

# Menjelajahi Kedalaman Teknologi: Mengungkap Keajaiban Robotika Bawah Air dengan ROV untuk Siswa MAN 2 Madiun

Noorman Rinanto<sup>1</sup>, Imam Sutrisno<sup>1\*</sup>, Mochammad Basuki Rahmat<sup>1</sup>, Muhammad Khoirul Hasin<sup>1</sup>, Lilik Subiyanto<sup>1</sup>, Urip Mudjiono<sup>2</sup>, Budianto<sup>3</sup>, Yuning Widiarti<sup>4</sup> dan Rusman<sup>5</sup>

<sup>1</sup> D4 Teknik Otomasi, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>2</sup> D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>3</sup> D4 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>4</sup> Magister Science Terapan Keselamatan dan Resiko, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>5</sup> D4 Telekomunikasi Navigasi Udara, Teknik Transportasi, Politeknik Penerbangan Makassar, Jl. Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Makassar, 90241, Indonesia

Email: imams3jpg@yahoo.com

## Abstrak

Pernahkah kalian membayangkan menjelajahi dunia yang gelap, dingin, dan penuh misteri di bawah permukaan laut? Dengan kemajuan teknologi, kita sekarang bisa melakukannya tanpa harus menyelam langsung! Salah satu alat canggih yang memungkinkan kita untuk menjelajahi kedalaman laut adalah Remotely Operated Vehicle atau ROV. ROV adalah robot bawah air yang dikendalikan dari jarak jauh. Bayangkan sebuah drone, tapi bukan terbang di udara, melainkan berenang di laut! Dalam makalah ini, kita akan mengajak kalian untuk menyelami dunia menarik dari ROV. Kalian akan belajar bagaimana ROV bekerja, apa saja kegunaannya, dan bagaimana ROV dapat membantu para ilmuwan dalam mengungkap rahasia laut. Kita akan membahas berbagai aplikasi ROV yang mungkin belum pernah kalian dengar sebelumnya, mulai dari eksplorasi kapal karam hingga pemantauan terumbu karang. Selain itu, kita juga akan menjelaskan metode penelitian yang digunakan dalam mengembangkan dan mengoperasikan ROV, serta variabel-variabel penting yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini.

**Kata kunci:** Eksplorasi kelautan, Remotely Operated Vehicle (ROV), teknologi bawah air, oseanografi, siswa MAN 2 Madiun

## Abstract

*Have you ever imagined exploring a dark, cold and mysterious world beneath the surface of the sea? With advances in technology, we can now do this without having to dive in! One of the sophisticated tools that allows us to explore the depths of the sea is a Remotely Operated Vehicle or ROV. ROV is a remotely controlled underwater robot. Imagine a drone, but instead of flying in the air, it swims in the sea! In this paper, we will invite you to dive into the interesting world of ROVs. You will learn how ROVs work, what they are used for, and how ROVs can help scientists uncover the secrets of the sea. We will discuss various ROV applications that you may have never heard of before, from shipwreck exploration to coral reef monitoring. Apart from that, we will also explain the research methods used in developing and operating the ROV, as well as important variables that need to be considered in this research.*

**Keywords:** Marine exploration, Remotely Operated Vehicle (ROV), underwater technology, oceanography, MAN 2 Madiun students

---

<sup>1\*</sup> [imams3jpg@yahoo.com](mailto:imams3jpg@yahoo.com)

## **1. Pendahuluan**

Lautan, yang menutupi lebih dari 70% permukaan bumi, masih menyimpan banyak misteri yang belum terpecahkan. Kemajuan teknologi membuka peluang baru untuk menjelajahi dan mempelajari dunia bawah laut yang menakjubkan. Salah satu teknologi yang berperan penting adalah Remotely Operated Vehicle (ROV). ROV adalah kendaraan bawah laut yang dikendalikan dari jarak jauh melalui kabel yang menghubungkannya dengan operator di atas permukaan laut. Dilengkapi dengan kamera, sensor, dan manipulator, ROV dapat menjelajahi berbagai lingkungan bawah laut yang menantang dan mengumpulkan data yang berharga. Penelitian tentang ROV telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Seiring dengan kemajuan teknologi, ROV menjadi lebih canggih dan mampu melakukan tugas yang lebih kompleks. ROV kini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk eksplorasi laut, penelitian ilmiah, arkeologi bawah laut, industri minyak dan gas lepas pantai, dan pencarian dan penyelamatan (Yuning, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi ROV untuk eksplorasi laut dan penemuan ilmiah, dengan fokus pada aplikasi yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Penelitian ini dilakukan dengan metode tinjauan literatur, yang melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber, seperti jurnal ilmiah, buku, situs web, dan laporan penelitian. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi potensi ROV untuk eksplorasi laut dan penemuan ilmiah, serta aplikasi ROV yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Penelitian tentang ROV telah dipublikasikan dalam berbagai jurnal ilmiah dan buku. Beberapa penelitian terdahulu berfokus pada desain dan pengembangan ROV, seperti (Budianto, 2023). Penelitian lain meneliti aplikasi ROV dalam bidang tertentu, seperti (Liu et al., 2020) untuk eksplorasi laut dan (Luo et al., 2021) untuk inspeksi bawah air. Meskipun telah banyak penelitian tentang ROV, masih terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Salah satu bidang penelitian yang berkembang pesat adalah ROV otonom, yang tidak memerlukan kabel untuk menghubungkannya dengan operator. ROV otonom memiliki potensi untuk menjelajahi area yang lebih luas dan melakukan tugas yang lebih kompleks secara mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi ROV untuk eksplorasi laut dan penemuan ilmiah, dengan fokus pada aplikasi yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Penelitian ini akan mengkaji state-of-the-art dari penelitian ROV, mengidentifikasi celah penelitian, dan mengusulkan arah penelitian di masa depan.

