

# Kontrol Kecepatan Motor Pelempar pada Robot Abu Robocon 2018 dengan Metode PID

Dwi Firdha, Totok Winarno, Achmad Komarudin

Abstrak - Robot pelempar *shuttlecock* pada abu robocon merupakan robot otomatis yang berfungsi untuk mengikuti Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI). Dimana robot yang berhasil memenangkan perlombaan KRAI akan mewakili Indonesia dalam kontes ABU ROBOCON. Pada Perlombaan kali ini, robot diharuskan dapat melemparkan *shuttlecock* ke dalam ring atau target. Untuk dapat melemparkan *shuttlecock* menggunakan motor DC geared yang disertai *rotary encoder* sedangkan untuk mengendalikan kecepatan motor saat melemparkan *shuttlecock* menggunakan metode kontrol PID. Pada hasil percobaan dapat dianalisa bahwa penggunaan kontrol PID sangat berpengaruh terhadap pelepasan *shuttlecock*. Penggunaan algoritma PID menjadikan robot pelempar *shuttlecock* ini menjadi lebih stabil dalam melakukan lemparan ke ring atau target. Robot ini akan menstabilkan putaran motor sesuai set point yang diinginkan. Setelah dilakukan pengujian ditemukan nilai PID pada jarak 3m adalah  $K_p=10$ ,  $K_i=0.5$ ,  $K_d=9$ , dan pada jarak 6m adalah  $K_p=10$ ,  $K_i=0.2$ ,  $K_d=11$ . Dengan melakukan lima kali pelepasan *shuttlecock* dapat masuk ke dalam ring atau target dengan error  $\pm 10\%$  dikarenakan kondisi trek dan angin yang ada di dalam ruangan.

**Kata Kunci :** Robot Pelempar Abu Robocon 2018, *Rotary Encoder*, PID.

## I. PENDAHULUAN

Teknologi elektronika semakin pesat perkembangannya. Salah satunya pada bidang robotika. Robot pelempar, merupakan sebuah pengembangan teknologi sederhana hingga pengembangan teknologi yang kompleks seperti yang bisa diaplikasikan pada meriam kapal, meriam tank, serta pelontar roket yang semua pengaplikasiannya menggunakan prinsip gerak parabola. Dalam pengembangan robot pelempar yang paling sederhana adalah pengembangan dalam bidang pendidikan, salah satunya termasuk penggunaan robot pelempar untuk mengatasi permasalahan dalam lomba robot KRI 2018.[1]

Hal ini dapat dilihat dari munculnya beragam robot yang diciptakan sehingga muncul beragam jenis kontes robotika. Salah satu kontes robot bergengsi di ASIA adalah *ABU ASIA – PACIFIC ROBOT CONTEST 2018* yang bertemakan *Shuttlecock Throwing*. Perlombaan robot ini di Indonesia disebut KRAI 2018 (Kontes Robot *Abu Robocon* Indonesia).[1]

KRI atau Kontes Robot Indonesia merupakan sebuah kontes Robotika antar perguruan tinggi di Indonesia, dimana pemenang dari KRI akan mewakili Indonesia dalam ABU(*ASIA-Pacific Broadcasting Union*) Robocon yang diadakan setiap tahun dengan lokasi yang berpindah pindah dalam Negara anggota ABU. Pada tahun 2018 mendatangkan tema dari ABU *ASIA-PASIFIC ROBOT CONTEST* adalah “*Shuttlecock Throwing*” dimana terdapat terdapat robot pelempar *Shuttlecock* yang fungsinya untuk melemparkan *shuttlecock* pada target yang di tentukan.[1]

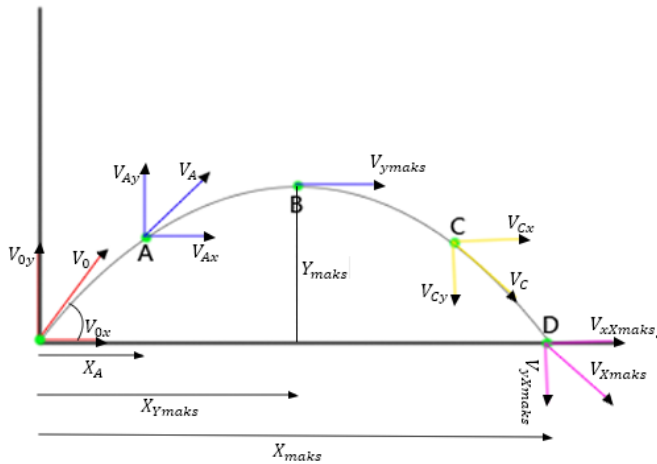
Pada perlombaan kali ini robot diharuskan dapat melemparkan objek lempar berupa *shuttlecock* untuk masuk ke target, Sesuai dengan peraturan lomba yang sudah ditentukan. Robot yang akan dibuat adalah robot pelempar. Dalam perancangan robot pelempar yang akan digunakan adalah motor DC. Kecepatan motor DC harus di kontrol sedemikian rupa sehingga lemparan *shuttlecock* dapat memenuhi target. Kecepatan putaran motor akan ditentukan oleh jauh dekatnya jarak target.

