

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital dan otomasi industri dalam era revolusi industri 4.0 telah mendorong kebutuhan akan teknologi pemindaian tiga dimensi (*3D scanning*) yang semakin meningkat. Teknologi *3D Scanner* telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. *3D Scanner* yang awalnya hanya digunakan dalam industri besar dengan harga yang sangat tinggi kini semakin terjangkau, berkat kemajuan dalam teknologi sensor dan pemrosesan data.

3D scanner merupakan perangkat yang mampu menganalisis objek atau lingkungan dunia nyata untuk mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan objek tersebut, kemudian mengkonstruksi model digital tiga dimensi yang akurat. *3D Scanner* digunakan di berbagai industri, seperti otomotif, rekayasa, desain produk, dan medis, untuk membuat model digital yang akurat dari objek fisik. Dalam industri kelistrikan, misalnya, *3D Scanner* digunakan untuk mempercepat perencanaan, pemeliharaan, dan inspeksi infrastruktur kelistrikan dengan menghasilkan model 3D yang akurat, hemat biaya, serta meningkatkan efisiensi.

Namun, meskipun ada banyak manfaat, harga *3D Scanner* yang tinggi tetap menjadi hambatan bagi banyak individu dan usaha kecil untuk mengakses teknologi ini. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif *3D Scanner* yang lebih terjangkau dan mudah digunakan oleh siapapun. Salah satu solusi yang potensial adalah menggunakan platform open-source seperti Arduino untuk mengembangkan *3D Scanner* yang lebih terjangkau. Dengan menggunakan sensor Time-of-Flight (ToF), yang dapat mengukur jarak dengan memanfaatkan waktu yang dibutuhkan cahaya untuk mencapai objek dan kembali, serta motor stepper untuk gerakan presisi, prototipe *3D Scanner* berbasis Arduino dapat dirancang dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan ini.

Arduino, sebagai platform open-source yang fleksibel dan *cost-effective*, menawarkan alternatif solusi yang menjanjikan untuk mengembangkan *3D scanner* yang lebih terjangkau dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna. Platform ini memungkinkan integrasi berbagai sensor dan aktuator dengan biaya

yang relatif rendah, sambil tetap mempertahankan performa yang memadai untuk aplikasi 3D scanning.

Penggunaan sensor Time-of-Flight (ToF) sebagai komponen utama pemindaian menawarkan prinsip pengukuran waktu tempuh cahaya inframerah yang tentunya secara harga lebih mudah terjangkau untuk tipe tertentu. Sensor ToF modern mampu melakukan pengukuran dengan resolusi millimeter dan kecepatan sampling yang tinggi, membuatnya cocok untuk aplikasi *3D scanning*, integrasi dengan *motor stepper* untuk kontrol gerakan presisi memungkinkan sistem melakukan scanning otomatis dengan akurasi posisi yang cukup memadai. *Motor stepper* menyediakan kontrol posisi yang akurat dan repeatability yang baik, essential untuk menghasilkan model 3D yang konsisten dan presisi.

Mengingat kebutuhan akan teknologi 3D scanning yang terus meningkat dan keterbatasan akses terhadap teknologi komersial yang mahal, pengembangan 3D scanner berbasis Arduino menjadi sangat relevan dan strategis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam *democratization of technology* dengan menyediakan alternatif yang terjangkau tanpa mengorbankan fungsionalitas dasar yang dibutuhkan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai komponen mekanik dan elektronik dalam satu sistem yang kohesif, efisien, dan *user-friendly*, sehingga dapat diimplementasikan oleh pengguna dengan berbagai tingkat keahlian teknis.

Oleh karena itu, penelitian dengan judul "**Rancang Bangun 3D Scanner Berbasis Arduino Nano**" ini menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya mengembangkan solusi teknologi yang inovatif, terjangkau, dan dapat diakses oleh masyarakat luas, sambil tetap mempertahankan standar kualitas yang memadai untuk berbagai aplikasi praktis.

