



**UNIVERSITAS NASIONAL**

**SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS ARDUINO  
SEBAGAI ALAT BANTU KALIBRASI *TACHOMETER***

**SKRIPSI**

**MUHAMMAD YUDHA NINDAR**

**207005446033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
JAKARTA  
2023**



**NASIONAL UNIVERSITY**

**ARDUINO-BASED DC MOTOR SPEED CONTROL SYSTEM AS A  
TACHOMETER CALIBRATION TOOL**

**UNDERGRADUATE THESIS**

**MUHAMMAD YUDHA NINDAR**

**207005446033**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS  
FACULTY OF SCIENCE AND ENGINEERING  
UNIVERSITAS NASIONAL  
JAKARTA  
2023**

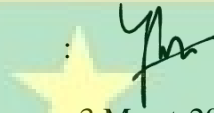
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Muhammad Yudha Nindar

NPM : 207005446033

Tanda Tangan :



Tanggal

: 3 Maret 2023



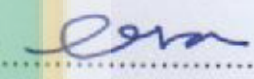
## HALAMAN PENGESAHAN

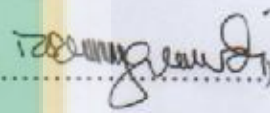
Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Muhammad Yudha Nindar  
NPM : 207005446033  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul Skripsi :

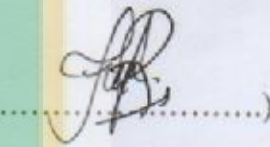
### **Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino Sebagai Alat Bantu Kalibrasi Tachometer**


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

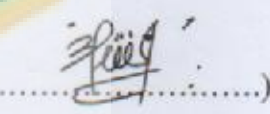
Dewan Penguji,

Pembimbing I : Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc. (.....)

Pembimbing II : Prof. Sunartoto Gunadi, M.Eng. (.....)

Penguji I : Fitri Rahmah, S.T., M.T. (.....)

Penguji II : Ir. Ajat Sudrajat, M.T., Ph.D. (.....)

Penguji III : Fitria Hidayanti, S.Si., M.Si. (.....)



Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Fisika

  
**Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc.**

NID. 0108019011

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 06 Maret 2023

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas karunia-Nya sehingga penulis dapat memulai dan menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul “**Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino Sebagai Alat Bantu Kalibrasi Tachometer**”. Tersusunnya Tugas Akhir ini merupakan tanda bahwa penulis telah menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana pada Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.

Sangat banyak pihak yang membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sehingga melalui kesempatan ini ijin penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih atas segala bantuan dalam berbagai bentuk yang telah diberikan kepada penulis dalam penelitian ini, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Drs. El Amry Bermawi Putera, M. A., selaku Rektor Universitas Nasional.
2. Bapak Novi Azman, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
3. Ibu Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang selama penelitian telah membimbing dan memberi masukan maupun semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Sunartoto Gunadi, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberi masukan serta berbagi pengalamannya di bidang ilmu pengetahuan sehingga penulis memperoleh semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Program Studi Teknik Fisika atas bantuannya selama penulis menuntut ilmu.
6. Orang tua dan saudara yang telah berperan sebagai *reminder* untuk menyelesaikan penelitian ini serta memberikan bantuan secara material dan moral.
7. Teman-teman yang telah banyak memberi semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.

8. Manajemen PT. Sigma Global Med yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menggunakan fasilitas di PT. Sigma Global Med dalam melaksanakan penelitian ini.

Skripsi ini tentunya masih jauh akan kata sempurna karena keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu sebelumnya penulis memohon maaf sebesar-besarnya. Agar skripsi ini menjadi lebih baik, Penulis berharap diberikan kritik dan saran dari semua pihak. Dengan begitu skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun para pembaca. Segala bentuk kritik dan saran dapat disampaikan melalui *email* penulis di [muhammadyudha877@gmail.com](mailto:muhammadyudha877@gmail.com). Akhir kata penulis ingin mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini berkah dan dapat bermanfaat bagi kita semua.



Jakarta, Maret 2023

  
Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Yudha Nindar  
NPM : 207005446033  
Program Studi : Teknik Fisika  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino Sebagai Alat Bantu  
Kalibrasi Tachometer**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalismedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 04 Maret 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Yudha Nindar

## ABSTRAK

Nama : Muhammad Yudha Nindar  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul : Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino Sebagai Alat Bantu Kalibrasi *Tachometer*

PT. Sigma Global Med menggunakan *tachometer tester* sebagai standar (kalibrator) dalam kalibrasi *tachometer*. Namun saat ini standar tersebut mengalami kerusakan dan tidak dapat berfungsi lagi. Produk seperti alat tersebut yang ada di pasaran masih memiliki harga yang tinggi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem kendali kecepatan pada motor DC berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai alat bantu kalibrasi *tachometer* yang bersifat *low cost* dan diharapkan dapat menjadi alternatif lain selain mengadakan *tachometer tester* yang baru. Rancang bangun terdiri dari kendali PID, Arduino Uno, motor DC, sensor kecepatan LM393, driver motor BTS7960, *keypad*, dan LCD 16x2. Aplikasi Matlab digunakan untuk memperoleh model matematis motor DC dan melakukan simulasi kendali PID. Pada pengujian, respon sistem kendali yang dihasilkan pada kecepatan putar 2000 rpm yaitu *settling time* = 1,37 detik, *overshoot* = 14,13%, *rise time* = 0,28 detik, dan memiliki *%error* pengukuran sebesar 0,03%. Pada kecepatan putar 2500 rpm menghasilkan respon sistem kendali *settling time* = 1,42 detik, *overshoot* = 18,26%, dan *rise time* = 0,42 detik, dan memiliki *%error* pengukuran sebesar 8,62%. Rancang bangun yang dibuat pada penelitian ini belum dapat dijadikan sebagai alat bantu kalibrasi *tachometer* di PT. Sigma Global Med karena kemampuan dalam menghasilkan kecepatan putar yang stabil hanya tercapai di beberapa titik ukur saja dan memiliki *%error* pengukuran yang cukup tinggi.

