



MODUL 4 Sistem Kendali PID Kasus P

1. JUDUL PRAKTIKUM

Sistem Kendali PID Kasus P

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 sistem kendali berbasis PID dengan error yang dihubungkan dengan konstanta proporsional

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

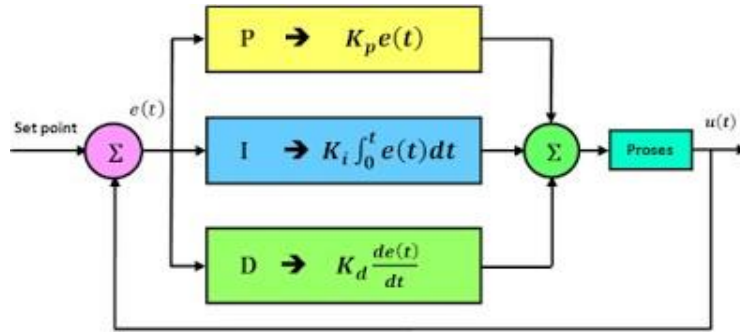
Perangkat Lunak :

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

5. TEORI DASAR

5.1. Sistem Kendali PID

Teknik kendali PID adalah pengendali yang merupakan gabungan antara aksi kendali proporsional ditambah aksi kendali integral ditambah aksi kendali derivatif/turunan (Ogata, 1996). PID merupakan kependekan dari *proportional integral derivative*. Kombinasi ketiga jenis aksi kendali ini bertujuan untuk saling melengkapi kekurangan-kekurangan dari masing-masing aksi kendali. Untuk memudahkan dalam memahami konsep teknik kendali PID silakan menyermati diagram blok pengendali PID pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram blok pengendali PID

Dalam aksi kendali PID, ada beberapa parameter variabel (dapat diubah/berubah) yang dapat dimanipulasi untuk tujuan menghasilkan aksi kendali terbaik dalam aplikasinya. Cara manipulasi parameter ini sering dinamakan dengan Manipulated Variable (MV). Dalam notasi matematikanya dapat ditulis dengan MV(t) atau u(t). Berikut persamaan matematik kendali PID.

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$K_d = K_p T_d \quad \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan (2) dan (3) disubstitusikan ke dalam persamaan (1) maka akan menjadi:

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{d}{dt} e(t) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$u(t) = MV(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

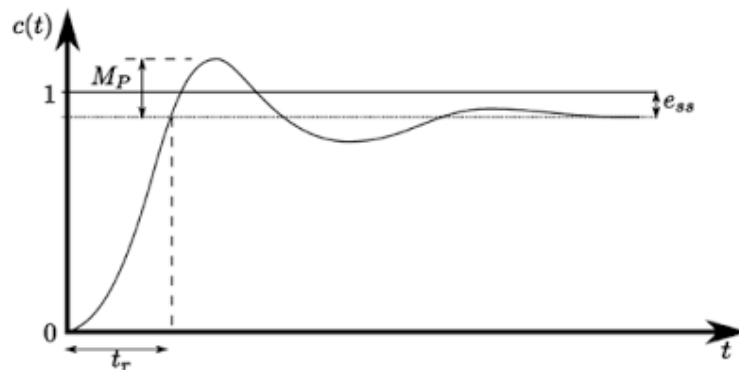
Apabila kita terapkan transformasi Laplace pada persamaan (4) di atas, maka penulisannya adalah sebagai berikut:

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$G(s) = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Respon Sistem Kendali PID

Gambar 2 di bawah ini merupakan ilustrasi grafik respon sistem kendali PID.

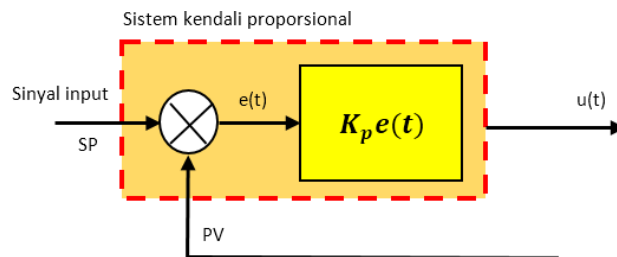


Gambar 2. Sinyal respon sistem kendali PID
 MP = maksimum overshoot, ess = steady state error, tr = rise time

Aksi kendali PID memiliki karakter mampu mengurangi rise time (t_r), mengurangi overshoot maksimum (M_P), dan menghilangkan kesalahan keadaan tunak atau steady-state errors (e_{ss}).

