

**DESAIN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PID
MENGUNAKAN METODE ZIEGLER-NICHOLS PADA
SISTEM PERGERAKAN ROBOT SEPAK BOLA BERODA**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

HANIFAH NUR ISMAIL

NIM. 19034063

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2024

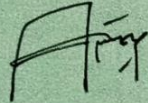
PERSETUJUAN SKRIPSI

**DESAIN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PID
MENGUNAKAN METODE ZIEGLER-NICHOLS PADA
SISTEM PERGERAKAN ROBOT SEPAK BOLA BERODA**

Nama : Hanifah Nur Ismail
NIM : 19034063
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

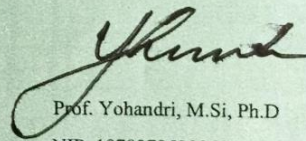
Padang, Juli 2024

Mengetahui,
Ketua Departemen



Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 196606031992031001

Disetujui Oleh,
Pembimbing



Prof. Yohandri, M.Si, Ph.D
NIP. 197807252006041003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

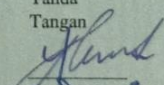

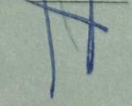
Nama : Hanifah Nur Ismail
NIM : 19034063
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

DESAIN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PID MENGUNAKAN METODE ZIEGLER-NICHOLS PADA SISTEM PERGERAKAN ROBOT SEPAK BOLA BERODA

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Juli 2024

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Prof. Yohandri, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	
Anggota	: Rio Anshari, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hanifah Nur Ismail
Tempat, Tanggal Lahir : Bukittinggi, 2 April 2001
NIM : 19034063
Program Studi : Fisika
Judul Penelitian / Skripsi : Desain dan Perancangan Sistem kontrol PID
Menggunakan Metode Zielger-Nichols pada
Sistem Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda

Dengan penuh kesadaran saya telah memahami sebaik – baiknya dan menyatakan bahwa penelitian dan karya ilmiah Skripsi ini bebas dari segala bentuk plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti adanya indikasi plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan bukti pedoman pendidikan yang berlaku di Universitas Negeri Padang.

Padang, 15 Agustus 2023

Mahasiswa



Hanifah Nur Ismail

NIM. 19034063

Desain dan Pembuatan Sistem Kontrol PID Menggunakan Metode Ziegler-Nichols Pada Sistem Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda

Hanifah Nur Ismail

ABSTRAK

Perkembangan pesat dalam bidang robotika telah mempengaruhi berbagai sektor, termasuk pendidikan. Kontes Robot Indonesia (KRI), yang diselenggarakan oleh Balai Pengembangan Talenta Indonesia, merupakan wadah untuk mengapresiasi inovasi di bidang robotika, termasuk Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI-B). Penelitian ini fokus pada pengaturan sistem kontrol PID pada motor DC tipe PG 45 dalam robot sepak bola beroda, dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols untuk menentukan parameter PID yang optimal. Tujuannya adalah merancang sistem kontrol PID yang stabil dan menganalisis pengaruh parameter K_p , K_i , dan K_d terhadap pergerakan robot. Penelitian ini memberikan manfaat praktis dan teoritis bagi pengembangan robot sepak bola beroda serta kontribusi penting bagi penelitian selanjutnya dalam bidang robotika.

Metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data untuk tujuan tertentu. Metode ini memiliki tiga sifat keilmuan: rasional, empiris, dan sistematis. Empiris menekankan pada apa yang dapat dilihat indra manusia, sedangkan rasionalitas menekankan pada penalaran manusia yang logis dan masuk akal. Sistemisasi juga mengacu pada penggunaan langkah-langkah yang disusun secara logis. Metode Ziegler-Nichols untuk parameter PID digunakan dalam penelitian kuantitatif ini. Tujuan dari analisis data yang dikumpulkan adalah untuk menguji hipotesis dan menentukan seberapa efektif dan berhasil sistem kontrol PID menjaga *output* sistem mendekati nilai *setpoint* saat mengontrol pergerakan robot sepak bola.

