



**PROTOTIPE SISTEM *GANTRY 2 AXES* DAN *TRAY POSITIONING* PADA
SISTEM HIDROPONIK *DEEP WATER CULTURE* DENGAN ARDUINO**

MEGA 2560

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:

Aurial Totti Amura

NIM: 40040318650042

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PROTOTYPE SISTEM *GANTRY 2 AXES* DAN *TRAY POSITIONING* PADA
SISTEM HIDROPONIK *DEEP WATER CULTURE* DENGAN ARDUINO
MEGA 2560**

Diajukan Oleh:

Aurial Totti Amura

NIM: 40040318650042

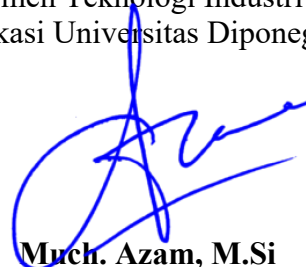
Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



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

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah
Vokasi Universitas Diponegoro



Much. Azam, M.Si
NIP. 196903211994031007

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PROTOTIPE SISTEM GANTRY 2 AXES DAN TRAY POSITIONING PADA
SISTEM HIDROPONIK DEEP WATER CULTURE DENGAN ARDUINO**

MEGA 2560

Disusun Oleh:

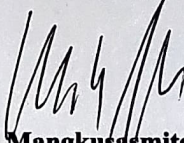
Aurial Totti Amura

NIM. 40040318650042

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada Tanggal

10 Agustus 2022

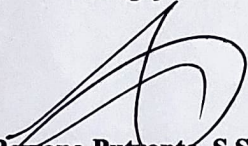
Tim Penguji,
Pembimbing



Fakhruddin Mangkusamito, S.T, M.T

NIP. 198908202019031012

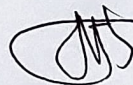
Penguji I



Ari Bawono Putranto, S.Si, M.Si

NIP. 198501252019031007

Penguji II

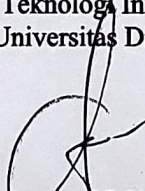


Dista Yoel Tadeus, S.T, M.T

NIP. 197211211998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Much. Azam, M.Si

NIP. 196903211994031007

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Aerial Totti Amura

NIM : 40040318650042

Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi
UNDIP

Judul Tugas Akhir : **PROTOTYPE SISTEM GANTRY 2 AXES DAN
TRAY POSITIONING PADA SISTEM
HIDROPONIK DEEP WATER CULTURE DENGAN
ARDUINO MEGA 2560**

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 diacu 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, 27 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Aerial Totti Amura

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Tante saya yang selalu mendukung saya dalam menyelesaikan perkuliahan saya.
3. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing yang sangat membantu saya dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Sahabat serta teman-teman saya yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu yang telah banyak membantu dengan memberikan dukungan dan dorongan dalam bentuk moril maupun materiil.
6. Semua orang yang senantiasa mendoakan saya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia kepada seluruh makhluk-Nya dan atas izin-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga kelak berguna bagi diri saya sendiri maupun bagi orang lain.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini saya menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat disusun tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing saya dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Bapak Much. Azam, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ageng Rilla Aldonanda dan Alfafa Ilman Huda selaku teman satu kelompok tugas akhir saya.
4. Sahabat dan teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan moril dan materiil kepada penulis.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi semua pihak khususnya Mahasiswa Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, 27 Juli 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Toll' or a similar stylized name.

Auriel Totti Amura

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
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
1.5 Pembatasan Masalah	2
1.6 Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II DASAR TEORI	5

2.1	Tinjauan Pustaka	5
2.2	Hidroponik Deep Water Culture (DWC)	6
2.3	Arduino Mega 2560.....	6
2.4	Driver A4988.....	7
2.5	Motor Stepper Nema 17	9
2.6	Limit Switch	10
2.7	Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	10
2.8	Relay 5V.....	11
2.9	Pompa Air Yamano WP-104.....	12
2.10	Pilot Lamp	13
2.11	Push Button.....	13
2.12	Sistem Kontrol <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	14
2.13	Thumb Joystick.....	15
BAB III METODE		16
3.1	Blok Diagram Alat	16
3.2	Gambar 3D	18
3.3	Spesifikasi dan Fitur	20
3.4	Teknik Pabrikasi.....	21
3.4.1	Perancangan Perangkat Keras	21
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak	24
3.4.3	Perancangan Elektrikal	35

