

# **MODUL 6 Sistem Kendali PID - Kasus P dan D dengan EEPROM-TCL**



Mata Kuliah : Sistem Kendali

Kode Dosen : AJR

Kelas : D3TK-43-02

Anggota Kelompok :

1. Muhammad Yogi (6702194045)
2. M Rifki Arya Syahputra (6702190010)

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU TERAPAN  
UNIVERSITAS TELKOM  
BANDUNG  
2021**

## MODUL 6 Sistem Kendali PID : Kasus P dan D dengan EEPROM dan *Push Button*

### 1. JUDUL PRAKTIKUM

Sistem Kendali PID Kasus P dan D dengan EEPROM

### 2. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan dari praktikum ini adalah :

1. Mahasiswa dapat memahami fungsi dan cara kerja PID pada motor DC
2. Mahasiswa dapat membuat program untuk menggunakan EEPROM untuk penyimpanan data sensor yang telah dikalibrasi.
3. Mahasiswa dapat menggunakan peripheral berupa *push button* untuk menambah konstanta  $K_p$  dan  $K_d$ .

### 3. PARAMETER PENILAIAN

No.	Parameter	Persentase (%)
1.	Lembar Penilaian Praktikum	40%
2.	Jurnal/Laporan Praktikum	60%

### 4. PERALATAN DAN BAHAN

Alat dan Bahan :

1. Robot Kit Line Follower
2. Baterai LiPo 2-Cell 1300 mAh
3. Kabel Mini-USB
4. Arduino Nano
5. Battery Checker
6. Battery Balancer

Perangkat Lunak :

1. Software IDE Arduino
2. Software Proteus (untuk simulasi)

### 5. TEORI DASAR

#### 5.1. Sistem Kendali PD

Teknik kendali proporsional-derivatif (PD) adalah pengendali yang merupakan gabungan antara teknik kendali proporsional (P) dengan teknik kendali derivatif (D). Gambar 1 merupakan gambar diagram blok sistem kendali PD.

Dalam penerapannya di software, kondisi ideal pada robot adalah bergerak maju lurus mengikuti garis, dengan kata lain  $error = 0$ . Dari sini dapat diasumsikan bahwa Set Point (SP) / kondisi ideal adalah saat  $SP = 0$ . Nilai sensor yang dibaca oleh sensor disebut *Process Variable* (PV) / nilai aktual pembacaan. Menyimpangnya posisi robot dari garis disebut sebagai *error* ( $e$ ), yang didapat dari  $e = SP - PV$ . Dengan mengetahui besar *error*, mikrokontroler dapat memberikan nilai PWM motor kiri dan kanan yang sesuai agar dapat menuju ke posisi ideal ( $SP = 0$ ). Besarnya nilai PWM ini dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol Proporsional (P), dimana  $P = e \times Kp$  ( $Kp$  adalah konstanta proporsional yang nilainya diset sendiri dari hasil *tuning/trial and error*).