Dalam pembuatan alat ini penulis menggunakan sistem metode PID. Diharapkan dengan metode PID ini kecepatan motor pelempar *shuttlecock* akan stabil dan memiliki sedikit error dibandingkan dengan metode on-off. Berdasarkan latar belakang ini maka penulis dapat membuat judul skripsi yaitu “Kontrol Kecepatan Motor Pelempar pada ROBOT ABU ROBOCON 2018 Menggunakan Metode PID” yang diharapkan dapat memberi manfaat bagi penulis dan mahasiswa atau peneliti yang berkecimpung dalam dunia robotika.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gerak Parabola

Gerak Parabola atau gerak peluru adalah gerak yang membentuk sudut tertentu (sudut elevasi) terhadap bidang horizontal. Sehingga bekerja dua macam gerak, yaitu gerak horizontal dengan Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan gerak vertikal dengan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Di mana pada GLB kecepatan konstan, sedangkan pada GLBB kecepatan berubah karena dipengaruhi oleh gaya gravitasi



Gambar 1 Gerak Parabola

- A. **Sumbu X** : GLB yakni gerak benda pada arah mendatar yang tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi, sehingga tidak ada kecepatan atau perlambatan pada daerah ini
- B. **Sumbu Y** : GLBB pada arah vertical, yaitu gerak benda pada arah vertical yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi, sehingga ada percepatan arah ini.

Pada gerak parabola, sudut elevasi adalah sudut yang dibentuk oleh arah kecepatan benda dengan sumbu mendatar. Dengan kata lain, sudut elevasi menunjukkan arah kecepatan benda atau kemiringan vektor kecepatan dalam gerak parabola, sudut elevasi ini berpengaruh terhadap ketinggian dan jarak mendatar yang dapat ditempuh oleh benda. Ketika sebuah benda bergerak dengan kecepatan awal dan sudut elevasi tertentu, maka benda akan bergerak dalam dua arah sekaligus yaitu dalam arah mendatar dan dalam arah vertikal.

2.2 Motor DC

Motor listrik merupakan suatu *device* yang memiliki fungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Pedoman motor listrik itu sendiri mengacu pada kaidah tangan kiri. Satu pasang magnet permanen utara – selatan menghasilkan garis medan magnet ( $\phi$ ), kawat pada penghantar di atas telapak tangan kiri ditembus garis medan magnet  $\phi$ . Ketika kawat dialirkan arus listrik DC sebesar  $I$  searah

keempat jari tangan, maka kawat mendapatkan gaya sebesar  $F$  searah ibu jari.



Gambar 2 Motor PG45

Motor Planetary Gear (PG) 45 merupakan type motor DC brushless produksi Oriental Motor corp. Motor ini sudah dilengkapi gearbox dengan perbandingan yang bervariasi. Motor Planetary Gear (PG) 45 memiliki kecepatan maksimum 500 rpm. Dengan internal gearnya yang 10:1 maka kecepatan maksimum pada poros keluaran adalah 50 rpm, dengan torsi rata-rata sebesar 11,2 kg-cm. Motor ini sesuai diaplikasikan sebagai actuator robot. Motor ini membutuhkan catu daya 12v. Catu daya sebesar itu sangat sesuai dengan peraturan Kontes Robot Indonesia. Untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor digunakan rangkaian elektronik penggerak motor (driver motor). Bentuk rangkaian elektronik penggerak motor yang digunakan adalah H-Bridge.[6]

2.3 Limit Switch

Limit switch adalah salah satu jenis sensor yang ada di dunia industri yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan dari bagian mesin yang bergerak seperti cylinder dan lain-lain, pada saat tuas atau bisa juga disebut cam mengenai atau menekan bagian kepala dari limit switch maka sensor ini langsung bekerja sehingga kontak-kontak yang ada pada bagian dalamnya akan ikut bekerja pula, pada saat sensor bekerja bisa langsung dihubungkan keperangkat atau komponen lain seperti solenoid valve atau lampu indikator. Ada berbagai tipe dan ukuran pada sensor ini namun secara prinsip kerja adalah sama persis. Bagian kepala dari limit switch ini bisa ditekan ke kiri dan ke kanan dengan sudut tertentu misalnya 45 derajat maka dia sudah akan bekerja, sedangkan dibagian dalamnya terdapat micro switch yang berfungsi meneruskan gerakan yang diberikan oleh kepala limit switch di bagian luar, sehingga pada saat tertekan micro switch langsung kontak. Didalamnya ada kontak Normally Open dan Normally Close.

2.3.1 Prinsip Kerja Limit Switch

Prinsip kerja limit switch adalah sama persis. Bagian kepala dari limit switch ini bisa ditekan ke kiri dan ke kanan

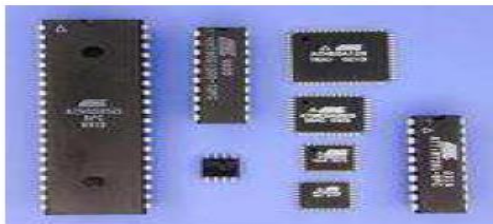
dengan sudut tertentu misalnya 45 derajat maka dia sudah akan bekerja, sedangkan dibagian dalamnya terdapat micro switch yang 8 berfungsi meneruskan gerakan yang diberikan oleh kepala limit switch di bagian luar, sehingga pada saat tertekan micro switch langsung kontak. Didalamnya ada kontak Normally Open dan Normally Close.