5.2. Pengertian Sistem Kendali PID Kasus P (*Proportional*)

Aksi kendali proporsional (P) adalah aksi kendali yang memiliki karakter dapat mengurangi waktu naik (rise time), tetapi tidak menghilangkan kesalahan keadaan tunak (steady state error).



Gambar 3. Diagram blok sistem kendali proporsional (P)

Persamaan hubungan antara keluaran sistem $u(t)$ dengan sinyal *error* $e(t)$ pada aksi kendali proporsional adalah sebagai berikut.

$$u(t) = K_p e(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan persamaan sinyal *error* -nya adalah:

$$e(t) = SP - PV \quad \dots\dots\dots (2)$$

Pada praktikum ini nilai PV (*process value*) adalah error dengan setpoint (SP) sensor dianggap 0.

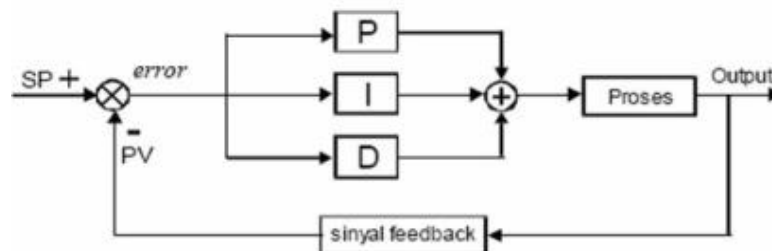
Dimana,

- $u(t)$ = sinyal keluaran sistem kendali
- K_p = Konstanta penguatan proporsional
- $e(t)$ = sinyal *error*
- SP = *Set Point*
- PV = *Process Value* (nilai aktual)
- t = waktu

5.3. Aplikasi PID pada Robot Line Follower

Sistem kendali PID ini bertujuan untuk menentukan parameter aksi kendali Proportional, Integratif, Derivatif pada robot line follower. Proses ini dapat dilakukan dengan cara trial and error . Keunggulan cara ini plant tidak perlu diidentifikasi dan membuat model matematis plant. Hanya dengan cara mencoba memberikan konstanta P-I-D pada formula PID ehingga di peroleh hasil yang optimal, dengan mengacu pada karakteristik masing-masing kontrol P-I-D.

Tujuan penggunaan sistem kendali PID adalah untuk mengolah suatu sinyal kesalahan atau error, nilai error tersebut diolah dengan formula PID untuk dijadikan suatu sinyal kendali atau sinyal kontrol yang akan diteruskan ke aktuator. Diagram blok sistem umpan balik loop tertutup pada perancangan sistem kendali PID pada robot line follower dapat dilihat pada gambar berikut ini:

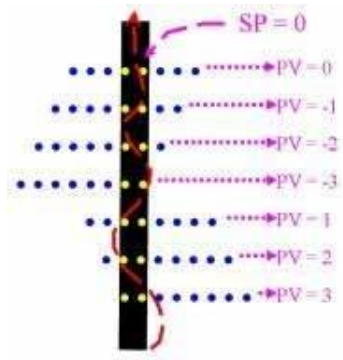


Dari blok diagram di atas dapat dijelaskan sebagai berikut

1. SP = *Set point*, suatu parameter nilai acuan atau nilai yang diinginkan.
2. PV = *Present Value*, nilai bobot pembacaan sensor saat itu atau variabel terukur yang di umpan balik oleh sensor (*sinyal feedback* dari sensor).
3. Error = nilai kesalahan, deviasi atau simpangan antar variabel terukur atau bobot sensor (PV) dengan nilai acuan (SP)

$$error = SP - PV$$

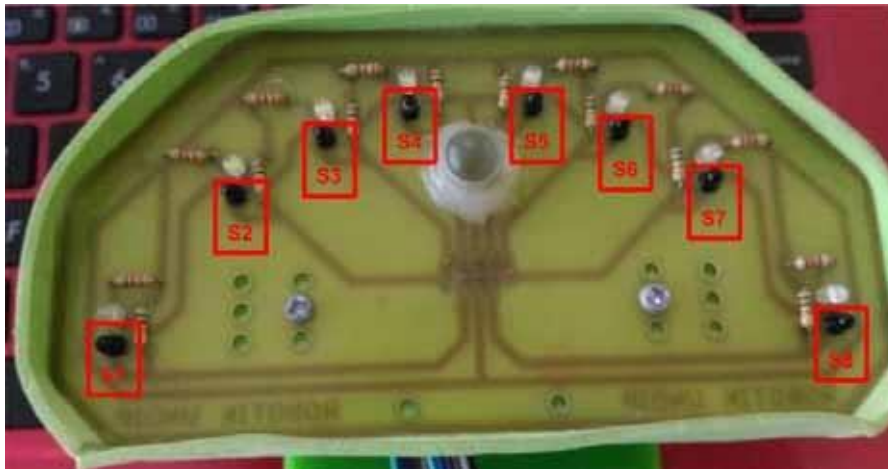
Ilustrasi pemberian bobot sensor (nilai kesalahan pembacaan sensor) pada robot line follower dapat dilihat pada gambar berikut.



