahnya, dan menyajikan informasi yang tepat untuk berbagai keperluan seperti survei air, pemantauan lingkungan, dan penelitian hidrologi.

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan teknologi di sektor robotika *Underwater* turut meningkatkan kemampuan alat ini, memungkinkan integrasi sensor tekanan seperti GY-MS5803-01BAV2 yang terkenal memiliki sensitivitas dan akurasi tinggi. Kehadiran robot pengukur kedalaman air tidak hanya membantu penelitian, tetapi juga menciptakan peluang baru dalam pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana, dan penggunaannya dalam sektor kelautan serta perairan lainnya. Melalui kecepatan dan ketepatan akuisisi data yang lebih tinggi, robot *underwater* saat ini menjadi alat yang dapat diandalkan dan berpotensi dalam memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keadaan kedalaman suatu perairan(Christiand et al., 2025).

Penggunaan robot *underwater* telah tumbuh pesat dengan berbagai macam tujuan, salah satunya sebagai alat untuk melakukan pengukuran kedalaman air dengan tepat. Dalam sektor hidrologi dan pemetaan air, robot ini digunakan untuk mengumpulkan data profil kedalaman yang sulit dicapai secara efektif dengan metode manual. Kemajuan studi di bidang ini semakin meluas, menciptakan kesempatan baru untuk eksplorasi dan pemahaman sifat-sifat perairan dangkal maupun dalam. Robot *underwater* berfungsi sebagai alat pengukur dengan dilengkapi sensor tekanan, seperti GY-MS5803-01BAV2, yang dapat mendeteksi variasi tekanan air dan mengubahnya menjadi data

kedalaman. Sensor ini terhubung dengan sistem kontrol pada robot yang berfungsi mengolah dan mengirimkan informasi secara langsung ke pusat pemantauan. Dengan teknologi itu, peneliti dapat dengan cepat dan tepat memperoleh informasi kedalaman, sehingga memungkinkan analisis yang lebih rinci tentang kondisi morfologi dasar perairan serta perubahan yang terjadi seiring waktu (T. A. Pratama et al., 2023).

Dalam proses pengukuran kedalaman air, metode manual yang dikerjakan oleh manusia sering kali mengalami beragam keterbatasan. Pengukuran langsung memerlukan waktu dan usaha, serta mengandung risiko saat dilakukan di perairan yang dalam atau dalam kondisi lingkungan yang tidak stabil. Batasan visibilitas, arus sungai, dan ketidakpastian alat ukur tradisional dapat memengaruhi keakuratan data yang dikumpulkan. Di samping itu, pengukuran manual umumnya tidak dapat dilakukan secara berkelanjutan dan langsung, sehingga menyulitkan proses pemantauan yang memerlukan data yang terus-menerus. Karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat melakukan pengukuran kedalaman dengan otomatis dan tepat tanpa tergantung pada kemampuan fisik manusia. Pembuatan robot *Underwater* dengan sensor tekanan seperti GY-MS5803-01BAV2 menjadi solusi yang efektif, karena alat ini dapat berfungsi dalam berbagai kondisi perairan, mengumpulkan data kedalaman dengan akurat, serta mengurangi risiko dan beban kerja saat melakukan pengukuran (Iwan Fitrianto et al., 2022).

Robot underwater yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai perangkat pengukur, tetapi juga sebagai sistem komprehensif yang dapat melakukan akuisisi, pemrosesan, dan pengiriman data secara langsung. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak pengendali untuk memproses data dari sensor tekanan, mengubahnya menjadi nilai kedalaman, dan mengelola operasi sistem secara menyeluruh. Selain itu, sistem komunikasi data ini dibuat agar hasil pengukuran bisa dipantau secara jarak jauh, sehingga pengguna dapat melakukan analisis tanpa perlu hadir langsung di lokasi pengukuran. Metode ini memungkinkan pemantauan kedalaman dilakukan secara berkelanjutan, yang sangat krusial untuk aplikasi pemetaan dasar

perairan, pemantauan perubahan morfologi, dan studi dinamika perairan dari waktu ke waktu (Kurniawan et al., 2022).