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	38
4.1 Peralatan Yang Digunakan	38
4.2 Prosedur Pengujian dan Analisa	39
4.3 Pengujian Fungsionalitas Modul	39
4.3.1 Pengukuran Modul Catu Daya	39
4.3.2 Pengukuran Driver Motor Stepper A4988	40
4.3.3 Pengukuran Rangkaian Indikator dan Saklar	41
4.3.4 Pengukuran Tegangan Pompa	42
4.4 Pengujian Alat Keseluruhan	43
4.4.1 Pengujian Motor Stepper	43
4.4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik	45
4.4.3 Pengujian Gerak Gantry Manual	46
4.4.4 Pengujian Sistem <i>Tray Positioning</i>	48
4.4.5 Pengujian Operasional Sistem Gantry Otomatis	48
4.4.6 Pengujian Pergerakan Tray	50
4.4.7 Pengujian Pergerakan Tray Menggunakan Hysteresis	53
BAB V PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Hidroponik DWC	6
Gambar 2.2 Arduino Mega 2560	7
Gambar 2.3 Driver A4988.....	8
Gambar 2.4 Motor Stepper Nema 17	9
Gambar 2.5 <i>Limit Switch</i>	10
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04	11
Gambar 2.7 Relay 5Vdc.....	12
Gambar 2.8 Pompa Air	12
Gambar 2.9 <i>Pilot lamp</i>	13
Gambar 2.10 <i>Push Button</i>	13
Gambar 2.11 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i>	14
Gambar 2.12 Sistem Kontrol <i>Close Loop</i>	14
Gambar 2.13 <i>Thumb Joystick</i>	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Kendali Gantry 2 <i>Axes</i>	18
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem <i>Tray Positioning</i>	18
Gambar 3.4 Gambar Proyeksi 3D Keseluruhan.....	18
Gambar 3.5 Gambar Proyeksi 3D Gantry	19
Gambar 3.6 Gambar Proyeksi 3D Kolam Penanaman.....	19
Gambar 3.7 Tata Letak Tray Dalam Kolam.....	20
Gambar 3.8 (a) Pemotongan Besi, (b) Pengeboran Besi, (c) Pemasangan Paku Rivet	22

Gambar 3.9 Pemasangan Jalur Troli	22
Gambar 3.10 Pemasangan Kabel Ties	23
Gambar 3.11 Pemasangan Sensor Ultrasonik	23
Gambar 3.12 Flowchart Kendali Posisi Tray Dalam Kolam	24
Gambar 3.13 Flowchart Kendali Gantry	25
Gambar 3.14 Flowchart Kendali Gantry Secara Manual	26
Gambar 3.15 Diagram Skematik Sistem	35
Gambar 3.16 Perancangan Box Kendali	37
Gambar 4.1 (a) Posisi Awal Pengujian, (b) Posisi Akhir Pengujian.....	43
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik	45
Gambar 4.3 Kontrol Joystick Pada Sistem Gantry 2 <i>Axes</i>	46
Gambar 4.4 Posisi Tray Dalam Kolam	50
Gambar 4.5 Respon Transien Pergerakan Tray	51
Gambar 4.6 Grafik Frekuensi Pompa Menyala Selama 1 Jam	52
Gambar 4.7 Hysteresis Pergerakan Tray	53
Gambar 4.8 Respon Transien Pergerakan Tray Menggunakan Hysteresis	54
Gambar 4.9 Grafik Frekuensi Pompa Menyala Menggunakan Hysteresis	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	7
Tabel 2.3 Spesifikasi Driver A4988.....	8
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor Stepper Nema 17	10
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	11
Tabel 2.6 Spesifikasi Relay 5V	12
Tabel 2.7 Spesifikasi Pompa Air Yamano WP-104.....	13
Tabel 4.1 Peralatan Pengujian.....	38
Tabel 4.2 Pengukuran Modul Catu Daya.....	40
Tabel 4.3 Pengukuran Driver Motor Stepper A4988	41
Tabel 4.4 Pengukuran Rangkaian Indikator dan Saklar.....	41
Tabel 4.5 Pengukuran Tegangan Pompa.....	42
Tabel 4.6 Pengujian Motor Stepper	44
Tabel 4.7 Pengujian Posisi Y pada gantry	47
Tabel 4.8 Pengujian Posisi Z pada gantry.....	47
Tabel 4.9 Pengujian Sistem <i>Tray Positioning</i>	48
Tabel 4.10 Pengujian Pemindahan Tray Secara Otomatis.....	49
Tabel 4.11 Pengujian Waktu Pemindahan Tray Tiap Langkah	49
Tabel 4.12 Hasil Respon Transien Pergerakan Tray Dalam Kolam	51
Tabel 4.13 Pengujian Frekuensi Pompa Menyala Selama 1 Jam.....	52
Tabel 4.14 Hasil Respon Transien Pergerakan Tray Menggunakan Hysteresis ...	54
Tabel 4.15 Pengujian Frekuensi Pompa Menyala Selama 1 Jam Menggunakan Hysteresis	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Arduino	60
Lampiran 2 Diagram Skematik Gantry 2 Axes dan Tray Positioning.....	70
Lampiran 3 Blok Diagram Keseluruhan Alat	71
Lampiran 4 Desain Alat	72
Lampiran 5 Datasheet Driver A4988	74
Lampiran 6 Datasheet Arduino Mega 2560	80
Lampiran 7 Datasheet Motor Stepper Nema 17.....	85
Lampiran 8 Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	87
Lampiran 9 Datasheet Single 5VDC Relay.....	90