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya dengan beberapa cara. Pertama, penelitian ini berfokus pada aplikasi ROV yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan minat siswa terhadap sains dan teknologi dan mendorong mereka untuk mengejar karir di bidang ini. Kedua, penelitian ini mengkaji state-of-the-art dari penelitian ROV secara komprehensif dan mengidentifikasi celah penelitian yang dapat dieksplorasi di masa depan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan teknologi ROV dan meningkatkan pemahaman kita tentang dunia bawah laut (Sutrisno, 2024).

Mayoritas literatur menunjukkan tren peningkatan kompleksitas desain ROV, dengan integrasi sensor yang lebih canggih dan kemampuan manuver yang lebih baik. ROV paling banyak digunakan dalam inspeksi infrastruktur lepas pantai, penelitian kelautan, dan penyelamatan. Komponen utama ROV yang sering disebutkan dalam literatur meliputi rangka, propulsi, sistem kontrol, sensor, dan kamera. Tantangan teknis yang umum dihadapi dalam pengembangan ROV antara lain daya tahan baterai, komunikasi bawah air, dan navigasi otonom (Budianto, 2023).

Berdasarkan literatur yang telah dikaji, teknologi ROV mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini didorong oleh meningkatnya minat dalam eksplorasi laut dalam, serta kemajuan dalam bidang elektronik, robotika, dan material. Desain ROV yang ada saat ini sangat beragam, mulai dari ROV berukuran kecil untuk inspeksi visual hingga ROV berukuran besar untuk tugas-tugas berat. Perbedaan desain ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kedalaman operasi, jenis tugas, dan anggaran.

Penggunaan sensor pada ROV semakin beragam, meliputi sensor sonar, kamera, lidar, dan sensor kimia. Sensor-sensor ini memungkinkan ROV untuk mengumpulkan data yang lebih akurat dan lengkap tentang lingkungan bawah air. Tantangan utama dalam pengembangan ROV ke depan adalah meningkatkan otonomi, memperpanjang durasi operasi, dan mengurangi biaya. Pengembangan algoritma kecerdasan buatan dan penggunaan energi terbarukan dapat menjadi solusi untuk mengatasi tantangan tersebut.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini dirancang untuk mengungkap potensi robotika bawah air melalui pengembangan dan pemanfaatan Remotely Operated Vehicle (ROV). Tahap awal penelitian diawali dengan studi literatur yang mendalam mengenai prinsip kerja ROV, komponen-komponen utama, serta berbagai aplikasi dalam dunia kelautan. Informasi yang diperoleh dari studi literatur ini akan menjadi dasar dalam perancangan ROV yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Selanjutnya, siswa akan terlibat secara aktif dalam proses perancangan, mulai dari pembuatan sketsa hingga perhitungan teknis. Setelah

desain final disepakati, proses perakitan akan dilakukan secara bertahap, dengan memperhatikan aspek ketelitian dan keamanan.

Tahap berikutnya adalah pengujian kinerja ROV. ROV yang telah dirakit akan diuji coba di lingkungan terkendali, seperti kolam atau bak air, untuk memastikan semua sistem bekerja dengan baik. Pengujian ini mencakup kemampuan ROV dalam bergerak, menyelam, dan merespons perintah. Setelah melalui tahap pengujian, ROV yang telah disempurnakan akan digunakan untuk mengumpulkan data di lingkungan perairan yang sebenarnya. Data yang diperoleh, seperti video, gambar, dan data sensor, akan didokumentasikan secara sistematis. Analisis data akan dilakukan secara mendalam untuk mengidentifikasi karakteristik lingkungan bawah air, mengevaluasi kinerja ROV, serta menguji hipotesis penelitian.

Terakhir, hasil penelitian akan disusun dalam bentuk laporan yang komprehensif. Laporan ini akan mencakup latar belakang penelitian, tujuan, metode penelitian, hasil penelitian, pembahasan, dan kesimpulan. Selain itu, laporan ini juga akan memuat saran-saran untuk penelitian lebih lanjut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi robotika bawah air di Indonesia, serta membuka peluang bagi penelitian-penelitian selanjutnya di bidang yang sama.

Sebelum kita membahas analisis data, penting untuk memahami betul apa itu ROV dan potensinya dalam eksplorasi laut. ROV (Remotely Operated Vehicle) adalah kendaraan bawah air yang dikendalikan dari jarak jauh. Kemampuan manuver dan peralatan sensor yang canggih memungkinkan ROV untuk menjelajahi kedalaman laut yang sulit dijangkau oleh manusia, membuka peluang besar untuk penelitian ilmiah dan eksplorasi sumber daya laut.

Akses ke Area yang Sulit Dijangkau: ROV dapat mencapai kedalaman ekstrem, memungkinkan para ilmuwan untuk mempelajari ekosistem laut dalam yang unik dan rentan. Pengumpulan Data yang Lebih Akurat dan Cepat: Dilengkapi dengan berbagai sensor, ROV dapat mengumpulkan data yang lebih akurat dan komprehensif tentang kondisi laut, kehidupan laut, dan geologi bawah laut. Observasi Langsung: Kamera beresolusi tinggi memungkinkan para ilmuwan untuk mengamati langsung kehidupan laut dan fenomena alam bawah laut. Manipulasi Objek: Beberapa ROV dilengkapi dengan lengan mekanis yang memungkinkan mereka untuk mengambil sampel, memanipulasi objek, dan melakukan tugas-tugas pemeliharaan.

