



**RANCANG BANGUN SISTEM PAN TILT CAMERA MOUNT DENGAN
FACE & OBJECT TRACKING BERBASIS ATMEGA328P DAN OPENCV**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Julian Norton Sitorus

40040319650044

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM PAN TILT CAMERA MOUNT DENGAN
FACE & OBJECT TRACKING BERBASIS ATMEGA328P DAN OPENCV**

Disusun oleh:

Julian Norton Sitorus

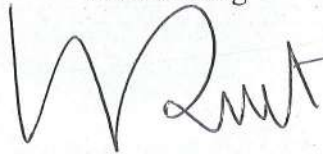
NIM 4004031950044

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal

21 Juli 2023

Tim Penguji,

Pembimbing



Drs, Eko Ariyanto, M.T

NIP.196004051986021001

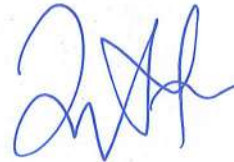
Penguji I,



Priyo Sasmoko, ST., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Penguji II



Aulia Istiqomah, SST., M.T.

NIP.H.7.199306122022042001

Mengetahui

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST., M.Eng.

NIP.197009161998021001

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM PAN TILT CAMERA MOUNT DENGAN
FACE & OBJECT TRACKING BERBASIS ATMEGA328P DAN OPENCV**

Diajukan oleh:

Julian Norton Sitórus

4004031950044

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,



Drs, Eko Ariyanto, M.T

NIP. 196004051986021001

Semarang, 4 Juli 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi

S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST., M.Eng.

NIP 197009161998021001

Semarang, 4 Juli 2023

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julian Norton Sitorus
NIM : 40040319650044
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem *Pan Tilt Camera Mount*
dengan *Face & Object Tracking* Berbasis
ATMega328P dan OpenCV

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 4 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Julian Norton Sitorus

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas semua kehendak-Nya, penyusunan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Pan Tilt Camera Mount* dengan *Face & Object Tracking* Berbasis ATMega328P dan OpenCV" dapat diselesaikan. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik terapan (S.Tr.T.) dari Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, melalui kasih dan karunia-Nya yang meneguhkan dan menolong penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Prof. Dr.Ir.Budiyono,M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Priyo Sasmoko, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, serta dosen wali penyusun.
4. Bapak Drs, Eko Ariyanto, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kepercayaan, arahan, saran, dan bimbingan dengan penuh kesabaran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan karyawan Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro atas ilmu, pengalaman, pengajaran, dan bantuan yang diberikan selama proses studi penyusun di Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi.
6. Orang tua penyusun, Jonggi Sitorus dan Maslinang Napitupulu serta keluarga penyusun yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral
7. Teman – teman Teknologi Rekayasa Otomasi 2019 yang telah banyak memberi dukungan kepada penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Kost Oilyviera (M. Ichsan, Faisal, Iman, Arigo, Ikbar, Daffa, Jafar, Falih, Ben, Ngurah, dkk), yang telah memberikan dukungan serta hiburan kepada penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, Penyusun meminta maaf apabila terdapat kekurangan atau kesalahan pada laporan tugas akhir ini. Kepada semua pihak, penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bisa dijadikan referensi untuk pengembangan selanjutnya yang lebih baik lagi.

Semarang, 5 Juli 2023

Penvusun



Julian Norton Sitorus

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Tugas akhir.....	2
1.4. Manfaat Tugas Akhir.....	2
1.4.1. Manfaat Bagi Akademik	2
1.4.2. Manfaat Bagi Akademik	2
1.4.3. Manfaat Bagi Masyarakat	3
1.5. Pembatasan Masalah	3
1.6. Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. AC/DC Power Adaptor	6
2.2.2. Kamera Digital	8
2.2.3. Pan Tilt Mount	8
2.2.4. Herringbone Gear.....	9
2.2.5. ATMEGA328P	10
2.2.6. Arduino Uno	11
2.2.7. Motor Stepper NEMA 17.....	12

