

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alat pemindai inti sedimen adalah perangkat canggih yang dirancang untuk menganalisis inti sedimen atau batuan secara non-destruktif, memungkinkan pengukuran parameter geofisika dan geokimia dengan presisi tinggi. Salah satu produk yang sudah ada adalah MSCL-CIS (*Core Imaging System*) oleh Geotek, yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi ilmiah, seperti studi lingkungan, geoteknik, dan paleoklimatologi. Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh (Zander et al., 2022), aplikasi utama alat ini meliputi studi paleoklimatologi, paleoproduktivitas, serta identifikasi kejadian lingkungan seperti letusan gunung berapi, anoksia hipolimnetik, dan perubahan iklim musiman atau tahunan. Selain aplikasi ilmiah, pemindai sedimen juga berguna dalam industri seperti pertambangan untuk mengevaluasi kandungan mineral pada batuan, identifikasi lapisan bijih yang bernilai ekonomis, dan memastikan kualitas bahan mentah. Dalam sektor energi, alat ini dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi reservoir hidrokarbon melalui analisis sedimen inti dari pengeboran eksplorasi. Kemudahan pengoperasiannya dan kemampuan untuk menjaga integritas sampel menjadikan sedimen *scanner* alat yang ideal untuk berbagai kebutuhan analisis, baik di laboratorium maupun langsung di lokasi lapangan.

Namun, dalam praktiknya, pengiriman sampel sedimen dari lokasi pengambilan ke laboratorium sering kali menghadapi kendala serius, salah satunya adalah risiko kontaminasi. Sampel sedimen dapat terkontaminasi oleh berbagai faktor (Simpson & Batley, 2016) seperti paparan udara, debu, bahan kimia dari wadah yang digunakan, serta perubahan suhu dan kelembaban selama transportasi. Hal ini dapat mempengaruhi validitas hasil analisis. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang lebih efektif adalah melakukan analisis sedimen langsung di lokasi pengambilan sampel menggunakan alat pemindai inti sedimen portabel. Dengan

cara ini, risiko kontaminasi dapat diminimalkan, waktu untuk pengolahan data dapat dipercepat, dan hasil analisis menjadi lebih akurat serta andal.

Tantangan lain yang dihadapi dalam pengambilan sampel sedimen, terutama di wilayah maritim, semakin memperkuat kebutuhan akan inovasi teknologi yang lebih praktis. Lingkungan maritim sering kali memiliki kondisi ekstrem, seperti tekanan air yang tinggi, suhu rendah, arus kuat, serta cuaca yang tidak menentu. Selain itu, lokasi pengambilan sampel yang terpencil membutuhkan peralatan dan keahlian khusus, yang sering kali mahal dan sulit dioperasikan. Masalah tambahan seperti sedimentasi tinggi di muara sungai dapat membatasi akses kapal, sementara perlindungan terhadap sampel selama transportasi menjadi tantangan logistik lainnya (Russell & Bijaksana, 2012). Dalam konteks ini, teknologi pemindai inti sedimen portabel menjadi solusi strategis yang memungkinkan pengumpulan data secara cepat dan akurat tanpa harus mengangkut sampel ke laboratorium. Tantangan tersebut juga terjadi pada penelitian sedimen di Indonesia yang memiliki kondisi geografis sebagian besar berupa daerah maritim dan lokasi penelitian yang terpencil seperti delta sungai, pantai, dan pedalaman, penggunaan alat seperti MSCL-CIS menghadapi tantangan tersendiri. Keterbatasan infrastruktur, termasuk akses jalan dan transportasi, sering kali menjadi hambatan utama dalam operasional alat ini di lapangan.