Dari aspek desain mekanik, robot *Underwater* dirancang dengan struktur yang tahan air dan stabil saat beroperasi di dalam air, sehingga dapat mempertahankan kinerja sensor dan komponen elektronik dalam kondisi optimal. Sistem penggerak dan keseimbangan robot dibuat agar robot dapat bergerak dengan kendali dan menjaga posisi pada kedalaman tertentu selama proses pengukuran dilakukan. Hal ini krusial untuk menjamin bahwa data yang diperoleh benar-benar mencerminkan keadaan kedalaman air yang diukur. Melalui desain yang sesuai, robot *Underwater* diharapkan bisa berfungsi dalam beragam situasi lingkungan, baik di air yang tenang maupun di perairan dengan arus yang cukup kuat. Melalui penelitian pengembangan ini, diharapkan dapat tercipta sebuah prototipe robot *Underwater* yang berfungsi, efisien, dan aplikatif sebagai alat pengukur kedalaman air. Adanya sistem ini diharapkan dapat mengatasi kekurangan metode pengukuran tradisional serta memberikan kontribusi signifikan dalam kemajuan teknologi pengukuran air yang berbasis robotika. Selain itu, temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan landasan bagi pengembangan lebih lanjut untuk studi sejenis dalam bidang robotika *Underwater*, hidrologi, dan pengawasan lingkungan perairan, serta menciptakan peluang penerapan teknologi robot *Underwater* di berbagai sektor, seperti pengelolaan sumber daya air, penanganan bencana, dan eksplorasi perairan (Surya, 2025).

Pengukuran kedalaman air pada dasarnya sangat terkait dengan besar tekanan hidrostatik yang terjadi pada suatu titik di dalam cairan. Tekanan hidrostatik meningkat sejalan dengan bertambahnya kedalaman karena berat kolom air di atasnya. Prinsip ini sering digunakan dalam pembuatan alat ukur kedalaman, karena memungkinkan transformasi nilai tekanan menjadi informasi kedalaman dengan cara matematis dan terukur. Beragam studi mengindikasikan bahwa pengukuran tekanan hidrostatik dapat memberikan nilai kedalaman dengan akurasi tinggi jika didukung oleh sensor yang memiliki sensitivitas dan stabilitas yang baik. Karenanya, penggunaan sensor tekanan merupakan metode yang efisien dalam sistem pengukuran kedalaman air,

terutama di lingkungan yang sulit diakses dan berisiko tinggi untuk pengukuran secara manual. Pendekatan yang berlandaskan tekanan hidrostatik juga memungkinkan pengukuran berlangsung secara terus-menerus dan real-time, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem robot nirkabel yang bekerja secara otomatis di bawah air. Sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 dipilih dalam penelitian ini karena dapat mengukur tekanan air dengan akurasi tinggi dan dirancang khusus untuk digunakan di bawah air. Sensor ini dapat mengidentifikasi perubahan tekanan hidrostatik dengan tepat dan mengubahnya menjadi data digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Dengan menyematkan sensor GY-MS5803-01BAV2 ke dalam sistem robot *Underwater*, pengukuran kedalaman dapat dilakukan secara langsung tanpa bergantung pada metode manual yang memiliki berbagai keterbatasan. Data tekanan yang didapat dari sensor selanjutnya diolah dengan menggunakan rumus hidrostatik untuk menghasilkan nilai kedalaman air yang ditampilkan dan dikirim ke sistem pemantauan. Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan ketepatan pengukuran kedalaman air, serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi robotika *underwater* untuk tujuan survei perairan, pemantauan lingkungan, dan penelitian hidrologi yang berkelanjutan (Yunus et al., 2024).

Penggunaan sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 dalam sistem robot *underwater* memberikan sumbangan penting terhadap peningkatan ketepatan dan keandalan pengukuran kedalaman air. Sensor ini beroperasi berdasarkan prinsip tekanan hidrostatik, di mana tekanan cairan bertambah seiring peningkatan kedalaman, sehingga nilai tekanan yang terdeteksi bisa diubah secara matematis menjadi informasi kedalaman. Pada sistem robot *underwater*, sensor GY-MS5803-01BAV2 berperan sebagai bagian penting yang memberikan informasi kedalaman secara langsung dan berkelanjutan. Data tekanan yang didapat dari sensor selanjutnya diproses oleh mikrokontroler untuk dikoreksi terhadap tekanan atmosfer serta sifat fluida, sehingga menghasilkan nilai kedalaman yang lebih akurat.

Proses kalibrasi adalah langkah krusial untuk meningkatkan akurasi sensor, karena dapat mengurangi kesalahan pembacaan yang disebabkan oleh

faktor lingkungan dan toleransi sensor. Penggabungan sensor tekanan dengan sistem kontrol membuat robot tidak hanya mampu melakukan pengukuran secara pasif, tetapi juga secara otomatis menjaga posisi dan kestabilan kedalaman selama proses pengambilan data. Selain itu, penerapan sistem kontrol berbasis mikrokontroler pada robot *underwater* memungkinkan pengolahan data dari sensor dilakukan dengan cepat dan efisien.

Mikrokontroler berfungsi sebagai unit pengendali yang menerima informasi tekanan dari sensor GY-MS5803-01BAV2, mengubahnya menjadi nilai kedalaman, dan mengatur reaksi sistem penggerak robot. Dengan sistem kendali ini, robot mampu mempertahankan kedalaman tertentu sesuai dengan setpoint yang telah ditetapkan, sehingga data pengukuran yang diperoleh lebih konsisten dan mencerminkan kondisi perairan. Sistem komunikasi data yang terintegrasi juga memungkinkan pengiriman hasil pengukuran secara langsung ke stasiun pemantauan di permukaan, sehingga pengguna dapat memantau serta menganalisis data tanpa perlu berada di lokasi pengukuran.

Kemampuan monitoring dari jarak jauh ini sangat krusial untuk mendukung aktivitas survei perairan yang memerlukan pemantauan jangka panjang dan berkelanjutan. Dalam aspek operasional, penggunaan robot bawah laut yang dilengkapi sensor tekanan memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan teknik pengukuran manual. Pengukuran manual biasanya memiliki batasan terkait keselamatan, efisiensi waktu, dan keberlanjutan data, terutama saat dilakukan di perairan yang dalam, keruh, atau memiliki arus yang kuat. Robot bawah laut dapat mengatasi kendala tersebut dengan beroperasi secara otomatis dan konsisten dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga dapat mengurangi risiko bagi operator. Selain itu, kemampuan robot dalam melaksanakan pengukuran yang berulang dan terus menerus memfasilitasi analisis variasi kedalaman dan bentuk dasar perairan dari waktu ke waktu. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi pemantauan lingkungan, pengelolaan sumber daya air, serta penelitian hidrologi yang memerlukan data yang tepat dan konsisten dalam jangka waktu yang panjang. Secara keseluruhan, penciptaan sistem robot *underwater* dengan sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 adalah solusi yang efisien dan praktis untuk pengukuran kedalaman air.

Penggabungan sensor tekanan yang tepat, sistem kontrol yang terpercaya, serta komunikasi data secara langsung menghasilkan sistem pengukuran yang lebih aman, efisien, dan akurat. Metode ini tidak hanya memenuhi kebutuhan penelitian dan survei lingkungan, tetapi juga menciptakan kesempatan untuk aplikasi yang lebih luas dalam pemantauan ekosistem, pengurangan risiko bencana, dan eksplorasi sumber daya perairan. Dengan demikian, robot *underwater* yang menggunakan sensor tekanan memiliki peluang besar untuk dikembangkan sebagai alat ukur kedalaman yang modern dan berkelanjutan, serta menjadi elemen penting dalam kemajuan teknologi robotika perairan (Afandi et al., 2026).

