

Pengaksesan Sensor Ping Sonar Echosounder Produksi ROVMAKER pada Mikrokontroler ESP32

Zindhu Maulana Ahmad Putra^{1*}, Ryan Yudha Adhitya², Dimas Pristovani Riananda³, Adam Maulana⁴

^{1,3} Teknik Kelistrikan Kapal, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

^{2,4} Teknik Otomasi, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Email: zindhu@ppns.ac.id¹, ryanyudhaadhitya@ppns.ac.id², dimaspristovani@ppns.ac.id³, adammaulana24@student.ppns.ac.id⁴

Abstrak

Indonesia, sebagai negara maritim, memiliki risiko tinggi banjir, terutama di musim hujan. Survei batimetri berkala pada sistem drainase seperti danau dan waduk penting untuk mengumpulkan data kedalaman dan topografi dasar perairan. Survei tradisional dengan echosounder yang terpasang pada kapal memiliki keterbatasan jangkauan survei. Penelitian ini bertujuan untuk mengakses sensor ping sonar echosounder dari ROVMAKER yang dipasang pada unmanned surface vehicle (USV) menggunakan mikrokontroler ESP32. Metode penelitian mencakup pengumpulan data hexadecimal dari *output Software Underwater Explorer*, validasi data sensor dengan pengukuran riil, dan penerapan algoritma untuk mengonversi data echosounder menjadi data decimal menggunakan ESP32. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata *error* sensor echosounder sebesar 2,38%, yang dinyatakan layak digunakan. Penelitian ini diharapkan memungkinkan penggunaan sensor ROVMAKER tanpa *Software* bawaan, tetapi dengan mikrokontroler yang terintegrasi dengan sistem USV.

Kata kunci: Survei Batimetri, Echosounder, ESP32, ROVMAKER

Abstract

Indonesia, as a maritime country, has a high risk of flooding, especially in the rainy season. Periodic bathymetric surveys in drainage systems such as lakes and reservoirs are important for collecting depth and bottom topography data. Traditional surveys with ship-mounted echosounder have limited survey range. This research aims to access the ping sonar echosounder sensor from ROVMAKER which is installed on an unmanned surface vehicle (USV) using an ESP32 microcontroller. The research method includes collecting hexadecimal data from the *Underwater Explorer Software* output, validating sensor data with real measurements, and applying an algorithm to convert echosounder data into decimal data using ESP32. The research results showed that the average echosounder sensor error was 2.38%, which was declared suitable for use. This research is expected to enable the use of the ROVMAKER sensor without built-in *Software*, but with a microcontroller integrated with the USV system.

Keywords: Bathymetric Survey, Echosounder, ESP32, ROVMAKER

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki luas wilayah perairan 2/3 dari seluruh luas wilayahnya (Nikawanti, 2021). Dengan luasnya wilayah perairan dan daerah aliran sungai (DAS), Indonesia memiliki potensi bencana banjir yang cukup tinggi terutama pada musim penghujan (SAFITRI, 2021), (Setiawan, 2021), (Pratama et al., 2020). Bencana banjir disebabkan dimana daerah tampungan air hujan seperti sungai dan waduk tidak lagi berfungsi dengan baik sebagai sistem drainase (Al Amin, 2020). Sungai dan waduk yang dangkal tidak akan mampu menampung volume air dalam jumlah besar sehingga air akan meluap menggenangi wilayah sekitarnya (Rut, 2021).

Sebagai upaya penanggulangan bencana banjir maka perlu diadakan survei batimetri secara berkala. Survei batimetri bertujuan untuk memperoleh data mengenai kedalaman atau topografi dasar perairan, termasuk letak dan luas obyek-obyek yang ada di dalamnya (NUGRAHA, 2020) serta data-data yang diperoleh menjadi acuan perlu atau tidaknya dilakukan pengerukan tanah di dasar perairan. Survei batimetri konvensional memanfaatkan metode akustik menggunakan perangkat echosounder (Yuwono et al., 2018) sebagai pengukur kedalaman perairan yang terpasang pada kapal dan hanya dapat dioperasikan secara manual oleh surveyor. Salah satu permasalahan dalam survei secara konvensional adalah keterbatasan area survei batimetri karena kemampuan gerak kapal yang terbatas sehingga hasil dari survei kurang optimal (Oktafari & Daffa Naufal, 2023), (DWIANTO & LAUT, n.d.).

^{1*} zindhu@ppns.ac.id

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan sebuah perangkat survei yang dapat dioperasikan secara otomatis dan dapat dikontrol jarak jauh. Hal ini dapat diwujudkan dengan memanfaatkan teknologi sensor ping sonar echosounder yang dipasang pada *unmanned surface vehicle* (USV) atau kapal tanpa awak. Penggunaan USV dalam survei batimetri menawarkan beberapa keunggulan, antara lain kemampuan untuk menjangkau area yang lebih luas dan sulit dijangkau oleh kapal konvensional, serta peningkatan efisiensi dan akurasi pengumpulan data karena pengoperasian yang otomatis dan minim intervensi manusia.