**Gambar 3** Limit Switch

2.4 Mikrokontroler Atmega 16

Mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer terbaru yang hadir memenuhi kebutuhan pasar. Mikrokontroler sebagai teknologi terbaru, dengan teknologi semikonduktor yang mengandung transistor yang lebih banyak, namun hanya membutuhkan ruang kecil sebagai wadah penempatannya. Mikrokontroler dapat diproduksi secara massal sehingga harganya lebih murah dan dapat terjangkau oleh hampir seluruh kalangan masyarakat. Oleh karena itu, mikrokontroler sangat cocok diterapkan untuk mengontrol berbagai peralatan yang lebih canggih dibandingkan dengan komputer PC, karena efektifitas dan kefleksibelannya yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena hanya dengan menambahkan beberapa komponen luar, mikrokontroler sudah dapat bekerja sesuai dengan program yang diberikan padanya.



**Gambar 4** Beberapa Contoh Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega 16 yaitu *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel keluarga AVR. Mikrokontroler ATmega 16 mempunyai 32 register general purpose, timer/counter dengan metode compare, interrupt eksternal dan internal, serial UART, programmable Watchdog Timer, ADC dan PWM internal

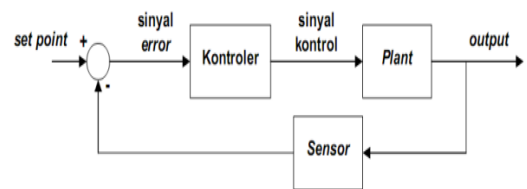
2.5 Sistem Kontrol PID

PID(Proportional–Integral–Derivative) merupakan sistem kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan adanya umpan balik pada sistem tersebut. Keberadaan kontroler dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun

sistem tersebut. Artinya, karakteristik plant harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroler[4]

Salah satu fungsi dari komponen kontroler adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol yaitu mendapatkan sinyal aktual senantiasa (diinginkan) sama dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baiklah kinerja sistem kontrol yang diterapkan.

Secara umum sistem umpan balik dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5** Sistem Umpan Balik

Set point merupakan keadaan tertentu yang ingin dicapai. Sensor berfungsi mendeteksi keluaran plant dan mengkonversikannya menjadi besaran dengan satuan yang sama seperti satuan set point. Keluaran sensor merupakan sinyal umpan balik (feedback) yang akan dikurangkan dengan set point menghasilkan sinyal error. Jika satuan dari keluaran sudah sama dengan set point maka blok sensor dapat dihilangkan sehingga sinyal umpan balik (feedback) adalah keluaran plant. Sinyal error diproses oleh kontroler lalu menghasilkan sinyal kontrol yang diumpungkan ke plant, dengan tujuan agar keluaran dari plant sama dengan set point, yang berarti sinyal error bernilai (atau mendekati) nol. Dalam metode kontrol PID, sinyal kontrol dihasilkan dengan cara memperkuat sinyal error (*proportional*), mengintegrasikan sinyal error (*integral*), dan membuatnya sebanding dengan laju perubahan sinyal error itu sendiri (*derivative*). Kontroler yang melakukan mekanisme tersebut disebut dengan *PID controller*. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D supaya tanggapan sinyal keluaran pada system terhadap masukan tertentu sesuai seperti yang diharapkan.[4]

2.5.1 Kontrol Proposional

Kontrol proposional merupakan salah satu kontrol yang dapat merubah lamanya waktu respon menuju stady state. Jika nilai proposional semakin kecil maka waktu respon menuju stady state akan semakin kecil begitupula sebaliknya jika nilai proposional semakin besar maka waktu respon menuju stady state akan semakin besar. Pada kontroler dengan kontrol

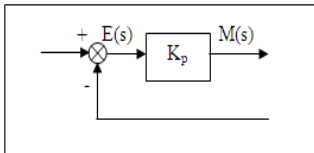
proporsional, hubungan antara keluaran dari kontroler  $m(t)$  dan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$  adalah:

$$m(t) = K_p e(t) \tag{1}$$

atau, dalam besaran transformasi Laplace,

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \tag{2}$$

di mana  $K_p$  adalah kepekaan proporsional atau penguatan. Bagaimanapun wujud mekanisme yang sebenarnya dan apapun bentuk daya penggerak, kontroler proporsional pada dasarnya merupakan penguat dengan penguatan yang dapat diatur[5]



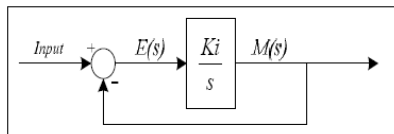
**Gambar 6** Diagram Blok Kontroler Proporsional

2.5.2 Kontrol Integral

Pada kontroler integral, harga keluaran kontroler  $m(t)$  diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$ .

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i e(t) \tag{3}$$

Dengan  $K_i$  adalah konstanta integral. Jika harga  $e(t)$  diduakalikan, maka harga  $m(t)$  berubah dengan laju perubahan menjadi dua kali semula. Jika kesalahan penggerak nol, maka harga  $m(t)$  tetaplah stasioner. Aksi kontrol integral sering juga disebut kontrol *reset* yang digunakan untuk menghilangkan *error steady state*



**Gambar 7** Diagram Blok Kontroler Integral

Kontrol ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan keadaan tunak (*offset*) yang ditimbulkan oleh kontrol proporsional, yaitu dengan cara mengintegrasikan nilai *error* atau dengan kata lain menjumlahkan nilai *error* mulai dari *error* pertama hingga *error* ke- $n$  ( $\sum^n e_n$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* yang sebelumnya hingga *error* yang sekarang. Penerapan pada sistem adalah

$$I = K_I * (error + lastErrorI); \tag{4}$$

$$lastErrorI = error..$$

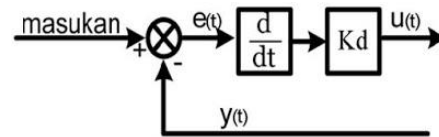
2.5.3 Kontrol Diferensial

Kontroler diferensial ini digunakan untuk memperbaiki atau mempercepat respons transien pada sebuah sistem kontrol dengan cara memperbesar *phase lead* terhadap penguatan kontrol serta mengurangi *phase lag* penguatan tersebut. Kontroler diferensial tidak dapat mengeluarkan *output* bila tidak ada perubahan *input*, selain itu kontroler diferensial ini tidak dapat digunakan pada proses yang mengandung *noise*.