Dalam konteks penelitian geologi di Indonesia, peneliti dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) mengidentifikasi beberapa hambatan teknis yang dihadapi dalam penggunaan alat pemindai inti sedimen seperti MSCL buatan perusahaan Geotek Ltd. Salah satu kendala utama adalah tidak adanya alat pemindai sedimen yang diproduksi di dalam negeri, sehingga peneliti harus mengimpor alat tersebut dari luar negeri. Hal ini tidak hanya memerlukan biaya yang tinggi, tetapi juga mempersulit aksesibilitas terhadap teknologi tersebut. Selain itu, harga alat pemindai sedimen yang mahal menjadi tantangan signifikan bagi lembaga penelitian di Indonesia, yang sering kali memiliki keterbatasan anggaran. Kendala lainnya adalah sulitnya melakukan perawatan atau perbaikan alat, karena teknisi yang kompeten untuk menangani alat ini harus didatangkan langsung dari negara asalnya, Inggris dan Amerika Serikat. Situasi ini tidak hanya memperpanjang waktu

respons saat alat mengalami kerusakan, tetapi juga meningkatkan biaya operasional secara keseluruhan. Dengan berbagai hambatan ini, diperlukan pengembangan teknologi pemindai sedimen dalam negeri yang lebih terjangkau, mudah dalam perawatan, dan sesuai dengan kebutuhan penelitian di Indonesia.

Sebagai upaya untuk mengatasi berbagai tantangan ini, BRIN menggagaskan proyek riset bersama program pendanaan Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) untuk merancang alat pemindai inti sedimen yang lebih portabel dan fungsional. Proyek ini kemudian diberikan kepada tim makerspace, yang bertanggung jawab dalam perancangan desain alat berdasarkan konsep awal yang telah ditetapkan. Sebagai panduan, BRIN turut menyediakan *design brief* dalam bentuk gambar teknik, yang berisi gambaran umum mengenai struktur, mekanisme kerja, serta dimensi dasar alat yang dirancang agar sesuai dengan kebutuhan di lapangan. *Design brief* ini menjadi acuan utama dalam pengembangan desain lebih lanjut, meskipun tetap diperlukan penyempurnaan agar alat yang dihasilkan dapat benar-benar memenuhi standar portabilitas, fungsionalitas, dan kemudahan bagi penggunaan. Tim makerspace memiliki peran penting dalam menyempurnakan desain tersebut, mengembangkan inovasi tambahan, serta memastikan alat ini dapat berfungsi lebih optimal sesuai dengan kebutuhan penelitian dan standar yang ditetapkan. Dengan pendekatan ini, diharapkan alat pemindai inti sedimen yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang lebih efektif, terjangkau, dan mudah digunakan dibandingkan dengan alat eksisting yang masih bergantung pada impor.

Berdasarkan berbagai tantangan yang telah diuraikan, jelas bahwa kebutuhan akan inovasi dalam teknologi pemindai inti sedimen menjadi sangat mendesak, terutama untuk penelitian di wilayah seperti Indonesia yang memiliki kondisi geografis kompleks dan infrastruktur terbatas. Risiko kontaminasi selama transportasi, tantangan logistik di wilayah maritim, serta hambatan teknis terkait impor alat dan perawatannya menunjukkan perlunya solusi yang lebih praktis dan efisien. Oleh karena itu, perancangan alat pemindai inti sedimen yang portabel dan fungsional menjadi langkah strategis untuk mengatasi berbagai kendala tersebut. Alat ini harus dirancang agar dapat digunakan langsung di lokasi pengambilan sampel, mengurangi risiko kontaminasi, mempercepat akses terhadap data, dan

meminimalkan biaya operasional. Dengan desain yang ringan, modular, dan mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lapangan, alat pemindai ini diharapkan dapat mendukung penelitian geologi di Indonesia secara lebih efektif dan berkelanjutan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa masalah utama yang menjadi perhatian dalam pengembangan alat pemindai sampel sedimen:

1. Risiko Kontaminasi Sampel:

Pengiriman sampel sedimen dari lokasi pengambilan ke laboratorium sering menghadapi risiko kontaminasi yang disebabkan oleh paparan udara, debu, bahan kimia dari wadah, serta perubahan suhu dan kelembaban selama transportasi. Hal ini dapat mempengaruhi validitas hasil analisis.

2. Tantangan Logistik di Wilayah Maritim:

Kondisi ekstrem di lingkungan maritim, seperti tekanan air yang tinggi, arus kuat, dan cuaca yang tidak menentu, ditambah lokasi yang terpencil, menyulitkan akses dan pengambilan sampel. Keterbatasan infrastruktur seperti akses jalan dan transportasi, di wilayah terpencil juga menjadi hambatan operasional alat pemindai inti sedimen.