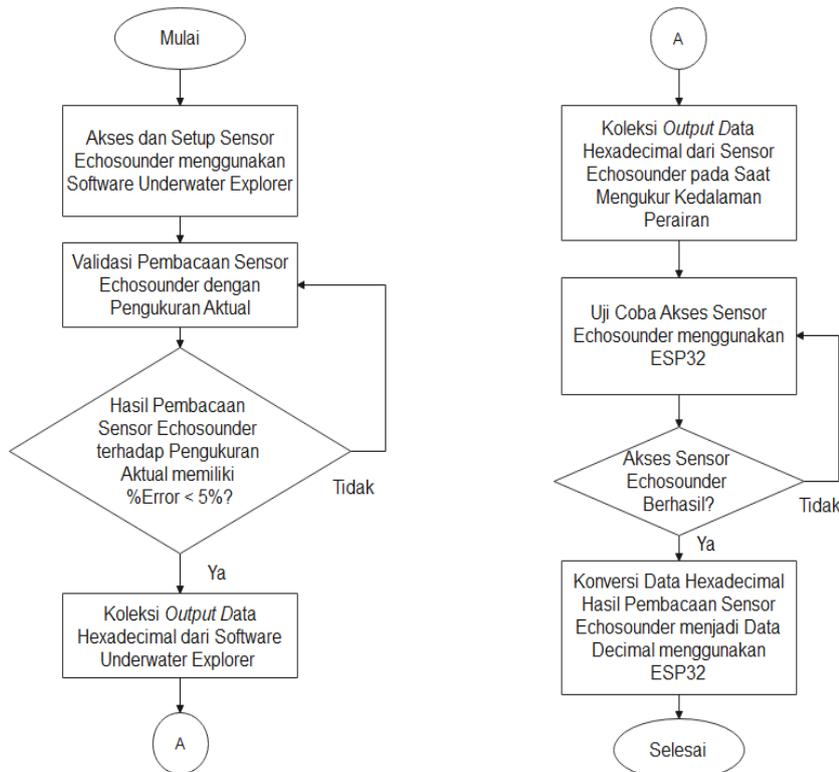
Pada penelitian ini, sensor ping sonar echosounder yang digunakan adalah produk dari ROVMAKER, yang dipilih karena harganya lebih terjangkau dibandingkan dengan produk serupa dari pesaingnya. Namun, sensor ini memiliki keterbatasan karena hanya dapat diakses menggunakan *Software Underwater Explorer* yang disediakan oleh pihak ROVMAKER dan tidak bersifat open source. Hal ini menjadi kendala karena *Software* tersebut tidak fleksibel dan kurang mendukung integrasi dengan sistem lain yang mungkin digunakan dalam pengoperasian USV.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, peneliti melakukan penelitian terhadap pengaksesan sensor ping sonar echosounder produksi ROVMAKER menggunakan mikrokontroler. Tujuan dari penelitian ini adalah agar sensor tersebut dapat terintegrasi dengan sistem kontrol USV, sehingga memungkinkan pengoperasian yang lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik survei batimetri.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan efektif dalam survei batimetri, khususnya untuk pemantauan dan penanggulangan bencana banjir di Indonesia. Dengan teknologi ini, survei batimetri dapat dilakukan secara berkala dan lebih akurat, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar untuk tindakan preventif seperti pengerukan tanah di dasar perairan dan perbaikan sistem drainase. Selain itu, penggunaan USV juga diharapkan dapat mengurangi risiko bagi surveyor yang harus bekerja di lapangan, terutama di daerah yang rawan banjir dan memiliki kondisi medan yang sulit.

2. Metode Penelitian

2.1 Alur Penelitian



Gambar 1. Flowchart Pengaksesan Echosounder menggunakan ESP32

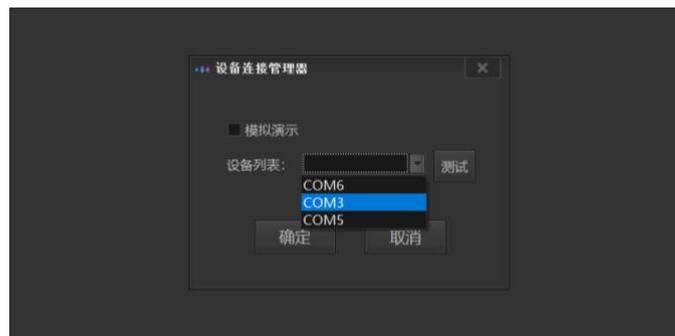
Gambar 1 menunjukkan flowchart atau diagram alir yang dirancang untuk mempermudah pemahaman alur pengaksesan sensor ping sonar echosounder menggunakan *Software Underwater Explorer* serta pengaksesan sensor menggunakan mikrokontroler ESP32. Alur ini diawali dengan tahap pengaksesan sensor melalui *Software Underwater Explorer* untuk memahami fungsi dan cara kerja sensor ping sonar echosounder secara lebih mendalam.