Untuk mengidentifikasi potensi ROV secara lebih spesifik, kita perlu melakukan analisis data yang komprehensif. Berikut adalah beberapa aspek yang dapat dianalisis: 1. Analisis Data Sensor Data fisik: Suhu, salinitas, tekanan, arus laut. Data biologis: Kelimpahan spesies, distribusi, perilaku. Data geologi: Struktur dasar laut, jenis sedimen, keberadaan mineral. Data kimia: Kandungan zat kimia terlarut, polutan. 2. Analisis Data Visual Foto dan video: Identifikasi spesies baru, pemantauan perubahan lingkungan, dokumentasi situs arkeologi bawah laut. Pemetaan 3D: Pembuatan peta bawah laut yang detail untuk navigasi dan pemahaman geologi. 3. Analisis Data Kinerja ROV Efisiensi: Waktu operasi, konsumsi energi, jangkauan. Keandalan: Tingkat kerusakan, waktu perbaikan. Kemampuan manuver: Kecepatan, kelincahan, kemampuan manuver di berbagai kondisi. Teknik Analisis Data Statistik Deskriptif: Menghitung rata-rata, median, standar deviasi, dan visualisasi data menggunakan grafik. Analisis Regresi: Menganalisis hubungan antara variabel-variabel yang berbeda. Analisis Cluster: Mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik.

Pembelajaran Mesin: Menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi pola dan membuat prediksi. Contoh Aplikasi Analisis Data Pemantauan Perubahan Iklim: Menganalisis data suhu dan salinitas dari waktu ke waktu untuk mengidentifikasi tren perubahan iklim. Penemuan Sumber Daya Mineral: Menggunakan data geofisika dan geokimia untuk mengidentifikasi potensi zona mineralisasi. Konservasi Laut: Menganalisis data distribusi spesies untuk mengidentifikasi area perlindungan yang penting. Tantangan dan Peluang Tantangan: Biaya tinggi, lingkungan yang keras, kompleksitas data, dan keterbatasan daya. Peluang: Pengembangan teknologi sensor yang lebih canggih, peningkatan kapasitas baterai, dan penggunaan kecerdasan buatan untuk otomasi tugas.

Analisis data yang komprehensif terhadap data yang dikumpulkan oleh ROV sangat penting untuk memaksimalkan potensi eksplorasi laut dan penemuan ilmiah. Dengan terus mengembangkan teknologi dan meningkatkan analisis data, kita dapat membuka rahasia laut yang terdalam dan berkontribusi pada pemahaman kita tentang planet Bumi.

Pertanyaan untuk Diskusi Lebih Lanjut: Teknologi apa yang dapat meningkatkan kemampuan ROV di masa depan? Bagaimana kita dapat mengatasi tantangan biaya tinggi dalam pengembangan dan operasi ROV? Apa saja implikasi etis dari eksplorasi laut dalam menggunakan ROV?

### 3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan penting tentang potensi ROV untuk eksplorasi laut dan penemuan ilmiah, dengan fokus pada aplikasi yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Berikut adalah beberapa temuan utama: ROV telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Seiring dengan kemajuan teknologi, ROV menjadi lebih canggih dan mampu melakukan tugas yang lebih kompleks. ROV kini dapat menjelajahi berbagai lingkungan bawah laut yang

menantang, mengumpulkan data yang berharga, dan melakukan berbagai tugas seperti inspeksi, pemetaan, dan pengambilan sampel.

ROV digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk eksplorasi laut, penelitian ilmiah, arkeologi bawah laut, industri minyak dan gas lepas pantai, dan pencarian dan penyelamatan. ROV dapat digunakan untuk mempelajari berbagai aspek laut, seperti geologi, biologi, dan kimia. ROV juga dapat digunakan untuk menemukan dan mempelajari situs arkeologi bawah laut, memantau struktur bawah air, dan mencari dan menyelamatkan orang yang hilang di laut.

ROV memiliki potensi yang besar untuk menarik minat siswa MAN 2 Madiun terhadap sains dan teknologi. Siswa dapat belajar tentang ROV melalui modul pembelajaran yang menarik dan informatif. Siswa juga dapat terlibat dalam proyek-proyek ROV, seperti merancang, membangun, dan mengoperasikan ROV mereka sendiri. Mayoritas mahasiswa setuju bahwa penggunaan ROV dapat meningkatkan minat belajar mereka. Mahasiswa merasa tertarik karena ROV memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif. Hasilnya menunjukkan bahwa data kualitatif memberikan penjelasan yang lebih mendalam mengenai alasan mengapa mahasiswa menyukai penggunaan ROV. Tabel 1 menunjukkan aplikasi ROV untuk berbagai kepentingan di bawah air.

**Tabel 1.** Aplikasi ROV

Aplikasi	Deskripsi
Eksplorasi laut	Pemetaan bawah laut, pengambilan sampel, studi geologi, biologi, dan kimia
Penelitian ilmiah	Studi tentang kehidupan laut, perubahan iklim, dan polusi laut
Arkeologi bawah laut	Penemuan dan studi situs arkeologi bawah laut
Industri minyak dan gas lepas pantai	Inspeksi struktur bawah air, pemeliharaan pipa, dan operasi produksi
Pencarian dan penyelamatan	Mencari dan menyelamatkan orang yang hilang di laut

Dari tabel 1 tampak bahwa aplikasi ROV saat ini ada di berbagai jenis kegiatan baik eksplorasi laut, maupun kegiatan lepas pantai misal untuk industri perminyakan. Tim SAR pun menggunakan ROV dalam rangka pencarian dan penyelamatan. Penelitian ilmiah tentang ROV juga terus berkembang seiring dengan semakin majunya teknologi ROV. ROV, atau Remotely Operated Vehicle, adalah robot bawah air yang dikendalikan dari jarak jauh. Mereka memiliki berbagai aplikasi di berbagai bidang, terutama di lingkungan laut. Berikut adalah beberapa aplikasi umum ROV: Industri Minyak dan Gas Inspeksi pipa: ROV dapat digunakan untuk memeriksa kondisi pipa bawah laut, mencari korosi, retakan, atau penyumbatan. Pemeliharaan platform lepas pantai: ROV dapat membantu dalam pemeliharaan rutin dan perbaikan pada platform lepas pantai. Penyelamatan peralatan: ROV dapat digunakan untuk memulihkan peralatan yang jatuh ke dasar laut. Penelitian Kelautan Eksplorasi laut dalam: ROV dapat menjelajahi bagian-bagian terdalam lautan yang tidak dapat dijangkau oleh manusia. Pengumpulan sampel: ROV dapat digunakan untuk mengumpulkan sampel air, sedimen, dan organisme laut. Pemetaan dasar laut: ROV dapat membantu dalam membuat peta detail dari dasar laut. Penyelamatan Pencarian dan penyelamatan: ROV dapat digunakan untuk mencari korban kecelakaan laut atau benda-benda yang hilang. Pemulihan kapal tenggelam: ROV dapat membantu dalam pemulihan kapal yang tenggelam. Perikanan Penelitian sumber daya ikan: ROV dapat digunakan untuk mempelajari distribusi dan populasi ikan. Pengawasan perikanan ilegal: ROV dapat membantu dalam mengawasi aktivitas perikanan ilegal. Lingkungan Pemantauan kualitas air: ROV dapat digunakan untuk memantau kualitas air laut, termasuk kadar polutan. Penelitian terumbu karang: ROV dapat membantu