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini, sistem pemindahan tray pada hidroponik *Deep Water Culture* (DWC) dilakukan dengan menggunakan gantry dan sistem *tray positioning* diperlukan supaya tray dapat terjaga diantara lokasi 25cm dari sensor ultrasonik 1 dan 10cm dari sensor ultrasonik 2 yang diatur menggunakan pompa agar tercipta lokasi untuk proses pemindahan tray dan dapat diamati oleh sistem monitoring yang terpasang pada bagian atas kolam. Gantry yang dirancang pada tugas akhir ini mempunyai jarak jangkauan pada sumbu Y sebesar 47.5cm dan jarak jangkauan pada sumbu Z sebesar 36cm. Gantry dapat diatur menggunakan mode otomatis maupun manual, pada mode otomatis sudah terdapat koordinat yang telah ditentukan sehingga operator tidak perlu memasukkan koordinat yang ingin dituju. Pada pengujian alat ini didapatkan nilai selisih rata-rata pergerakan gantry pada sumbu Y adalah 1.67mm dengan nilai *error* 1.15% dan selisih rata-rata pada sumbu Z adalah 1.3mm dengan nilai *error* 0.85%. Sedangkan pada sensor ultrasonik yang digunakan dalam sistem *tray positioning* didapatkan nilai selisih rata-rata 1.16mm dengan nilai *error* 0.56%. Periode waktu pemindahan tray yang dibutuhkan pada mode otomatis adalah 57.89 detik.

Kata kunci: Gantry, *Tray Positioning*, Hidroponik, *Deep Water Culture*.

ABSTRACT

In this final project, tray transferring system in Deep Water Culture (DWC) hydroponic system is using a gantry and a tray positioning system is needed so that the tray can be maintained between 25cm from ultrasonic sensor 1 dan 10cm from ultrasonic sensor 2 which is set using an pump to create location for tray transfer process and can be observed by monitoring system installed at the top of pond. The use of a gantry must be accompanied by a tray positioning system so that the tray in the pond does not interfere with the tray transfer process. The design of the gantry in this final project has a range on the Y-axis of 47.5cm and a distance of 36cm on the Z-axis. Gantry can be set using automatic or manual mode, in automatic mode, there are already predetermined coordinates so that the operator does not need to enter the coordinates manually. In testing this tool, the average difference in the gantry movement on the Y-axis is 1.67mm with an error value of 1.15% and the average difference on the Z-axis is 1.3mm with an error value of 0.85%. The ultrasonic sensor used in the tray positioning system obtained an average difference of 1.16mm with an error value of 0.56%. The time required to transfer the tray in automatic mode is 57.89 seconds.

Keywords : *Gantry, Tray Positioning, Hydroponics, Deep Water Culture.*