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perancangan dan pengimplementasian sistem kontrol PID pada motor DC PG45 telah berhasil dilakukan dengan menggunakan *rotary encoder* sebagai *output* RPM, serta digabungkan dengan kinematika tiga roda untuk pergerakan maju, mundur, kiri, dan kanan. Nilai-nilai K_p , K_i , dan K_d yang diperoleh dari masing-masing motor juga telah ditentukan, memperoleh kondisi kecepatan motor yang optimal pada

pengujian motor tanpa uji jalan. Namun, pada pengujian jalan, beberapa nilai masih belum mencapai *setpoint* karena adanya beban yang diberikan kepada motor. Pengaturan nilai K_p , K_i , dan K_d memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pergerakan robot sepak bola, di mana nilai-nilai ini mempengaruhi respons cepat terhadap kesalahan, pengurangan kesalahan yang bersifat konstan, dan responsivitas terhadap *overshoot*. Sebagai saran untuk tindak lanjut, penting untuk memperhatikan lingkungan uji coba robot, mempertimbangkan penggunaan sensor tambahan untuk meningkatkan akurasi data, dan melakukan pengujian serta evaluasi berulang untuk memastikan kinerja sistem yang diharapkan.

Keywords: Sistem Kontrol Pid, Ziegler-Nichols, Kinematika Tiga Roda

ABSTRACT

The rapid development in robotics has affected various sectors, including education. The Indonesian Robot Contest (KRI), organized by the Indonesian Talent Development Center, is a forum to appreciate innovations in the field of robotics, including the Wheeled Indonesian Soccer Robot Contest (KRSBI-B). This research focuses on setting up a PID control system on a PG 45 type DC motor in a wheeled soccer robot, using the Ziegler-Nichols method to determine the optimal PID parameters. The goal is to design a stable PID control system and analyze the effect of K_p , K_i , and K_d parameters on robot movement. This research provides practical and theoretical benefits for the development of wheeled soccer robots as well as an important contribution to further research in the field of robotics.

A research method is a scientific way to obtain data for a specific purpose. This method has three scientific properties: rational, empirical, and systematic. Empirical emphasizes what the human senses can see, while rationality emphasizes logical and reasonable human reasoning. Systemization also refers to the use of logically arranged steps. The Ziegler-Nichols method for PID parameters was used in this quantitative research. The purpose of analyzing the data collected was to test the hypothesis and determine how effectively and successfully the PID control system keeps the system output close to the setpoint value when controlling the movement of the soccer robot.

From the research results, it can be concluded that the design and implementation of a PID control system on a PG45 DC motor has been successfully carried out using a rotary encoder as an RPM output, and combined with three-wheel kinematics for forward, backward, left, and right movements. The values of K_p , K_i , and K_d obtained for each motor have also been determined, obtaining optimal motor speed conditions in motor testing without road tests. However, in the road test, some values still did not reach the setpoint due to the load applied to the motor. Setting the values of K_p , K_i , and K_d has a significant effect on the movement of the soccer robot, where these values affect the fast response to error, constant error reduction, and responsiveness to overshoot. As suggestions for follow-up, it is important to pay attention to the robot's test environment, consider using

additional sensors to improve data accuracy, and conduct repeated testing and evaluation to ensure the expected system performance.

Keywords: Pid Control System, Ziegler-Nichols, Three-Wheel Kinematics

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Puji dan syukur diucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya pada penulis sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan judul “Desain dan Pembuatan Sistem Kontrol PID Menggunakan Metode Ziegler-Nichols Pada Sistem Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda”. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, terutama kepada:

1. Teristimewa untuk kedua orang tua yaitu Papa Ismail dan Mama Riva dan adik-adik yang telah memberi *support* berupa doa dan dukungan dana sehingga penulisan skripsi ini berjalan lancar.
2. Bapak Prof. Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing atas segala bantuan yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Yulkifli, M.Si dan Bapak Rio Anshari, S.Pd., M.Si sebagai dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Dr. Harman Amir, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Staf administrasi dan laboran di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Rekan- Rekan Tim Al-Fath Robotik UNP yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
9. Rekan-Rekan Mahasiswa Departemen Fisika FMIPA UNP yang telah membantu berjuang sampai akhir dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung dan tidak langsung.
10. *The last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Batasan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Robot Sepak Bola.....	6
B. Sistem Kontrol PID	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Tempat dan Waktu Penelitian	25
C. Variabel Penelitian	25
D. Instrumen penelitian.....	26
E. Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Penyusunan Desain Penelitian	34
B. Pengambilan Parameter PID	37
C. Analisis Data	41