Langkah pertama dalam alur ini adalah mengakses sensor menggunakan *Software Underwater Explorer*. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami bagaimana sensor bekerja dan bagaimana data dihasilkan serta ditampilkan oleh *Software* tersebut. *Software* ini memberikan tampilan visual yang membantu dalam memahami berbagai parameter yang diukur oleh sensor. Operator dapat melihat secara langsung data kedalaman dan mengidentifikasi potensi anomali atau kesalahan dalam pembacaan. Selain itu, penggunaan *Software Underwater Explorer* juga membantu dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah teknis yang mungkin timbul selama proses pengaksesan sensor.

Setelah data sensor diakses melalui *Software*, langkah selanjutnya adalah validasi data sensor. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan pengukuran aktual menggunakan alat ukur seperti meteran. Proses ini bertujuan untuk memvalidasi keakuratan sensor ping sonar echosounder dengan menghitung persentase *error* (%*error*) dari hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan nilai pengukuran aktual. Sensor ping sonar echosounder dianggap layak digunakan jika rata-rata %*error* kurang dari 5%. Validasi ini penting untuk memastikan bahwa sensor memberikan hasil yang dapat diandalkan sebelum diintegrasikan ke dalam sistem yang lebih kompleks. Proses validasi ini juga membantu dalam menentukan kalibrasi yang tepat untuk sensor, sehingga dapat menghasilkan data yang lebih akurat di lapangan.

Setelah validasi, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data heksadesimal yang diperoleh dari *Software Underwater Explorer*. Data ini sangat penting karena akan digunakan untuk mengakses sensor ping sonar echosounder menggunakan mikrokontroler ESP32. Data heksadesimal yang dikoleksi meliputi konfigurasi untuk “Connect Device”, “Run Mode”, “Stop Mode”, dan hasil pembacaan sensor echosounder pada “Read Mode Non-Wave”. Data-data tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan perangkat lunak pada mikrokontroler yang mampu mengakses dan mengolah data dari sensor ping sonar echosounder secara efektif. Proses pengumpulan data heksadesimal ini membutuhkan ketelitian dan pemahaman yang baik tentang cara kerja sensor dan *Software*, karena kesalahan dalam interpretasi data dapat mengakibatkan kegagalan dalam implementasi. Selain itu, data heksadesimal yang dikumpulkan juga dapat digunakan untuk melakukan debugging dan troubleshooting jika terjadi masalah selama pengoperasian sensor.

Selanjutnya, penelitian ini juga mencakup pengembangan sistem komunikasi antara mikrokontroler ESP32 dan sistem kontrol *unmanned surface vehicle* (USV). Sistem komunikasi ini harus andal dan mampu mengirimkan data secara real-time untuk dari *device* sensor ping sonar echosounder ke sistem mikrokontroler agar data kedalaman dapat diolah dengan baik pada mikrokontroler. Pengembangan sistem komunikasi mencakup pemilihan protokol komunikasi yang tepat, pengaturan *bandwidth* yang memadai, serta penanganan potensi gangguan atau interferensi yang dapat mempengaruhi transmisi data. Implementasi sistem komunikasi yang andal dan efektif ini merupakan kunci untuk memastikan kelancaran operasi USV dan keberhasilan survei batimetri.



Gambar 2. Konfigurasi “Connect Device” *Software Underwater Explorer*



Gambar 3. “Read Mode Non-Wave” Software Underwater Explorer

2.2 Komparasi Data Kedalaman Aktual dengan Hasil Pembacaan Echosounder

Setelah sensor ping sonar echosounder berhasil diakses menggunakan *Software Underwater Explorer*, langkah berikutnya adalah melakukan komparasi antara data yang dihasilkan oleh sensor dengan pengukuran aktual yang dilakukan menggunakan meteran. Proses komparasi ini dilakukan di kolam renang yang telah ditetapkan memiliki standar kedalaman tertentu, sehingga memastikan data yang diperoleh dapat dibandingkan secara akurat.

Pada tahap ini, kolam renang digunakan sebagai media untuk melakukan pengukuran kedalaman pada dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kedalaman 1.400 meter (1400 mm) dan 2.200 meter (2200 mm). Pengukuran ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan sensor ping sonar echosounder dalam mengukur kedalaman air dalam kondisi yang berbeda.

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan proses komparasi antara hasil data yang diperoleh dari sensor ping sonar echosounder dengan pengukuran aktual menggunakan meteran di kedalaman kolam renang yang telah ditentukan. Langkah-langkah dalam proses komparasi meliputi pencocokan data hasil sensor dengan nilai yang terukur secara manual menggunakan meteran, serta analisis terhadap perbedaan antara kedua metode pengukuran tersebut.