PROSEDUR PRAKTIKUM

A. Percobaan dalam praktikum

1. Kasus Percobaan



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

2. Screenshoot keluaran serial monitor untuk setiap kondisi.

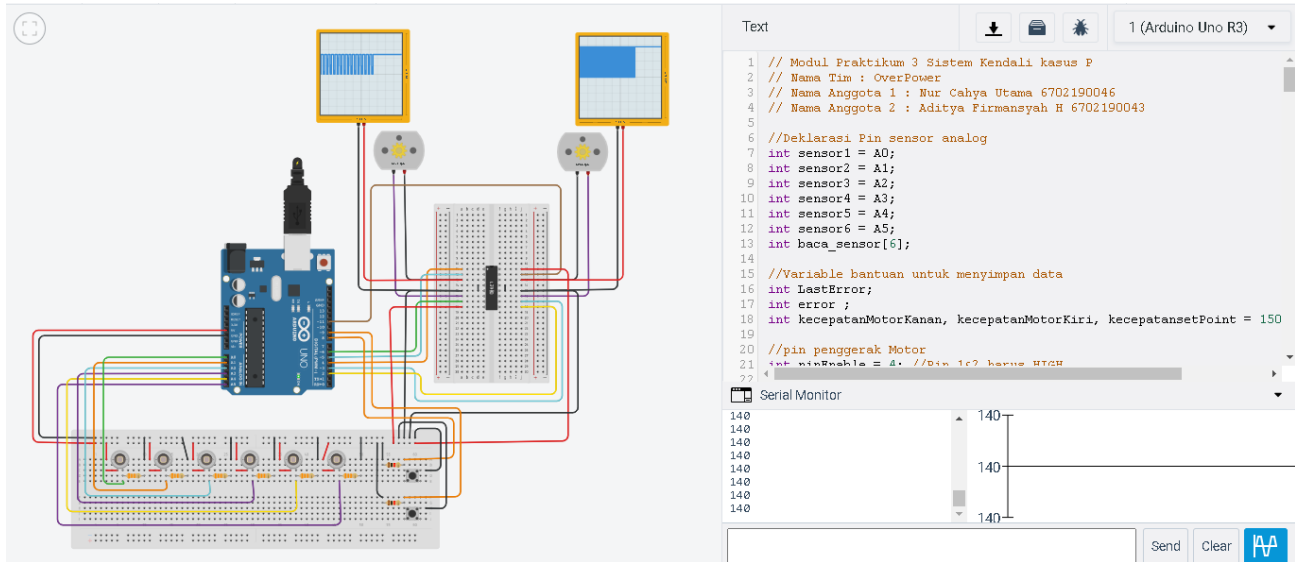
a. kondisi sensor "100000"

```
1 // Modul Praktikum 3 Sistem Kendali kasus P
2 // Nama Tim : OverPower
3 // Nama Anggota 1 : Nur Cahya Utama 6702190046
4 // Nama Anggota 2 : Aditya Firmansyah H 6702190043
5
6 //Deklarasi Pin sensor analog
7 int sensor1 = A0;
8 int sensor2 = A1;
9 int sensor3 = A2;
10 int sensor4 = A3;
11 int sensor5 = A4;
12 int sensor6 = A5;
13 int baca_sensor[6];
14
15 //Variable bantuan untuk menyimpan data
16 int LastError;
17 int error ;
18 int kecepatanMotorKanan, kecepatanMotorKiri, kecepatanSetPoint = 150
19
20 //pin penggerak Motor
21 int pinEnk1 = 2; //pin 1c? harus HT2W
22
```

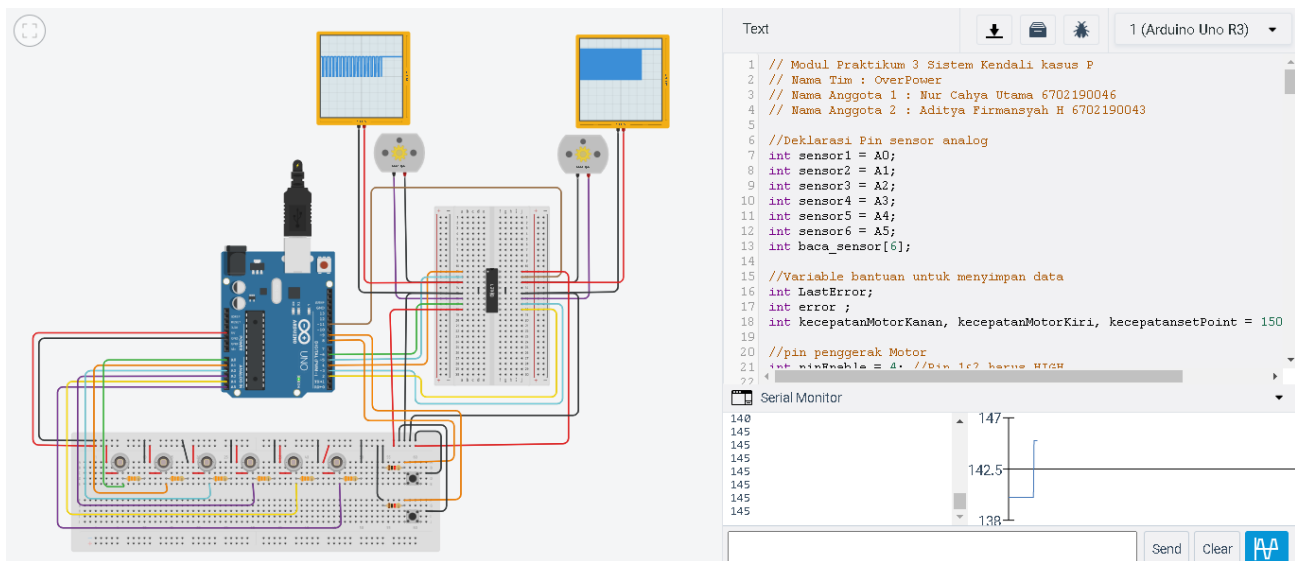
Serial Monitor

140
140
140
140
140
140
140

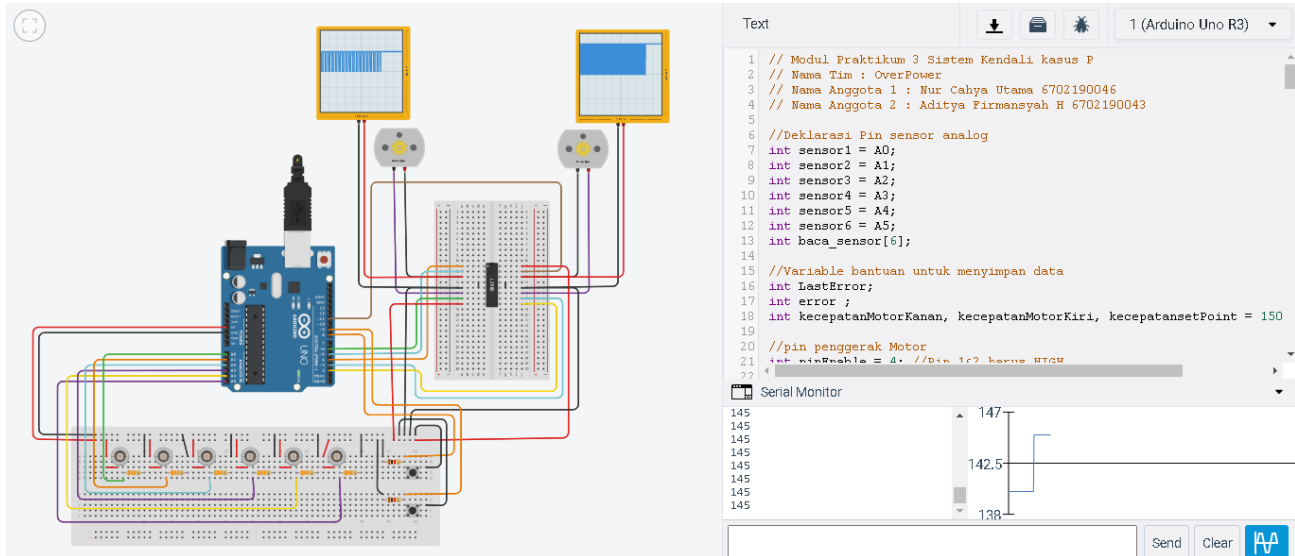
b. kondisi sensor “110000”



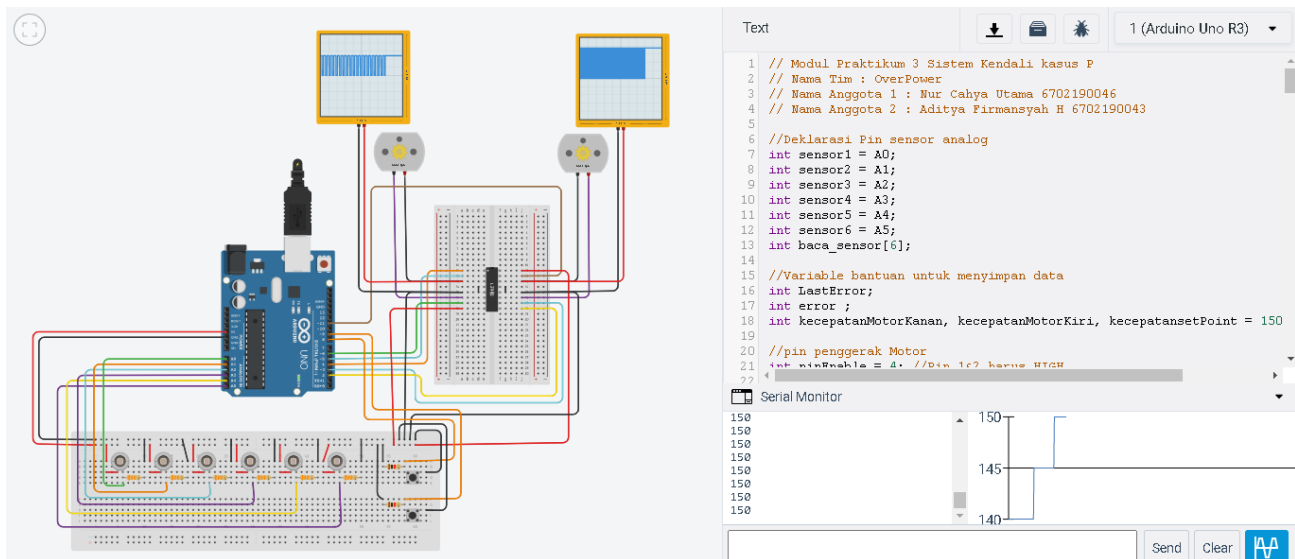
c. kondisi sensor “010000”



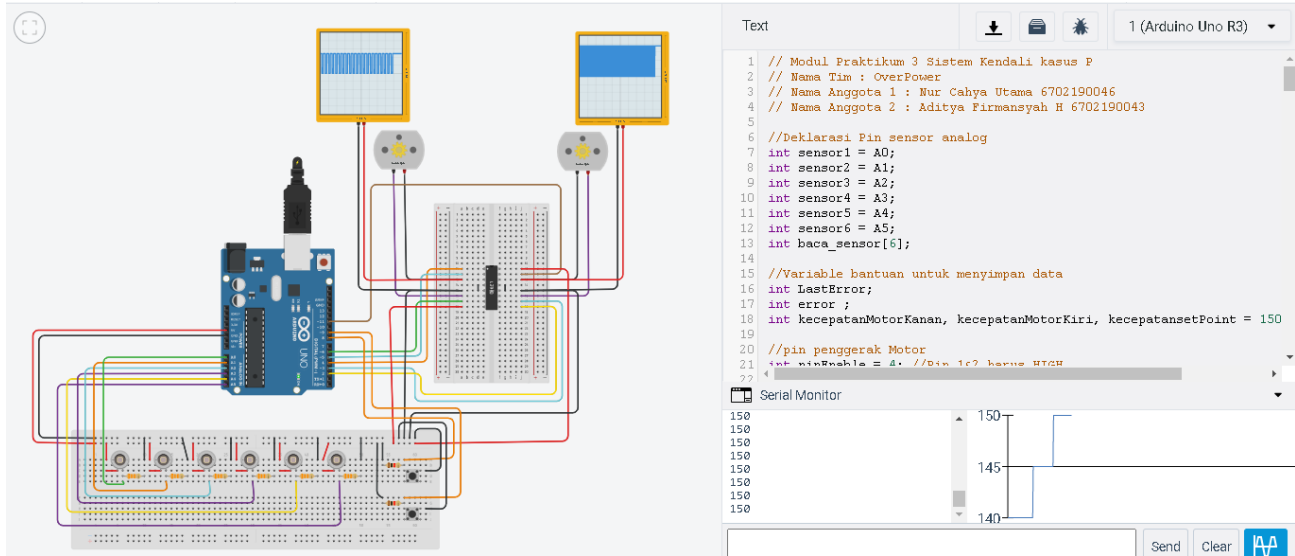
d. kondisi sensor “011000”



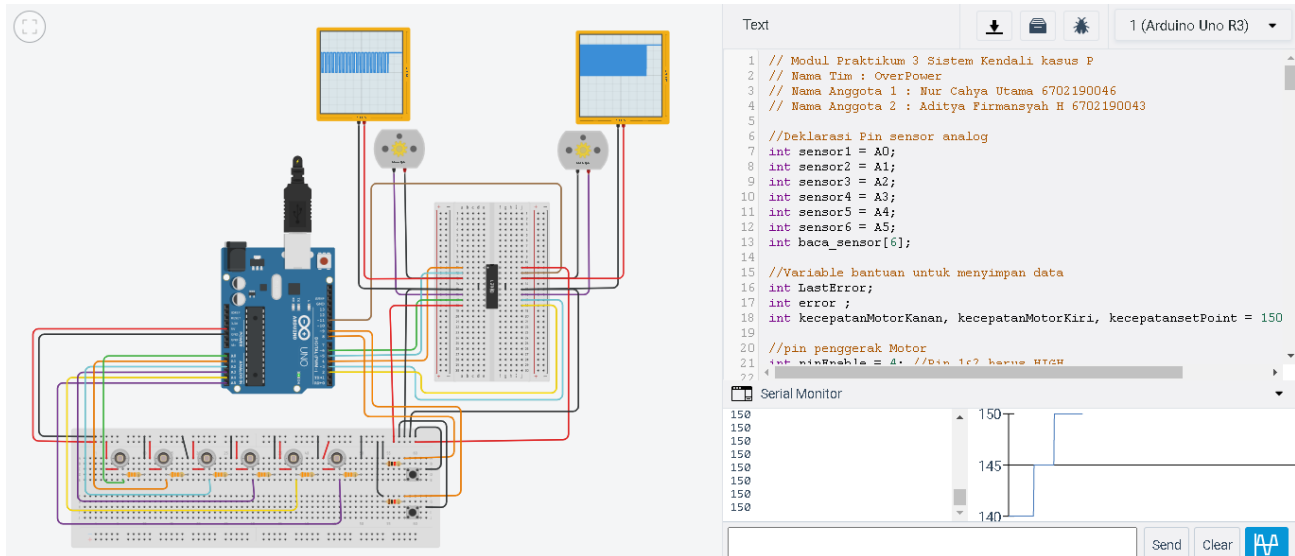
e. kondisi sensor “001000”



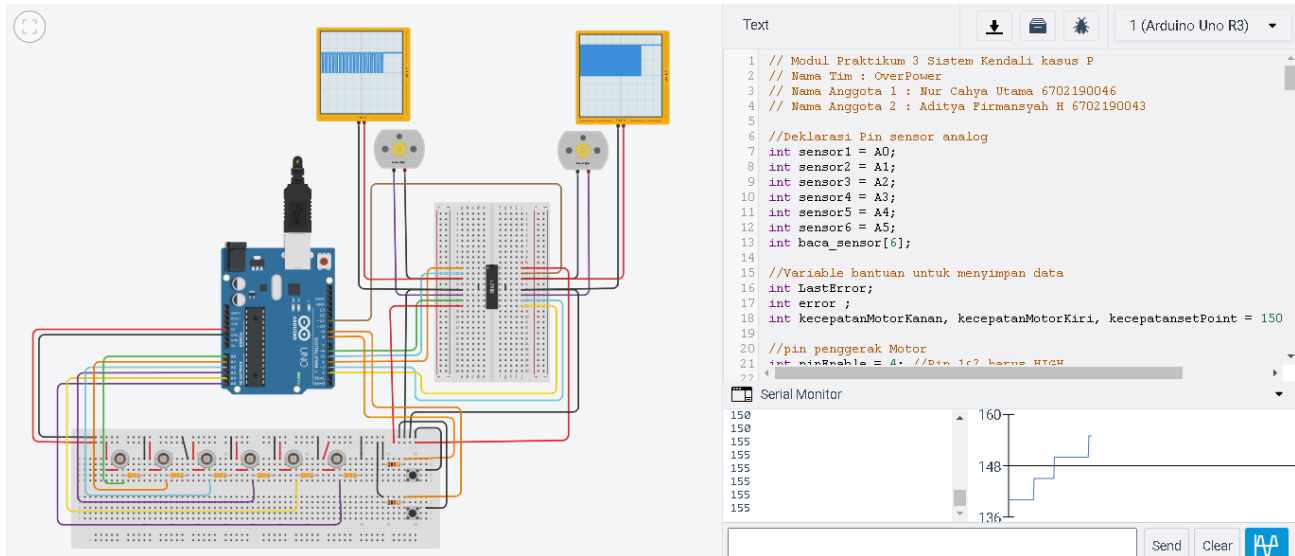
f. kondisi sensor “001100”



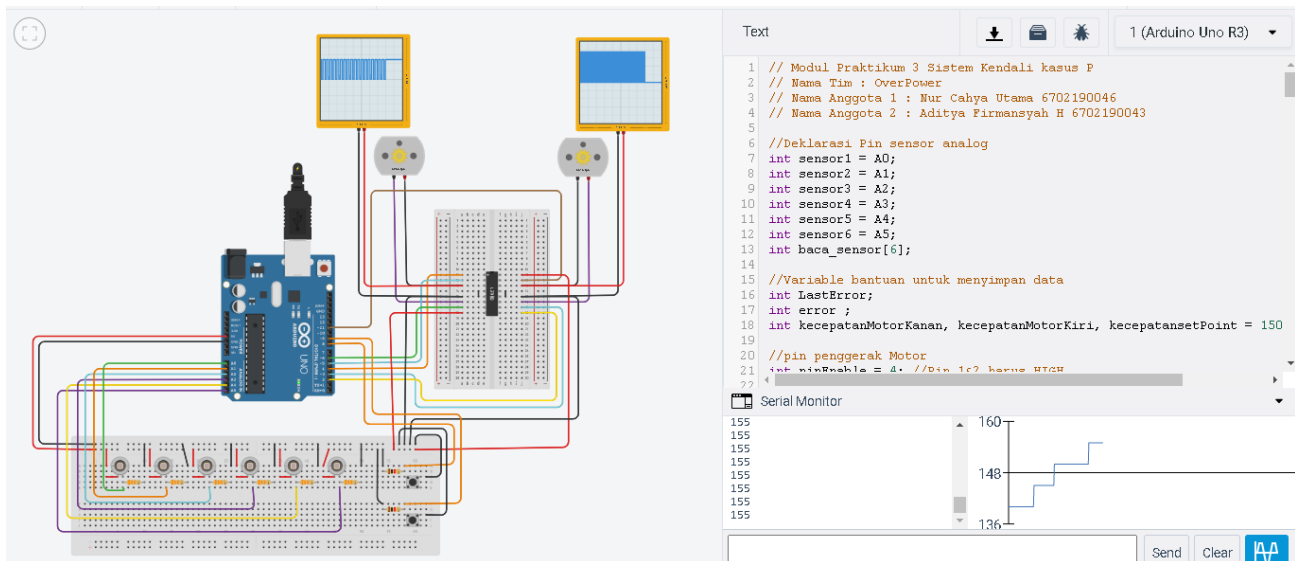
g. kondisi sensor “000100”



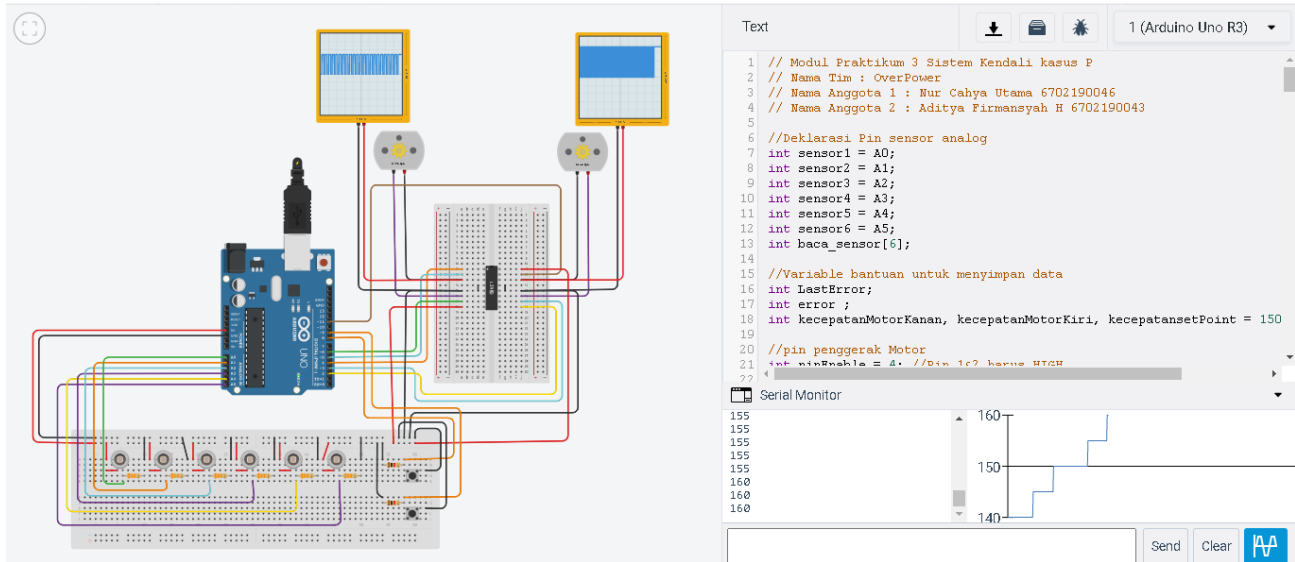
h. kondisi sensor “000110”



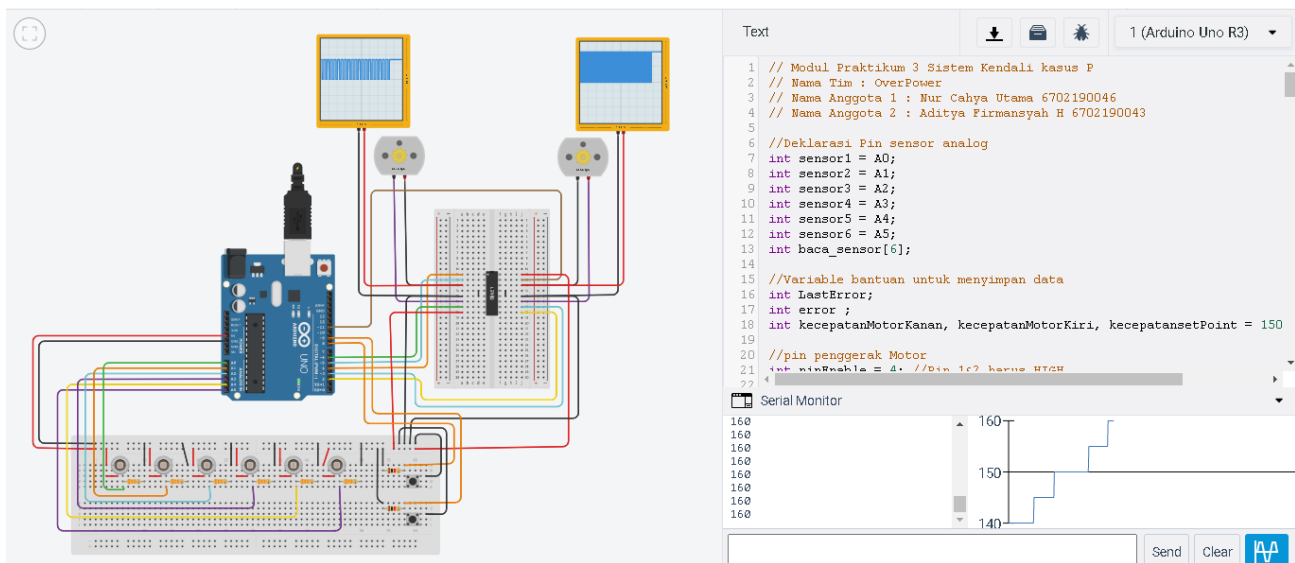
i. kondisi sensor “000010”



j. kondisi sensor "000011"



k. kondisi sensor "000001"



3. Isi tabel kebenaran dari sistem pada Tabel

Tabel 1 Tabel Kebenaran Sistem Kendali

Sensor						Error	Nilai Setpoint	Analog Value	
1	2	3	4	5	6			Motor Kiri	Motor Kanan
1	0	0	0	0	0	-2	150	160(5900rpm)	140(4900rpm)
1	1	0	0	0	0	-2	150	160(5900rpm)	140(4900rpm)
0	1	0	0	0	0	-1	150	155(5700rpm)	145(5100rpm)
0	1	1	0	0	0	-1	150	155(5700rpm)	145(5100rpm)
0	0	1	0	0	0	0	150	150(5500rpm)	150(5500rpm)
0	0	1	1	0	0	0	150	150(5500rpm)	150(5500rpm)
0	0	0	1	0	0	0	150	150(5500rpm)	150(5500rpm)
0	0	0	1	1	0	1	150	145(5100rpm)	155(5700rpm)
0	0	0	0	1	0	1	150	145(5100rpm)	155(5700rpm)
0	0	0	0	1	1	2	150	140(4900rpm)	160(5900rpm)
0	0	0	0	0	1	2	150	140(4900rpm)	160(5900rpm)

Kesimpulan Praktikum :

Sistem kendali PID digunakan untuk mengkoreksi error dari pengukuran variabel input (sensor) agar output sistem sesuai dengan nilai set point untuk menghasilkan error yang sekecil mungkin. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, didapatkan nilai parameter kontrol PID $K_p = 5$, $K_d = 0$, $K_i = 0$, Parameter tersebut digunakan dalam melakukan perhitungan PID dan mengatur kecepatan Motor kiri dan Kanan.