Kata kunci: *Tachometer*, motor DC, kendali PID.



## ABSTRACT

Name : Muhammad Yudha Nindar  
Study Program : Engineering Physics  
Title : Arduino Based DC Motor Speed Control System As Tachometer Calibration Tool

PT. Sigma Global Med uses a tachometer tester as a standard (calibrator) in tachometer calibration. But now the standard is damaged and can no longer function. Products like these tools on the market still have high prices. Therefore this study aims to create a speed control system for DC motors based on the Arduino Uno microcontroller as a tachometer calibration tool that is low cost and is expected to be an alternative to holding a new tachometer tester. The design consists of PID control, Arduino Uno, DC motor, LM393 speed sensor, BTS7960 motor driver, keypad, and 16x2 LCD. The Matlab application is used to obtain a mathematical model of a DC motor and perform a PID control simulation. In testing, the response of the control system generated at speed of 2000 rpm is settling time = 1.37 seconds, overshoot = 14.13%, rise time = 0.28 seconds, and has a % measurement error of 0.03%. At speed of 2500 rpm, the control system response is settling time = 1.42 seconds, overshoot = 18.26%, and rise time = 0.42 seconds, and has a % measurement error of 8.62%. The design made in this study cannot be used as a tachometer calibration tool at PT. Sigma Global Med due to its ability to generate stable speed is only achieved at a few measuring points and has a fairly high % measurement error.

Keywords: Tachometer; DC Motor; PID control.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>13</b>
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Perumusan Masalah.....	14
1.3 Tujuan Penelitian.....	14
1.4 Manfaat Penelitian.....	15
1.5 Batasan Masalah.....	15
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>16</b>
2.1 <i>Tachometer</i> .....	16
2.2 Kalibrasi <i>Tachometer</i> .....	17
2.3 Motor DC.....	19
2.4 Mikrokontroler.....	25
2.5 Sensor IR Kecepatan LM393.....	27
2.6 Kendali PID.....	28
2.7 Pemodelan Identifikasi Sistem <i>Matlab</i> .....	33
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>35</b>

3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	35
3.2	Bahan dan Alat.....	35
3.3	Cara Kerja.....	36
3.4	Desain Alat.....	38
3.5	Analisis Data.....	41
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>42</b>
4.1	Hasil Rancang Bangun.....	42
4.2	Data Keluaran Tegangan Arduino.....	43
4.3	Model Matematis Motor DC Berdasarkan Data Kecepatan Putar.....	44
4.4	Nilai Konstanta PID.....	46
4.5	Pengujian Respon Sistem Kendali Alat.....	48
4.6	Uji Akurasi.....	54
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>		<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>60</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Motor DC [6].....	20
Gambar 2. 2 Motor DC Sumber Daya Terpisah [7] .....	22
Gambar 2. 3 Rangkaian Motor Shunt [8] .....	22
Gambar 2. 4 Rangkaian Motor Seri [10].....	23
Gambar 2. 5 Rangkaian Motor Kompon [10] .....	24
Gambar 2. 6 Arduino Uno [11] .....	26
Gambar 2. 7 Sensor Kecepatan LM393 [12].....	28
Gambar 2. 8 Blok Diagram Kontrol PID [16].....	29
Gambar 2. 9 Tampilan SIT pada Matlab.....	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem Kerja Alat .....	36
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem Kerja Alat.....	37
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Kendali PID .....	38
Gambar 3. 4 Desain Perancangan Alat.....	38
Gambar 3. 5 Desain Perancangan Alat Tampak Samping .....	39
Gambar 3. 6 Desain Perancangan Alat Tampak Depan .....	39
Gambar 3. 7 Ilustrasi Penggunaan Rancang Bangun .....	40
Gambar 3. 8 Wiring Diagram Alat .....	41
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat .....	42
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Tampak Depan.....	43
Gambar 4. 3 Data Keluaran Tegangan Arduino.....	44
Gambar 4. 4 Data Kecepatan Putar Motor DC.....	45
Gambar 4. 5 Hasil Estimasi Sistem SIT .....	46
Gambar 4. 6 Diagram Blok Simulasi Pada Simulink.....	47
Gambar 4. 7 PID Tuner Pada Simulink.....	47
Gambar 4. 8 Hasil Tuning PID pada Simulink .....	48
Gambar 4. 9 Grafik Respon Sistem Alat Pada Kecepatan Putar 800 rpm .....	49
Gambar 4. 10 Grafik Respon Sistem Alat Pada Kecepatan Putar 1000 rpm .....	49
Gambar 4. 11 Grafik Respon Sistem Alat Pada Kecepatan Putar 1500 rpm .....	50
Gambar 4. 12 Grafik Respon Sistem Alat Pada Kecepatan Putar 2000 rpm .....	51
Gambar 4. 13 Grafik Respon Sistem Alat Pada Kecepatan Putar 2500 rpm .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino R3 .....	25
Tabel 3. 1 Matriks Pengumpulan Data.....	41
Tabel 4. 1 Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Hasil Uji Alat.....	52
Tabel 4. 2 Persentase Error Hasil Uji Alat .....	54
Tabel 4. 3 Hasil Uji Akurasi Alat.....	54