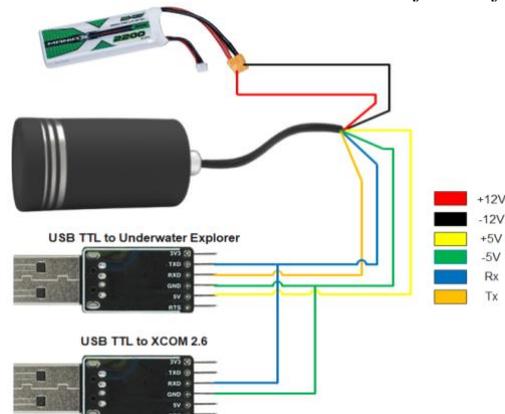
Proses komparasi ini penting untuk memvalidasi keakuratan sensor ping sonar echosounder dalam berbagai kondisi kedalaman air, sehingga data yang dihasilkan dapat dipercaya dan digunakan sebagai dasar untuk keputusan lebih lanjut dalam survei batimetri dan pengelolaan sumber daya air. Dengan memastikan keakuratan sensor melalui komparasi yang teliti, diharapkan dapat meningkatkan kualitas data yang diperoleh dan efektivitas operasional dalam penggunaan teknologi ini untuk pemantauan dan mitigasi bencana banjir di berbagai lokasi, termasuk di Indonesia.



Gambar 4. Proses Pengukuran Kedalaman Perairan menggunakan Sensor

dihubungkan ke pin RX (*receive*) pada USB TTLx, dan pin RX (*receive*) dari sensor dihubungkan ke pin TX (*transmit*) pada USB TTLx. Konfigurasi ini memastikan data dapat dikirim dan diterima dengan benar antara sensor dan perangkat lunak.

Setelah koneksi fisik terpasang dengan benar, langkah berikutnya adalah mengonfigurasi *Software XCOM 2.6* pada PC atau laptop. Jalankan *Software XCOM 2.6* dan pilih port serial yang sesuai dengan USB TTLx yang terhubung. Pastikan pengaturan baud rate pada rate 115200 dan parameter komunikasi lainnya sesuai dengan spesifikasi sensor ping sonar echosounder untuk memastikan komunikasi yang stabil dan akurat. Setelah konfigurasi selesai, proses pengumpulan data heksadesimal dari sensor dapat dimulai. Data ini akan muncul di *interface Software XCOM 2.6*.

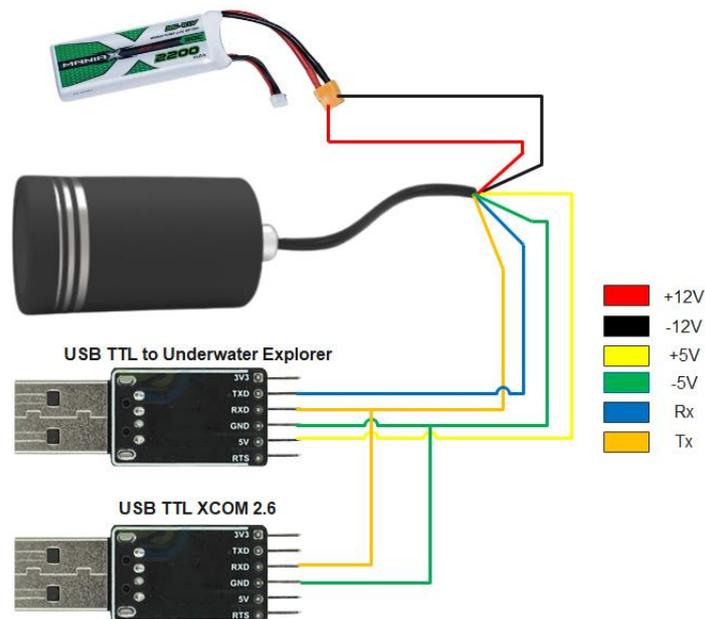


Gambar 6. Wiring diagram untuk Mengoleksi Data Output Software Underwater Explorer

Pada Gambar 6, ditunjukkan *wiring diagram* sensor ping sonar echosounder yang menggunakan dua buah USB TTLx, masing-masing memiliki peran spesifik dalam proses pengumpulan data heksadesimal dari *output Software Underwater Explorer*. Penggunaan dua USB TTLx ini memungkinkan pemisahan fungsi antara pengaksesan data sensor dan pengiriman data ke perangkat lunak agar data yang diperoleh mudah untuk di analisis lebih lanjut.

Dalam *wiring diagram* tersebut, *pinout* serial RX (*receive*) dan TX (*transmit*) dari sensor ping sonar echosounder dihubungkan secara silang dengan *pinout* RX dan TX dari USB TTLx pertama yang terhubung dengan *Software Underwater Explorer*. Pin TX sensor dihubungkan ke pin RX USB TTLx pertama, dan pin RX sensor dihubungkan ke pin TX USB TTLx pertama. Konfigurasi ini memastikan bahwa data yang dikirim oleh sensor dapat diterima dengan benar oleh *Software Underwater Explorer*, yang menampilkan dan memproses data tersebut.