1.2 Perumusan Masalah

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi pemindaian tiga dimensi (3D Scanner), kebutuhan akan sistem pemindaian yang mudah digunakan dan terjangkau menjadi semakin penting, khususnya bagi kalangan pelajar maupun pelaku usaha kecil yang belum mampu mengakses perangkat 3D Scanner komersial yang harganya relative tinggi. Meskipun perangkat 3D Scanner modern

menawarkan akurasi tinggi, keberadaannya masih menyisakan sejumlah kendala, seperti keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan kustomisasi sistem. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi teknologi yang tidak hanya menekan biaya produksi, tetapi juga mampu memberikan solusi terhadap kemudahan penggunaan perangkat.

Permasalahan tersebut mendorong perlunya perancangan dan pembangunan 3D *Scanner* berbasis Arduino yang mengintegrasikan sensor *Time of Flight* (ToF) dan sistem mekanik *motor stepper*. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diwujudkan sebuah sistem pemindaian tiga dimensi yang memiliki harga yang memungkinkan dijangkau oleh khalayak luas, serta mampu bergerak secara terkontrol dan konsisten. Dengan dukungan sensor ToF, sistem ini memiliki keunggulan dalam mengukur jarak secara cepat dengan respon Cahaya, sementara *motor stepper* memberikan kontrol Gerak linier dan rotasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pemindaian.

Untuk mengatasi tantangan dalam pemindaian objek dengan permukaan sulit, sistem ini akan didesain agar dapat mengoptimalkan pengambilan data melalui pengaturan posisi sensor, kalibrasi sistem, serta pengolahan data digital agar hasil yang diperoleh dapat membentuk model tiga dimensi yang mendekati bentuk aslinya. Penggunaan platform Arduino juga memungkinkan fleksibilitas dalam pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi perangkat keras maupun pemrograman, sehingga sistem ini tidak hanya menjadi solusi teknis, namun juga memberikan nilai edukatif dan aplikatif diberbagai sektor. Dengan demikian, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini akan dijawab melalui penerapan metode dan sistem yang dirancang secara khusus untuk menghasilkan 3D *Scanner* yang terjangkau, dan mudah dikembangkan oleh pengguna.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga *focus* dan ruang lingkup penelitian agar lebih terarah, penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek teknis dan fungsional tertentu yang relevan dengan perancangan sistem 3D *Scanner* berbasis Arduino. Batasan ini penting untuk memastikan bahwa pengembangan purwarupa tetap sesuai dengan sumber daya, waktu, dan tujuan akademik yang tersedia. Beberapa Batasan dalam penelitian ini antara lain :

1. Pemindaian dibatasi hanya untuk objek padat berukuran kecil hingga sedang dengan maksimal diameter 14 cm dan maksimal tinggi 14 cm, serta memiliki permukaan tidak transparan, tidak memantulkan cahaya dan tidak mengkilap. Hal ini dilakukan agar hasil pemindaian lebih akurat, mengingat sensor ToF memiliki keterbatasan pada permukaan reflektif atau transparan.
2. Sistem pemutar objek menggunakan motor stepper satu arah dengan kecepatan dan arah rotasi tetap, tanpa pengaturan kecepatan dinamis.
3. Sistem ini menggunakan sensor atau kamera berbasis line laser untuk mendapatkan data bentuk objek. Tidak menggunakan teknologi seperti LiDAR, structured light, atau kamera stereo.
4. Output sistem, data yang dihasilkan berupa koordinat titik (point cloud) sederhana yang disimpan dalam format file teks melalui modul sd card.
5. Sistem hanya menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama untuk mengendalikan komponen *electrical* dan *mechanical* dan membaca data dari sensor. Tidak ada penggunaan mikrokontroler lain atau sistem tambahan untuk pemrosesan data.
6. Pemrosesan data mentah dari sensor dilakukan secara sederhana, dan proses rekonstruksi model 3D dilakukan secara manual atau semi-otomatis menggunakan software tambahan di komputer maupun laptop.
7. Lingkup pengujian, pengujian sistem dilakukan di lingkungan laboratorium atau ruang dalam yang terkendali, tidak termasuk pengujian diluar ruangan atau kondisi ekstrim.
8. Kenaikan tiap lapisan pada sensor ToF untuk pemindaian objek adalah sebesar 0,5 mm. Setiap langkah vertikal sensor akan memindai objek pada jarak yang lebih tinggi dengan interval 0,5 mm untuk menghasilkan data koordinat Z.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, membangun, dan menguji prototipe pemindai 3D berbasis Arduino dengan menggunakan sensor *Time-of-Flight* (ToF) dan motor stepper. Tujuan spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem pemindai 3D berbasis Arduino Nano dengan harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan pemindai 3D komersial.
2. Mengembangkan algoritma pengolahan data yang dapat menghasilkan model 3D yang hampir menyerupai bentuk aslinya dari hasil pemindaian yang dilakukan oleh sensor ToF.
3. Melakukan kalibrasi sistem untuk memastikan akurasi dan konsistensi pemindaian, serta mengoptimalkan kontrol gerakan motor stepper untuk pemindaian objek.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