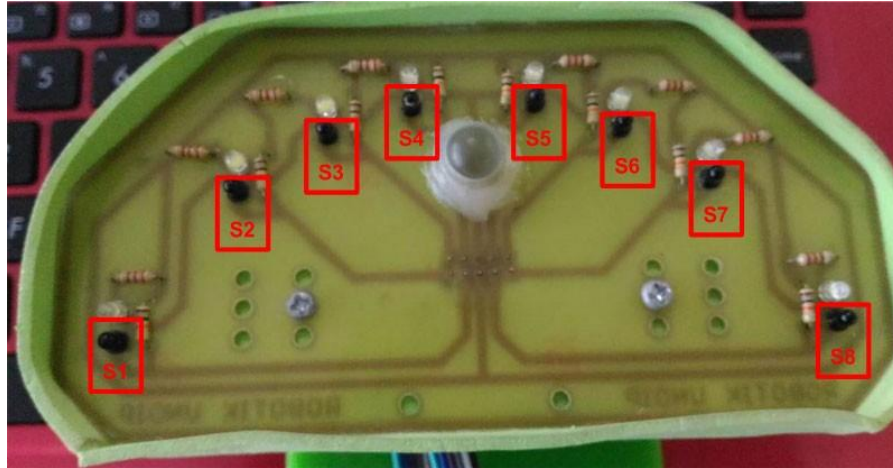
Jika pergerakan robot masih terlihat bergelombang, dapat ditambahkan parameter kontrol Derivatif (D). Kontrol D digunakan untuk mengukur seberapa cepat robot bergerak dari kiri ke kanan atau dari kanan ke kiri. Semakin cepat bergerak dari satu sisi ke sisi lainnya, maka semakin besar nilai D. Konstanta D ( $K_d$ ) digunakan untuk menambah atau mengurangi imbas dari derivatif. Dengan mendapatkan nilai  $K_d$  yang tepat pergerakan sisi ke sisi yang bergelombang akibat dari kontrol proporsional dapat diminimalisasi. Dengan mendapatkan nilai  $K_d$  yang tepat pergerakan sisi ke sisi yang bergelombang akibat dari kontrol proporsional bisa diminimalisasi. Nilai D didapat dari  $D = K_d / Ts \times rate$ , dimana  $Ts$  adalah time sampling atau waktu cuplik dan  $rate = e(n) - e(n-1)$ . Dalam program, nilai *error* ( $SP - PV$ ) saat itu menjadi nilai *last\_error*, sehingga *rate* didapat dari  $error - last\_error$ .

Agar konfigurasi atau hasil kalibrasi sensor tidak hilang ketika robot dimatikan atau kehilangan daya, EEPROM pada Arduino Nano dimanfaatkan untuk menyimpan data tersebut. Arduino Nano dengan mikrokontroler ATmega328 memiliki EEPROM dengan kapasitas 1024 byte. Kemudian untuk mempermudah user dalam memanfaatkan EEPROM untuk menyimpan dan menggunakan data, 4 buah push button yang disediakan pada robot digunakan.

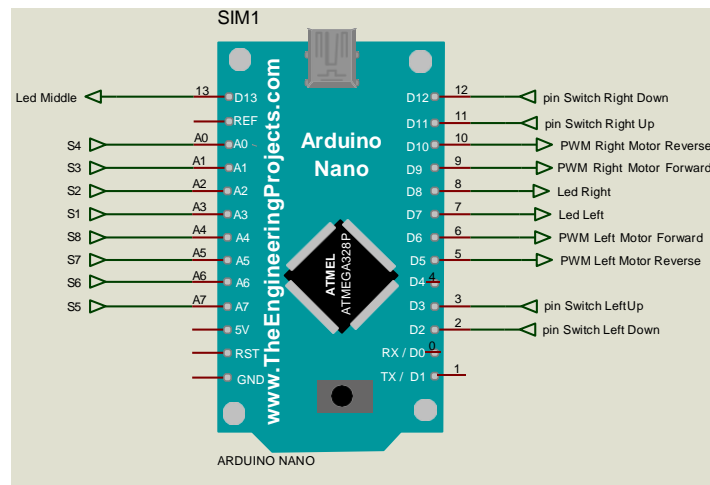
## PROSEDUR PRAKTIKUM

### A. Percobaan dalam praktikum

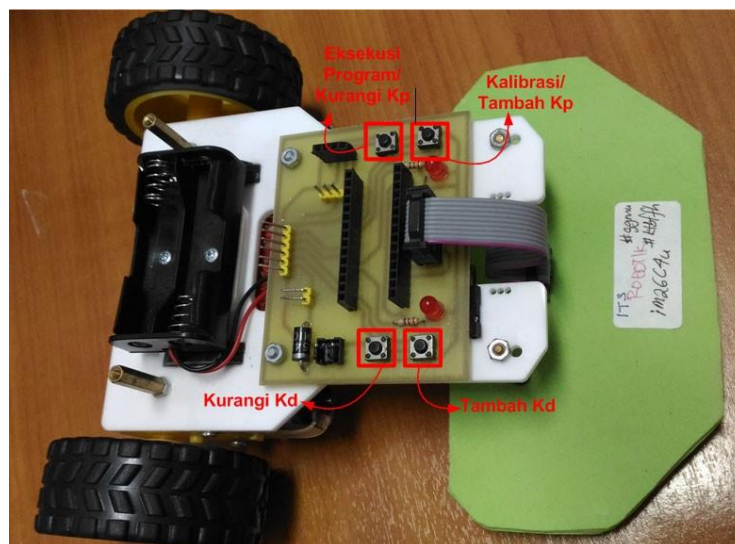
#### 1. Kasus Percobaan



Gambar 1 Contoh susunan dan urutan sensor pada robot line follower.



