



RANCANG BANGUN 3D *SCANNER* BERBASIS ARDUINO NANO

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :

Bagus Rahmat Wi Janoko

40040621650049

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

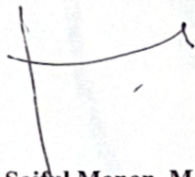
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN 3D *SCANNER* BERBASIS ARDUINO NANO

Diajukan oleh : Bagus Rahmat Wi Janoko
NIM : 40040621650049

TELAH DISUSUN DAN DITERIMA OLEH

Dosen Pembimbing,



Ir. H. Saiful Manan, M.T
NIP. 196104221987031001

Tanggal 15 Juli 2025

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal 15 Juli 2025

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN 3D *SCANNER* BERBASIS ARDUINO NANO

Diajukan oleh : Bagus Rahmat Wi Janoko
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Selasa
Tanggal : 15 Juli 2025

Penguji I



Fakhruddin Mangkusamito, S.T, M.T
NIP. 198908202019031012

Penguji II



Dista Yoel Tadeus, S.T, M.T
NIP. 198812282015041002

Penguji III



Ir. H. Saiful Manan, M.T
NIP. 19610422198703100

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagus Rahmat Wi Janoko
NIM : 40040621650049
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun 3D Scanner Berbasis Arduino Nano

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Se jauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 11 Juli 2025
Yang me


Bagus Rahmat Wi Janoko
NIM. 40040621650049

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa Syukur dan ketulusan hati, penulis mempersembahkan karya tugas akhir ini kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan, pengetahuan, serta pengalaman berharga selama proses penyusunan. Karya ini akan penulis persembahkan untuk :

1. Allah SWT, Segala puji dan syukur hamba panjatkan kepada-Mu, yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan karya ini. Tanpa Rahmat serta Ridho-Mu hamba tak akan mampu melangkah sejauh ini. Besar harapan hamba supaya ilmu yang diperoleh mampu bermanfaat bagi seluruh elemen kehidupan.
2. Ibuk, ayah, dan adek. Setiap darah, keringat, dan air mata yang kalian curahkan selama ini akan menjadi intan permata dikemudian hari. Sumpah mati, penulis akan membahagiakan kalian. Singkat saja, karena yang berjalan panjang adalah rasa sayang penulis kepada kalian.
3. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Ir. H Saiful Manan, S.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Ambar Yulianti selaku pasangan, penasihat, teman, sahabat, guru mengaji, *sparing partner* dalam berdebat penulis yang senantiasa kebersamai dalam suka maupun duka. Singkat saja, karena yang panjang adalah cerita beliau dan penulis.
7. Om Yoyok, Tante Lukik, Tante Diyan, Mbah e, Mbah Juk, Mbah Diq, dan Dayana selaku kerabat dekat yang telah memastikan bahwa semangat penulis tidak akan pernah padam.
8. Ridho Fadhillah, Cahyo Nugroho, Indra Ramadhan, dan Rendra selaku rekan yang kebersamai penulis dalam Klub *FOOTBALL TRUST*.

9. Muhammad Wildan selaku teman dekat penulis yang membantu dalam pengerjaan alat dan penulisan laporan.
10. Muhammad Faiz Ath Thoriq selaku teman dekat penulis yang selalu menyusahkan penulis.
11. Kepada GRUP TOXIC selaku teman dekat penulis yang membersamai penulis selama berada di perkuliahan sejak 2021 sampai 2025.
12. Kepada FC Barcelona selaku alasan penulis begadang setiap *matchday* nya.
13. Kepada Kevin Kegan Kanigia selaku sahabat lama yang menghilang.
14. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, terima kasih karena telah bertahan sejauh ini. Terima kasih telah berjuang meskipun banyak rintangan dan hambatan. Setiap usaha, lelah, dan air mata yang telah dicurahkan akan menjadi bagian dari perjalanan menuju impian yang lebih besar.