3. Ketergantungan pada Teknologi Impor:

Tidak adanya alat pemindai inti sedimen yang diproduksi di dalam negeri memaksa peneliti untuk mengimpor alat dari luar negeri. Proses ini memerlukan biaya tinggi dan mempersulit aksesibilitas terhadap teknologi tersebut.

4. Harga yang Mahal:

Harga alat pemindai inti sedimen seperti MSCL sangat tinggi, menjadi tantangan bagi lembaga penelitian di Indonesia yang sering kali memiliki keterbatasan anggaran.

5. Kesulitan dalam Perawatan dan Perbaikan

Alat pemindai inti sedimen memerlukan teknisi dari negara asal, seperti Inggris atau Amerika Serikat, untuk melakukan perawatan atau perbaikan. Hal ini meningkatkan biaya operasional dan memperpanjang waktu perbaikan.

6. Kurangnya Kemudahan Penggunaan dan Portabilitas:

Desain alat yang ada saat ini kurang portabel dan sulit dioperasikan, terutama di lapangan dengan kondisi kerja yang terbatas. Hal ini menghambat efisiensi penelitian di lokasi pengambilan sampel.

1.3. Rumusan Masalah (*Problem Statement*)

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, terdapat beberapa kesenjangan yang menjadi perhatian utama dalam pengembangan alat pemindai inti sedimen, yaitu:

1. Diperlukan pengembangan alat pemindai inti sedimen yang portabel, fungsional, dan dapat digunakan langsung di lokasi pengambilan sampel untuk meminimalkan risiko kontaminasi selama transportasi serta mendukung analisis di wilayah maritim atau daerah terpencil dengan infrastruktur terbatas.
2. Diperlukan perancangan alat pemindai inti sedimen yang mudah dioperasikan dan dirawat oleh peneliti di lapangan, guna mengurangi ketergantungan pada teknisi khusus dari luar negeri dan meningkatkan efisiensi operasional.

1.4. Pertanyaan Penelitian (*Research Question/s*)

Berdasarkan rumusan masalah dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, berikut adalah pertanyaan penelitian yang relevan:

1. Bagaimana merancang alat pemindai inti sedimen yang portabel, fungsional, dan dapat digunakan langsung di lokasi pengambilan sampel untuk meminimalkan risiko kontaminasi serta mendukung analisis di wilayah maritim atau daerah terpencil dengan infrastruktur terbatas?
2. Bagaimana mengembangkan alat pemindai inti sedimen yang mudah dioperasikan dan dirawat oleh peneliti di lapangan guna mengurangi

ketergantungan pada teknisi khusus dari luar negeri dan meningkatkan efisiensi operasional?

1.5. Tujuan Penelitian (*Research Objectives*)

Melalui pertanyaan-pertanyaan penelitian yang telah diajukan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang alat pemindai inti sedimen yang portabel dan fungsional, sehingga dapat dibawa dan digunakan langsung di lokasi pengambilan sampel untuk meminimalkan risiko kontaminasi selama transportasi.
2. Mengembangkan alat pemindai inti sedimen yang mudah dioperasikan dan optimal, khususnya untuk mendukung aktivitas penelitian di wilayah maritim atau daerah terpencil yang memiliki infrastruktur terbatas.
3. Mendesain alat pemindai inti sedimen yang sederhana dan mudah dirawat, sehingga dapat dioperasikan oleh peneliti di lapangan tanpa memerlukan dukungan teknisi khusus dari luar negeri.
4. Mengembangkan alat pemindai inti sedimen yang terjangkau dan mudah diakses, untuk mendukung lembaga penelitian di Indonesia dan mengurangi ketergantungan pada teknologi impor.

1.6. Batasan Masalah (*Delimitation/s*)

Berisi tentang pembatasan spesifik dari masalah yang akan diangkat beserta alasan logisnya.

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan desain alat pemindai inti sedimen agar bersifat portabel, sehingga dapat digunakan di berbagai lokasi penelitian lapangan, termasuk wilayah terpencil.
2. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan bagian kompartemen *slider*, dan *holder handphone* yang dapat *portable* namun tetap fungsional.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan sistem bongkar pasang dari segi pengaturan operasional, seperti pengaturan kamera, dan

konfigurasi hasil data yang diperlukan, tanpa membahas aspek perancangan elektronik alat tersebut.

4. Penelitian berupaya memaksimalkan desain alat pemindai inti sedimen agar tetap fungsional dan memiliki tingkat akurasi yang sesuai untuk kebutuhan analisis peneliti geologi.
5. Penelitian memfokuskan pada pemanfaatan komponen-komponen modular agar bersifat portabel, serta meningkatkan fleksibilitas, kemudahan transportasi, dan efisiensi perawatan alat pemindai.
6. Pemanfaatan teknologi aditif manufaktur digunakan sebagai sarana utama untuk menciptakan komponen yang modular, memungkinkan proses produksi yang lebih efisien dan terjangkau.
7. Penelitian ini akan mengembangkan alat pemindai inti sedimen dengan memanfaatkan perangkat *smartphone* yang dilengkapi kamera berkualitas, sesuai dengan kebutuhan pemindaian sedimen, dengan fokus pada penggunaan kamera yang memiliki resolusi dan fitur yang mendukung analisis visual inti sedimen secara efektif.
8. Pengolahan data yang diambil dari alat pemindai ini dibatasi pada data *High Resolution RGB (Red, Green, Blue)* saja untuk menyederhanakan fokus analisis dalam penelitian ini.

1.7. Ruang Lingkup Penelitian (*Scope*)

Penelitian ini berfokus pada pengembangan desain alat pemindai inti sedimen yang bersifat portabel dan fungsional untuk mendukung kebutuhan penelitian lapangan, terutama di wilayah maritim atau terpencil. Fokus utama penelitian adalah menciptakan alat yang dapat dengan mudah dibongkar pasang, diangkut, dan disesuaikan dengan berbagai kebutuhan operasional, termasuk pengaturan kamera, variasi ukuran sedimen, dan konfigurasi data yang diperlukan.

Batasan penelitian mencakup pengembangan sistem mekanis dan operasional alat, pemanfaatan teknologi aditif manufaktur untuk memproduksi komponen yang

modular dan efisien, serta penggunaan kamera *smartphone* sebagai perangkat utama untuk analisis visual berbasis data gambar *High Resolution* RGB. Penelitian ini tidak mencakup perancangan elektronik baru atau pengembangan perangkat lunak khusus, melainkan memanfaatkan teknologi yang sudah ada untuk menciptakan solusi yang praktis dan ekonomis.

Ruang lingkup geografis penelitian difokuskan pada Indonesia, dengan mempertimbangkan tantangan logistik dan kebutuhan penelitian di wilayah dengan infrastruktur terbatas. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan alat pemindai inti sedimen yang mendukung efisiensi, fleksibilitas, dan keterjangkauan untuk berbagai aplikasi ilmiah di lapangan.

1.8. Keterbatasan Penelitian/Perancangan (*Limitation*)

Dalam proses penelitian dan perancangan alat pemindai inti sedimen ini, terdapat beberapa kendala yang memengaruhi hasil akhir proyek. Pertama, jangka waktu perancangan yang terbatas, yaitu hanya tiga hingga empat bulan, menjadi tantangan utama dalam menyelesaikan perancangan dengan tingkat penyempurnaan yang optimal. Waktu yang singkat ini membatasi proses eksplorasi desain, pengujian, dan evaluasi secara menyeluruh.

Kedua, *design brief* yang diberikan oleh peneliti pada tahap awal proyek tidak sepenuhnya sesuai dengan hasil akhir yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan antara spesifikasi awal dengan kebutuhan yang muncul selama proses pengembangan, sehingga beberapa aspek desain perlu disesuaikan di luar rancangan awal.

Ketiga, keterbatasan informasi terkait alat pemindai inti sedimen menjadi kendala lain dalam perancangan. Informasi mengenai teknologi, spesifikasi teknis, dan studi kasus alat serupa masih sulit diakses, sehingga proses perancangan memerlukan lebih banyak asumsi berdasarkan data sekunder yang terbatas.

Keempat, alat pemindai inti sedimen yang sudah ada di Indonesia sulit untuk diobservasi secara langsung. Hal ini disebabkan karena alat tersebut merupakan milik kementerian atau lembaga pemerintah tertentu yang aksesnya terbatas,

ditambah dengan kondisi beberapa alat yang sedang tidak berfungsi atau rusak, sehingga pengamatan secara langsung tidak dapat dilakukan.