Gambar 2 Pin Layout Arduino pada Robot Line Follower.



Gambar 3 Posisi dan fungsi push button pada robot line follower.

- a. Modifikasi program pada praktikum sebelumnya dengan variable dan fungsi berikut ini :
- Tambahkan variabel integer dengan nama '**state**' dengan nilai awal adalah 0.
  - Tambahkan variabel integer dengan nama '**setting**' dengan nilai awal adalah 0.
  - Tambahkan variabel integer berupa array dengan nama '**peka**' dari 0 hingga 7 dengan nilai awal adalah 500.
  - Tambahkan variabel integer dengan nama '**Kp**' dari 0 hingga 7 dengan nilai awal adalah 20.
  - Tambahkan variabel integer dengan nama '**Kd**' dari 0 hingga 7 dengan nilai awal adalah 5.
  
  - Di dalam **void setup** tambahkan :
    - Baca nilai eeprom yang terdapat di EEPROM dengan alamat 0 hingga 7 (dengan ketentuan alamat 0 adalah untuk data nilai tengah kalibrasi sensor 1, alamat 1 untuk nilai tengah kalibrasi sensor 2, dan seterusnya hingga sensor 8) dengan perintah **EEPROM.read(0)** hingga **EEPROM.read(7)**, kemudian simpan didalam variabel **peka[0]** hingga **peka[7]** dengan mengkalikan dengan angka 4 (contoh : **peka[0]=EEPROM.read[0]\*4**).
    - Baca nilai eeprom yang terdapat di EEPROM dengan alamat 8 (ketentuan alamat 8 adalah data nilai Kp), kemudian simpan didalam variabel **Kp**.
    - Baca nilai eeprom yang terdapat di EEPROM dengan alamat 9 (ketentuan alamat 9 adalah data nilai Kd), kemudian simpan didalam variabel **Kd**.
    - Tampilkan data **peka[0]** hingga **peka[7]**, **Kp** dan **Kd** yang berasal dari data EEPROM ke Serial Monitor.
  
  - Di dalam **void loop** ditambahkan *conditional* sebagai berikut :

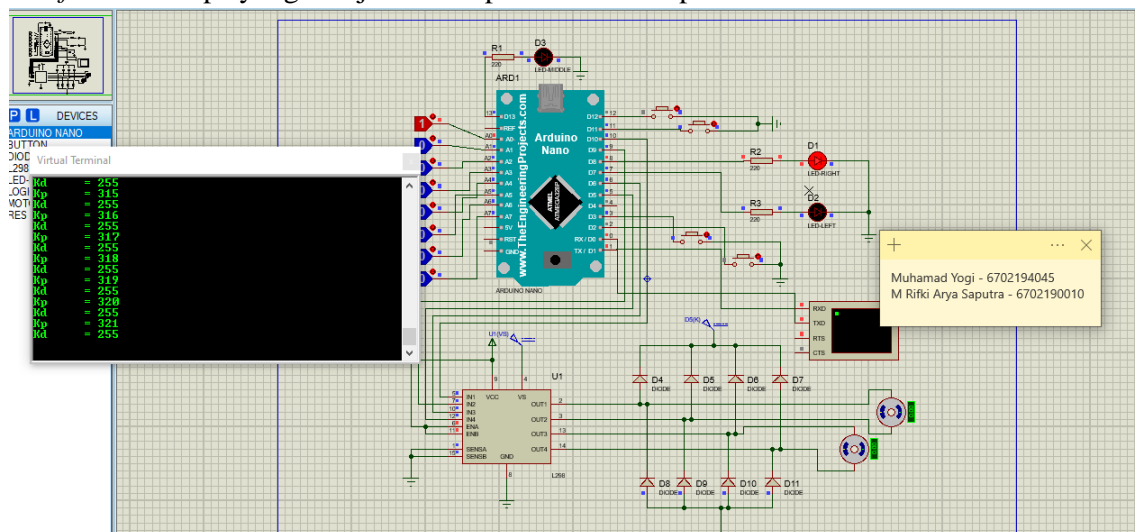
Referensi posisi push button dapat dilihat pada