2.2.8.	TMC2208 Motor Stepper Driver	14
2.2.9.	CNC Shield V3	15
2.2.10.	Sensor Hall Effect A3144	16
2.2.11.	KY003 Hall Effect Sensor Module	16
2.2.12.	OpenCV	17
2.2.13.	Python	18
2.2.14.	Arduino IDE	19
BAB III METODOLOGI		20
3.1.	Blok Diagram	20
3.1.1.	Diagram Blok Alat	20
3.1.2.	Diagram Blok Sistem	21
3.2.	Flowchart Sistem Kerja	24
3.2.1.	Keseluruhan Sistem	28
3.2.2.	Homing	28
3.2.3.	Software Tracker	29
3.2.4.	Pan Tilt Mount	30
3.3.	Perancangan Alat	30
3.3.1.	Gambar 3D	30
3.3.2.	Rangkaian Sistem	33
3.3.3.	Program Software	35
3.3.4.	Deskripsi Sistem dan Cara Kerja	36
3.4.	Spesifikasi dan Fitur	37
3.4.1.	Dimensi Alat	37
3.4.2.	Fitur	37
3.4.3.	Alat dan Bahan	37
3.5.	Teknik Fabrikasi	38
3.5.1.	Perancangan Mekanikal	38
3.5.2.	Perancangan Elektrikal dan Komponen	41
3.5.3.	Pemrograman Sistem	44
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		67
4.1.	Pengujian Motor Stepper NEMA 17 Pan dan Tilt	67
4.2.	Pengujian Sensor Hall Effect	71

4.3.	Pengujian Gerak Pan	72
4.4.	Pengujian Gerak Tilt	73
4.5.	Pengujian Gerak Pan Tilt melalui Kendali Keyboard	74
4.6.	Pengujian Homing	75
4.7.	Pengujian Software Tracking	78
4.8.	Pengujian Tracking Pada Benda Bergerak	81
4.9.	Pengujian Tracking Pada Muka Manusia	84
BAB V PENUTUP		86
4.10.	Kesimpulan	86
4.11.	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Power Adapter JCY-1250	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega328P	10
Tabel 3. 1 Dimensi Alat	37
Tabel 4. 1 Pengujian Tegangan VRef Driver Motor Stepper TMC2208	68
Tabel 4. 2 Pengujian Motor Stepper NEMA 17 Pan	68
Tabel 4. 3 Pengujian Motor Stepper NEMA 17 Tilt	69
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Hall Effect	71
Tabel 4. 5 Pengujian Gerak Pan	72
Tabel 4. 6 Pengujian Gerak Tilt	73
Tabel 4. 7 Pengujian Gerak Pan Tilt melalui Kendali Keyboard	74
Tabel 4. 8 Pengujian Homing	75
Tabel 4. 9 Pengujian Software Tracking	79
Tabel 4. 10 Pengujian Tracking Pada Benda Bergerak	82
Tabel 4. 11 Pengujian Tracking Pada Muka Manusia	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Power Adapter JCY-1250.....	7
Gambar 2. 2 Kamera Digital	8
Gambar 2. 3 Herringbone Gear	9
Gambar 2. 4 ATmega 328P.....	10
Gambar 2. 5 Arduino Uno	11
Gambar 2. 6 Rangkaian Motor Stepper Unipolar.....	13
Gambar 2. 7 Rangkaian Motor Stepper Bipolar	13
Gambar 2. 8 Motor Stepper NEMA 17	14
Gambar 2. 9 Driver Motor Stepper TMC2208	15
Gambar 2. 10 CNC Shield V3	15
Gambar 2. 11 Sensor Hall Effect A3144.....	16
Gambar 2. 12 Modul Sensor Hall effect KY003	17
Gambar 2. 13 Logo OpenCV.....	17
Gambar 2. 14 Tampilan Arduino IDE	19
Gambar 3. 1 Diagram Blok Alat	20
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem Pan.....	21
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Tilt.....	22
Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem Homing Pan	22
Gambar 3. 5 Diagram Blok Sistem Homing Tilt.....	23
Gambar 3. 6 Flowchart Sistem Homing	25
Gambar 3. 7 Flowchart Sistem Software CSRT Tracker	26
Gambar 3. 8 Flowchart Sistem Pan Tilt	27
Gambar 3. 9 Flowchart Keseluruhan Sistem	24
Gambar 3. 10 Exploded View Pan	31
Gambar 3. 11 Proyeksi 3D Pan	31
Gambar 3. 12 Exploded View Tilt.....	32
Gambar 3. 11 Proyeksi 3D Tilt.....	32
Gambar 3. 14 Rangkaian Sistem Pan Tilt Camera Mount	33
Gambar 3. 15 Software CSRT Tracker	35