Selain itu, *pinout* USB TTLx kedua, yang digunakan untuk *Software XCOM 2.6*, dihubungkan dengan *pinout* RX dan GND (Ground) dari sensor ping sonar echosounder. Pin RX dari sensor dihubungkan ke pin RX dari USB TTLx kedua untuk memastikan bahwa data yang dikirim oleh sensor dapat diterima oleh *Software XCOM 2.6*. Pin GND dari sensor dihubungkan ke pin GND dari USB TTLx kedua untuk memastikan koneksi ground yang stabil, yang sangat penting dalam pengoperasian komunikasi serial.



Gambar 7. Wiring diagram untuk Mengoleksi Data Output Sensor Ping Sonar Echosounder

Pada Gambar 7, ditunjukkan *wiring diagram* sensor ping sonar echosounder yang menggunakan dua buah USB TTLx, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam proses pengumpulan data heksadesimal dari *output* sensor ping sonar echosounder. Diagram ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi dan akurasi pengumpulan data dengan memanfaatkan dua perangkat USB TTLx yang terhubung ke perangkat lunak yang berbeda.

Dalam diagram tersebut, pinout serial RX (receive) dan TX (transmit) dari sensor ping sonar echosounder dihubungkan secara silang dengan pinout RX dan TX dari USB TTLx pertama yang terhubung dengan *Software Underwater Explorer*. Artinya, pin TX dari sensor dihubungkan ke pin RX dari USB TTLx pertama, dan pin RX dari sensor dihubungkan ke pin TX dari USB TTLx pertama. Konfigurasi silang ini memastikan bahwa data yang dikirim oleh sensor dapat diterima dan diproses dengan benar oleh *Software Underwater Explorer*.

Sementara itu, pinout dari USB TTLx kedua, yang digunakan untuk *Software XCOM 2.6*, dihubungkan dengan pinout TX dan GND (Ground) dari sensor ping sonar echosounder. Pin RX dari USB TTLx kedua dihubungkan ke pin TX dari sensor, sedangkan pin GND dari USB TTLx kedua dihubungkan ke pin GND dari sensor. Koneksi ini memungkinkan *Software XCOM 2.6* untuk menerima data yang dikirim oleh sensor, serta memastikan koneksi ground yang stabil.

2.4 Pengaksesan Echosounder menggunakan Mikrokontroler ESP32

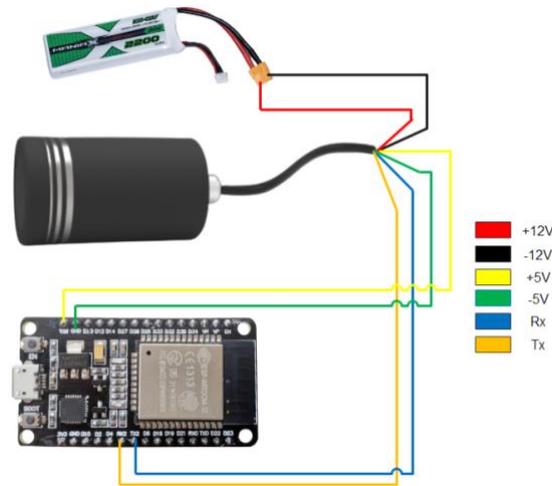
Setelah proses pengumpulan data heksadesimal selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba pengaksesan sensor menggunakan mikrokontroler ESP32. ESP32 berperan dalam mengirimkan data-data heksadesimal yang diperoleh dari *output Software Underwater Explorer*, untuk menjalin koneksi serial dengan sensor ping sonar echosounder dan mengkonfigurasi perangkat tersebut.

Pada tahap awal, ESP32 harus terhubung secara fisik dengan komputer atau perangkat yang menjalankan *Software Arduino IDE* untuk proses upload program ke ESP32, menggunakan koneksi serial. ESP32 mengirimkan data heksadesimal konfigurasi yang telah ada pada program ke sensor ping sonar echosounder. Tujuan utama dari pengiriman data ini adalah untuk mengatur berbagai parameter operasional sensor ping sonar echosounder produksi ROVMAKER.

Program konfigurasi yang ditunjukkan dalam Gambar 8 adalah inti dari upaya untuk mengoptimalkan penggunaan sensor ping sonar echosounder dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32. Dalam pengembangannya, program ini telah dirancang untuk memungkinkan ESP32 berkomunikasi secara efisien dengan sensor melalui koneksi serial. Salah satu langkah awal yang penting dalam program ini adalah pengaturan parameter komunikasi serial seperti baud rate, yang menjadi kunci untuk memastikan kecepatan dan keandalan transmisi data antara ESP32 dan sensor. Selain itu, inisialisasi koneksi dengan sensor merupakan tahap penting lainnya dalam program ini, di mana ESP32 mengonfigurasi hubungan komunikasi dengan sensor untuk memastikan ketersediaan data yang konsisten dan akurat.