1.5.1 Bagi Penulis

1. Menambah wawasan serta pengetahuan mendalam mengenai mikrokontroler dan metode pengumpulan data.
2. Meningkatkan kemampuan dalam melaksanakan analisis ilmiah serta pengolahan data terkait 3d *Scanner*.
3. Memberikan pengalaman dalam melakukan penelitian yang dapat menjadi dasar untuk pengembangan karier di bidang otomasi industri.

1.5.2 Bagi Mahasiswa Dan Pembaca

1. Memberikan wawasan terkait implementasi sensor dan otomasi. Penelitian ini memberikan gambaran nyata mengenai bagaimana teknologi sensor, khususnya sensor *Time of Flight* (ToF), dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino untuk membentuk sistem pengukuran berbasis otomatisasi.
2. Sebagai referensi untuk tugas akhir sejenis. Mahasiswa yang Tengah mencari inspirasi atau referensi untuk tugas akhir dengan tema pengukuran tiga dimensi, pemrosesan data, atau proyek berbasis Arduino dapat menggunakan penelitian ini sebagai salah satu acuan teknis maupun metodologis.
3. Mendorong inovasi dan eksperimen teknologi terapan. Dengan Pendekatan berbasis *open-source* dan *hardware* yang relative terjangkau, penelitian ini membuka peluang bagi mahasiswa untuk mengembangkan lebih lanjut purwarupa yang ada.

4. Melatih kemampuan analisis dan *problem solving*. Mahasiswa dapat belajar dari proses penyelesaian masalah dalam perancangan alat ini, mulai dari pemilihan komponen, pengaturan mekanik, integrasi sistem, hingga pengolahan data hasil pemindaian. Ini melatih logika berpikir sistematis dan kemampuan menyelesaikan tantangan teknis.

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

HALAMN PERSEMBAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang perancangan tugas akhir, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, dan sistematika penyusunan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka dan teori yang mendasari topik 3D Scanner berbasis Arduino Nano. Pembahasan dimulai dengan penjelasan masing – masing komponen yang digunakan untuk membuat keseluruhan alat.

BAB III PERANCANGAN ALAT

Bab ini menjelaskan tentang tahapan perancangan alat. Tahapan ini dibagi menjadi dua poin utama, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* dilakukan dengan membuat perancangan alat secara 3D, perancangan skematik elektrik, dan perancangan diagram blok. Perancangan

software dilakukan dengan membuat perancangan flowchart serta penjelasan sistem kerja alat sesuai flowchart yang ada.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tentang tahapan pembuatan secara nyata dari keseluruhan sistem sesuai dengan perancangan yang telah dilaksanakan. *Hardware* alat secara umum dibuat menggunakan 3D print dengan jenis filamen PLA+. Pembuatan sistem *coding* dibuat menggunakan ARDUINO IDE.

BAB V HASIL DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang pengujian alat dengan tujuan untuk memastikan sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yang dibuat sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari seluruh penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan. Kesimpulan akan mencakup pencapaian yang berhasil diperoleh, seperti akurasi pemindaian dan efektivitas alat dalam menghasilkan model 3D. Selain itu, bab ini juga memberikan saran untuk perbaikan atau pengembangan lebih lanjut dari alat yang telah dirancang, termasuk ide-ide untuk peningkatan kinerja atau penambahan fitur baru. Saran-saran juga dapat mencakup potensi aplikasi alat pemindai 3D ini di berbagai bidang, seperti desain produk, rekayasa terbalik, atau pencetakan 3D. Bab ini menutup laporan dengan refleksi terhadap proses penelitian dan pengembangan, serta langkah-langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN