

**SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI *COOPERATIVE*
AUTOMATED GUIDED VEHICLE MENGGUNAKAN ODROID**

TUGAS AKHIR



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA

Oleh:
Sultan Agung Pangeran Firdaus
NRP: 160116059

**PEMINATAN INTELLIGENT ROBOTICS
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SURABAYA**

2023

Pembimbing 1	Pembimbing 2	PAJ

**SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI *COOPERATIVE*
AUTOMATED GUIDED VEHICLE MENGGUNAKAN ODROID**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA

Oleh:
Sultan Agung Pangeran Firdaus
NRP: 160116059

**PEMINATAN INTELLIGENT ROBOTICS
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SURABAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :
Nama : Sultan Agung Pangeran Firdaus.
NRP : 160116059.
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro.
Judul Tugas Akhir : Sistem kontrol terdistribusi *cooperative Automated Guided Vehicle* menggunakan odroid.

Telah diperiksa Dosen Pembimbing dan berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji untuk diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya.

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Nemuel Daniel Pah, S.T., M.Eng., Ph.D.
(NPK: 195040)

Djuwari, S.T., Ph.D.
(NPK: 198036)

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Veronica Indrawati, M.T.
(NPK: 194029)

Hendi Wicaksono Agung D, S.T., M.T.
(NPK: 208002)

Ditetapkan di : Surabaya

Tanggal :

Mengetahui
Ketua Jurusan

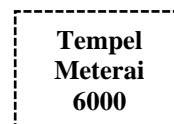
Susilo Wibowo, S.T., M.Eng.
(NPK: 200047)

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Sultan Agung Pangeran Firdaus.
NRP : 160116059.
Jurusan : Teknik Elektro.
Fakultas : Teknik.
Judul : Sistem kontrol terdistribusi *cooperative Automated Guided Vehicle* menggunakan odroid.

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, semua sumber kutipan dan rujukan telah saya tulis dengan benar dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab atas nama diri sendiri dan menerima sanksi berdasarkan ketentuan yang berlaku di Universitas Surabaya.

Tanggal:



Nama: Sultan Agung Pangeran Firdaus.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem kontrol terdistribusi *cooperative Automated Guided Vehicle* menggunakan odroid”. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Surabaya.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca terutama mahasiswa/mahasiswi Teknik Elektro. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah yang Dia berikan kepada penulis sehingga Tugas Akhir dan penulisan buku Tugas Akhir dapat terselesaikan.
2. Orang tua penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungannya kepada penulis.
3. Bapak Susilo Wibowo, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya.
4. Bapak Nemuel Daniel Pah, S.T., M.Eng., Ph.D. dan Bapak Djuwari, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan pembinaan dan bimbingan kepada penulis.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Surabaya yang telah memberikan dan membagi ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.

6. Teman-teman Teknik Elektro Universitas Surabaya angkatan 2016 dan 2017 lainnya yang telah menjadi teman belajar selama masa perkuliahan.
7. Para Karyawan Jurusan Teknik Elektro Ubaya, Ibu Lucia, Bapak Yuri, dan Ibu Astri, atas bantuan dan dukungan kepada penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Untuk itu, segala kritik dan saran akan penulis terima dengan senang hati demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 20 Januari 2020

Penulis

JUDUL: SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI *COOPERATIVE AUTOMATED GUIDED VEHICLE* MENGGUNAKAN ODROID

Nama: Sultan Agung Pangeran Firdaus.

Jurusan: Teknik Elektro.

Pembimbing 1: Nemuel Daniel Pah, S.T., M.Eng., Ph.D.

Pembimbing 2: Djuwari, S.T., Ph.D.

ABSTRAK

Tugas Akhir ini mendesain sistem kontrol untuk mengendalikan lebih dari satu *Automated Guided Vehicle* (AGV) yang saling bekerjasama menggunakan prinsip kontrol terdistribusi menggunakan odroid. Dengan berkembangnya industri manufaktur yang menggunakan material besar atau menghasilkan hasil produksi dengan ukuran besar seperti baling – baling pembangkit listrik, sedangkan kemampuan angkut oleh sebuah AGV sangat terbatas, oleh karena itu sistem pengangkutan saat ini membutuhkan sistem kontrol yang memungkinkan dua atau lebih AGV untuk saling bekerjasama mengangkut material besar tersebut. Desain sistem kontrol mengadopsi teknologi robot *swarm* yang dapat bekerja bersama hanya dengan menggunakan sistem kontrol lokal. Dengan menggunakan simulasi dari *software* matematika populer, sistem kontrol didesain dan divalidasi dengan membandingkan dengan sistem kontrol *leader-follower*. Hasil komparasi menunjukkan sistem kontrol yang mengadopsi teknologi robot *swarm* dapat melakukan kerjasama mengangkut material dari tempat A menuju tempat B dalam waktu tempuh rerata lebih singkat dibanding sistem kontrol lainnya, yaitu dengan rata – rata 10 %.

Kata kunci: AGV, sistem kontrol terdistribusi, material besar.

TITLE: *DISTRIBUTED CONTROL OF COOPERATIVE AUTOMATED
GUIDED VEHICLE USING ODROID*

Name: Sultan Agung Pangeran Firdaus.
Dicipline: Electrical Engineering.
Advisor 1: Nemuel Daniel Pah, S.T., M.Eng., Ph.D.
Advisor 2: Djuwari, S.T., Ph.D.

ABSTRACT

The purpose of the Final Project is to design a control system to control more than one Automated Guided Vehicle (AGV), which cooperates with the distributed control principle using odroid. The manufacturing industries that use large materials or produce large-sized material such as the blades of the power plant developed. However, the transport capability of an AGV very limited, so that the current material handling system needs a control system that allows two or more AGVs to work together to transport extensive material. The control system designed adopts swarm robot technology, which can work together only by using a local control system. By creating simulations from popular mathematical software, the control system is designed and validated by comparing it with the leader-follower control system. The results show that the proposed control system can collaborate in transporting material from place A to place B in a shorter average time than other control systems, with an average is 10%.

Keywords: AGV, distributed control, large material.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENYERAHAN TUGAS AKHIR MAHASISWA DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Metode Penyelesaian	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1. Lorem ipsum dolor sit amet.....	5

2.2. Consectetur adipisicing elit.....	6
2.3. Sed do eiusmod tempor incididunt ut	7
2.4. Labore et dolore magna aliqua	7
BAB 3 PERANCANGAN ALAT.....	8
3.1. Diagram Blok Sistem.....	8
3.2. Desain Pemrograman pada Sistem Nano <i>Master</i>	9
3.3. Desain Elektronika pada <i>Driver</i> Motor L298.....	9
3.3.1. Analisis Komponen L298.....	10
3.3.2. Pengaturan Tegangan Disipasi L298.....	10
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS PENGUKURAN	11
4.1. Pengujian kecepatan motor DC	11
4.2. Pengujian consectetur adipisicing.....	12
4.3. Pengujian do eiusmod tempor incididunt	13
4.4. Pengujian ut labore et dolore magna aliqua.....	14
4.5. Komparasi ut enim ad minim veniam, dan exercitation ullamco laboris	14
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN.....	15
5.1. Simpulan	15
5.2. Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17

LAMPIRAN A 19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aplikasi Kata Baku Indonesia [1]	6
Gambar 2.2. <i>Full Connectivity Algorithm</i> [2]	6
Gambar 3.1. Diagram Blok Robot AGV	8
Gambar 4.1. Grafik Kecepatan Rata – rata untuk 6 Nilai Tegangan	13

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komparasi Fitur L298 dengan <i>Driver</i> Motor Lainnya	9
Tabel 4.1. Hasil 10 kali Pengukuran Kecepatan Motor DC pada 12 V	13

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab 1 berisikan latar belakang pemilihan topik menjadi topik penelitian, dan kemudian dituangkan menjadi buku Tugas Akhir. Perumusan masalah berisikan masalah – masalah yang muncul terkait dengan penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir. Setelah perumusan masalah, tujuan dan metode penyelesaian Tugas Akhir dijelaskan secara singkat yang dikaitkan dengan latar belakang dan perumusan masalah. Bab 1 diakhiri dengan subbab sistematika penulisan yang berisikan urutan penulisan bab dan subbab pada Tugas Akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla

pariatum. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

1.2. Perumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa permasalahan yang ingin diselesaikan untuk mencapai tujuan penelitian, permasalahan tersebut antara lain:

1. Bagaimana lorem ipsum dolor sit amet?
2. Bagaimana consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua?
3. Bagaimana minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat?
4. Bagaimana dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur?
5. Bagaimana irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur?

1.3. Tujuan

Penelitian pada Tugas Akhir bertujuan untuk ipsum dolor sit amet magna aliqua enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat, dan irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

1.4. Metode Penyelesaian

Metode penyelesaian Tugas Akhir terbagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
2. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.
3. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.
4. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.
5. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
6. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.
7. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, sistematika disusun dalam lima Bab, dan pada setiap Bab terdiri atas beberapa subbab. Materi dari tiap – tiap Bab diuraikan sebagai berikut.

- Bab 1 Merupakan Bab pendahuluan yang berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, metode penyelesaian, dan sistematika penulisan Buku Tugas Akhir.
- Bab 2 Membahas teori – teori dasar yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir, yaitu tentang quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat, irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur nostrud exercitation, dan ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.
- Bab 3 Membahas mengenai perencanaan pembuatan konsep desain sistem besar, konsep desain sistem Tugas Akhir, quis nostrud, irure dolor in reprehenderit in voluptate, velit esse cillum dolore eu fugiat nulla, dan pariatur nostrud exercitation ullamco.
- Bab 4 Membahas tentang hasil pengujian dari desain yang dibuat terkait alat irure dolor in reprehenderit in voluptate, velit esse cillum dolore eu fugiat nulla, dan pariatur nostrud exercitation ullamco.
- Bab 5 Merupakan bagian penutup yang berisi simpulan dan saran dari Tugas Akhir.

BAB 2

DASAR TEORI

Pada Bab 2 membahas dasar teori yang menjadi penunjang untuk pembuatan Tugas Akhir. Dasar teori penunjang antara lain meliputi lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut, dan labore et dolore magna aliqua.

2.1. Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis

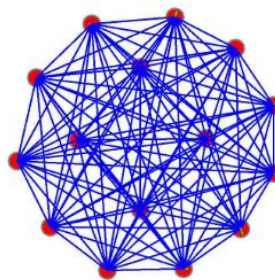
nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.

2.2. Consectetur adipisicing elit

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.



Gambar 2.1. Aplikasi Kata Baku Indonesia [1]



Gambar 2.2. Full Connectivity Algorithm [2]

2.3. Sed do eiusmod tempor incididunt ut

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Persamaan matematika ditulis dengan tabulasi 1.5 cm dari kiri dan harus mempunyai nomor yang diletakkan di sebelahnya dan rata kanan terhadap batas kanan pengetikan [3]. Interaksi antar robot mempunyai formula sesuai dengan persamaan (2.1) – (2.2).

$$u_i = k \sum_{j \in \mathcal{V}_i} (x_j - x_i) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$m_i = l \sum_{j \in \mathcal{V}_i} (z_j - z_i) \dots \dots \dots (2.2)$$

Input robot-*i* dinotasikan dengan u_i , k adalah konstanta pengali koneksi interaksi robot, sedangkan posisi robot-*i* dan robot-*j* dinotasikan dengan x_i dan x_j .

2.4. Labore et dolore magna aliqua

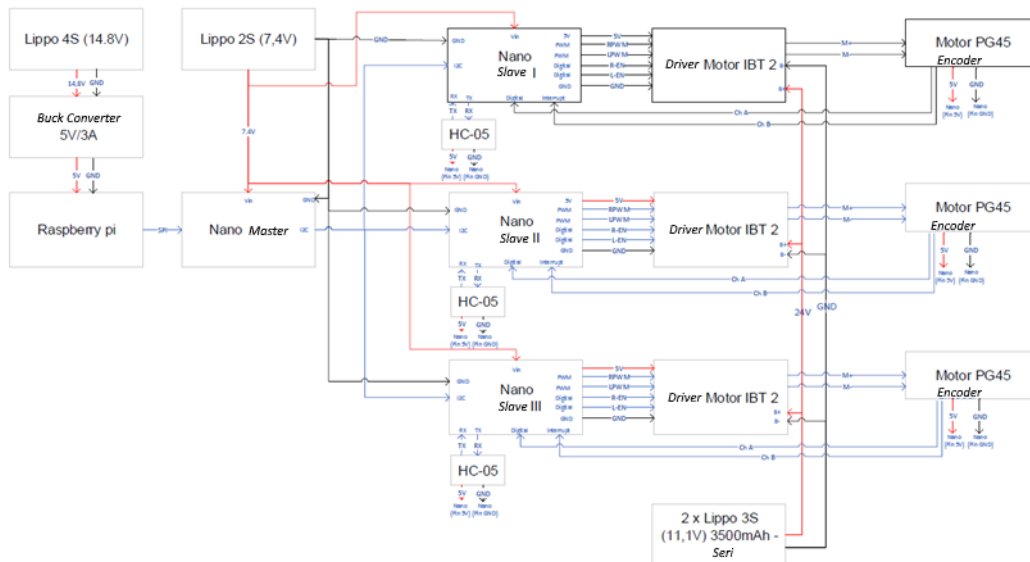
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur [4] dan [5].

BAB 3

PERANCANGAN ALAT

Pada Bab ini didesain sebuah sistem kontrol AGV yang memanfaatkan board odroid sebagai *micro-computer*. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Tahap pertama yang harus dikerjakan adalah membuat desain besar sistem yang digambarkan dengan diagram blok seperti terlihat pada Gambar 3.1, kemudian diikuti dengan penjelasan desain untuk masing – masing blok tersebut.

3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 3.1. Diagram Blok Robot AGV

3.2. Desain Pemrograman pada Sistem Nano *Master*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

3.3. Desain Elektronika pada *Driver* Motor L298

Perhitungan komponen elektronika mempunyai formula sesuai dengan persamaan (3.1) – (3.2(3.2)).

$$u_i = k \sum_{j \in \mathcal{V}_i} (x_j - x_i) \dots \dots \dots (3.1)$$

$$m_i = l \sum_{j \in \mathcal{V}_i} (z_j - z_i) \dots \dots \dots (3.2)$$

Input robot-*i* diberi notasi u_i , k merupakan konstanta *gain* koneksi interaksi robot, sedangkan posisi robot-*i* dan robot-*j* dinotasikan dengan x_i dan x_j pada sumbu koordinat. Adapun tabel komparasi dari fitur – fitur L298 dengan *driver* motor lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Tabel 3.1. Komparasi Fitur L298 dengan *Driver* Motor Lainnya

	Kemampuan Arus	Tegangan Kerja	Sistem Proteksi	Harga
L298	10 A	24 V	Ada	Murah
TIP41 <i>module</i>	3 A	Bebas	Tidak ada	Relatif

3.3.1. Analisis Komponen L298

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

3.3.2. Pengaturan Tegangan Disipasi L298

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS PENGUKURAN

Setelah melalui tahap perancangan sistem, realisasi alat, dan melakukan beberapa *troubleshooting*, pada Bab 4 ini dilakukan pengujian masing – masing blok, pengujian secara keseluruhan, dan analisis pengukuran yang didapat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan penelitian pada Tugas Akhir. Pada Tugas Akhir ini yang diuji adalah kinerja alat per blok, kinerja secara keseluruhan, komparasi dengan sistem kontrol yang telah ada, dan analisis performansi alat dengan beberapa pengujian sebagai berikut.

1. Pengujian kecepatan motor DC.
2. Pengujian *consectetur adipisicing*.
3. Pengujian *do eiusmod tempor incididunt*.
4. Pengujian *ut labore et dolore magna aliqua*.
5. Komparasi *ut enim ad minim veniam, dan exercitation ullamco laboris*.

4.1. Pengujian kecepatan motor DC

Pengujian kecepatan motor DC bertujuan untuk mendapatkan respon kecepatan motor dari beberapa tegangan. Respon yang diharapkan dari setiap besar tegangan adalah respon linear. Kecepatan motor yang didapat dari pengukuran mempunyai satuan RPM. Besar tegangan yang digunakan untuk menguji kecepatan motor adalah 6 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, dan 24 V. Setiap tegangan dilakukan 10 kali pengukuran.

Cara pengujian yang dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu (1) menyiapkan power suplai dengan besar tegangan yang terendah lebih dulu, (2) menghubungkan *sensor encoder* yang ada di motor DC dengan *input analog* Arduino, (3) membuat program untuk memroses data *pulse* yang diperoleh, (4) mengonversi data yang didapat menjadi data RPM, (5) menampilkan pada *serial print*, (6) memberhentikan pengambilan data setelah 1 menit, (7) menyalin data di *serial print* ke program *sheet*, (8) mengulangi hingga 10 kali percobaan dengan jeda beberapa menit, (9) membuat grafik kecepatan, (10) mengulangi untuk beberapa besar tegangan lainnya.

Beberapa data yang diperoleh dari pengujian kecepatan motor DC dengan besar tegangan 12 V dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil pengukuran secara lengkap dapat dilihat pada lampiran. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat hasil pengukuran rata – rata untuk semua besar tegangan dalam bentuk grafik.

Melalui Gambar 4.1 dapat dianalisis bahwa kecepatan rerata pada 4 nilai tegangan memiliki respon linear yaitu pada tegangan 6 V, 12 V, 18 V, dan 24 V. Sedangkan kecepatan rerata pada tegangan 15 V dan 20 V, terjadi perbedaan yang cukup besar sehingga terlihat tidak selinear dengan kecepatan pada tegangan lainnya.

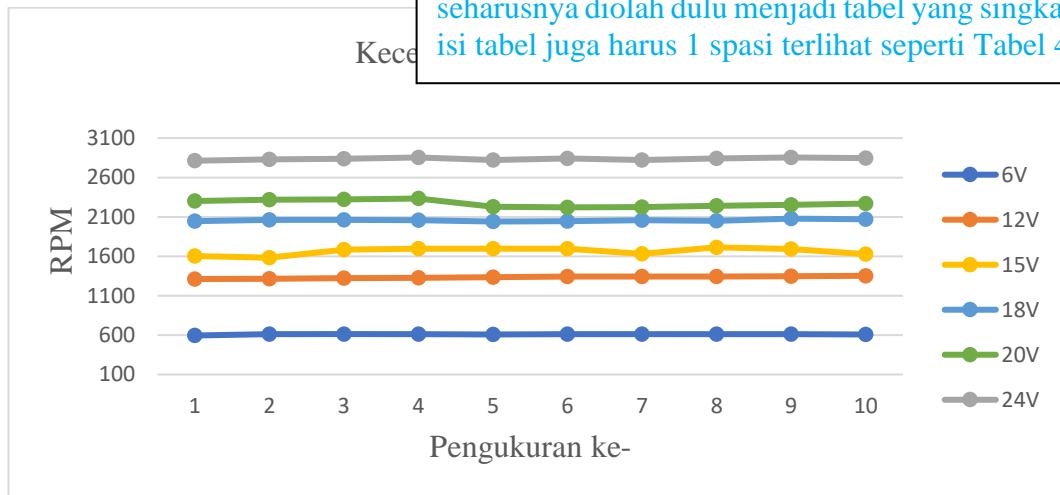
4.2. Pengujian consectetur adipisicing

Setelah melakukan pengujian kecepatan motor DC, selanjutnya dilakukan pengujian Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui.

Tabel 4.1. Hasil 10 kali Pengukuran Kecepatan Motor DC pada 12 V

waktu	P1	P2	P3	...	P10
t ₁	1308	1312	1309	...	1314
...	1310	1310	1313	...	1312
...	1312	1312	1312	...	1306
...	1312	1315	1312	...	1312
...
t ₆₀	1307	1309	1307	...	1311
min	1306	1310	1307	...	1305
max	1317	1313	1314	...	1317
rerata	1313	1312	1312	...	1313

Tabel tidak boleh ditampilkan lebih dari 1 halaman, apabila lebih dari 1 halaman artinya tabel anda memuat raw data yang seharusnya diolah dulu menjadi tabel yang singkat. Pengaturan isi tabel juga harus 1 spasi terlihat seperti Tabel 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Kecepatan Rata – rata untuk 6 Nilai Tegangan

Cara pengujian mengikuti metode berikut. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

4.3. Pengujian do eiusmod tempor incididunt

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui.

exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

4.4. Pengujian ut labore et dolore magna aliqua

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

4.5. Komparasi ut enim ad minim veniam, dan exercitation ullamco laboris

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui. exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisis pengukuran diperoleh bahwa sistem kontrol AGV telah menunjukkan performansi yang baik dengan beberapa simpulan dan juga terdapat saran untuk perbaikan performansi di masa datang.

5.1. Simpulan

Beberapa simpulan dapat diambil setelah melakukan perancangan alat, pengujian, dan analisis pengukuran sebagai berikut.

1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui.
2. Kecepatan AGV saat bekerja sama mempunyai *error* simpangan terbesar yaitu 0.004029 % dengan simpangan rerata sebesar 0.003123461 %.
3. Dibutuhkan waktu sinkronisasi agar AGV dapat berjalan bersama sebesar 1 menit 20 detik.
4. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim 30 m/s.
5. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua 3 hingga 5 meter.
6. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui 98 %.

5.2. Saran

Dari pengujian dan *troubleshooting*, alat ini masih memiliki kelemahan di bagian perangkat keras. Adapun beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya adalah

1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui.
2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, qui.

Jumlah halaman buku Tugas Akhir berkisar antara 80 hingga 100 halaman saja. Mahasiswa seringkali menyia-nyiakan jumlah halaman dengan memasukkan teori yang tidak terlalu penting atau teori yang sudah dijelaskan berulang kali di buku Tugas Akhir lainnya, jadi fokuslah dengan hanya menuliskan teori yang berkaitan dengan rancangan alat anda. Contoh, teori penguat amplifier menggunakan penguat operasional. Anda hanya menggunakan teori terkait dengan inverting amplifier, namun anda menuliskan semua termasuk dengan non-inverting amplifier, filter, dsb. Cukup tuliskan bahwa opamp mempunyai kemampuan a, b, c, d, namun di TA anda hanya memanfaatkan fitur b. Lalu jelaskan fitur b tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Mark W, H. Seth, and V. M., “Robot Dynamics and Control,” pp. 1–303, 2004.
- [2] B. Shucker and J. K. Bennett, “Virtual Spring Mesh Algorithms for Control of Distributed Robotic Macrosensors Department of Computer Science University of Colorado at Boulder Technical Report CU-CS-996-05 Virtual Spring Mesh Algorithms for Control of Distributed Robotic Macrosensors,” *Control*, no. May, pp. 1–13, 2005.
- [3] D. Lee, S. Lee, T. Kim, and H. Shim, “Distributed Algorithm for the Network Size Estimation : Blended Dynamics Approach,” *2018 IEEE Conf. Decis. Control*, no. Cdc, pp. 4577–4582, 2018.
- [4] C. A. TEUS, “Informasi Tugas Akhir Teknik Elektro Ubaya,” 2019. [Online]. Available: <http://te.ubaya.ac.id/tugas-akhir/>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [5] “Elektro Wikipedia.” [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Elektronika>. [Accessed: 10-Jan-2020].

LAMPIRAN A

HALAMAN KELAYAKAN PUBLIKASI
Artikel Jurnal Tugas Akhir

SISTEM KONTROL TERDISTRIBUSI *COOPERATIVE AUTOMATED GUIDED VEHICLE* MENGGUNAKAN ODROID



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA

Sultan Agung Pangeran Firdaus
NRP: 160116059

Yang mengesahkan,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ir. Veronica Indrawati, M.T

Susilo Wibowo, S.T., M.Eng.

Lampiran A adalah artikel Jurnal yang sudah memenuhi kaidah penulisan Jurnal yang diwajibkan oleh Perpustakaan Universitas Surabaya. Jumlah halaman artikel Jurnal berkisar 10 hingga maksimal 12 halaman sesuai penulisan Jurnal.

Panduan dapat diunduh di <http://elib.ubaya.ac.id/lib/?ddownload=858>

Tebal total halaman Lampiran tidak boleh melebihi SETENGAH dari jumlah halaman Tugas Akhir (selain Lampiran) yang dihitung termasuk halaman sampul. Contoh, total halaman Tugas Akhir dari halaman sampul hingga halaman Daftar Pustaka sebanyak 100 halaman, maka total maksimum halaman lampiran adalah 50 halaman. Apabila anda ingin melampirkan kode program, maka anda bisa mengatur 1 halaman berisi 2 atau 3 kolom untuk kode program. Atau anda bisa menuliskan beberapa baris untuk setiap prosedur atau fungsi, dan memberi catatan bahwa kode program lengkap ada di CD atau cloud.