Langkah selanjutnya yang diambil dalam program konfigurasi ini adalah pengiriman data konfigurasi ke sensor ping sonar echosounder. Data konfigurasi ini mencakup berbagai perintah dan parameter yang diperlukan untuk mengontrol operasi sensor, seperti mode pengukuran yang diinginkan dan menjalankan dan menghentikan proses

mikrokontroler ESP32 yang bertujuan untuk peningkatan kualitas integrasi sistem suatu teknologi survei batimetri seperti USV.



Gambar 9. Wiring Diagram Sensor Ping Sonar Echosounder dengan ESP32

Dalam program ESP32, konversi data heksadesimal menjadi data dalam format desimal dari hasil pembacaan sensor ping sonar echosounder dilakukan setelah koneksi dan konfigurasi antara ESP32 dan sensor terhubung dengan baik. Saat fungsi "RunEcho" diaktifkan oleh ESP32, sensor ping sonar echosounder mulai mengirimkan data kedalaman perairan dalam format heksadesimal melalui koneksi serial, yang kemudian diterima dan diproses oleh ESP32. Setiap paket data heksadesimal yang diterima oleh ESP32 terdiri dari tiga bagian utama: "Start Code", "Main Data", dan "End Code".

"Start Code" merupakan karakter yang bertindak sebagai penanda awal dari suatu paket data heksadesimal, sementara "End Code" menandakan akhir dari satu paket data. Bagian "Main Data" terletak di antara "Start Code" dan "End Code", dan di sinilah data kedalaman perairan yang dikirimkan oleh sensor tersimpan dalam bentuk heksadesimal. Proses selanjutnya yang dilakukan oleh ESP32 adalah konversi data heksadesimal ini menjadi data kedalaman perairan dalam format desimal, diukur dalam satuan milimeter (mm).

Program konversi data heksadesimal menjadi desimal pada ESP32, seperti yang tergambar dalam Gambar 10 dan Gambar 11, menunjukkan langkah-langkah detail yang dilakukan oleh mikrokontroler untuk mengubah representasi heksadesimal menjadi nilai numerik yang dapat dipahami dan digunakan dalam aplikasi survei batimetri. Proses ini memastikan bahwa data yang diterima dari sensor ping sonar echosounder dapat diinterpretasikan dengan akurat, memungkinkan penggunaan data untuk analisis lebih lanjut.

```
while (Serial2.available() > 0) {
  char inChar = Serial2.read();
  char hexChar[3];
  sprintf(hexChar, "%02X", inChar);
  String hexString = String(hexChar);
  Serial.println(hexString);
  if (hexString == "FC" && !started && !ended) {
    dataIndex = 0;
    started = true;
  } else if (hexString == "FC" && started) {
    ended = true;
    break;
  } else {
    if (dataIndex < 40) {
      inData[dataIndex] = inChar;
      dataIndex++;
      inData[dataIndex] = '\0';
    }
  }
}
if (started && ended) {
  Serial.print("Last received data in HEX: ");
  Serial.print(inData[0], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[1], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[2], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[3], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[4], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[5], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.print(inData[6], HEX); Serial.print(" ");
  Serial.println(inData[7], HEX);
}
```

Gambar 10. Program Parsing Data Heksadesimal untuk Diambil Bagian "Main Data"

```
depth = (inData[6] << 8) | inData[5];  
Serial.print("Depth: ");Serial.println(depth);
```

Gambar 11. Program Konversi Data Heksadesimal menjadi Data Desimal

Dalam proses konversi data heksadesimal menjadi data desimal pada program ESP32, terdapat dua tahapan utama yang perlu diperhatikan. Tahapan pertama adalah tahap parsing data heksadesimal, di mana bagian "Main Data" dari satu paket data heksadesimal diidentifikasi dan diambil. Tahapan ini dimulai dengan memindai paket data yang diterima untuk menemukan "Start Code" dan "End Code", yang bertindak sebagai penanda awal dan akhir dari paket data. Setelah "Start Code" dan "End Code" ditemukan, bagian data di antara kedua penanda ini, yang disebut "Main Data", diekstraksi dan disimpan dalam sebuah variabel bernama `inData`.