ABSTRAK

Pemindaian objek tiga dimensi (3D) merupakan kebutuhan yang semakin meningkat dalam bidang rekayasa, desain produk, dan dokumentasi digital. Namun, alat pemindai 3D yang beredar di pasaran umumnya memiliki harga tinggi dan kompleksitas teknis yang tidak sesuai untuk kebutuhan edukatif atau skala kecil. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sebuah alat pemindai 3D berbasis Arduino Nano dengan sensor VL53L0X dan dua *motor stepper* sebagai solusi alternatif yang lebih ekonomis. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem mekanik dan elektronik yang mampu menghasilkan koordinat XYZ dari objek secara akurat, serta bagaimana menyimpan hasil pemindaian dalam format yang dapat divisualisasikan sebagai *point cloud*. Sistem ini terdiri dari *motor stepper* horizontal yang memutar objek secara 360 derajat dengan resolusi 1600 langkah, dan motor vertikal yang menggerakkan sensor secara linear ke atas dengan ketelitian 0,5 mm per langkah. Sensor ToF VL53L0X digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan objek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan sebanyak 448.000 titik data (1600×280) dalam satu siklus pemindaian, dengan ketelitian akurasi jarak $\pm 2-3$ mm pada objek tidak mengkilap, serta lebih dari 10 mm pada objek mengkilap. Koordinat hasil pemindaian dapat divisualisasikan dalam *MeshLab* dan menggambarkan bentuk objek dengan cukup baik. Sistem juga telah berhasil menyimpan data koordinat dalam format *.txt* dan dapat dikonversi ke bentuk *mesh* 3D. Dari keseluruhan pengujian, dapat disimpulkan bahwa alat pemindai 3D yang dirancang dapat berfungsi secara efektif dan akurat untuk pemindaian objek dengan permukaan *matte*, serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam hal optimasi waktu pemindaian dan penanganan permukaan reflektif.

Kata kunci: 3D Scanner, Arduino, Pemrosesan Data

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) object scanning is an increasingly essential need in the fields of engineering, product design, and digital documentation. However, most 3D scanners available on the market are costly and technically complex, making them less suitable for educational or small-scale applications. Based on this background, this study aims to design and implement a 3D scanning device based on the Arduino Nano, utilizing a VL53L0X ToF sensor and two stepper motors as a more economical alternative solution. The main problem addressed in this research is how to design a mechanical and electronic system capable of generating accurate XYZ coordinates from an object, and how to store the scanning results in a format that can be visualized as a point cloud. The system consists of a horizontal stepper motor that rotates the object 360 degrees with a resolution of 1600 steps, and a vertical stepper motor that moves the sensor linearly upward with a precision of 0.5 mm per step. The VL53L0X Time-of-Flight (ToF) sensor is used to measure the distance between the sensor and the object surface. Experimental results show that the system is capable of producing 448,000 data points (1600×280) in a single scanning cycle, with a distance accuracy of $\pm 2-3$ mm for non-reflective objects and more than 10 mm deviation for reflective surfaces. The resulting coordinate data can be visualized in MeshLab and provides a sufficiently accurate representation of the object's shape. The system successfully stores coordinate data in .txt format and can be converted into a 3D mesh model. In conclusion, the designed 3D scanner functions effectively and accurately for scanning matte-surfaced objects, and has the potential to be further developed in terms of scanning time optimization and reflective surface handling.

Keywords: 3D Scanner, Arduino, Data Processing

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir. Dalam penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Ir. H. Saiful Manan, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu proses penyelesaian tugas akhir saya.
2. Keluarga yang telah memberikan dukungan penuh dan membantu saya selama proses penyelesaian tugas akhir saya.
3. Ambar Yulianti selaku pasangan saya yang telah menemani serta menjadi salah satu alasan saya untuk menyelesaikan tugas akhir saya.
4. Ridho Fadhillah, Naga Hitam, dan Grup TOXIC selaku sahabat saya yang telah memberikan dukungan kepada saya sampai saat ini.