Gambar 3. 16 Grid Golden Ratio.....	35
Gambar 3. 15 Rangkaian Mekanik Pan.....	39
Gambar 3. 18 Rangkaian Mekanik Tilt.....	39
Gambar 3. 15 Tempat Komponen.....	40
Gambar 3. 20 Modul Sensor Hall Effect KY003 Pada Pan.....	41
Gambar 3. 21 Driver Motor Stepper TMC2208 Sensor Pada Pan.....	42
Gambar 3. 22 Modul Sensor Hall Effect KY003 Pada Tilt.....	43
Gambar 3. 23 Driver Motor Stepper TMC2208 Sensor Pada Tilt.....	43
Gambar 4. 1 Posisi awal dan akhir pengujian motor stepper NEMA 17.....	70
Gambar 4. 2 Pengujian sensor Hall Effect.....	71
Gambar 4. 3 Pengujian gerak pan.....	72
Gambar 4. 3 Pengujian gerak tilt.....	73
Gambar 4. 5 Posisi homed.....	75
Gambar 4. 6 Tracking pada benda bergerak.....	83
Gambar 4. 7 Tracking pada muka manusia.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Alat	90
Lampiran 2. Program Arduino	91
Lampiran 3. Program Python	98
Lampiran 4. Datasheet Arduino Uno R3	106
Lampiran 5. Datasheet Motor Stepper Driver TMC2208	119
Lampiran 6. Datasheet Sensor Hall Effect A3144	130
Lampiran 7. Datasheet Modul KY003	138

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM PAN TILT CAMERA MOUNT DENGAN FACE & OBJECT TRACKING BERBASIS ATMEGA328P DAN OPENCV

Julian Norton Sitorus

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Pada industri masa kini, terdapat beragam kegunaan kamera, baik dari pembuatan konten hingga *monitoring*. Kamera dapat digunakan untuk melakukan *tracking* pada sebuah objek dan juga pada muka manusia yang bergerak, menggunakan gerakan *pan* dan *tilt*. Tujuan perancangan alat ini adalah untuk mencari cara untuk membuat sebuah *mount* kamera otomatis, yang dapat melakukan gerakan *pan* dan *tilt* mengikuti sebuah objek dan manusia, dengan menggunakan sebuah *software* berbasis OpenCV yang mengolah gambar dan melakukan tracking. Perancangan alat ini menggunakan sebuah mikrokontroler ATmega328P, dan dua buah *motor stepper* NEMA17 sebagai aktuator. Alat ini dibekali dua sensor *hall effect* untuk melakukan fungsi homing, serta menggunakan gambar dari kamera yang diolah oleh *software*. Dari hasil percobaan, alat ini dapat mengikuti objek yang bergerak 90 derajat ke kiri dan kanan alat dengan melakukan panning selama 2.95 detik, dan untuk mengikuti objek yang bergerak 90 derajat ke atas dan bawah, alat melakukan tilting selama 2.1 detik. Mikrokontroler ATmega328P menggerakkan motor yang berada pada *pan tilt camera mount* berdasarkan perintah yang dikirim oleh *software* berbasis OpenCV pada komputer yang mengolah gambar dan melakukan *tracking* pada objek menggunakan *tracker CSRT*. Pergerakan dari motor ini yang menggerakkan kamera yang dipasangkan pada *pan tilt camera mount* untuk mengikuti objek.

Kata kunci: kamera, tracking, pan, tilt, mount kamera, motor NEMA 17, OpenCV, tracker CSRT.

ABSTRACT

RANCANG BANGUN SISTEM PAN TILT CAMERA MOUNT DENGAN FACE & OBJECT TRACKING BERBASIS ATMEGA328P DAN OPENCV

Julian Norton Sitorus

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

In today's industry, cameras have various of application, ranging from content creation to monitoring. Cameras can be used for object as well as human face tracking, utilizing pan and tilt motions. The purpose of this device is to create an automatic camera mount that can pan and tilt to follow an object or a person. This is accomplished through an OpenCV-based software that processes images and perform tracking using the CSRT tracker. This device design utilizes an ATmega328P microcontroller and two NEMA17 stepper motors as actuators. It is equipped with two hall effect sensors for homing functionality and utilizes images from the camera processed by the software. Based on the experiment results, this mount is able to track an object moving 90 degrees to the left and right, by panning for 2.95 seconds, and to follow an object moving 90 degrees up and down, the device tilts for 2.1 seconds. The ATmega328P microcontroller drives the motors on the pan-tilt camera mount based on commands sent by the OpenCV-based software, which processes images and tracks the object using the CSRT tracker. The movement of these motors allows the camera attached to the pan-tilt camera mount to follow the object.

Keywords: camera, tracking, pan, tilt, camera mount, NEMA 17 motor, OpenCV, CSRT tracking