Tahapan kedua adalah tahap konversi data, di mana "Main Data" yang telah disimpan pada variabel `inData` dikonversi ke format desimal. Pada "Main Data", terdapat delapan nilai heksadesimal yang dimulai dari indeks 0 hingga 7. Konversi ini dilakukan dengan membagi "Main Data" menjadi *high byte* dan *low byte*, yang kemudian diolah menggunakan persamaan matematis yang tepat untuk menghasilkan nilai desimal yang akurat. Persamaan matematis ini mengacu pada formula (1) yang digunakan untuk menggabungkan *high byte* dan *low byte* menjadi satu nilai desimal yang mewakili kedalaman perairan dalam satuan milimeter (mm).

$$\text{Decimal Data} = (\text{High byte} \times 256) + \text{Low byte} \quad (1)$$

Proses konversi ini dijelaskan lebih lanjut dalam Gambar 11, di mana langkah-langkah untuk menghitung *high byte* dan *low byte* dijelaskan secara rinci. Pertama, *high byte* diambil dari dua nilai heksadesimal pertama dari "Main Data", sementara *low byte* diambil dari dua nilai heksadesimal berikutnya. Setelah *high byte* dan *low byte* diidentifikasi, nilai-nilai ini dikonversi ke desimal dan digabungkan menggunakan persamaan matematis. Formula ini mempertimbangkan bobot posisi byte untuk menghasilkan nilai desimal yang akurat.

Sebagai contoh, jika *high byte* memiliki nilai heksadesimal AB dan *low byte* memiliki nilai heksadesimal CD, maka konversi ke desimal dilakukan dengan rumus $(AB * 256) + CD$, di mana 256 adalah faktor pengali untuk *high byte* karena posisinya yang lebih signifikan. Hasil dari perhitungan ini memberikan nilai desimal yang merepresentasikan kedalaman perairan dalam milimeter.

Setelah dilakukan beberapa kali eksperimen, diperoleh bahwa data heksadesimal yang ditampung oleh variabel "inData" memiliki struktur khusus. High byte dari paket data heksadesimal disimpan pada indeks ke-6 (`inData[6]`) dan low byte disimpan pada indeks ke-5 (`inData[5]`). Proses konversi data heksadesimal menjadi desimal melibatkan operasi pemrosesan data $(\text{inData}[6] \ll 8) | \text{inData}[5]$. Operasi ini melibatkan dua langkah utama: pertama,

3. Hasil dan Diskusi

Tahapan pertama dalam proses ini adalah mengakses sensor ping sonar echosounder menggunakan *software Underwater Explorer*. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa sensor dapat beroperasi dengan baik dan menghasilkan data kedalaman perairan yang akurat. *Software Underwater Explorer* dirancang untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor dalam format yang mudah dibaca dan dianalisis. Dalam tahapan ini, sensor dihubungkan ke komputer melalui antarmuka yang sesuai, dan *software Underwater Explorer* digunakan untuk menginisialisasi sensor serta memulai pembacaan data kedalaman perairan.

Setelah data kedalaman perairan berhasil ditampilkan oleh *software*, langkah berikutnya adalah melakukan validasi hasil pembacaan sensor ping sonar echosounder. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari sensor dengan kondisi aktual kedalaman suatu perairan yang diukur menggunakan meteran. Penggunaan meteran sebagai alat ukur manual memberikan nilai acuan yang akurat, sehingga memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi keakuratan data yang dihasilkan oleh sensor ping sonar echosounder.

Hasil validasi pembacaan sensor ping sonar echosounder kemudian dianalisis untuk menentukan rata-rata persentase kesalahan (*%error*) antara data sensor dan data aktual. Rata-rata *%error* dihitung untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor dalam mengukur kedalaman perairan. Tabel 1 menunjukkan hasil validasi ini, di mana nilai-nilai kedalaman yang diukur oleh sensor dibandingkan dengan nilai-nilai yang diukur secara manual. Rata-rata *%error* yang rendah menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan layak digunakan untuk aplikasi survei batimetri dan pemantauan kedalaman perairan.

yaitu data heksadesimal pada indeks ke 6 sebagai *High byte* dan indeks ke 5 sebagai *Low byte*. Perhitungan konversi data heksadesimal menjadi data desimal dengan data kedalaman perairan 1900 mm seperti pada (2).

Diketahui:

High byte : 07 (Hexadecimal) \approx 7 (Decimal)

Low byte : 6C (Hexadecimal) \approx 108 (Decimal)

| | |
|--|-----|
| $\text{Decimal Data} = (7 \times 256) + 108 = 1900 \text{ mm} \approx 1.900\text{m}$ | (2) |
|--|-----|

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem survei batimetri otomatis menggunakan sensor ping sonar echosounder ROVMAKER yang dipasang pada kendaraan unmanned surface vehicle (USV) dan diakses menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan efektivitas survei batimetri, yang sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana banjir.