Semoga laporan yang sederhana ini bermanfaat bagi Almamater Civitas Universitas Diponegoro, maupun pembaca pada umumnya. Penulis menyadari dalam pembuatan laporan ini masih ada kekurangan karena keterbatasan ilmu teknik yang diperoleh dari sekolah dan dalam praktik industri. Maka dari itu segala kritik dan saran yang membangun akan selalu diterima dengan senang hati.

Semarang, 18 Juni 2025

Bagus Rahmat Wi Janoko
NIM.40040621650049

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	5
1.5.1 Bagi Penulis	5
1.5.2 Bagi Mahasiswa Dan Pembaca	5
1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 3D Scanner	9

2.2.1.1 Definisi Umum 3D Scanner	9
2.2.1.2 Prinsip Kerja 3D Scanner	10
2.2.1.3 Jenis-Jenis Teknologi 3D Scanner.....	11
2.2.2 Arduino.....	13
2.2.2.1 Pengertian Arduino.....	13
2.2.2.2 Arduino Nano	16
2.2.2.3 Fungsi Arduino Dalam Project 3D Scanner	20
2.2.3 Motor Stepper	21
2.2.3.1 Definisi Motor Stepper.....	21
2.2.3.2 Prinsip Kerja Motor Stepper	23
2.2.3.3 Motor Stepper Nema 17	24
2.2.4 Sensor Time Of Flight (ToF).....	28
2.2.4.1 Definisi Sensor ToF.....	28
2.2.4.2 Prinsip Kerja ToF	29
2.2.4.3 Sensor Jarak VL53L0X Distance Laser Sonar.....	30
2.2.5 Buck Converter	32
2.2.5.1 Definisi Buck Converter	32
2.2.5.2 Cara Kerja Buck Converter.....	33
2.2.5.3 Buck Converter LM2596	33
2.2.6 Power Supply	35
2.2.7 Push Button	37
2.2.8 Software Meshlab.....	38
2.2.9 Printed Circuit Board	39
2.2.10 Media Tampilan (LCD I2C).....	40
2.2.11 Media Penyimpanan (SD Card)	42
2.2.12 Struktur Mekanik Utama.....	43

2.2.12.1 Komponen Mekanik Utama	44
2.2.12.2 Prinsip Perancangan Mekanik.....	45
2.2.13 Particle Position	46
2.2.13.1 Definisi Particle Position	46
2.2.13.2 Prinsip Penghitungan Particle Position	47
2.2.14 Kalibrasi Sensor Dan Sistem.....	48
2.2.14.1 Tujuan dan Metode Kalibrasi	48
2.2.14.2 Pengaruh Kalibrasi Terhadap Akurasi Data	49
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....	51
3.1 Metode Penyusunan	51
3.2 Perancangan Hardware.....	51
3.2.1 Diagram Blok.....	52
3.2.1.1 Rangkaian Sumber Daya (<i>Power Supply</i>).....	53
3.2.1.2 Rangkaian <i>Step Down Buck Converter</i> (LM2596)	53
3.2.1.3 Rangkaian LCD 16×2 I2C	54
3.2.1.4 Rangkaian Push Button	54
3.2.1.5 Rangkaian Driver Motor Stepper (TMC2208).....	55
3.2.1.6 Rangkaian Motor Stepper	55
3.2.2 Wiring Diagram.....	57
3.2.2.1 Rangkaian Arduino Nano	59
3.2.2.2 Rangkaian Modul Ranging Sensor Dengan Arduino Nano	61
3.2.2.3 Rangkaian TMC2208 Module Dengan Arduino Nano	63
3.2.2.4. Rangkaian LCD I2C Dengan Arduino Nano	66
3.2.2.5 Rangkaian SD Card Dengan Arduino Nano	69
3.2.2.6 Rangkaian Motor Stepper dengan Driver	72
3.2.3 Desain 3d Alat.....	76