Robot *underwater* yang dirancang juga memperhitungkan analisis sesuai Hukum Archimedes untuk mempertahankan stabilitas dan efisiensi saat berfungsi di dalam air. Hukum Archimedes menyatakan bahwa benda yang terendam sebagian atau sepenuhnya dalam fluida akan merasakan gaya angkat ke atas yang besarnya setara dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda itu. Dalam konteks robot *underwater*, gaya apung ini dihitung dengan mengacu pada volume robot yang terendam dan densitas air, sehingga dapat diukur keseimbangan antara gaya apung dan berat robot. Penghitungan ini menjadi landasan dalam merancang sistem mekanik dan distribusi massa robot untuk mencapai kondisi netral buoyancy, di mana robot tidak tenggelam ataupun mengapung secara berlebihan. Dalam keadaan tersebut, sensor tekanan seperti GY-MS5803-01BAV2 dapat beroperasi secara maksimal karena robot dapat menjaga posisi dan kedalaman yang konsisten selama pengukuran.

Penggabungan perhitungan Hukum Archimedes dengan sistem kontrol robot memungkinkan penyesuaian gaya apung melalui pengaturan balas atau sistem pendorong, sehingga robot dapat bergerak vertikal dengan teratur dan menghasilkan data kedalaman yang lebih tepat, konsisten, serta mencerminkan keadaan perairan yang sebenarnya selain mengandalkan pengukuran berbasis tekanan hidrostatik, robot *underwater* yang dirancang dalam penelitian ini juga memperhitungkan analisis berdasarkan Hukum Archimedes sebagai dasar untuk menjaga kestabilan dan efisiensi operasi di dalam air. Prinsip ini sejalan dengan hasil penelitian pada Monumen Kapal Selam Surabaya yang

mengidentifikasi Hukum Archimedes sebagai konsep fisika utama dalam sistem kerja kapal selam, khususnya dalam pengaturan daya apung melalui tangki ballast.

Hukum Archimedes menyatakan bahwa suatu benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mengalami gaya apung ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut. Dalam konteks robot *underwater*, prinsip ini digunakan untuk menghitung keseimbangan antara gaya apung dan gaya berat robot dengan mempertimbangkan volume robot yang terendam serta massa jenis air. Perhitungan ini menjadi landasan dalam perancangan sistem mekanik, distribusi massa, dan konfigurasi balas robot agar tercapai kondisi netral buoyancy, sehingga robot tidak tenggelam maupun mengapung secara berlebihan saat melakukan pengukuran. Kondisi kestabilan ini sangat penting untuk menjamin bahwa sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 dapat bekerja secara optimal dan menghasilkan data kedalaman yang akurat serta konsisten. Selain itu, integrasi Hukum Archimedes dengan sistem kontrol memungkinkan robot melakukan penyesuaian daya apung secara dinamis, menyerupai mekanisme kerja kapal selam konvensional, sehingga robot mampu mempertahankan posisi dan kedalaman tertentu selama proses akuisisi data berlangsung. Dengan demikian, penerapan prinsip Archimedes pada robot *underwater* tidak hanya memperkuat aspek teknis perancangan, tetapi juga menunjukkan kesinambungan antara konsep etnosains pada kapal selam bersejarah dan pengembangan teknologi robotika *underwater* modern untuk pengukuran kedalaman air yang presisi dan berkelanjutan (Solihin et al., 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dijelaskan diatas maka perumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun robot *underwater* yang mampu melakukan pengukuran kedalaman air secara otomatis dan stabil?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 dengan sistem mikrokontroler untuk menghasilkan data kedalaman air secara *real-time* dan akurat?

3. Bagaimana tingkat akurasi hasil pengukuran kedalaman yang diperoleh robot jika dibandingkan dengan alat ukur kedalaman standar?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Merancang dan membangun robot *underwater* yang mampu melakukan pengukuran kedalaman air secara otomatis dan stabil.
2. Mengintegrasikan sensor tekanan GY-MS5803-01BAV2 dengan sistem mikrokontroler untuk menghasilkan data kedalaman air secara *real-time* dan akurat.
3. Menguji dan menganalisis tingkat akurasi hasil pengukuran kedalaman robot dengan membandingkannya terhadap alat ukur kedalaman standar

1.3.2 Manfaat

1. Robot *underwater* yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi proses pengukuran kedalaman perairan dibandingkan metode manual, karena mampu melakukan pengukuran secara otomatis, cepat, dan berulang dengan konsistensi data yang lebih baik.
2. Penggunaan robot *underwater* dapat mengurangi risiko keselamatan yang dihadapi oleh operator atau penyelam manusia dalam proses pengukuran kedalaman, terutama pada area perairan yang sulit dijangkau atau memiliki kondisi lingkungan yang berbahaya, sekaligus menghemat biaya operasional dan waktu pengukuran.
3. Penelitian ini mendorong pengembangan teknologi robotika *underwater* berbasis sensor tekanan dan sistem buoyancy, serta membuka peluang penelitian lanjutan dalam pengembangan robot *underwater* yang lebih otonom, presisi, dan memiliki kemampuan monitoring lingkungan yang lebih lengkap.
4. Prototipe robot yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu survei perairan, pemantauan lingkungan, serta penelitian hidrologi dengan menyediakan data kedalaman yang akurat dan *real-time*, sehingga memudahkan peneliti maupun instansi terkait dalam melakukan analisis kondisi perairan secara lebih efektif.

1.4 Batasan Masalah

Hal yang menjadi batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Robot yang dirancang difokuskan hanya untuk melakukan pengukuran kedalaman air, bukan untuk pengambilan sampel atau fungsi manipulasi bawah air lainnya.
2. Desain mekanik robot hanya mempertimbangkan kondisi perairan tenang atau arus rendah, sehingga performa pada arus kuat tidak menjadi fokus penelitian
3. Penelitian ini tidak membahas sistem kamera, pengolahan citra, maupun analisis performa kendali dan manuver robot. Pengujian gerak robot hanya dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap arah gerak dapat berfungsi sesuai perintah.
4. Pengujian sistem dilakukan pada skala *prototipe* dan kedalaman terbatas, sesuai dengan kemampuan struktur dan spesifikasi sensor yang digunakan

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi pengerjaan skripsi yang akan dikerjakan memiliki 5 tahapan penting. Kelima tahapan tersebut antara lain tahap persiapan, tahap perancangan, pengumpulan dan analisa data, tahap evaluasi dan pembuatan laporan akhir.

a. Studi literature

Dalam metode ini, materi atau referensi yang terkait dengan pembahasan yang akan dibahas akan dikumpulkan dari buku, jurnal dan internet.

b. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan seperti menentukan judul skripsi, pembuatan proposal penyusunan skripsi, studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besarnya, dan menentukan kebutuhan data. Perencanaan jadwal pembuatan desain

persiapan di atas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang, sehingga tahap pengumpulan data menjadi lebih optimal.

c. Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan tahapan utama setelah proposal skripsi disetujui, yaitu perancangan sistem skripsi, sistem tersebut dirancang berdasarkan gambaran awal ketika tahap persiapan. Pada tahap perancangan ini dilakukan riset data dan pembuatan sampel dengan melakukan beberapa kali uji perlakuan bahan untuk memperoleh hasil sampel terbaik.

d. Pengumpulan dan Analisis Data

Setelah perancangan sistem dilakukan pengumpulan data dari hasil uji coba. Selanjutnya data tersebut akan di analisa yang nantinya akan menghasilkan suatu kesimpulan dari hasil uji coba.

e. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan

Tahap akhir merupakan evaluasi dari hari hasil uji coba sistem secara keseluruhan. Ketika semua tujuan dari penelitian tercapai maka dilakukan proses pembuatan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini merupakan pengantar yang menjelaskan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II Teori penunjang

Bab II memuat teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk hasil penelitian terdahulu serta landasan atau dasar teori yang menjadi penunjang dalam penelitian ini.

3. Bab III Perencanaan Sistem Bab III berfokus pada perancangan sistem yang berisi penjelasan rinci mengenai bagaimana sistem yang dirancang akan dikembangkan dan menguraikan kegiatan penelitian untuk mendapatkan data, mengolah dan menginterpretasikannya.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV berisi tentang pembahasan dan penyajian hasil penelitian.

5. Bab V Penutup

Bab V adalah bagian penutup penelitian yang memberikan ringkasan temuan utama dari penelitian.