Hubungan antara keluaran kontroler  $m(t)$  dan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$  adalah :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_d \tag{5}$$

$K_d$  merupakan konstanta diferensial yang digunakan untuk memperbaiki atau mempercepat respons transien dari sebuah sistem serta dapat meredam osilasi



**Gambar 8** Diagram Blok Kontroler Diferensial

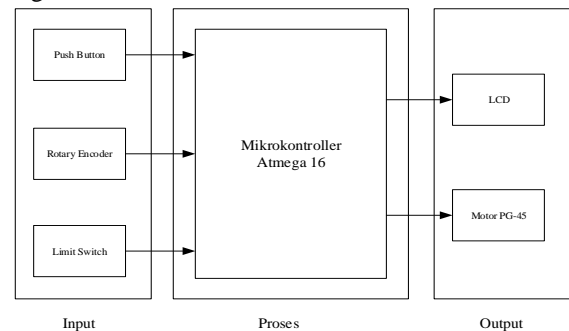
Kontrol ini bertujuan sebagai pengendali laju karena output controller sebanding dengan laju dari perubahan sinyal *error*, kontrol diferensial juga sering disebut sebagai fungsi turunan sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* yang sekarang dikurangi *error* yang sebelumnya. Penerapan pada sistem adalah [4]

$$D = K_d * (error - lastErrorD); \tag{6}$$

$$lastErrorD = error;$$

III. METODOLOGI

3.1 Diagram Blok Sistem



**Gambar 9** Blok Diagram Sistem

1) Input

*Push button* digunakan sebagai tombol start. *Rotary Encoder* digunakan sebagai pembacaan kecepatan motor. *Limit switch* digunakan sebagai saklar *On-off* untuk mematikan motor pelempar dan sekaligus menahan lengan robot.

2) Proses

Mikrokontroler Atmega 16 digunakan untuk memproses hasil dari pendeteksian sensor sehingga keluaran berupa data digital.

3) Output

Motor PG-45 digunakan sebagai pelempar shuttlecock. LCD digunakan untuk menampilkan jarak target dan kecepatan dari motor PG-45. Baterai Menggunakan Lippo Baterai DC 12 Volt.

### 3.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari robot pelempar ini adalah dengan menekan tombol start robot akan melemparkan *shuttlecock* ke dalam target. Jarak dan tinggi dari target tersebut sesuai dengan ketentuan yaitu 3m dan 6m dengan tinggi 2m, dari hasil penentuan jarak tersebut akan dipakai sebagai input dalam sebuah sistem, kontroler akan mengatur kecepatan putaran motor DC menggunakan metode PID, Driver akan memutar Motor DC sesuai dengan hasil perhitungan, setelah mencapai set point perhitungan *shuttlecock* dilemparkan ke target, motor pelempar akan berputar terbalik sampai lengan robot menyentuh *limit switch* dan robot kembali ke posisi awal lempar.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 1. Dimensi Alat

Panjang = 95 cm

Lebar = 90 cm

Tinggi = 98 cm

#### 2. Spesifikasi

Sumber Tegangan= 24 VDC

Tegangan Kerja:

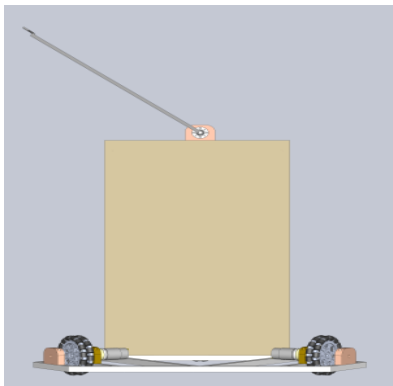
- Mikrokontroler = 5 VDC
- Aktuator = Motor DC

