

**ANALISIS PEMBERIAN TEGANGAN DAN SINYAL PWM PADA  
MOTOR DC SEBAGAI PENDORONG BOLA PADA ROBOT  
SEPAKBOLA BERODA**

**SKRIPSI  
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ELEKTRONIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ANDY KURNIA SANTOSO  
NIM. 135060300111051

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PEMBERIAN TEGANGAN DAN SINYAL PWM PADA**  
**MOTOR DC SEBAGAI PENDORONG BOLA PADA ROBOT**  
**SEPAKBOLA BERODA**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ANDY KURNIA SANTOSO**

**NIM.135060300111051**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 31 Juli 2017

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.**

**NIP. 19700329 200012 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Nurussa'adah, M.T.**

**NIP. 19680706 199203 2 001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan**

**M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIP. 19741203 200012 1 001**

JUDUL SKRIPSI:

ANALISIS PEMBERIAN TEGANGAN DAN SINYAL PWM PADA MOTOR DC  
SEBAGAI PENDORONG BOLA PADA ROBOT SEPAKBOLA BERODA

Nama Mahasiswa : ANDY KURNIA SANTOSO

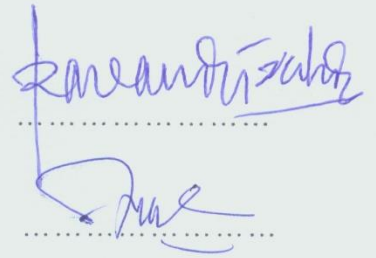
NIM : 135060300111051

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Komisi Pembimbing :

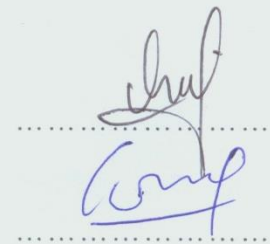
Ketua : Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T. ....



Anggota : Ir. Nurussa'adah, M.T. ....

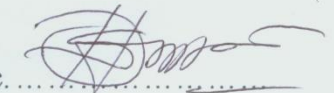
Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : R. Arief Setyawan, S.T., M.T. ....



Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc. ....

Dosen Penguji 3 : Dr. Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc. ....



Tanggal Ujian : 19 Juli 2017

SK Penguji : 846/UN.10.F07/SK/2017

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 3 Agustus 2017

**Mahasiswa,**



**Andy Kurnia Santoso**

**NIM. 135060300111051**

*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:*

*Ayahanda dan Ibunda tercinta*

## **ANDY KURNIA SANTOSO**

Tempat, Tanggal lahir: Jayapura, 24 Juni 1995

Email : andy.ksantoso24@gmail.com

No. Hp : 081232494935

Alamat : Perumahan Bukit Cemara Tidar E1-11, Sukun, Malang, 65149

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Laki-laki

### **RIWAYAT PENDIDIKAN**

2001-2007 : SD KARTIKA VI-I Jayapura

2007-2010 : SMP Negeri 5 Jayapura

2010-2013 : SMA Ar-Risalah Lirboyo Kediri

2013-2017 : Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang

### **EKSTRAKURIKULER**

2014-2017 : Asisten Laboratorium Elektronika

2014-2017 : Asisten Laboratorium Mekatronika dan Robotika

2014-2017 : Anggota Tim Robot Teknik Elektro Universitas Brawijaya

## RINGKASAN

**Andy Kurnia Santoso**, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 22 Juni 2017, *Analisis Pemberian Tegangan Dan Sinyal PWM Pada Motor DC Sebagai Pendorong Bola Pada Robot Sepakbola Beroda*. Dosen Pembimbing: Panca Mudjirahardjo, Nurussa'adah

*Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. PWM menggunakan sinyal digital untuk mengendalikan aplikasi daya sekaligus cukup mudah untuk dikonversikan kembali ke analog dengan perangkat keras minimum. Salah satu parameter untuk menghasilkan sinyal gelombang persegi adalah *duty cycle*. Sebagian besar gelombang persegi mendekati simetris yang dihasilkan mempunyai nilai *duty cycle* sebesar 50%. Waktu ON dapat divariasikan sepenuhnya antara sinyal yang memiliki nilai *duty cycle* sebesar 0% - 100%. Berdasarkan hasil penelitian, tegangan masukan pada motor mempengaruhi pada kecepatan putar motor. Motor DC yang digunakan memiliki kecepatan putar maksimal sebesar 800 rpm. Kecepatan terendah pengujian ketika tegangan masukan 11 V sebesar 310.9 rpm dan kecepatan tertinggi ketika tegangan 24 V sebesar 733.1 rpm. Sedangkan perubahan *duty cycle* mempengaruhi tegangan masukan pada driver. Dengan tegangan awal sebesar 24 V, tegangan pada driver saat *duty cycle* 10% adalah sebesar 2.44 V dan memiliki tegangan maksimum saat *duty cycle* 100% sebesar 23.52 V. Pada sistem keseluruhan, robot mampu mendorong bola dengan jarak terjauh sebesar 524 cm saat tegangan 24 V dan nilai *duty cycle* nya 100%. Untuk tegangan masukan yang sama, jarak dorongan berbanding lurus dengan nilai *duty cycle* pada PWM.

Kata kunci – PWM, Tegangan

## SUMMARY

**Andy Kurnia Santoso**, *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, 22 June 2017, Voltage and PWM Signal Analysis on DC Motor as a Ball Pusher On a Wheeled Soccer Robot. Academic Supervisor: Panca Mudjirahardjo, Nurussa'adah.*

*Pulse Width Modulation (PWM) is a way of manipulating signal widths expressed by pulses in a period to get different mean voltages. PWM uses digital signals to control power applications as well as easy enough to be converted back to analog with minimum hardware. One of the parameters to generate a square wave signal is the duty cycle. Most of the resulting symmetrical square wave has a duty cycle value of 50%. ON time can be varied completely between signals having a duty cycle value of 0% - 100%. Based on the research results, the input voltage on the motor affects the motor's rotational speed. The used DC motor has a maximum rotational speed of 800 rpm. The lowest speed of testing when the input voltage of 11 V at 310.9 rpm and the highest speed when the 24 V voltage of 733.1 rpm. While the changing of duty cycle affects the input voltage in the driver. With an initial voltage of 24 V, the voltage on the driver during the 10% duty cycle is 2.44 V and has a maximum voltage at 100% duty cycle of 23.52 V. On the whole system, the robot is capable of pushing the ball with the furthest distance of 524 cm at 24 V and its duty cycle value is 100%. For the same input voltage, the push spacing is directly proportional to the duty cycle value of the PWM.*

*Keywords – PWM, Voltage*



## PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya serta petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini.

Dalam penyusunan laporan ini tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi, namun penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan laporan ini berkat bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua Bapak Yudi Santoso dan Ibu Sri Suyati selaku orang tua penulis atas segala inspirasi, dukungan, nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya didalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
2. Seluruh Saudara, Keluarga besar dan Teman-teman di Jayapura.
3. Bapak M. Aziz Muslim, S.T., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
4. Bapak Hadi Suyono, S.T., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
5. Bapak Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, pengarahan, saran dan dukungannya selama proses pengerjaan skripsi.
6. Ibu Ir. Nurussa'adah, MT. selaku Dosen Pembimbing II dan KKDK Elektronika atas segala bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik yang telah diberikan selama proses pengerjaan skripsi.
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
8. Seluruh staff Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
9. Keluarga Tim Robot 13 atau asisten Laboratorium Mekaronika dan Robotika, Hasdi, Hemi, Chandra, Ryan, Oky, Ekky, Doni, Alec, Hanif, Itsna, Yuda, Surya, Dicka, Arfai, Hasyim, Ulya, Shinta, Hesti, dan Ain atas segala dukungan dan segala pengalaman, kebersamaan dan bantuan selama 3 tahun ini.
10. Adik-adik TIM Robot 2014 dan 2015 yang selalu mendukung dan memberi bantuan secara langsung maupun tidak langsung selama ini.

11. Keluarga Besar Laboratorium Elektronika atas segala pengalaman, kebersamaan dan bantuan selama menjadi asisten.
12. Teman-teman kontrakan SLR12, David, Kemal, Inul, Orlando, Mukti, Herman, dan Abyan atas segala keceriaannya selama ini.
13. Saudara - saudari “Spectrum” angkatan 2013 atas segala bantuan dan kebersamaan yang telah diberikan selama 4 tahun ini.
14. Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat memerlukan dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Mikrokontroler STM32 F401RE Nucleo.....	5
2.2 Pulse Width Modulation (PWM).....	7
2.3 <i>Rotary Encoder</i> .....	11
2.4 Motor DC.....	15
2.5 Driver Motor H-Bridge.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Studi Literatur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Penentuan Spesifikasi Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Perancangan <i>Hardware</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1 Perancangan Blok Diagram Keseluruhan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2 Perancangan Rangkaian Antarmuka Mikrokontroler Utama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3 Perancangan Catu Daya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Perancangan <i>Software</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Pengujian Alat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1 Pengujian Motor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2 Pengujian Duty Cycle Rangkaian Mikrokontroler dan Driver L298N .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3 Pengujian Perubahan nilai Tegangan terhadap perubahan <i>Duty Cycle</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4 Pengujian Rotary Encoder.....	30

3.5.5 Pengujian Driver Motor .....	30
3.5.6 Pengujian Jarak Tendangan Bola.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Pengujian Motor .....	33
4.2 Pengujian <i>Duty Cycle</i> Rangkaian Mikrokontroler dan Driver L298N .....	35
4.3 Pengujian Perubahan nilai Tegangan terhadap perubahan <i>Duty Cycle</i> .....	36
4.4. Pengujian Rotary Encoder .....	38
4.5 Pengujian Driver Motor.....	39
4.6 Pengujian Jarak Tendangan Bola .....	39
4.6.1 Jarak Tendangan Bola dengan Tegangan 12 Volt .....	39
4.6.2 Jarak Tendangan Bola dengan Tegangan 24 Volt .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN 1 .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN 2.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN 3.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN 4.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN 5.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Board Pinout .....	5
Gambar 2.2 Sinyal PWM .....	7
Gambar 2.3 Sinyal PWM dan persamaan $V_{out}$ PWM .....	8
Gambar 2.4 Pengaruh perubahan <i>Duty Cycle</i> terhadap Tegangan Output .....	8
Gambar 2.5 Rangkaian PWM Analog .....	9
Gambar 2.6 Pembentukan Sinyal PWM .....	9
Gambar 2.7 Pulsa <i>Output</i> dari perubahan nilai <i>Duty Cycle</i> .....	10
Gambar 2.8 Susunan pola 16 cincin konsentris pada <i>absolut encoder</i> ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 2.9 Piringan dengan 10 cincin dan 10 LED <i>photo-transistor</i> untuk membentuk sistem biner 10 bit .....	13
Gambar 2.10 Susunan piringan untuk <i>incremental encoder</i> .....	14
Gambar 2.11 <i>Magnetic Encoder</i> .....	14
Gambar 2.12 Motor DC .....	15
Gambar 2.13 Rangkaian motor penguat terpisah .....	17
Gambar 2.14 Rangkaian motor dc shunt .....	17
Gambar 2.15 Rangkaian ekuivalen motor dc seri .....	18
Gambar 2.16 <i>Driver motor H-bridge</i> L298N .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.17 Konfigurasi <i>H-bridge</i> MOSFET .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem secara keseluruhan .....	24
Gambar 3.2 Diagram Blok Antarmuka Mikrokontroler Utama Secara Keseluruhan .....	25
Gambar 3.3 Diagram Blok Catu Daya Sistem Keseluruhan .....	26
Gambar 3.4 Rangkaian catu daya 5V .....	26
Gambar 3.5 Diagram Alir sistem utama mobile robot .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.6 Skema pengujian perubahan kecepatan motor dan arus terhadap tegangan .....	28
Gambar 3.7 Skema pengujian <i>Duty Cycle</i> Rangkaian Mikrokontroler dan Driver L298N ....	29
Gambar 3.8 Skema pengujian perubahan nilai tegangan .....	30
Gambar 3.9 Skema pengujian rotary encoder .....	31

Gambar 3.10 Skema pengujian driver motor .....31

Gambar 4.1 Grafik Perubahan Tegangan terhadap Kecepatan Motor DC.....34

Gambar 4.2 Data keluaran osiloskop saat duty cycle 70% .....36

Gambar 4.3 Bentuk sinyal saat duty cycle 70% .....36

Gambar 4.4 Grafik Hubungan Duty Cycle terhadap tegangan rata-rata .....37

Gambar 4.5 Grafik Jarak Tendangan Bola dengan Tegangan 12 V.....41

Gambar 4.6 Grafik Jarak Tendangan Bola dengan Tegangan 24 V.....43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perubahan masukan terhadap aksi motor .....	21
Tabel 4.1. Data Pengujian Motor.....	34
Tabel 4.2. Pengujian duty cycle pada mikrokontroler dan driver .....	35
Tabel 4.3. Perubahan Duty Cycle terhadap Tegangan rata-rata .....	37
Tabel 4.4. Pengujian sensor rotary encoder.....	38
Tabel 4.5. Data perubahan masukan terhadap arah gerak platform .....	39
Tabel 4.6. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 10 cm .....	40
Tabel 4.7. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 20 cm .....	40
Tabel 4.8. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 20 cm .....	40
Tabel 4.9. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 20 cm .....	42
Tabel 4.10. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 20 cm .....	42
Tabel 4.11. Pengujian jarak tendangan bola dengan jarak antara robot dan bola sebesar 20 cm .....	42