Hasil utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Validasi Sensor:** Sensor echosounder yang digunakan dalam penelitian ini telah melalui proses validasi yang ketat. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor ini memiliki rata-rata kesalahan pembacaan kedalaman sebesar 2,38%. Angka ini menunjukkan bahwa sensor tersebut cukup akurat dan dapat diandalkan untuk survei batimetri. Akurasi sensor sangat penting karena data batimetri yang tepat sangat diperlukan untuk berbagai aplikasi, termasuk pemetaan dasar perairan, analisis kedalaman, dan perencanaan pengelolaan air.
2. **Akses dan Konfigurasi Sensor:** Penelitian ini berhasil mengintegrasikan sensor echosounder dengan mikrokontroler ESP32, memungkinkan akses dan konfigurasi sensor tanpa perlu menggunakan *software* bawaan dari ROVMAKER. Dengan kemampuan ini, data heksadesimal yang diperoleh dari *software* Underwater Explorer telah berhasil diubah menjadi data desimal yang dapat digunakan oleh ESP32. Hal ini mempermudah proses pengolahan dan analisis data, serta memberikan fleksibilitas lebih dalam pengaturan parameter sensor sesuai kebutuhan survei.
3. **Efisiensi dan Efektivitas:** Sistem otomatis ini memungkinkan survei batimetri dilakukan dengan lebih efisien dan efektif. Penggunaan kendaraan USV yang dilengkapi dengan sensor echosounder dan dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 mengurangi kebutuhan akan operasi manual yang biasanya memerlukan tenaga kerja lebih banyak dan waktu lebih lama. Sistem ini juga memungkinkan survei dilakukan di wilayah yang sulit dijangkau atau berbahaya bagi manusia, sehingga memperluas cakupan survei dan meningkatkan keselamatan kerja. Dengan demikian, sistem ini mampu mengatasi keterbatasan wilayah survei yang sering terjadi pada metode konvensional.

Pengembangan sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya mitigasi bencana banjir di Indonesia. Dengan menyediakan data batimetri yang akurat dan mudah diakses, sistem ini akan memudahkan pihak berwenang dalam mengelola dan memelihara tempat penyimpanan air seperti sungai dan waduk. Data batimetri yang tepat akan membantu dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek-proyek pengendalian banjir, seperti pembangunan tanggul, pengerukan sungai, dan optimalisasi waduk. Selain itu, informasi yang akurat tentang kedalaman dan kontur dasar perairan dapat digunakan untuk memperkirakan kapasitas penyimpanan air dan merencanakan strategi pencegahan banjir yang lebih efektif.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam penerapan teknologi otomatis untuk survei batimetri. Dengan menggabungkan sensor echosounder, mikrokontroler ESP32, dan kendaraan USV, sistem ini menawarkan solusi inovatif dan praktis untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi survei batimetri. Inovasi ini tidak hanya relevan untuk mitigasi bencana banjir tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai bidang lain yang memerlukan data batimetri yang akurat, seperti navigasi maritim, eksplorasi sumber daya laut, dan penelitian lingkungan perairan.

Daftar Pustaka

Journal Article:

Al Amin, M. B. (2020). Pemodelan sistem drainase perkotaan menggunakan SWMM. Deepublish.

DWIANTO, A. H., & LAUT, D. T. T. (n.d.). ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN KAPAL PINISI UNTUK WISATA BAHARI: STUDI KASUS KEPULAUAN SELAYAR.

Nikawanti, G. (2021). Ecoliteracy: Membangun Ketahanan Pangan Dari Kekayaan Maritim Indonesia. Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime, 2(2), 149–166.

- NUGRAHA, R. (2020). SURVEI BATIMETRI DI AREA VOID PIT DENGAN MENGGUNAKAN WAHANA TELEDYNE ODOM SINGLEBEAM ECHOSOUNDER SINGLE FREQUENCY. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 191–200.
- Oktafari, & Daffa Naufal. (2023). Rancang Bangun Konfigurasi Sistem Pengambilan Data Batimetri Kontur Dasar Laut dengan Unmanned Surface Vehicle (USV). *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Pratama, T. P. E., Prihadita, W. P., Yuliatama, V. P., Ramadhani, S. P., Safitri, W., & Syifa, H. N. (2020). Analisis Index Overlay Untuk Pemetaan Kawasan Berpotensi Banjir di Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 52–63.
- Rut, R. D. V. (2021). Rancang Bangun Peringatan Dini Banjir Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Portal Data*, 1(2).
- SAFITRI, D. (2021). KARAKTERISTIK ALIRAN DAN DEBIT BANJIR PADA BEBERAPA SUNGAI DI INDONESIA: KAJIAN LITERATUR. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(02), 1. <https://doi.org/10.33365/jice.v2i02.1322>
- Setiawan, D. (2021). Analisis curah hujan di Indonesia untuk memetakan daerah potensi banjir dan tanah longsor dengan Metode Cluster Fuzzy C-Means dan Singular Value Decomposition (SVD). *Engineering, Mathematics and Computer Science Journal (EMACS)*, 3(3), 115–120.
- Yuwono, Y., Pratomo, D. G., & Al-Azhar, M. I. F. (2018). Analisis posisi kerangka kapal terhadap keselamatan alur pelayaran menggunakan data multibeam echosounder (Studi kasus: Alur pelayaran barat Surabaya). *Geoid*, 14(1), 13–21.