dalam mempelajari kesehatan dan pertumbuhan terumbu karang. Arkeologi bawah laut Penemuan dan dokumentasi situs arkeologi: ROV dapat digunakan untuk menemukan dan mendokumentasikan situs arkeologi bawah laut.



**Gambar 1.** Remotely Operated Vehicle (ROV)

Gambar 1 menunjukkan sebuah ROV yang bekerja real di laut untuk pekerjaan pekerjaan penting di bawah air. Produk ROV seperti inilah yang disebut dengan workclass ROV. Jenis-Jenis ROV (Remotely Operated Vehicle) ROV dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan ukuran, kemampuan, dan aplikasi: 1. Mini ROV Ukuran: Kecil dan portabel. Kemampuan: Digunakan untuk tugas-tugas sederhana seperti inspeksi visual dan pengambilan sampel dasar laut. Aplikasi: Ideal untuk penelitian ilmiah, pengawasan lingkungan, dan pendidikan. 2. Work-Class ROV Ukuran: Lebih besar dan kuat dibandingkan mini ROV. Kemampuan: Dapat melakukan tugas-tugas yang lebih kompleks seperti manipulasi objek, pemasangan peralatan, dan perbaikan infrastruktur bawah laut. Aplikasi: Digunakan dalam industri minyak dan gas, pemeliharaan infrastruktur lepas pantai, dan penyelamatan. 3. Observational ROV Ukuran: Berfokus pada kemampuan observasi dan pengumpulan data. Kemampuan: Dilengkapi dengan sensor-sensor canggih seperti sonar, kamera HD, dan sensor lingkungan. Aplikasi: Digunakan untuk penelitian ilmiah, pemetaan dasar laut, dan pemantauan lingkungan. 4. Inspection ROV Ukuran: Khusus untuk inspeksi visual dan pengukuran. Kemampuan: Dilengkapi dengan kamera-kamera berkualitas tinggi dan sensor-sensor untuk mengukur parameter lingkungan. Aplikasi: Digunakan dalam industri minyak dan gas, pemeliharaan infrastruktur, dan pengawasan lingkungan. 5. Hybrid ROV Ukuran: Kombinasi antara mini ROV dan work-class ROV. Kemampuan: Dapat melakukan tugas-tugas yang lebih beragam dibandingkan mini ROV, tetapi tidak sebesar work-class ROV. Aplikasi: Digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk penelitian ilmiah, industri minyak dan gas, dan penyelamatan. 6. Autonomous ROV Ukuran: Dapat bervariasi. Kemampuan: Dapat beroperasi secara mandiri tanpa kontrol operator. Aplikasi: Digunakan untuk tugas-tugas yang membutuhkan otonomi seperti pemetaan dasar laut, pencarian dan penyelamatan, dan pemantauan lingkungan. Pemilihan jenis ROV yang tepat tergantung pada kebutuhan spesifik tugas yang akan dilakukan. Faktor-faktor seperti kedalaman operasi, jenis tugas, dan anggaran harus dipertimbangkan dalam pemilihan.

**Tabel 2.** Observasi Kehidupan Laut

No.	Waktu	Kedalaman (m)	Lokasi	Spesies yang Ditemukan	Jumlah	Kondisi Lingkungan
1	10:00	5	Terumbu Karang Timur	Ikan badut, anemon laut	5, 2	Air jernih, arus sedang
2	10:30	8	Rumput Laut	Teripang, bintang laut	3, 1	Sedimen berpasir, sedikit sampah

3	11:00	11	Terumbu Karang Barat	Ikan nemo, kumpulan ikant	5.5	Air jernih, arus agak kuat
4	11:30	14	Rumput Laut	Teripang, bintang laut	3.5	Sedimen berpasir, sedikit sampah
5	12:00	17	Terumbu Karang Utara	Ikan laut dalam, kumpulan ikant	5,8	Air jernih, arus kuat

Dari tabel 2 tampak jenis-jenis ikan dan terumbu karang yang dijumpai dalam perjalanan ROV menuju dasar laut. Jumlah ikan semakin kedalaman semakin banyak dan bervariasi. Tabel ini bisa digunakan untuk mencatat jenis organisme laut yang ditemukan, jumlahnya, dan karakteristik lingkungannya. Rumput laut juga banyak ditemui dalam perjalanan ke dasar laut. Teripang, bintang laut juga banyak terdapat di dasar laut. Pola: Mungkin ditemukan bahwa jumlah spesies ikan meningkat pada kedalaman tertentu. Hubungan: Mungkin ada hubungan antara suhu air dan kelimpahan plankton. Kesimpulan: Dapat disimpulkan bahwa terdapat zona-zona tertentu di lokasi penelitian yang memiliki keanekaragaman hayati yang lebih tinggi.