D. Interpretasi Hasil	48
BAB V PENUTUP.....	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Motor PG45	11
Tabel 2. Karakteristik H-Bridge Motor BTS7960	13
Tabel 3. Pin <i>Control Input</i> BTS 7960	14
Tabel 4. Pin <i>Input</i> dan <i>Output Power Motor</i> DC BTS7960.....	14
Tabel 5. Aturan Ziegler-Nichols	20
Tabel 6. Alat Penelitian.....	26
Tabel 7. Bahan Penelitian	27
Tabel 8. Perhitungan Kecepatan Masing-Masing Motor Tanpa PID.....	31
Tabel 9. Parameter PID	32
Tabel 10. Pengujian RPM <i>Rotary Encoder</i> pada Motor 1	36
Tabel 11. Pengujian <i>Rotary Encoder</i> pada Motor 2.....	36
Tabel 12. Pengujian RPM <i>Rotary Encoder</i> pada Motor 3	36
Tabel 13. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode Ziegler-Nichols 1	40
Tabel 14. Perhitungan Parameter PID Pada Motor 1	40
Tabel 15. Perhitungan Parameter PID Pada Motor 2	40
Tabel 16. Perhitungan Parameter PID Pada Motor 3	40
Tabel 17. Hasil Respons Sistem pada <i>Setpoint</i> pada Pergerakan Mundur.....	50
Tabel 18. Hasil Respons Sistem Pada Motor DC Saat Bergerak Maju	51
Tabel 19. Hasil Respons Sistem Pada Motor DC Saat Bergerak Kiri	52
Tabel 20. Hasil Respons Sistem Pada Motor DC Saat Bergerak Kanan	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Omniwheels</i> 100mm.....	6
Gambar 2. Bentuk dari <i>Three Omnidirectional Drive Robot</i>	8
Gambar 3. Kinematika dari Sebuah <i>Omnidirectional</i>	9
Gambar 4. Karakteristik Motor DC	11
Gambar 5. Motor PG45 7ppr	12
Gambar 6. Desain Sistem Pergerakan dan Sistem Lokomasi	13
Gambar 7. Driver Motor H-Bridge BTS 7960	13
Gambar 8. Rancangan Sistem Elektronik	15
Gambar 9. Deskripsi dari Sistem Kontrol	15
Gambar 10. Blok diagram sistem kontrol <i>open loop</i>	16
Gambar 11. Blok Diagram Sistem Kontrol <i>Close Loop</i>	17
Gambar 12. Proses Desain Penentuan Parameter L dan T.....	20
Gambar 13. Respons Sistem Unit-Step.....	21
Gambar 14. Langkah-Langkah Penelitian.....	24
Gambar 15. Desain Penelitian Perangkat Keras	28
Gambar 16. <i>Flowchart</i> Pergerakan Robot	30
Gambar 17. Base Robot	34
Gambar 18. Perancangan Rangkaian Motor DC.....	35
Gambar 19. Kurva S Metode Ziegler-Nichols Pada Motor 1	38
Gambar 20. Kurva S Metode Ziegler-Nichols Pada Motor 2	39
Gambar 21. Kurva S Metode Ziegler- Nichols Pada Motor 3	39
Gambar 22. Pengujian Motor Ketika Motor Berada Pada Media Kayu	41