Sensor = Sensor Rotary Encoder

Processor = Mikrokontroler ATmega16

Display = LCD

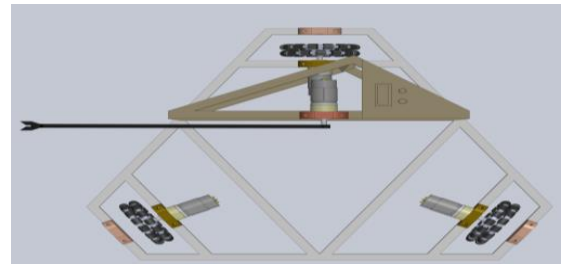
### 3.4 Desain Mekanik



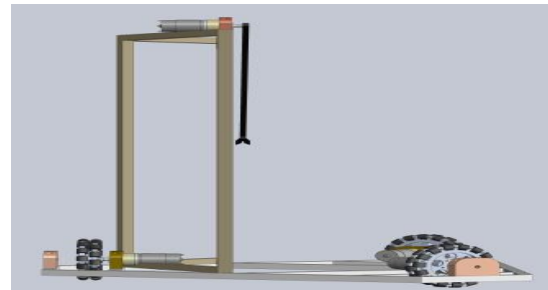
**Gambar 10** Tampak Depan



**Gambar 11** Tampak Belakang



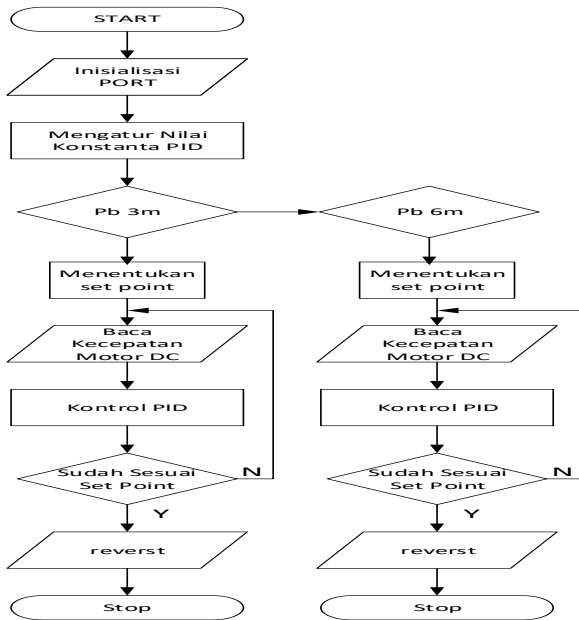
**Gambar 12** Tampak Atas



**Gambar 13** Tampak Samping

### 3.5 Perancangan Software

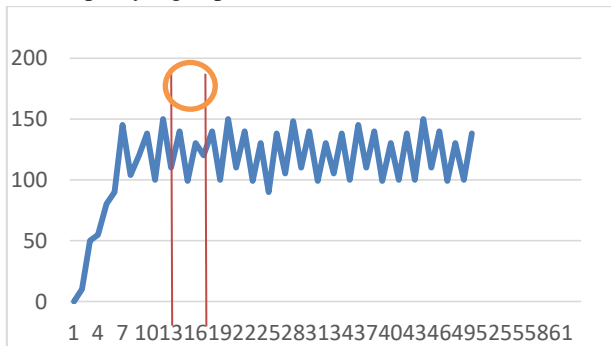
Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C dan software *Codevision AVR* sebagai editor program dan *ProgISP* untuk memasukkan ke mikrokontroler. Mikrokontroler digunakan sebagai pengatur data input seperti sensor kecepatan dan push button, maka data output akan diproses melalui port yang telah ditentukan mikrokontroler juga digunakan sebagai pengolah data yang terdiri dari pembacaan data input *set point* dan pembacaan sensor kecepatan. Dari hasil pembacaan tersebut, data yang diterima akan dikirimkan dan diolah di dalam mikrokontroler yang kemudian dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan oleh kontroler PID.



Gambar 14 Flowchart Program untuk jarak 3m

3.6 Perancangan PID

Untuk memperoleh nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  digunakan metode osilasi Ziegler-nichols atau Ziegler-nichols 2. Metode ini merupakan metode yang sesuai dengan sistem robot pelembar dikarenakan respon yang dihasilkan pada motor DC adalah respon yang cepat dan beresilasi.



Gambar 15 Percobaan dengan memasukkan nilai  $K_p = 10$

Dari grafik diatas dengan  $K_p = 10$  merupakan sistem yang mempunyai osilasi yang baik .

Sesuai dengan tuning PID nilai  $K_p$  yang didapat dapat digunakan untuk mencari nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  diambil dari slisih amplitude antara gelombang yang mempunyai tinggi yang sama. Berikut perhitungan menggunakan Ziegler – Nichols

➤ Diketahui

$$K_{cr} = 10 \quad P_{cr} = 18 - 14 = 4$$

Dari nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  dapat dicari nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$

➤ Perhitungan nilai  $K_p$

$$\begin{aligned} K_p &= 0.6 \times K_{cr} \\ &= 0.6 \times 10 \\ &= 6 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan nilai  $K_i$

$$\begin{aligned} T_i &= 0.5 \times P_{cr} & K_i &= K_p / T_i \\ &= 0.5 \times 4 & &= 6 / 2 \\ &= 2 & &= 3 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan nilai  $K_d$

$$\begin{aligned} T_d &= 0.125 \times P_{cr} & K_d &= K_p \times T_d \\ &= 0.125 \times 4 & &= 6 \times 0.5 \\ &= 0.5 & &= 3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai  $K_p= 6$ ,  $K_i= 3$ , dan  $K_d = 3$

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian dan Analisa LCD 16x2

Pengujian LCD ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter sesuai dengan program pada kontroler. Pengujian LCD ini menggunakan program bahasa C dengan menggunakan software Codevision AVR.