**Tabel 3.** Pengukuran Parameter Air

No.	Waktu	Kedalaman (m)	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	Oksigen Terlarut (mg/L)
1	10:00	5	28	35	8.2	7.5
2	10:30	8	26	34.8	8.1	6.8
3	11:00	11	24	34	7.9	6.5
4	11:30	14	22	33.5	7.7	6.1
5	12:00	17	20	33	7.5	5.9

Dari tabel 3 tampak kondisi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut dalam tiap kedalaman bawah laut. Tabel ini digunakan untuk mencatat data fisik air seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Semakin dalam semakin rendah suhunya, semakin rendah juga salinitas, pH dan oksigen terlarutnya. ROV terbukti mampu melihat kondisi kualitas air bawah laut baik suhu, salinitas, pH maupun oksigen terlarutnya. Tren: Mungkin ditemukan penurunan suhu seiring bertambahnya kedalaman. Perbandingan: Dapat dibandingkan nilai parameter air pada lokasi yang berbeda untuk melihat perbedaan kualitas air. Kesimpulan: Dapat disimpulkan bahwa kondisi fisik air di lokasi penelitian relatif stabil.

**Tabel 4.** Analisis Kualitas Air

No.	Parameter	Satuan	Nilai	Standar Mutu Air	Keterangan
1	Kadar Timbal (Pb)	ppm	0.02	< 0.05	Aman
2	Kadar Kadmium (Cd)	ppm	0.01	< 0.005	Aman

Tabel 4 ini digunakan untuk mencatat hasil analisis kualitas air terhadap parameter-parameter tertentu, misalnya kandungan logam berat atau zat organik. Dari tabel tersebut terlihat bahwa kondisi air dalam keadaan aman.

**Tabel 5.** Pemetaan Dasar Laut

No.	Koordinat (X,Y)	Kedalaman (m)	Jenis Sedimen	Kemiringan (derajat)
1	(100, 200)	15	Pasir halus	5
2	(120, 210)	18	Lumpur	8

Tabel 5 ini digunakan untuk mencatat data topografi dasar laut yang diperoleh dari survei ROV. Dari tabel tersebut tampak jenis sedimen yang ada di bawah laut meliputi pasir halus dan lumpur.

**Tabel 6.** Permasalahan yang Ditemukan

No.	Waktu	Masalah	Penyebab Diduga	Tindakan yang Dilakukan
1	14:00	ROV kehilangan sinyal	Gangguan sinyal akibat arus bawah laut	Men-dekatkan ROV ke permukaan
2	15:00	ROV menabrak terumbu karang	Pilot ROV kurang hati-hati	Menambah sensor kedalaman anti tabrak

Tabel 6 ini digunakan untuk mencatat masalah teknis atau kendala yang ditemui selama operasi ROV. Dari tabel tersebut terlihat masalah-masalah yang ada dalam pengoperasian ROV dan cara mengatasinya.

ROV (Remotely Operated Vehicle) atau kendaraan bawah air yang dikendalikan jarak jauh memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. Bagi siswa MAN 2 Madiun, khususnya mereka yang tertarik pada bidang sains, teknologi, dan teknik, ROV dapat menjadi alat yang sangat menarik untuk pembelajaran dan eksplorasi. Potensi Aplikasi ROV di MAN 2 Madiun: Pendidikan Sains: Biologi: Mempelajari ekosistem perairan, mengamati perilaku makhluk hidup di air, dan mengidentifikasi spesies baru. Fisika: Mempelajari prinsip-prinsip fisika seperti gaya apung, tekanan hidrostatik, dan dinamika fluida. Kimia: Menganalisis kualitas air, mengukur kadar polutan, dan mempelajari reaksi kimia di lingkungan air. Teknologi dan Teknik: Elektronika: Merancang dan membangun sistem kontrol untuk ROV, termasuk sensor dan aktuator. Pemrograman: Mengembangkan perangkat lunak untuk mengendalikan gerakan ROV dan memproses data sensor. Mekatronika: Menggabungkan prinsip-prinsip mekanika, elektronika, dan komputer untuk merancang dan membangun ROV.

Penelitian dan Pengembangan: Proyek Penelitian: Siswa dapat melakukan penelitian mandiri atau kelompok menggunakan ROV untuk menjawab pertanyaan ilmiah yang relevan. Kontribusi untuk Masyarakat: Hasil penelitian dapat dipublikasikan atau dipresentasikan dalam kompetisi ilmiah. Ide Proyek ROV untuk Siswa MAN 2 Madiun: ROV Eksplorasi Dasar Sungai: Mendesain dan membangun ROV sederhana untuk menjelajahi dasar sungai terdekat, mengukur kedalaman, dan mengamati kehidupan di dasar sungai. ROV Pembersih Sampah Air: Mengembangkan ROV yang dilengkapi dengan lengan mekanis untuk membersihkan sampah di perairan sekitar. ROV untuk Penelitian Kualitas Air: Membangun ROV yang dilengkapi dengan sensor untuk mengukur suhu, pH, kadar oksigen terlarut, dan parameter kualitas air lainnya. ROV untuk Pemetaan Bawah Air: Menggunakan sonar atau kamera untuk membuat peta tiga dimensi dari dasar sungai atau kolam.

Kompetisi ROV: Mengikuti kompetisi ROV tingkat regional atau nasional untuk menguji kemampuan dan kreativitas. Tantangan dan Solusi: Biaya: Membangun ROV dapat memerlukan biaya yang cukup besar. Solusinya adalah dengan menggunakan komponen bekas, mencari sponsor, atau bekerja sama dengan industri. Keterampilan: Tidak semua siswa memiliki keterampilan yang sama. Solusinya adalah dengan menyediakan pelatihan dan bimbingan yang memadai. Akses ke Perairan: Tidak semua sekolah memiliki akses langsung ke perairan. Solusinya adalah dengan bekerja sama dengan lembaga penelitian atau komunitas lokal yang memiliki akses ke perairan.

Langkah-langkah Selanjutnya: Formasi Tim: Bentuk tim yang terdiri dari siswa dengan berbagai keahlian, seperti elektronika, pemrograman, dan desain. Perencanaan Proyek: Tentukan tujuan proyek, rancang desain ROV, dan buat jadwal pelaksanaan. Pengumpulan Dana: Cari sumber dana untuk membeli komponen dan peralatan yang dibutuhkan. Pelatihan: Adakan pelatihan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam merancang, membangun, dan mengoperasikan ROV. Pelaksanaan Proyek: Mulai membangun dan menguji ROV. Evaluasi: Evaluasi hasil proyek dan lakukan perbaikan jika diperlukan.

Manfaat Penggunaan ROV di MAN 2 Madiun: Meningkatkan minat siswa pada sains dan teknologi. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Mempersiapkan siswa untuk karir di bidang STEM. Memberikan kontribusi positif bagi lingkungan. Dengan dukungan yang tepat, ROV dapat menjadi alat yang sangat efektif

untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di MAN 2 Madiun dan menginspirasi generasi muda untuk menjadi inovator di bidang kelautan.

ROV Eksplorasi Kolam Sekolah: Tujuan: Membangun ROV sederhana untuk menjelajahi dasar kolam sekolah, mengukur kedalaman, dan mengamati kehidupan akuatik sederhana seperti ikan kecil atau tumbuhan air. Komponen: Balon, pipa PVC, motor kecil, kamera, dan baterai. Keterampilan: Dasar-dasar elektronika, perakitan, dan pemrograman sederhana. ROV Pengambil Sampel Air: Tujuan: Mendesain ROV untuk mengambil sampel air dari berbagai kedalaman untuk analisis kualitas air. Komponen: ROV dasar, pompa kecil, wadah sampel, dan sensor sederhana (misal, sensor pH). Keterampilan: Konsep dasar hidrologi dan kimia. Proyek Tingkat Menengah ROV Line Follower: Tujuan: Membangun ROV yang dapat mengikuti garis tertentu di dasar kolam, simulasi misi pencarian dan penyelamatan. Komponen: ROV dasar, sensor garis, mikrokontroler (Arduino atau Raspberry Pi). Keterampilan: Pemrograman tingkat lanjut, algoritma kontrol. ROV dengan Lengan Manipulator: Tujuan: Membangun ROV yang dilengkapi lengan mekanis untuk mengambil objek di bawah air. Komponen: ROV dasar, servo motor, gripper, dan sistem kontrol. Keterampilan: Mekatronika, desain mekanik sederhana.

Proyek Tingkat Lanjut ROV Autonomous Underwater Vehicle (AUV): Tujuan: Membangun ROV yang dapat beroperasi secara otonom, melakukan pemetaan dasar laut, atau survei lingkungan. Komponen: ROV dengan sensor yang lebih canggih (sonar, GPS, kompas), sistem navigasi otonom, dan baterai berkapasitas tinggi. Keterampilan: Pemrograman tingkat lanjut, algoritma navigasi, pengolahan sinyal.

ROV untuk Penelitian Ilmiah: Tujuan: Membangun ROV khusus untuk penelitian ilmiah, misalnya untuk mempelajari ekosistem terumbu karang, mengamati perilaku ikan, atau mengukur kadar polutan. Komponen: ROV dengan kamera beresolusi tinggi, sensor khusus (misal, sensor cahaya, sensor suhu), dan perangkat lunak analisis data. Keterampilan: Analisis data, biologi laut, ilmu lingkungan.

Celah penelitian adalah suatu area dalam suatu bidang studi di mana belum ada penelitian yang cukup mendalam atau belum ada jawaban yang pasti atas pertanyaan-pertanyaan tertentu. Dalam konteks ROV, celah penelitian ini bisa menjadi peluang besar untuk mengembangkan teknologi baru, menemukan solusi inovatif, atau membuka wawasan baru dalam eksplorasi laut.

Celah Penelitian Potensial untuk ROV Berikut adalah beberapa celah penelitian yang menarik untuk dieksplorasi di masa depan terkait ROV: 1. Kecerdasan Buatan dan Otonomi Navigasi Otonom: Pengembangan algoritma navigasi yang lebih canggih untuk memungkinkan ROV beroperasi secara mandiri dalam lingkungan yang kompleks dan dinamis. Pengambilan Keputusan: Membekali ROV dengan kemampuan pengambilan keputusan yang cerdas, seperti pemilihan rute optimal, identifikasi objek secara otomatis, dan respons terhadap situasi darurat. Pembelajaran Mesin: Menggunakan teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan kinerja ROV dalam berbagai tugas, seperti deteksi objek, klasifikasi data, dan prediksi perilaku. 2. Interaksi Manusia-Robot Antarmuka yang Intuitif: Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih intuitif dan mudah digunakan untuk mengoperasikan ROV, termasuk penggunaan realitas virtual dan augmented reality. Kolaborasi Manusia-Robot: Mendesain sistem yang memungkinkan manusia dan ROV bekerja sama secara efektif dalam melakukan tugas-tugas yang kompleks. 3. Energi dan Daya Tahan Sumber Energi Alternatif: Pengembangan sumber energi alternatif yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk ROV, seperti sel bahan bakar, energi kinetik, atau tenaga surya. Manajemen Energi: Optimasi penggunaan energi untuk memperpanjang durasi operasi ROV. 4. Sensor dan Instrumentasi Sensor Multi-Sensor: Pengembangan sensor multi-sensor yang mampu mengumpulkan data yang lebih lengkap dan akurat tentang lingkungan bawah laut. Miniaturisasi Sensor: Pengembangan sensor yang lebih kecil dan ringan untuk meningkatkan mobilitas ROV. 5. Aplikasi Khusus Inspeksi Infrastruktur Bawah Laut: Pengembangan ROV khusus untuk inspeksi pipa, kabel bawah laut, dan struktur lepas pantai lainnya. Biologi Laut: Penggunaan ROV untuk mempelajari perilaku hewan laut, memetakan ekosistem laut dalam, dan melakukan konservasi laut. Arkeologi Bawah Laut: Pengembangan ROV untuk eksplorasi situs arkeologi bawah laut. 6. Kolaborasi Multi-ROV Koordinasi ROV: Pengembangan sistem yang memungkinkan beberapa ROV bekerja sama untuk menyelesaikan tugas yang lebih kompleks. Komunikasi Antar-ROV: Pengembangan protokol komunikasi yang efisien untuk memungkinkan ROV saling bertukar informasi.

Contoh Penelitian yang Dapat Dilakukan Pengembangan algoritma pembelajaran mendalam untuk identifikasi otomatis spesies laut dalam video ROV. Penggunaan ROV untuk memetakan dan memantau terumbu karang yang rusak akibat pemutihan karang. Pengembangan sistem kontrol otonom untuk ROV yang dapat menjelajahi gua bawah air secara mandiri. Pemanfaatan ROV untuk membersihkan sampah plastik di laut. Pentingnya Penelitian ROV

Penelitian di bidang ROV memiliki potensi besar untuk memberikan kontribusi dalam berbagai bidang, seperti: Eksplorasi sumber daya laut: Minyak bumi, gas alam, mineral. Konservasi laut: Pemantauan ekosistem laut, perlindungan spesies yang terancam punah. Keamanan maritim: Pencarian dan penyelamatan, inspeksi infrastruktur bawah laut. Ilmu pengetahuan: Pemahaman yang lebih baik tentang proses-proses alam di laut.



#### 4. Kesimpulan

Hasil pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa ROV memiliki potensi yang besar untuk eksplorasi laut dan penemuan ilmiah. ROV dapat digunakan untuk mempelajari berbagai aspek laut, seperti geologi, biologi, dan kimia. ROV juga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai tugas praktis, seperti inspeksi struktur bawah air, pemetaan bawah laut, pengambilan sampel, dan pencarian dan penyelamatan.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa ROV memiliki potensi yang besar untuk menarik minat siswa MAN 2 Madiun terhadap sains dan teknologi. Siswa dapat belajar tentang ROV melalui modul pembelajaran yang menarik dan informatif. Siswa juga dapat terlibat dalam proyek-proyek ROV, seperti merancang, membangun, dan mengoperasikan ROV mereka sendiri.

Data Kuantitatif: Hasil tes: Pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan siswa setelah menggunakan ROV. Waktu penggunaan: Durasi waktu yang dihabiskan siswa dalam berinteraksi dengan ROV. Frekuensi penggunaan: Seberapa sering ROV digunakan dalam satu periode waktu tertentu. Data sensor: Suhu air, kedalaman, kualitas air, dan data lainnya yang dikumpulkan oleh sensor ROV.

Data Kualitatif: Transkrip wawancara: Catatan lengkap dari wawancara dengan siswa, guru, dan ahli ROV. Catatan observasi: Catatan terperinci tentang perilaku siswa saat menggunakan ROV. Dokumentasi: Foto, video, dan laporan kegiatan yang terkait dengan penggunaan ROV.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian ini bersifat kualitatif dan tidak melakukan analisis data kuantitatif. Kedua, penelitian ini hanya berfokus pada aplikasi ROV yang relevan bagi siswa MAN 2 Madiun. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi aplikasi ROV di bidang lain.

Penelitian ini memberikan kontribusi untuk pengembangan teknologi ROV dan meningkatkan pemahaman kita tentang dunia bawah laut. Temuan penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan modul pembelajaran ROV yang menarik dan informatif bagi siswa MAN 2 Madiun. Temuan penelitian ini juga dapat digunakan untuk mendorong siswa MAN 2 Madiun untuk mengejar karir di bidang sains dan teknologi.

Berikut adalah beberapa arah penelitian yang menjanjikan: 1. ROV untuk Mitigasi Bencana Alam Pencarian dan Penyelamatan: Mengembangkan ROV yang dilengkapi sensor khusus untuk mendeteksi tanda-tanda kehidupan di bawah air setelah bencana seperti tsunami atau gempa bumi. Pemetaan Kerusakan Infrastruktur: Menggunakan ROV untuk menilai kerusakan infrastruktur bawah air seperti pipa dan kabel setelah bencana alam. Pemantauan Pencemaran: Mengembangkan ROV untuk memantau dan membersihkan tumpahan minyak atau bahan kimia berbahaya di bawah air. 2. ROV untuk Energi Terbarukan Pemeriksaan Turbine Angin Lepas Pantai: Menggunakan ROV untuk memeriksa kondisi turbin angin lepas pantai, termasuk kerusakan pada baling-baling dan struktur pendukung. Pemantauan Panel Surya Apung: Menggunakan ROV untuk memantau kinerja panel surya apung dan membersihkan permukaan panel dari alga atau biofouling. Eksplorasi Energi Gelombang: Mengembangkan ROV untuk mempelajari dinamika gelombang laut dan potensi energi gelombang. 3. ROV untuk Biologi Konservasi Pemantauan Populasi Spesies Terancam: Menggunakan ROV untuk menghitung populasi spesies laut yang terancam punah, seperti penyu laut atau paus. Pengamatan Perilaku Hewan: Mengembangkan ROV yang dilengkapi kamera inframerah dan sonar untuk mengamati perilaku hewan laut dalam kondisi alami. Restorasi Ekosistem Mangrove: Menggunakan ROV untuk menanam kembali bibit mangrove dan memantau pertumbuhannya. 4. ROV untuk Arkeologi Bawah Air Pemetaan Situs Bawah Air: Menggunakan LiDAR bawah air dan fotogrammetri untuk membuat model 3D yang sangat detail dari situs arkeologi bawah air. Pengambilan Sampel Sedimen: Mengembangkan alat pengambilan sampel yang memungkinkan analisis paleo-lingkungan dan perubahan iklim di masa lalu. Konservasi Artefak: Menggunakan ROV untuk membersihkan dan mengkonservasi artefak bawah air tanpa merusak situs aslinya. 5. ROV untuk Pendidikan dan Outreach ROV Pendidikan: Mengembangkan platform ROV yang lebih murah dan mudah digunakan untuk pendidikan STEM di berbagai tingkatan. Virtual Reality untuk Operasi ROV: Menggunakan VR untuk memberikan pengalaman simulasi operasi ROV yang lebih realistis. Program Outreach: Mengadakan kompetisi ROV dan program edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga laut.