    - Jika tombol kiri belakang ditekan dan setting bernilai 0 maka '**state**' akan bernilai 1.
    - Jika tombol kiri depan ditekan dan setting bernilai 0 maka '**state**' akan bernilai 2 dan '**setting**' akan bernilai 1.
    - Jika tombol kiri belakang ditekan dan setting bernilai 1 maka '**state**' akan bernilai 3.
    - Jika tombol kiri depan ditekan dan setting bernilai 1 maka '**state**' akan bernilai 4.
    - Jika tombol kanan belakang ditekan dan setting bernilai 1 maka '**state**' akan bernilai 5.
    - Jika tombol kanan depan ditekan dan setting bernilai 1 maka '**state**' akan bernilai 6.

Perubahan state tersebut akan mengaktifkan sub program berikut :

- Jika '**state**' bernilai 1 maka proses *auto calibration* berlangsung.
- Jika '**state**' bernilai 2 maka nilai terakhir variabel '**peka[0]**' hingga '**peka[7]**' disimpan ke dalam EEPROM dengan alamat 0 hingga 7 dan menjalankan perintah proses *line follower* dengan sistem kendali PID kasus P dan D pada praktikum sebelumnya dengan nilai **peka[0]** hingga **peka[7]**, **Kp** dan **Kd** yang diperoleh dari data EEPROM dan atau berasal dari hasil autocalibration.
- Perintah **EEPROM.write(alamat,value)** dengan value yang dibagi dengan 4. Jelaskan mengapa value harus dikali dan dibagi 4!  
Contoh : **EEPROM.write(0, peka[0]/4)**
- Jika '**state**' bernilai 3 maka LED kiri akan menyala dan setelah 1 detik LED kiri akan mati, mengurangi nilai Kp(contoh :  $Kp=Kp-1$ ), menyimpan nilai Kp kedalam EEPROM pada alamat 8.
- 
- Jika '**state**' bernilai 4 maka LED kiri akan menyala dan setelah 1 detik LED kiri akan mati, menambah nilai Kp(contoh :  $Kp=Kp+1$ ), menyimpan nilai Kp kedalam EEPROM pada alamat 8.
- 
- Jika '**state**' bernilai 5 maka LED kanan akan menyala dan setelah 1 detik LED kiri akan mati, mengurangi nilai Kd(contoh :  $Kd=Kd-1$ ), menyimpan nilai Kp kedalam EEPROM pada alamat 9
- 
- Jika '**state**' bernilai 6 maka LED kanan akan menyala dan setelah 1 detik LED kiri akan mati, menambah nilai Kd(contoh :  $Kd=Kd+1$ ), menyimpan nilai Kp kedalam EEPROM pada alamat 9

b. Variasikan nilai konstanta Kp dan Kd pada program kemudian ujicoba pada lintasan dan amati hasil perubahan kedua konstanta tersebut pada robot *line follower*! Apa yang menjadi kesimpulan dari hasil percobaan ini?



a. Jurnal pada Buku Praktikum harus memuat konten sebagai berikut :

- Judul Praktikum :
- Maksud dan Tujuan Praktikum :
- Peralatan dan Bahan Praktikum :
- Dasar Teori
- Foto Peralatan dan Bahan Praktikum :

7

- Hasil Praktikum (Tulis tangan kode program yang telah diberi komentar/penjelasan beserta foto hasil percobaan yang telah diberi nama dan NIM anggota kelompok)
- Kesimpulan Praktikum