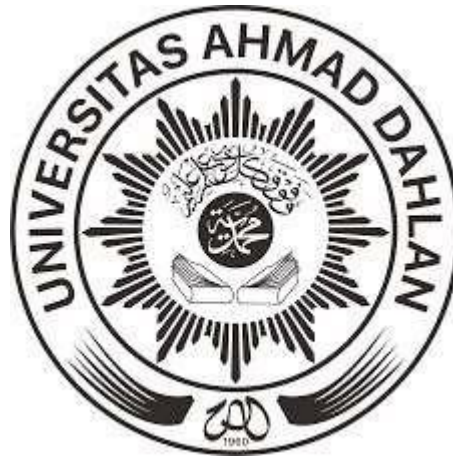


**PENGEMBANGAN DESAIN DAN KONTROL
LENGAN MANIPULATOR PADA ROBOT *HEXAPOD*
DENGAN *SMART VISION* SENSOR**

SKRIPSI



Gralo Yopa Rahmat Pratama
1900022028

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

**Pengembangan Desain dan Kontrol Lengan Manipulator pada Robot *Hexapod*
dengan *Smart Vision Sensor***

yang diajukan oleh

Gralo Yopa Rahmat Pratama
1900022028

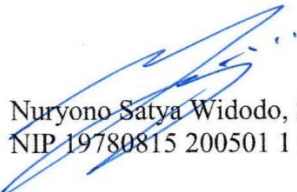
kepada

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan

Telah disetujui untuk diajukan dalam seminar oleh:

Pembimbing,

Yogyakarta, 31 Juli 2023


Nuryono Satya Widodo, S.T., M.Eng.
NIP 19780815 200501 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**Pengembangan Desain dan Kontrol Lengan Manipulator pada Robot *Hexapod*
dengan *Smart Vision Sensor***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Gralo Yopa Rahmat Pratama

1900022028

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 31 Juli 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

Ketua : Nuryono Satya Widodo, S.T., M.Eng.

Anggota : 1. Dr. Ir. Riky Dwi Puriyanto, S.T., M.Eng.

2. Arsyad Cahya Subrata, S.T., M.T.

Dekan

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan



Dr. Sunardi, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

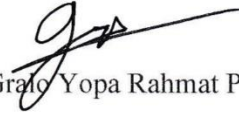
Nama : Gralo Yopa Rahmat Pratama
NIM : 1900022028
Email : gralo1900022028@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro
Judul tugas akhir : Pengembangan Desain dan Kontrol Lengan Manipulator
pada Robot *Hexapod* dengan *Smart Vision* Sensor

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain. Kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain. Kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 31 Juli 2023


Gralo Yopa Rahmat Pratama

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Gralo Yopa Rahmat Pratama
NIM : 1900022028
Email : gralo1900022028@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro
Judul tugas akhir : Pengembangan Desain dan Kontrol Lengan Manipulator
pada Robot *Hexapod* dengan *Smart Vision* Sensor

Dengan ini saya menyatakan hak *Sepenuhnya* kepada Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengolahan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak):

Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repository Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 31 Juli 2023


Gralo Yopa Rahmat Pratama

Mengetahui,
Pembimbing


Nuryono Satya Widodo, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gralo Yopa Rahmat Pratama

NIM : 1900022028


Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenar bahwa skripsi/tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi/tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Yang membuat pernyataan,


Gralo Yopa Rahmat Pratama

MOTTO

“MENUJU TAK TERBATAS DAN MELAMPAUINYA”

“MENUNDA PEKERJAAN SAMA DENGAN MENUNDA KESUKSESAN”

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah dan segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-nya dengan rasa syukur yang mendalam dengan telah di selesaikan skripsi ini penulis mempersembahkannya kepada:

1. Bapak Ir. Sunardi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan;
2. Bapak Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
3. Bapak Nuryono Widodo, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik;
4. Seluruh dosen pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang tak ternilai selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan;
5. Kedua orang tua penulis, Ereskayanto, S.T. dan Ns. Cut Paizah, S.Kep., yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, nasehat, serta kesabarannya dan dukungan yang luar biasa dalam setiap langkah penulis, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang membanggakan;
6. Teman-teman seperjuangan TIM AL-JAZARI, Rasyid Aufa Al-Mahdi dan Prasetya Murdaka Putra yang selalu bekerja sama dalam tim robot AL-JAZARI.
7. Teman-teman Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga pada saat perkuliahan;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dengan tulus dan ikhlas serta memberikan do'a dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini;
9. Diri sendiri yang selalu optimis dan pantang menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melakukan penelitian dan menjalankan tugas akhir dalam menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN DESAIN DAN KONTROL LENGAN MANIPULATOR PADA ROBOT *HEXAPOD* DENGAN *SMART VISION SENSOR*” penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan jauh dari kata sempurna baik dalam tata cara atau pola penulisan, baik kata maupun kalimat yang di gunakan terdapat kekurangan, serta hasil dari penelitian yang masih dapat dikembangkan maka dari pada itu penulis memohon untuk dapat di maklumi.

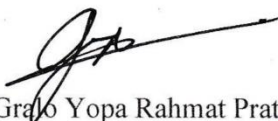
Segala kritik dan saran yang sifatnya membangun atas kekurangan akan diterima demi kesempurnaan dalam penyelesaian skripsi ini. Sehingga dapat berguna baik bagi penulis sendiri maupun pembaca pada umumnya. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis maupun pembaca, Semoga Allah.SWT selalu memberikan petunjuk-Nya dan kita selalu dalam lindungan-Nya. Aamiin

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bantuan dan kerja sama dari pihak lain dan tanpa adanya dukungan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini.

Demikian disampaikan, atas segala kekurangan penulis mohon maaf kepada Allah SWT kami mohon ampun atas kekurangannya penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 31 Juli 2023


Grajo Yopa Rahmat Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES	v
PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LISTING PROGRAM	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4

1.5	Tujuan Penelitian	4
1.6	Manfaat Penelitian	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA		5
2.1	Kajian Penelitian Terdahulu.....	5
2.2	Landasan Teori.....	14
2.2.2	Mikrokontroler	16
2.2.3	Lengan Robot	19
2.2.4	Link dan Joint.....	20
2.2.5	Motor Servo.....	20
2.2.6	Pengolahan Citra	22
2.2.7	Kamera Pixy	23
2.2.8	Area Perlombaan	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Objek Penelitian	27
3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.2.1	Alat-alat Penelitian	27
3.2.2	Bahan Penelitian.....	29
3.3	Perancangan Sistem.....	31
3.4	Pengujian Sistem	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Pengujian Elektronis Robot	37

4.2	Pengujian Deteksi Kamera Pixy.....	38
4.3	Pengujian Serial Kamera Pixy dan Arduino Due.....	45
4.4	Perancangan Lengan Manipulator.....	59
4.5	Pengujian Kontrol Lengan Manipulator.....	61
4.6	Pengecekan Sensor HC-SR04.....	64
4.7	Uji Coba Penyelamatan Korban.....	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Robot Hexapod	16
Gambar 2. 2 Arduino Due	17
Gambar 2. 3 Tampilan Pin <i>Out</i> Arduino Due	18
Gambar 2. 4 Lengan Robot	19
Gambar 2. 5 Link dan Joint	20
Gambar 2. 6 Servo MG90S	21
Gambar 2. 7 Tampilan Pin <i>Out</i> Servo MG90S	21
Gambar 2. 8 Kamera Pixy 2	24
Gambar 2. 9 Tampilan Diagram Pin <i>Out</i> Kamera Pixy	24
Gambar 2. 10 Arena Perlombaan KRSRI 2022 Tingkat Regional	26
Gambar 2. 11 Arena Perlombaan KRSRI 2022 Tingkat Nasional	26
Gambar 4. 1 Titik Pengukuran Tegangan Robot <i>Hexapod</i>	38
Gambar 4. 2 Pixy <i>Parameters</i>	40
Gambar 4. 3 <i>Signature Labels</i> Pixy	40
Gambar 4. 4 Hasil Deteksi Objek Korban	41
Gambar 4. 5 Posisi <i>Frame</i> Kamera Pixy	47
Gambar 4. 6 Hasil Deteksi Objek Berada di kiri	47
Gambar 4. 7 Tampilan Serial Monitor Pendeteksian Berada di kiri	48
Gambar 4. 8 Hasil Deteksi Objek Berada di kanan	48
Gambar 4. 9 Tampilan Serial Monitor Pendeteksian Berada di kanan	49
Gambar 4. 10 Hasil Deteksi Objek Berada di tengah	49
Gambar 4. 11 Tampilan Serial Monitor Pendeteksian Berada di tengah	50
Gambar 4. 12 Posisi Robot di kanan korban	50

Gambar 4. 13 Posisi Robot di Kiri Korban	51
Gambar 4. 14 Posisi Robot dan Korban sejajar	51
Gambar 4. 15 Luas Penglihatan kamera Pixy pada <i>Track</i>	51
Gambar 4. 16 Posisi robot pada saat pengambilan data sudut pandang kamera...	52
Gambar 4. 17 Luas Penglihatan Horizontal Kamera Pixy	52
Gambar 4. 18 Luas Penglihatan Vertikal Kamera Pixy	53
Gambar 4. 19 Sudut Pada Saat Posisi Horizontal	53
Gambar 4. 20 Sudut Pada Saat Posisi Vertikal	54
Gambar 4. 21 <i>Track</i> KRSRI 2022.....	54
Gambar 4. 22 Desain Lengan Manipulator <i>Assembled</i>	60
Gambar 4. 23 Tampak Atas Lengan Manipulator.....	60
Gambar 4. 24 Tampak Bawah Lengan Manipulator.....	60
Gambar 4. 25 Tampak Samping Lengan Manipulator.....	61
Gambar 4. 26 Lengan Manipulator Pada Robot <i>Hexapod</i>	61
Gambar 4. 27 Petunjuk Posisi Servo.....	62
Gambar 4. 28 Jarak dinding dan robot.....	64
Gambar 4. 29 Deteksi Dengan Pencahayaan baik	68
Gambar 4. 30 Deteksi Dengan Pencahayaan Redup.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman penelitian.....	13
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Due	18
Tabel 2. 3 Spesifikasi Servo MG90S	22
Tabel 2. 4 Spesifikasi Kamera Pixy	25
Tabel 4. 1 Tangan I/O <i>Mini system</i>	38
Tabel 4. 2 Uji coba Deteksi dengan beberapa warna	41
Tabel 4. 3 Sudut Pandang Kamera Pixy.....	56
Tabel 4. 4 Kontrol Servo Lengan Manipulator	62
Tabel 4. 5 Penyelamatan Korban Dengan Pencayahaan baik	65
Tabel 4. 6 Penyelamatan Korban Dengan Pencayahaan Redup	66

DAFTAR LISTING PROGRAM

Listing Program 4. 1 Program Rumus Posisi Korban	45
Listing Program 4. 2 Kondisi Pergerakan robot.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Video Pengambilan Data	75
Lampiran 2. Program Void Geser Kiri.....	76
Lampiran 3. Program Void Geser Kanan.....	78
Lampiran 4. Program <i>Standby</i>	80
Lampiran 5. Perancangan Desain Lengan Manipulator	81

PENGEMBANGAN DESAIN DAN KONTROL LENGAN MANIPULATOR PADA ROBOT *HEXAPOD* DENGAN *SMART VISION SENSOR*

**Gralo Yopa Rahmat Pratama
1900022028**

ABSTRAK

Pada tahun 2021 kontes robot *Search and Rescue* Indonesia mengalami perubahan yang sangat signifikan mulai dari nama yang awalnya Kontes Robot Pemadam Api pada tahun 2021 berubah menjadi Kontes Robot *Search and Rescue*. Pada Kontes Robot *Search and Rescue*, misi yang sangat signifikan yaitu mematikan lilin dan penyelamatan korban, karena kedua misi ini memiliki nilai point yang sangat tinggi dan jika tidak berhasil maka akan dikenakan penalti yang besar. Dengan adanya peraturan perlombaan yang baru ini robot yang digunakan pada Kontes Robot *Search and Rescue* Indonesia sangat diperlukan penambahan lengan robot manipulator untuk menyelesaikan misi penyelamatan korban.

Pengembangan Desain dan Kontrol Lengan Manipulator pada Robot *Hexapod* dengan *Smart Vision Sensor* ini diharapkan dapat membantu perkembangan robot *hexapod* tim AL-JAZARI dalam misi penyelamatan korban. Penelitian ini melakukan pengembangan desain dan kontrol dari lengan robot manipulator yang dapat menyelamatkan korban pada rule perlombaan Kontes Robot *Search and Rescue* Indonesia. Penelitian ini menggunakan input dari kamera Pixy dan outputnya yaitu berupa pergerakan lengan manipulator dari servo MG90S yang dapat menyelamatkan korban yang berwarna orange. Kamera Pixy digunakan untuk mendeteksi korban dan diambil oleh lengan robot. Lengan manipulator menggunakan servo MG90S sebagai aktuatornya sedangkan penyangga dari servo menggunakan 3D print yang telah didesain sedemikian rupa agar dapat menyesuaikan dengan badan robot dan efisien pada saat menyelamatkan korban.

Hasil penelitian ini robot dapat dijalankan pada track penyelamatan korban dengan menekan tombol start lalu robot akan bergerak secara otonom dengan tingkat keberhasilan penyelamatan korban sebesar 85% pada pencahayaan yang baik dan tingkat keberhasilan pada pencahayaan redup sebesar 80%.

Kata Kunci: *Hexapod*, KRSRI, Arduino, Sensor, Mikrokontroler, Manipulator, Robot, Pixy

DEVELOPMENT OF DESIGN AND CONTROL MANIPULATOR ARM ON HEXAPOD ROBOT WITH SMART VISION SENSOR

Gralo Yopa Rahmat Pratama

1900022028

ABSTRACT

In 2021, the Indonesian Search and Rescue Robot competition underwent significant changes, transitioning from its original name of "Kontes Robot Pemadam Api" to "Kontes Robot Search and Rescue". In the Kontes Robot Search and Rescue, two crucial missions are extinguishing a candle and rescuing victims, both of which hold high point values. Failing to accomplish these missions results in substantial penalties. Due to these new competition regulations, the addition of a manipulator robot arm has become essential for completing victim rescue missions.

This research focuses on the Development of the Design and Control of Manipulator Arm on a Hexapod Robot with a Smart Vision Sensor, aiming to aid the progress of the AL-JAZARI hexapod robot team in victim rescue missions. The study involves the development of the design and control of a robot manipulator arm capable of rescuing victims, adhering to the rules of the Indonesian Search and Rescue Robot Contest. The research employs input from the Pixy camera, with the output being the movement of the manipulator's arm using the MG90S servo to save victims with an orange hue. The Pixy camera detects victims and provides data to the robot's manipulator arm. The manipulator's arm utilizes the MG90S servo as its actuator, while the servo's support structure is 3D printed, designed to conform to the robot's body and optimize victim rescue efficiency.

The results of this study indicate that the robot can navigate the victim rescue track upon pressing the start button, subsequently operating autonomously with a victim rescue success rate of 85% on good lighting and rescue success rate of 80% on dim lighting.

Keywords: *Hexapod, Indonesian Search and Rescue Robot Contest., Arduino, Sensor, Microcontroller, Manipulator, Robot, Pixy*