3.3	Perancangan Software	78
3.2.1	Flowchart Sistem	78
BAB IV PEMBUATAN ALAT		81
4.1	Pembuatan Perangkat Keras.....	81
4.1.1	Alat dan Bahan	81
4.1.2	Pembuatan Perangkat Elektrik	82
4.1.3	Pembuatan Perangkat Mekanik.....	86
4.2	Pembuatan Program Pada Arduino IDE.....	93
4.2.1	Inisialisasi dan Setup Motor Stepper.....	93
4.2.2	Pengaturan Microstepping dan Homing Awal	95
4.2.3	Pembacaan Jarak dari Sensor ToF	96
4.2.4	Perhitungan Koordinat XYZ (Penerapan Rumus Pythagoras).....	98
4.2.5	Penyimpanan Data ke SD Card.....	99
4.2.6	Kontrol Antarmuka LCD dan Push Button	101
BAB V HASIL DAN ANALISA		103
5.1	Pengukuran dan Pengujian.....	103
5.1.1	Tujuan dan Parameter Pengujian.....	103
5.1.2	Prosedur dan Lingkungan Pengujian	104
5.1.3	Pengujian Kalibrasi Sensor ToF	105
5.1.4	Pengujian Kalibrasi Stepper Motor	106
5.1.5	Pengujian Data Koordinat XYZ.....	108
5.2	Analisa.....	111
5.2.1	Analisa Kalibrasi Sensor ToF	112
5.2.2	Analisa Kalibrasi Stepper Motor	112
5.2.3	Analisa Data Koordinat XYZ.....	113
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		116

6.1	Kesimpulan	116
6.2	Saran.....	116
	DAFTAR PUSTAKA	118
	LAMPIRAN.....	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 3D Scanner	10
Gambar 2.2 Prinsip Kerja 3D Scanner	11
Gambar 2.3 Interface Arduino Ide	14
Gambar 2.4 Boards Manager	14
Gambar 2.5 Library Manager.....	15
Gambar 2.6 Bentuk Fisik dan Simbol Wiring Arduino Nano	18
Gambar 2. 7 PinOut Arduino Nano.....	19
Gambar 2.8 Bentuk Fisik dan Simbol Wiring Stepper Motor.....	22
Gambar 2. 9 PinOut Motor stepper 17HS4401	25
Gambar 2.10 Bentuk Fisik dan Simbol Wiring Driver Motor Stepper TMC2208	27
Gambar 2.11 Bentuk Fisik Sensor Jarak VL53L0X Distance Laser Sonar	28
Gambar 2.12 Pinout Sensor VL53L0X.....	31
Gambar 2.13 Bentuk Fisik dan Simbol Wiring Buck Converter LM2596	35
Gambar 2.14 Pinout LM2596	35
Gambar 2. 15 Power Supply dan simbol wiring	36
Gambar 2.16 Push Button	37
Gambar 2.17 Tampilan Software Meshlab.....	38
Gambar 2. 18 Bentuk Fisik PCB.....	40
Gambar 2.19 Gambar dan Pinout LCD I2C.....	42
Gambar 2.20 Bentuk Fisik dan Simbol Wiring Modul SD Card	42
Gambar 2.21 Pinout Modul SD Card.....	43
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem.....	52
Gambar 3. 2 Rancang Wiring Diagram.....	57
Gambar 3. 3 Rangkaian Arduino Nano	59
Gambar 3. 4 Rangkaian Modul Ranging Sensor Dengan Arduino Nano	61
Gambar 3. 5 Rangkaian TMC2208 Dengan Arduino Nano	63
Gambar 3. 6 Rangkaian LCD I2C Dengan Arduino Nano	66
Gambar 3. 7 Rangkaian SD Card Dengan Arduino Nano.....	69
Gambar 3. 8 Rangkaian Motor Stepper dengan Driver	72
Gambar 3. 9 Desain Perangkat Sistem.....	76

Gambar 3. 10 Ukuran Tampak Bagian Samping.....	77
Gambar 3. 11 Ukuran Tampak Bagian Belakang.....	77
Gambar 3. 12 Flowchart Sistem.....	78
Gambar 4. 1 Layout PCB.....	83
Gambar 4. 2 Pencetakan dan Penyolderan PCB	85
Gambar 4. 3 Komponen yang Sudah Terpasang di PCB	86
Gambar 4. 4 Modul Sensor	87
Gambar 4. 5 Mounting Bracket Stepper	88
Gambar 4. 6 Coupler	88
Gambar 4. 7 Base Frame.....	89
Gambar 4. 8 Sensor Holder.....	89
Gambar 4. 9 Flange Mount	90
Gambar 4. 10 Clamp	90
Gambar 4. 11 Frame Utama	91
Gambar 4. 12 Turntable	91
Gambar 4. 13 Komponen Mekanik yang Telah Terpasang.....	93
Gambar 4. 14 Pin Motor Stepper	94
Gambar 4. 15 Pin Arduino	94
Gambar 4. 16 Fungsi pemanggilan stepper dengan microstep	95
Gambar 4. 17 potongan proses homing sensor ToF	96
Gambar 4. 18 reset posisi ke titik awal	96
Gambar 4. 19 inisialisasi sensor ToF	97
Gambar 4. 20 Fungsi pembacaan sensor.....	97
Gambar 4. 21 Sistem pembacaan sensor.....	98
Gambar 4. 22 Program tranformasi koordinat	99
Gambar 4. 23 Pengkondisian tambahan untuk menghindari error.....	99
Gambar 4. 24 Inisialisasi SD card.....	100
Gambar 4. 25 Fungsi penyimpanan data.....	100
Gambar 4. 26 Inisialisasi LCD.....	101
Gambar 4. 27 Pembacaan push button.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Fitur utama Arduino Ide.....	13
Tabel 2- 2 Spesifikasi Arduino Nano	17
Tabel 2- 3 PinOut Arduino Nano	18
Tabel 2- 4 Spesifikasi motor stepper 17HS4401	25
Tabel 2- 5 Motor stepper 17HS4401	25
Tabel 2- 6 Spesifikasi Driver Motor Stepper TMC2208.....	26
Tabel 2- 7 Pinout Driver Motor Stepper TMC2208.....	27
Tabel 2- 8 Pinout Sensor VL53L0X.....	31
Tabel 2-9 Spesifikasi Buck Converter LM2596.....	34
Tabel 2-10 Pinout Buck Converter LM2596.....	34
Tabel 2- 11Spesifikasi LCD 16x2	41
Tabel 2-12 Pinout LCD I2C	41
Tabel 2-13 Pinout Modul SD Card.....	42
Tabel 3- 1 Konfigurasi sensor dengan Arduino Nano	60
Tabel 3- 2 Konfigurasi pin ranging sensor dan Arduino Nano	62
Tabel 3- 3 Konfigurasi pin TMC2208U1 dan Arduino Nano	65
Tabel 3- 4 Konfigurasi pin TMC2208U2 dan Arduino Nano	65
Tabel 3- 5 Konfigurasi pin LCD I2C dan Arduino Nano.....	68
Tabel 3- 6 Konfigurasi pin SD card dan Arduino Nano.....	71
Tabel 3- 7 Konfigurasi pin motor stepper dengan driver	75
Tabel 4- 1 Alat yang digunakan	82
Tabel 4- 2 Bahan yang digunakan.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemrograman Arduino Nano	121
Lampiran 2 Datasheet Arduino Nano.....	134
Lampiran 3 Datasheet Stepper Motor Nema 17.....	134
Lampiran 4 Datasheet Sensor ToF VL53L0X.....	135
Lampiran 5 Datasheet Driver Motor TMC2208	135
Lampiran 6 Datasheet Buck Converter LM2596	136
Lampiran 7 Datasheet LCD 16X2 I2C.....	136
Lampiran 8 Wiring Diagram	137
Lampiran 9 Dokumentasi.....	138