Kendala-kendala ini memberikan gambaran bahwa perancangan alat dilakukan dalam kondisi tertentu yang dapat mempengaruhi tingkat kesempurnaan hasil. Namun, upaya terbaik telah dilakukan untuk menghasilkan desain yang dapat memenuhi tujuan penelitian dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut.

1.9. Manfaat Penelitian

Berisi tentang uraian mengenai manfaat apa yang dihasilkan dari proyek penelitian/perancangan ini.

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang geologi dan desain produk, dengan memperkenalkan konsep desain alat pemindai inti sedimen yang portabel, modular, dan terjangkau. Penelitian ini juga memperluas wawasan tentang penerapan teknologi 3D printing dalam menghasilkan komponen alat ilmiah yang efisien dan inovatif.

2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat, terutama yang tinggal di wilayah terpencil di Indonesia, dengan menyediakan alat yang dapat mendukung penelitian lingkungan dan geologi untuk memahami perubahan ekosistem lokal. Harapannya dengan adanya alat yang lebih murah dan mudah digunakan, masyarakat dapat memperoleh hasil penelitian yang lebih relevan dan terjangkau, mendukung upaya pelestarian lingkungan dan mitigasi bencana.

3. Bagi Industri

Penelitian ini memberikan manfaat bagi industri alat laboratorium dan teknologi, dengan memperkenalkan desain baru yang lebih efisien dan ekonomis. Industri terkait dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai referensi untuk memproduksi alat pemindai yang lebih kompetitif di pasar, menjawab kebutuhan pengguna dengan anggaran terbatas, sekaligus memperluas pangsa pasar mereka.

1.10. Sistematika Penulisan

Berisi tentang susunan penulisan laporan penelitian.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang permasalahan yang menjadi fokus penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, ruang lingkup penelitian, serta manfaat yang diharapkan dari penelitian. Pada bab ini, memberikan gambaran awal mengenai pentingnya pengembangan alat pemindai inti sedimen yang portabel dan fungsional sesuai dengan kebutuhan penelitian di lapangan, terutama di wilayah terpencil atau maritim.

2. BAB II KAJIAN

Berisi kajian pustaka yang mencakup teori-teori terkait desain produk, portabel, ergonomi, hingga membahas penelitian terdahulu yang selaras dengan penelitian ini. Bab ini juga mengulas kajian empiris mengenai alat pemindai inti sedimen yang sudah eksisting, termasuk fitur, keunggulan, dan keterbatasannya. Kajian ini digunakan untuk membangun landasan teori yang kuat dalam pengembangan alat pemindai inti sedimen yang lebih portabel dan fungsional.

3. BAB III METODE

Bab ini menjelaskan pendekatan penelitian yang digunakan, meliputi metode pengumpulan data seperti wawancara, kuesioner, observasi, dan studi dokumentasi. Selain itu, dijelaskan juga metode perancangan eksperimen yang terdiri dari tahapan identifikasi masalah, pengembangan hipotesis, pembuatan prototipe, pengujian prototipe, evaluasi hasil, serta iterasi dan penyempurnaan.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil perancangan alat pemindai inti sedimen, meliputi proses pengembangan konsep desain, pengujian prototipe, dan analisis hasil pengujian. Dilengkapi dengan pembahasan mengenai implementasi desain modular pada alat portabel dan fungsionalitas pada alat. Bab ini juga mengevaluasi efektivitas alat dalam mendukung penelitian di lapangan.

5. BAB V KESIMPULAN

Bab ini merangkum temuan utama dari penelitian, menyimpulkan efektivitas pengembangan alat pemindai inti sedimen yang portabel dan fungsional, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Saran juga diberikan kepada peneliti dan pengembang alat serupa untuk memanfaatkan pendekatan desain modular dan mempertimbangkan kebutuhan spesifik pengguna.

6. DAFTAR PUSTAKA

Memuat referensi yang digunakan dalam penelitian, mencakup buku, jurnal, artikel, dan sumber lain yang relevan, dengan format penulisan sesuai standar APA. Referensi ini mencakup teori dasar, metode penelitian, serta kajian empiris yang mendukung penelitian ini