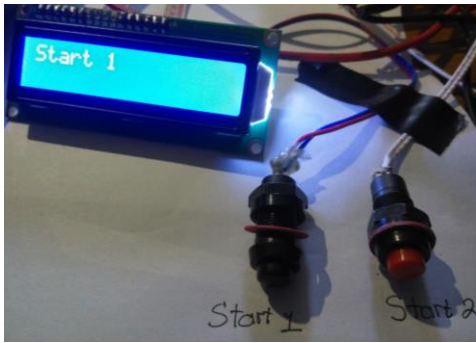


Gambar 16 Pengujian LCD 16 x 2

Berdasarkan hasil pengujian LCD di atas membuktikan LCD dapat menampilkan karakter atau tulisan sesuai dengan program yang dibuat yaitu baris pertama "KRI 2018" dan baris kedua "SKRIPSI D4 TE", begitu pula lampu backlight LCD juga berfungsi dengan baik. Oleh karena itu LCD ini dapat digunakan sebagai tampilan pada robot pelembar

4.2 Pengujian dan Analisa Tombol Push Button

Pengujian tombol dilakukan untuk mengetahui apakah Tombol Push Button dapat berfungsi baik ketika ditekan. Terdapat dua tombol push button yang terhubung pada kontroler Atmega 16 yang memiliki fungsi masing-masing. Berikut ini uji coba tombol Push Buton dan fungsinya.



**Gambar 17** Pengujian Tombol Push Button Start 1



**Gambar 18** Pengujian Tombol Push Button Start 2

Port Tombol dan Fungsinya

Tombol	Fungsi
Start 1	Untuk menjalankan sistem pada jarak 3m
Start 2	Untuk menjalankan sistem pada jarak 6m

Fungsi dari tombol-tombol tersebut akan dapat bekerja jika diberi logika '0' atau menerima logika LOW, dengan sambungan tombol terhubung ke ground atau GND, dikarenakan tombol diberikan *pull-up* internal maka tombol akan berlogika '1' atau HIGH pada saat tertekan. Dari hasil pengujian tombol pada sistem, tombol akan memberikan perintah atau informasi bahwa tombol dapat bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian dan Analisa *Rotary Encoder*

Pengujian pada sensor *rotary encoder* dilakukan untuk mencari data yang didapatkan pada sensor *rotary* pada saat motor PG-45 berputar dan harus bisa mendeteksi arah putaran motor PG-45. Jika putaran motor berputar searah jarum jam maka data *rotary encoder* akan bertambah atau *positive* (+), dan sebaliknya jika putaran motor berputar berlawanan arah jarum jam maka data *rotary encoder* akan berkurang atau *negative* (-).



**Gambar 19** Data Pengujian *Rotary Encoder* dengan Searah Jarum Jam

Dari gambar diatas merupakan data pembacaan *rotary encoder* ketika motor PG-45 berputar searah jarum jam



**Gambar 20** Data Pengujian *Rotary Encoder* dengan Berlawanan Arah Jarum Jam

Dari gambar diatas merupakan data pembacaan *rotary encoder* ketika motor PG-45 berputar berlawanan arah jarum jam.

Dari pengujian sensor *rotary encoder*. Berdasarkan gambar 18 dan gambar 19 membuktikan bahwa sensor *rotary encoder* akan bernilai positif (+) pada saat motor berputar searah jarum jam dan akan bernilai negative (-) pada saat motor berputar berlawanan arah jarum jam. Dengan hasil tersebut menandakan bahwa sensor *rotary encoder* dapat bekerja dengan baik.

4.4 Pengujian dan Analisa Limit Switch

Pengujian Limit Switch dilakukan untuk mengetahui apakah Limit Switch dapat berfungsi dengan baik ketika tertekan. Terdapat satu *Limit Switch* yang terhubung ke kontroler Atmega 16 yang memiliki fungsi untuk mematikan motor.



**Gambar 21** Pengujian Limit Switch

Fungsi dari Limit Switch tersebut akan dapat bekerja jika diberi logika ‘0’ atau menerima logika LOW, dengan sambungan Limit Switch terhubung ke ground atau GND, dikarenakan tombol diberikan *pull-up* internal maka Limit Switch akan berlogika ‘1’ atau HIGH pada saat tertekan. Dari hasil pengujian Limit Switch pada sistem, Limit Switch akan memberikan perintah atau informasi bahwa Limit Switch dapat bekerja dengan baik.

4.5 Pengujian dan Analisa Driver Motor DC EMS 30a

Pengujian driver motor DC EMS 30a bertujuan agar dapat mengetahui dan mengerti tentang karakteristik driver motor yang nantinya akan digunakan sebagai penggerak aktuator pada robot pelembar. Pengujian dilakukan dengan memberi inputan berupa logika “1” dan “0” pada dua pin inputan sebagai pengatur arah putaran secara bergantian, kemudian melihat perubahan pada pergerakan motor yang sudah disambungkan pada pin output dari driver. Berikut tabel hasil pengujian driver motor EMS 30a

**Tabel 1** Pengujian Driver EMS 30a

Setelah melakukan pengujian driver EMS 30a seperti tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil tersebut sudah sesuai dengan keinginan. Untuk mengontrol driver dengan memberi logika dari kontroler secara bergantian, yaitu ketika Input 1 diberi High dan Input 2 diberi High dan PWM diberi High atau Low maka output dari driver akan berhenti dan melakukan pengereman ketika motor diputar maju. Ketika Input 1 diberi logika High dan Input 2 diberi logika Low atau sebaliknya, motor akan berputar ketika nilai PWM adalah High juga. Jika PWM diberi Low, motor akan berhenti tanpa melakukan pengereman.

Dari pengujian driver EMS 30a diatas dapat dibuktikan bahwa driver mampu dioperasikan secara *fullbridge*, dikarenakan motor yang disambungkan pada driver mampu beroperasi tidak hanya berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam saja, melainkan bisa dioperasikan dalam hal pengereman arah putar motor.

4.6 Pengujian dan Analisa Kecepatan Putar (RPM) Motor PG-45

Pengujian pada motor PG-45 bertujuan apakah putaran motor dapat stabil atau dapat bekerja dengan baik. Motor PG-45 digunakan sebagai pelembar *shuttlecock* menuju tiang tiang target. Pengujian pada motor PG-45 perlu diuji, dikarenakan pada sistem ini, dibutuhkan kecepatan lempar yang stabil. Sehingga motor diuji dengan cara mengukur kecepatan putaran motor, dengan diberikan nilai PWM yang berbeda-beda yang akan dikonfersi ke nilai RPM. Untuk pengujian dilakukan dengan cara menampilkan nilai RPM pada LCD dan diukur menggunakan alat pengukur kecepatan motor, yaitu menggunakan *Tachometer*.

**Tabel 2** Data Pengujian Kecepatan Putaran Motor PG-45 Tanpa Beban

No.	Pwm	tampilan lcd	tacho	error(%)
1	0	0	0	0
2	10	62	61	1.64%
3	20	171	171	0.00%
4	30	276	276	0.00%
5	40	364	362	0.55%
6	50	428	426	0.47%
7	60	490	491	0.20%
8	70	532	531	0.19%
9	80	569	568	0.18%

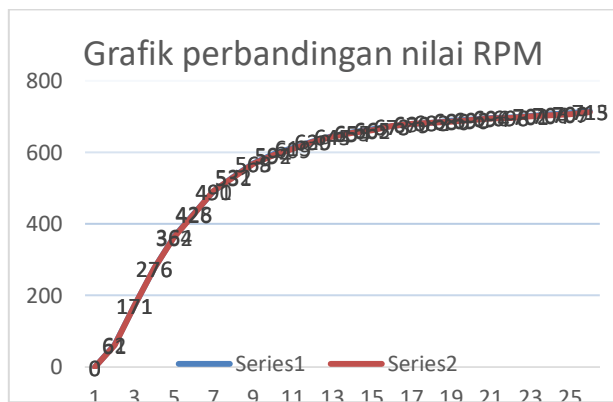
Input 1	Input 2	PWM	Output
High	High	Low/High	Berhenti dan melakukan pengereman maju
High	Low	High	Maju
High	Low	Low	Berhenti tanpa ada pengereman
Low	High	High	Mundur
Low	Low	High	Berhenti dan melakukan pengereman mundur
Input 1	Input 2	PWM	Output
Low	Low	Low	Berhenti tanpa ada pengereman
Low	High	Low	Berhenti tanpa ada pengereman

10	90	594	592	0.34%
11	100	613	609	0.66%
12	110	630	629	0.16%
13	120	645	644	0.16%
14	130	655	654	0.15%
15	140	665	662	0.45%
16	150	673	673	0.00%
17	160	680	679	0.15%
18	170	683	682	0.15%
19	180	689	686	0.44%



20	190	692	690	0.29%
21	200	696	694	0.29%
22	210	698	696	0.29%
23	220	702	701	0.14%
24	230	706	704	0.28%
25	240	709	707	0.28%
26	250	715	713	0.28%

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa perubahan nilai PWM terhadap kecepatan putaran motor berbanding lurus, dimana semakin besar nilai PWM yang diberikan, maka semakin cepat putaran dari motor PG-45. Nilai PWM yang diberikan dimulai dari PWM minimum sampai PWM maximum yaitu dari PWM 0 – PWM 255. Dan dapat kita lihat selisih *error* antara pembacaan LCD dengan pembacaan Tachometer sangat sedikit sekitar 0 – 1%.



**Gambar 22** Grafik Perubahan nilai PWM terhadap Kecepatan Putar Motor

Bisa dilihat pada gambar 22 perubahan nilai PWM terhadap kecepatan putar motor terjadi secara linier. Selisih *error* yang didapat antara pembacaan LCD dengan pembacaan *tachometer* sangat sedikit, dengan ini menandakan sistem dapat bekerja dengan baik, stabil, dan konstan

4.7 Pengujian Jarak Target Terhadap Kecepatan Motor PG-45

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan antara jarak 3m dan 6m terhadap perubahan kecepatan motor apakah sudah berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan kecepatan motor antara teori kecepatan, dengan memasukan hasil teori kecepatan ke kontrol pada robot pelmpar, apakah hasil teori dapat membuktikan *shuttlecock* bisa masuk ke dalam target

**Tabel 3** Pengujian Lemparan *Shuttlecock* ke Dalam Target dengan Jarak 3m

.No	PWM	RPM	Lemparan				
			1	2	3	4	5
1	60	66	-	-	-	-	-
2	70	86	-	-	-	-	-
3	80	95	-	-	-	-	-
4	90	102	-	-	-	-	-
5	100	117	-	-	-	-	1
6	110	121	1	1	1	1	1
7	120	132	-	-	-	-	-
8	130	137	-	-	-	-	-
9	140	144	-	-	-	-	-
10	150	148	-	-	-	-	-
11	160	151	-	-	-	-	-
12	170	155	-	-	-	-	-
13	180	156	-	-	-	-	-
14	190	160	-	-	-	-	-
15	200	166	-	-	-	-	-
16	210	171	-	-	-	-	-
17	220	178	-	-	-	-	-
18	230	180	-	-	-	-	-
19	240	182	-	-	-	-	-
20	250	198	-	-	-	-	-

Dapat dilihat dari tabel 3 bahwa hasil lemparan *shuttlecock* ke dalam target tidak sesuai dengan hasil perhitungan secara teori. Dalam melakukan lemparan sebanyak lima kali, robot pelempar hanya mampu melemparkan *shuttlecock* masuk ke dalam ring atau target dengan sempurna hanya pada kecepatan motor dengan RPM 121. Selebihnya itu robot tidak mampu melemparkan *shuttlecock* masuk ke dalam ring atau target secara sempurna.