Gambar 23. Pengujian Pada Motor DC Bergerak Mundur	42
Gambar 24. Kinematika Roda Arah Mundur	43
Gambar 25. Pengujian Pada Motor DC Maju	44
Gambar 26. Kinematika Roda Arah Maju	44
Gambar 27. Pengujian Pada Motor DC Kiri	45
Gambar 28. Kinematika Roda Arah Kiri	46
Gambar 29. Pengujian Pada Motor DC Kanan	47
Gambar 30. Kinematika Roda Arah Kanan	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Coding</i> Encoder.....	60
Lampiran 2. <i>Coding</i> PID.....	65
Lampiran 3. Data Pengujian PID pada Media Kayu	69
Lampiran 4. Data Sistem Kontrol PID untuk Pengujian Pergerakan Kiri.....	70
Lampiran 5. Data Sistem Kontrol PID untuk Pengujian Pergerakan Kanan.....	71
Lampiran 6. Data Sistem Kontrol PID untuk Pengujian Pergerakan Maju.....	71
Lampiran 7. Data Sistem Kontrol PID untuk Pengujian Pergerakan Mundur	73

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu di bidang robotika yang berkembang pesat pada zaman sekarang menguasai segala bidang. Salah satu bidang pengembangan robotika yang paling umum ditemui adalah di bidang pendidikan. Pendidikan tingkat tinggi di Indonesia mengapresiasi pengembangan teknologi tersebut dengan diadakannya Kontes Robot Indonesia (KRI). KRI merupakan ajang perlombaan robot yang diselenggarakan oleh Balai Pengembangan Talenta Indonesia (BPTI) Pusat Prestasi Nasional Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi (Puspresnas Kemendikbud Ristek) yang mencakup beberapa bidang robot. Tujuan dari KRI tersebut adalah meningkatkan kreativitas mahasiswa di bidang teknologi rekayasa robotika. Salah satu bidang KRI yang dikonteskan adalah Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI-B). Kontes ini dilaksanakan dua tahap pertandingan yaitu pertandingan nasional dilakukan secara *offline* dan pertandingan wilayah dilaksanakan secara *online*.

Robot Sepak Bola Beroda merupakan tipe robot penyerang yang bisa di-*start* secara *remote* dan menggunakan *wifi* dengan kata lain robot harus dikendalikan secara *autonomous* (Kusumoputro et al., 2022). Robot ini memiliki desain robot yang dirancang dengan *body* yang kokoh, sistem kendali menggunakan mikrokontroler sebagai kontrol aktuator. Kontrol *image processing* menggunakan laptop atau *mini pc*. Sistem pergerakan robot secara *holonomic* atau dapat bergerak ke segala arah yang menggunakan kinematika tiga roda *omni directional* yang masing-masing roda omni memiliki perbedaan sudut 120 derajat dan aktuator atau

motor sebagai penggerak robot. Dengan beberapa sistem yang dimiliki oleh robot maka robot memiliki algoritma untuk menjalankan robot sesuai peraturan kontes.

Selama persiapan KRSBI di Unit Kegiatan Robotika UNP merisetkan Robot Sepak Bola Indonesia Beroda yang sistem pergerakan robot dikendalikan motor DC tipe PG 45. Motor DC secara umum diartikan sebagai penggerak arus searah yang mudah dikendalikan menggunakan kecepatan yang telah ditentukan sehingga motor ini diterapkan ke robot sepak bola beroda. Dengan adanya kecepatan yang diatur tersebut memiliki *output* yang tidak konstan terjadi karena adanya beban yang diberikan kepada motor.