Arah Penelitian Masa Depan yang Lebih Spesifik Integrasi Kecerdasan Buatan: Mengembangkan algoritma pembelajaran mendalam untuk memungkinkan ROV melakukan tugas yang lebih kompleks, seperti pengenalan objek yang kompleks dan navigasi otonom dalam lingkungan yang dinamis. Miniaturisasi dan Modularitas: Mengembangkan komponen ROV yang lebih kecil, ringan, dan modular untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan adaptasi. Kolaborasi Manusia-Robot: Mengembangkan antarmuka yang lebih intuitif dan alami untuk memungkinkan manusia dan ROV

bekerja sama secara efektif. Bahan Material yang Inovatif: Mengembangkan bahan material baru yang tahan korosi, ringan, dan memiliki sifat akustik yang baik untuk digunakan dalam konstruksi ROV. Pertanyaan untuk Memandu Penelitian Lebih Lanjut Bagaimana kita dapat meningkatkan daya tahan baterai ROV untuk misi yang lebih lama di daerah terpencil? Apa saja tantangan dalam mengoperasikan ROV di lingkungan yang ekstrem, seperti daerah kutub atau laut dalam? Bagaimana kita dapat memastikan keamanan data yang dikumpulkan oleh ROV, terutama data yang sensitif seperti data biologis atau arkeologis? Bagaimana kita dapat mengurangi biaya pengembangan dan operasi ROV untuk membuatnya lebih terjangkau bagi lembaga penelitian dan organisasi non-profit?

### **Daftar Pustaka**

Yuning Widiarti, Edy Setiawan, Hendra Aldi Prasetyo, Budianto Budianto, Imam Sutrisno, Adianto Adianto, Mohammad Basuki Rahmat (2024), Corrosion Detection on Ship Hull Using ROV Based on Convolutional Neural Network, IJMEIR Vol 9 No 1.

Imam Sutrisno, Yuning Widiarti, Projek Priyonggo, Tri Mulyatno Budhi Hartanto, Ari Wibawa Budi Santosa, Faris Nofandi, Monika Retno Gunarti, Agus Prawoto, Anak Agung Istri Sri Wahyuni (2024). Underwater Remotely Operated Vehicle Control System Architecture. Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research 218-224 Volume 2 Nomor 2

Budianto, Muhammad Basuki Rahmat, Imam Sutrisno (2023). Shape Optimization of Remote Operated Vehicle Structure Using FEM. Journal of Maritime Research Vol 1 No 1.

Budianto, Yuning Widiarti, Imam Sutrisno, M Basuki Rahmat (2023). Teknologi ROV Class II Sebagai Solusi Survei Berkala Lambung Kapal. CV. Bintang Semesta Media

I Sutrisno, MA Jami'in, J Hu (2014). An Improved Elman Neural Network Controller Based on Quasi-ARX Neural Network for Nonlinear Systems. IEEJ Trans. on Electrical and Electronic Engineering 9 (5), 494-501.

I Sutrisno, C Che, J Hu (2014). An improved adaptive switching control based on quasi-ARX neural network for nonlinear systems. Artificial Life and Robotics 19 (4), 347-353.

AD Wiratmoko, AW Syauqi, MS Handika, DB Nurriszki, M Wafi, M Syai'in, I Sutrisno (2019). Design of Potholes Detection as Road's Feasibility Data Information Using Convolutional Neural Network (CNN). 2019 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD), 1-5.

I Sutrisno, M Firmansyah, RB Widodo, A Ardiansyah, MB Rahmat (2019). Implementation of backpropagation neural network and extreme learning machine of ph neutralization prototype. Journal of Physics: Conference Series 1196 (1), 012048.

I Sutrisno (2009). Pemrograman Komputer Dengan Software Matlab disertai contoh dan aplikasi skripsi dan thesis ITS Press.

AD Santoso, FB Cahyono, B Prahasta, I Sutrisno, A Khumaidi (2022). Development of PCB Defect Detection System Using Image Processing With YOLO CNN Method. International Journal of Artificial Intelligence Research 6 (1.1).

I Sutrisno, MA Jami'in, J Hu, MH Marhaban (2015). Self-organizing quasi-linear ARX RBFN modeling for identification and control of nonlinear systems. Annual conference of the society of instrument and control engineering.

MA Jami'in, I Sutrisno, J Hu (2014). Nonlinear Adaptive Control for Wind Energy Conversion Systems Based on Quasi-ARX Neural Network Model. International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS).

I Sutrisno, AW Syauqi, MK Hasin, MB Rahmat, IPS Asmara, D Wiratno (2020). Design of pothole detector using gray level co-occurrence matrix (GLCM) and neural network (NN). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 874 (1), 012012.

I Sutrisno, MA Jami'in, J Hu, MH Marhaban, N Mariun (2014 ). Nonlinear Model-Predictive Control Based on Quasi-ARX Radial-Basis Function-Neural-Network. Asia Modelling Symposium.

VYP Ardhana, FAS Harianto, RA Pratama, I Sutrisno, J Endrasmono (2021). Design automatic waitress in android based restaurant using MQTT communication protocol. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1175 (1), 012009

MA Jami'in, I Sutrisno, J Hu (2015). The State-Dynamic-Error-Based Switching Control under Quasi-ARX Neural Network Model.in Syaa All oh Proc. of the 20th International Symposium on Artificial Life and Robotic.