**Tabel 4** Pengujian Lemparan *Shuttlecock* ke Dalam Target dengan Jarak 6m

.No	PWM	RPM	Lemparan				
			1	2	3	4	5
1	60	66	-	-	-	-	-
2	70	86	-	-	-	-	-
3	80	95	-	-	-	-	-
4	90	102	-	-	-	-	-
5	100	117	-	-	-	-	-
6	110	129	-	-	-	-	-
7	120	132	-	-	-	-	-
8	130	137	-	-	-	-	-
9	140	144	-	-	-	-	-
10	150	148	-	-	-	-	-
11	160	151	-	-	-	-	-
12	170	155	-	-	-	-	-
13	180	156	-	-	-	-	-

14	190	160	-	-	-	-	-
15	200	166	-	-	-	-	-
16	210	171	-	-	-	-	-
17	220	178	-	-	-	-	-
18	230	180	-	-	-	-	-
19	240	182	-	-	-	-	1
20	250	198	1	1	1	1	1

Dapat dilihat dari tabel 4 bahwa hasil lemparan *shuttlecock* ke dalam target tidak sesuai dengan hasil perhitungan secara teori. Dalam melakukan lemparan sebanyak lima kali, robot pelempar hanya mampu melemparkan *shuttlecock* masuk ke dalam ring atau target dengan sempurna hanya pada kecepatan motor dengan RPM 198. Selebihnya itu robot tidak mampu melemparkan *shuttlecock* masuk ke dalam ring atau target secara sempurna.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat pada robot pelempar Abu Robocon 2018 dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Berikut ini merupakan kesimpulan yang telah didapat :

1. *Shuttlecock* bisa masuk ke dalam ring atau target
2. Dengan menggunakan motor PG-45 *shuttlecock* dapat dilemparkan ke dalam ring atau target
3. Kecepatan motor yang digunakan pada jarak 3m sebesar 121rpm dan jarak 6m sebesar 198rpm *shuttlecock* bisa masuk kedalam ring target
4. Implementasi penggunaan metode PID pada robot pelempar *shuttlecock* telah sesuai dengan yang diharapkan dari hasil pengujian nilai konstanta  $k_p$ ,  $k_i$ , dan  $k_d$  yang tepat untuk kontrol PID pada jarak 3m adalah  $K_p=10$ ,  $K_i=0.5$ ,  $K_d=9$ , sedangkan pada jarak 6m adalah  $K_p=10$ ,  $K_i=0.2$ ,  $K_d=11$ . Konstanta tersebut dihasilkan respon sistem yang cepat dan sesuai dengan yang diharapkan.

### 5.2 Saran

Ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan robot pelempar *shuttlecock* diantaranya sebagai berikut :

1. Penentuan jarak 3m dan 6m sebaiknya dilakukan dengan otomatis menggunakan sensor SRF 08, sehingga robot akan membaca jarak dari base robot ke ring atau target dengan baik tanpa mengukur secara manual .
2. Untuk penggunaan motor sebagai pelempar *shuttlecock* sebaiknya menggunakan motor yang mempunyai Rpm dan Torsi yang tinggi supaya gangguan angin maupun beban motor tetap bisa bekerja secara maksimal

3. Selain menggunakan kontrol PID, untuk pengaturan kecepatan motor PG – 45 dapat dilakukan menggunakan kontrol lain atau metode lain seperti controller *fuzzy logi*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abu Asia-Pacific Robocon 2018. *ABU ROBOCON 2018 VIETNAM, THROWING SHUTTLECOCK*. (<http://aburobocon2018.vtv.vn/> / ., diakses pada 25 desember 2017.)
- [2] Putra, A. I. 2013. *Sistem pengaturan posisi sudut putar motor DC pada model rotary parking menggunakan controller PID berbasis Arduino Mega 2560*.
- [3] Sutrisno, Tri Meinanto. 2016. Aplikasi kontrol PID untuk mengendalikan gerak robot pemanjat tiang pada kontes robot abu Indonesia
- [4] Aydan, Habib, 2015. *Implementasi Kontrol PID pada Motor DC sebagai Penggerak Robot Beroda 4WD Omni Wheels dengan Metode Wall Following*. Skripsi Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Malang : Politeknik Negeri Malang
- [5] Hardiansyah, Andy. 2017. *Kontrol Kecepatan Motor Pelontar Pada Abu Robocon 2017 Dengan Metode PID*. Skripsi Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
- [6] Alazhar, Gilang. 2017. *Kontrol Sudut Elevasi Robot Pelontar Softsaucer dengan Metode PID*, Skripsi Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
- [7] Rosalina. 2017. Analisis pengaturan kecepatan motor DC menggunakan control PID (*Propotional Integral Derivative*)
- [8] Alghoffary, Rievqi. 2014. Sistem pengaturan kecepatan motor DC pada alat ekstraktor madu menggunakan kontroler PID