Kecepatan motor DC diatur supaya robot memiliki pergerakan yang stabil dan konstan yang sesuai dengan *setpoint* yang diberikan. Untuk mengatur kestabilan tersebut digunakan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) yang mempunyai tiga parameter kontrol yaitu P (proporsional), I (integral), dan D (derivatif) yang masing-masing parameter tersebut dipengaruhi oleh konstanta K_p (konstanta proporsional), K_i (konstanta integral), K_d (konstanta derivatif). Diperlukan kontrol PID untuk mengatur kecepatan motor sesuai dengan kebutuhan, sehingga dapat menjamin tingkat efisiensi yang lebih tinggi dan kinerja yang optimal (Anugrah, 2020). Secara umum PID diartikan sebagai sistem kontrol yang menggunakan metode *close loop* dan *open loop*. Penggunaan kontroler PID banyak digunakan di industri karena memanfaatkan algoritma yang sederhana dan *easy to understand*. PID yang mengatur kestabilan dari pergerakan robot tersebut akan terus memperbaiki nilai *error* dari *setpoint* yang diberikan. Perbandingan nilai *setpoint* dengan nilai *error* untuk robot sepak bola beroda tidak lebih dari 10% untuk mencapai keakuratan dan robot dapat bergerak dengan stabil (Hudati et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Moh. Ismail Marzuki pada tahun 2021 mengimplementasikan *Controller PID (Proportional, Integral, Derivative)* pada Robot Sepak Bola menggunakan metode tuning PID manual dengan cara menemukan hasil terbaik dimana sistem kontrol ini digunakan agar robot mampu mencari bola dan berjalan ke arah bola dengan lebih cepat dan lebih baik. Namun metode tuning PID manual ini memiliki kelemahan yaitu *setting* peningkatan nilai konstanta berdasarkan pengalaman atau percobaan sehingga hasilnya dapat bervariasi antara satu sistem dengan sistem lainnya, memerlukan waktu dan upaya yang cukup besar yang melibatkan mengatur parameter PID, menjalankan sistem, mengamati respons, dan kemudian mengulang proses hingga parameter ditemukan.

Berdasarkan pemaparan di atas, dalam penelitian ini peneliti telah melakukan analisis pengaruh kontrol PID pada sistem pergerakan robot sepak bola beroda yang khususnya kepada analisis kerja PID pada motor DC PG45 menggunakan metode Ziegler-Nichols dengan *setting* parameter K_p , K_i , dan K_d . Keunggulan dari PID dengan metode ini yaitu sederhana dan mudah diterapkan terutama untuk sistem yang relatif stabil dan memiliki karakteristik cukup linear (Darajat & Istiqphara, 2021), dapat menentukan parameter PID secara empiris (Kadry & Rajinikanth, 2021).

Sesuai masalah dan solusi, maka peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul “Desain dan Pembuatan Sistem Kontrol PID Menggunakan Metode Ziegler-Nichols pada Sistem Pergerakan Robot Sepak Bola Beroda” yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol PID serta menganalisis pengaruh parameter PID terhadap sistem pergerakan robot sepak bola beroda.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengidentifikasi masalah pada penelitian ini yaitu adanya RPM yang tidak stabil terdapat pada masing-masing motor DC

C. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan penelitian yang peneliti ajukan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana desain sistem kontrol PID dalam sistem pergerakan motor DC tipe PG 45?
2. Bagaimana pembuatan sistem kontrol PID pada sistem penggerak motor DC tipe PG 45?
3. Bagaimana pengaruh parameter K_p , K_i , dan K_d pada pergerakan robot sepak bola beroda?

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditekankan oleh peneliti berdasarkan latar belakang tersebut untuk melakukan penelitian sebagai berikut:

1. Sistem pergerakan robot yang digunakan adalah robot sepak bola beroda (hanya pada *base 1*) milik *Al-Fath team* Unit Kegiatan Robotika Universitas Negeri Padang
2. Kontrol PID yang akan digunakan sebagai parameter adalah nilai dari rpm masing-masing motor DC PG45
3. Metode Ziegler-Nichols sangat cocok digunakan untuk sistem yang relatif stabil dan memiliki karakteristik yang linier

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari melakukan penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol PID pada motor DC PG45.
2. Menentukan parameter K_p , K_i dan K_d yang optimal pada sistem pergerakan robot sepak bola beroda.
3. Menyelidiki pengaruh dari parameter K_p , K_i , dan K_d pada pergerakan robot sepak bola beroda.

F. Manfaat Penelitian

Secara umum manfaat bagi peneliti untuk melakukan penelitian ini yaitu sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang penelitian terkhusus pengembangan elektronika instrumentasi.

Adapun manfaat lain yaitu:

1. Manfaat Praktis

Tim Al-Fath (salah satu tim UKRO UNP) dapat menjadikannya sebagai referensi untuk mengatur perkembangan pergerakan robot serta menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi tim di masa yang akan datang

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat mengubah pengetahuan serta dapat menjadikan bahan referensi bagi pembaca dan masih dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya