

## Rancang Bangun Sistem Kendali Sepeda Listrik Berbasis Arduino

Budi Suhendro<sup>1</sup>, Joni<sup>2</sup>, Djiwo Harsono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional Yogyakarta

Email : [bsuhendro@batan.go.id](mailto:bsuhendro@batan.go.id)

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

---

### Abstract

*A bicycle control system has been made using the PWM principle to adjust the motor speed by using a distance sensor as a safety system on the highway. The background of this research, electric bicycles have still not installed a safety system that directly connects motor speed using the principle of Pulse Width Modulation (PWM). The control system that is designed are added an ultrasonic sensor on the front of the bicycle that serves to measure the distance of the rider's bicycle with other vehicles. Variation of the specified distance is equal to  $\leq 1$  meter,  $\leq 2$  meters,  $\leq 3$  meters, and  $> 3$  meters, so the risk of accidents on the highway can be decreases. The purpose of this research is design and build a control system using the PWM principle to regulate the rotation speed of the motor and safety systems on electric bicycles. The results of this research are in barrier-free condition, electric bicycles can drove with average maximum speed of 28 km/hour. The speed of an electric bicycle that is affected by the front ultrasonic sensor at a high speed at a distance of 3 meter, 2 meter and 1 meter, respectively; 20.6 km/hour; 15.5 km/hour; and 5 km/hour. The right ultrasonic sensor has succeed to activating the buzzer at a distance of  $\leq 100$  cm.*

**Keywords:** control system; electric bicycle; safety

### 1. PENDAHULUAN

Sepeda listrik adalah sepeda yang digerakkan oleh motor yang disuplai oleh akumulator sebagai penyedia energi listrik. Energi listrik yang digunakan akan diubah menjadi energi gerak. Untuk mengubah energi listrik tersebut menjadi energi gerak, dibutuhkan motor listrik yang akan menjadi penggerak utama pada sepeda listrik. Motor listrik yang digunakan untuk sepeda listrik adalah motor DC [1].

Motor penggerak sepeda listrik harus dikendalikan berupa kecepatan putaran motor. Pengaturan kecepatan putaran motor sepeda listrik salah satunya yaitu dengan menggunakan prinsip PWM (*Pulse Width Modulation*). PWM merupakan sebuah mekanisme untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang antara *high* dan *low* dimana kita dapat mengontrol durasi sinyal *high* dan *low* sesuai dengan yang kita inginkan [2].

Selain pengaturan kecepatan motor, keselamatan saat menggunakan sepeda listrik juga perlu diperhatikan. Berdasarkan data [3], moda transportasi yang paling banyak terjadi kecelakaan adalah moda transportasi darat sehingga perlu adanya suatu langkah untuk mengurangi angka keceakaan tersebut. Sepeda listrik yang dijual di pasaran saat ini belum ada yang menerapkan sistem keamanan yang langsung mengendalikan

kecepatan putaran motor sehingga diperlukan suatu sistem keamanan yang dapat mengendalikan kecepatan putaran motor saat suasana jalan raya dalam keadaan ramai, salah satunya dengan menggunakan keamanan sensor jarak.

Penelitian tentang sepeda listrik telah banyak dilakukan diantaranya penelitian yang dilakukan pada tahun 2015, oleh Sugiyanto yang membuat sepeda listrik dengan memanfaatkan *solar cell* [4]. Akan tetapi sepeda listrik tersebut belum menggunakan prinsip PWM sehingga tidak efisien dalam penggunaan suplai baterai. Selanjutnya pada tahun 2016, Ronny dan Sujono melakukan penelitian sepeda listrik dengan menerapkan prinsip PWM [5]. Hasil penelitian tersebut dapat menambah efisiensi daya baterai sehingga penggunaan sepeda listrik dapat lebih lama. Namun sepeda listrik tersebut masih belum menerapkan sistem keselamatan bagi pengendara.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat perancangan suatu sistem kendali sepeda listrik dengan tujuan dapat mengendalikan kecepatan putaran motor dengan menggunakan prinsip PWM untuk mengefisienkan daya yang digunakan dan memperhatikan aspek keselamatan pengendara untuk mengurangi risiko kecelakaan di jalan raya, serta menguji hasil sistem kendali yang dibuat. Dari penelitian ini diharapkan dapat semakin menambah penggunaan sepeda listrik bagi masyarakat untuk mengurangi polusi udara dan menjamin keselamatan pengendara sepeda listrik.

## 2. MATERI DAN METODE

### 2.1 Materi

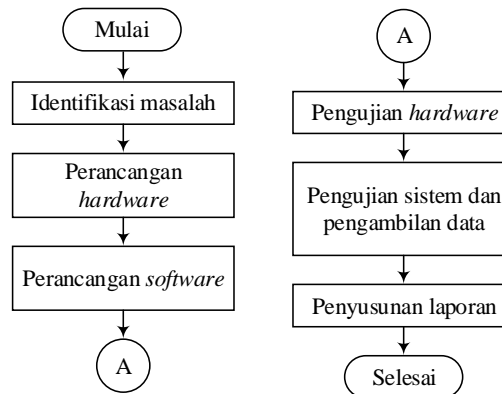
Sepeda listrik merupakan sepeda yang digerakkan oleh motor listrik DC dan disuplai oleh baterai. Sepeda yang digunakan pada penelitian ini adalah sepeda lipat. Sepeda ini ditambahkan sebuah motor DC yang diletakkan sisi kiri bagian belakang sepeda yang dihubungkan dengan roda belakang menggunakan rantai. Pada penelitian ini menggunakan motor DC *brushed gearbox* MY1016Z2 penggerak yang dihubungkan dengan roda belakang sepeda. Untuk mengatur kecepatan putaran motor DC diperlukan *driver* motor DC. Pada penelitian ini menggunakan *driver* motor DC dengan tipe BTS7960 yang dapat meneruskan arus 43A. *Driver* motor dan motor DC membutuhkan suplai tegangan 24 volt, sehingga dua komponen pada penelitian ini disuplai oleh dua buah aki 12 volt yang disusun seri sehingga dapat menghasilkan tegangan 24 volt.

Sistem kendali dapat diartikan sebagai pengaturan komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa untuk memerintahkan, mengarahkan, atau mengatur dirinya sendiri atau sistem lain [6]. Sistem kendali dapat dipandang sebagai sistem di mana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu. Sistem kendali diklasifikasikan menjadi dua kategori umum yaitu sistem kendali *loop* terbuka dan sistem kendali *loop* tertutup [7]. Pengendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino Nano. Tegangan masukan Arduino Nano adalah 6 volt, sedangkan sistem hanya disuplai oleh aki 24 volt sehingga dibutuhkan suatu komponen penurun tegangan. Pada penelitian ini menggunakan UBEC *Hobbywing* 3A yang sebagai penurun tegangan dan sekaligus sebagai penguat arus.

Arduino akan diberi sinyal masukan melalui *grip* gas berupa variasi tegangan yang akan dikonversi ke suatu nilai *Pulse Width Modulation* (PWM). Untuk sistem keamanan, digunakan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04 yang diletakkan di sisi depan dan kanan sepeda. Sensor ultrasonik pada sisi depan digunakan untuk membatasi nilai PWM pada rentang jarak tertentu dan sensor ultrasonik di sisi kanan digunakan untuk membunyikan *buzzer*. Parameter-parameter yang diamati berupa jarak objek di sisi depan dan kanan sepeda; dan nilai PWM ditampilkan pada LCD 16x2 yang terhubung dengan modul I<sup>2</sup>C LCD.

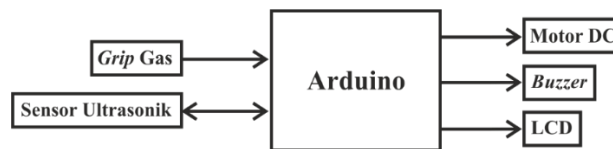
## 2.2 Metode

Metode pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

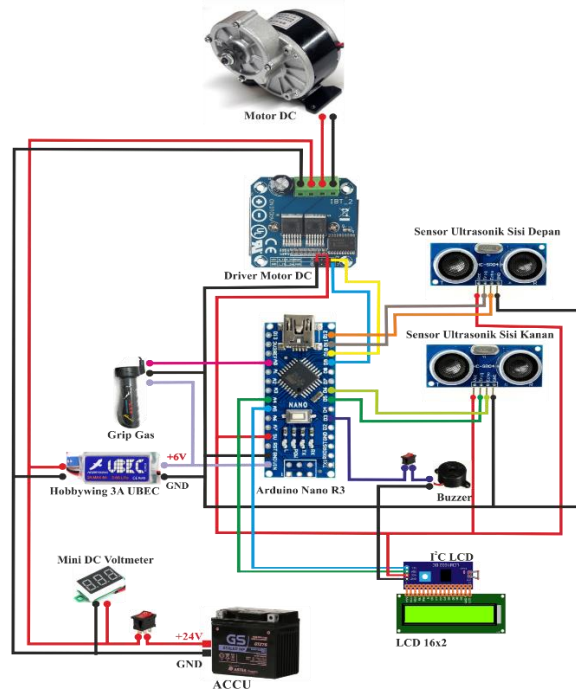
Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah dengan cara studi pustaka yaitu pendalaman materi, mencari dan membaca buku, jurnal, prosiding, naskah publikasi, dan mengunjungi *website* yang terkait dengan topik penelitian. Selanjutnya pada sistem kendali sepeda listrik terlebih dahulu dirancang pada bagian *hardware*. Pembuatan diagram blok sistem alat bertujuan untuk memberi penjelasan secara garis besar terhadap sistem kerja alat. Diagram blok sistem alat ditunjukkan pada Gambar 2 dan pengkabelan elektronik sepeda listrik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram blok sistem alat

Langkah penelitian selanjutnya yaitu perancangan *software*. Diagram alir kendali sepeda listrik ditunjukkan pada Gambar 4. Pada tahap pengujian *hardware* dilakukan pengujian sub sistem yang bertujuan untuk melihat kinerja komponen sehingga layak digunakan dalam penelitian ini atau tidak. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan setelah seluruh komponen terintegrasi. Pada pengujian sistem ini termasuk dalam pengujian *software* yang telah dibuat dan sekaligus dilakukan pengambilan data yang berguna untuk melakukan analisis hasil penelitian. Pengujian sistem secara

keseluruhan terdiri atas: 1) pengujian kecepatan sepeda tanpa beban dan dengan beban, 2) pengujian kecepatan pada kondisi bebas hambatan, 3) pengujian sensor ultrasonik depan terhadap PWM, dan 4) pengujian sensor ultrasonik kanan terhadap *buzzer*.



Gambar 3. Rancangan pengkabelan elektronik sepeda listrik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

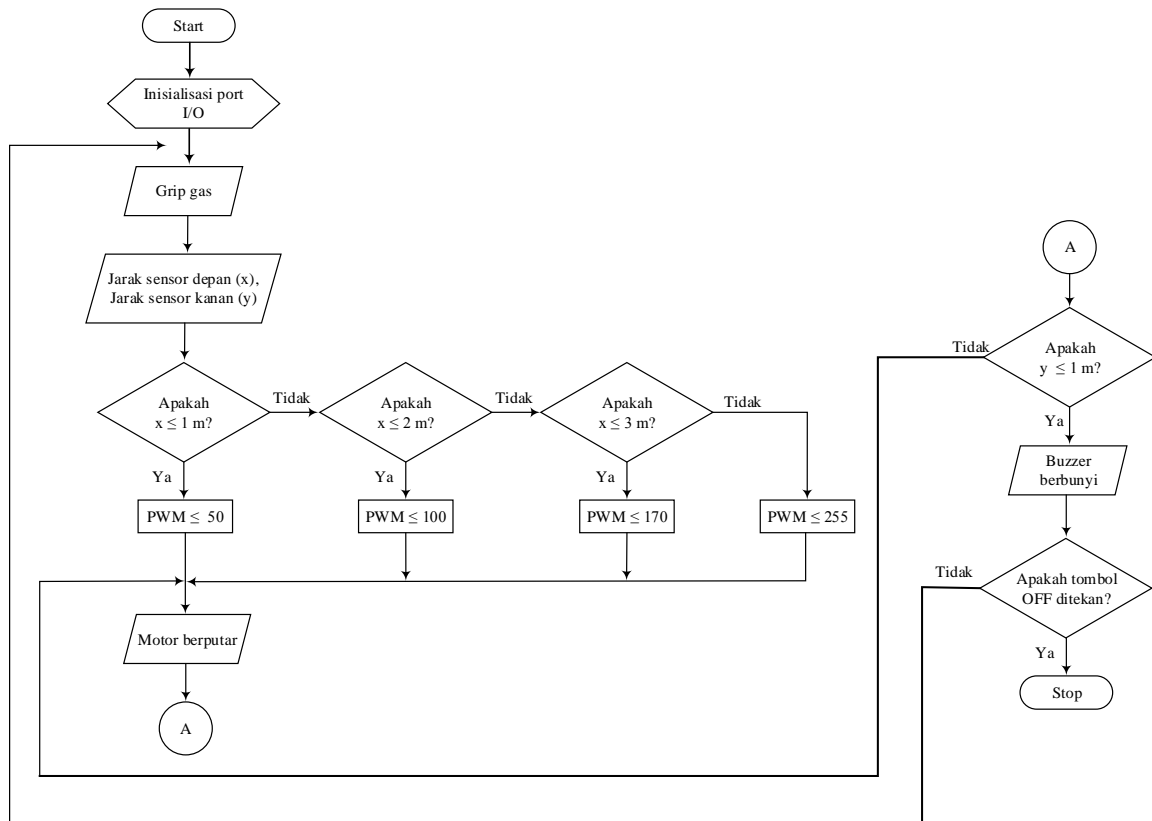
#### A. Hasil pengujian kecepatan sepeda tanpa beban dan dengan beban

Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian kecepatan sepeda tanpa beban dan dengan beban

Kecepatan Sepeda Tanpa Beban		Kecepatan Sepeda Dengan Beban	
Pengujian ke-	Kecepatan (km/jam)	Pengujian ke-	Kecepatan (km/jam)
1	32,3	1	27,8
2	32,4	2	27,8
3	32,4	3	27,9
4	32,4	4	27,9
5	32,4	5	27,9
6	32,4	6	28,0
7	32,4	7	27,9
8	32,4	8	28,0
9	32,4	9	28,0
10	32,4	10	27,9
<b>Rata-rata</b>	<b>32,4</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>27,9</b>

Berdasarkan Tabel 1 dapat diperoleh rata-rata kecepatan maksimal sepeda listrik tanpa beban adalah sebesar 32,4 km/jam. Untuk pengujian dengan beban, dilakukan pada beban 54 kg dan diperoleh rata-rata kecepatan sebesar 27,9 km/jam.



**Gambar 4. Diagram alir kendali sepeda listrik**

**B. Hasil pengujian kecepatan pada kondisi bebas hambatan**

Pengujian ini dilakukan pada nilai PWM yang divariasi sebanyak empat nilai yaitu pada nilai 60, 120, 180, dan 255. Data dari pengujian ini disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data hasil pengujian kecepatan pada kondisi bebas hambatan**

Pengujian ke-	Kecepatan (km/jam)			
	PWM			
	60	120	180	255
1	6,1	13,9	19,0	27,8
2	6,2	14,0	19,1	27,8
3	6,2	14,0	19,1	27,9
4	6,1	14,0	19,1	27,9
5	6,2	14,0	19,2	27,9
6	6,2	14,0	19,2	28,0
7	6,1	13,9	19,1	27,9
8	6,1	14,0	19,2	28,0
9	6,2	14,0	19,2	28,0
10	6,1	13,9	19,2	27,9
11	6,1	13,9	19,2	28,0
12	6,2	14,0	19,2	28,1
13	6,1	14,0	19,2	27,8
14	6,2	14,0	19,2	28,0
15	6,2	14,0	19,2	28,0
16	6,2	13,9	19,2	27,9
17	6,2	14,0	19,2	28,0
18	6,2	14,0	19,2	28,0

Pengujian	Kecepatan (km/jam)			
19	6,2	14,0	19,2	28,0
20	6,2	14,0	19,2	28,0
<b>Rata-rata</b>	6,2	14,0	19,2	28,0

Kecepatan rata-rata sepeda listrik yang dihasilkan pada nilai PWM 60 adalah sebesar 6,2 km/jam. Untuk PWM 120, kecepatan rata-rata yang dihasilkan sebesar 14 km/jam; untuk PWM 180, kecepatan rata-rata yang dihasilkan sebesar 19,2 km/jam; dan untuk PWM 255, kecepatan rata-rata yang dihasilkan sebesar 28 km/jam.

### C. Hasil pengujian sensor ultrasonik depan terhadap PWM

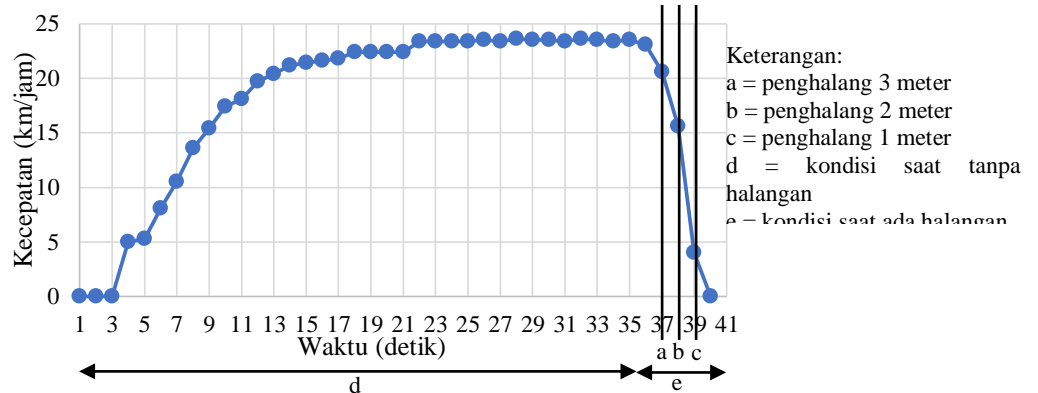
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan ketika sensor ultrasonik depan mendeteksi jarak yang telah ditentukan dalam program Arduino yaitu 1 m, 2 m, dan 3 m. Pada pengujian ini, sepeda listrik dikendarai oleh pengendara dengan berat 54 kg. Data pengujian kecepatan sepeda terhadap jarak penghalang disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan data pada Tabel 3, maka dapat dibuat grafik hubungan antara waktu terhadap kecepatan dari sepeda listrik yang ditunjukkan pada Gambar 5.

**Tabel 3. Data hasil pengujian sensor ultrasonik depan terhadap PWM**

Waktu (detik)	Kecepatan (km/jam)
1	0
2	0
3	0
4	5,0
5	5,3
6	8,1
7	10,5
8	13,6
9	15,4
10	17,4
11	18,1
12	19,7
13	20,4
14	21,2
15	21,4
16	21,6
17	21,8
18	22,4
19	22,4
20	22,4
21	22,4
22	23,4
23	23,4
24	23,4
25	23,4
26	23,5
27	23,4
28	23,6
29	23,5
30	23,5
31	23,4
32	23,6
33	23,5

Waktu (detik)	Kecepatan (km/jam)
34	23,4
35	23,5
36	23,1
37	20,6
38	15,6
39	4,0
40	0



**Gambar 5. Grafik hasil pengujian kecepatan sepeda terhadap jarak penghalang**

Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem kendali pada sepeda listrik dengan sistem keamanan jarak telah berhasil dibuat yang ditunjukkan pada kecepatan sepeda listrik yang berhasil berkurang secara otomatis pada saat memasuki nilai rentang jarak yang telah ditentukan, sehingga kecepatan dapat menurun.

#### D. Hasil pengujian sensor ultrasonik kanan terhadap *buzzer*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon *buzzer* ketika sensor mendeteksi objek pada jarak  $\leq 100$  cm. Sensor ultrasonik untuk fungsi ini berada pada posisi sebelah kanan sepeda. Sensor ultrasonik digunakan sebagai *input* dan *buzzer* digunakan sebagai *output*. Bunyi *buzzer* berupa suara berfungsi sebagai notifikasi kepada pengendara bahwa ada kendaraan lain yang menyalip pengendara. Data pada pengujian ini disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data pengujian sensor ultrasonik kanan terhadap *buzzer***

Pengujian ke-	Jarak Terbaca (cm)	<i>Buzzer</i>
1	4	ON
2	10	ON
3	17	ON
4	26	ON
5	31	ON
6	40	ON
7	52	ON
8	63	ON
9	72	ON
10	83	ON
11	90	ON
12	99	ON
13	108	OFF
14	116	OFF

Pengujian ke-	Jarak Terbaca (cm)	Buzzer
15	123	OFF
16	133	OFF
17	141	OFF
18	149	OFF
19	158	OFF
20	168	OFF

Keterangan:

ON = Berbunyi

OFF = Tidak berbunyi

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa sensor ultrasonik bagian kanan telah berhasil mengaktifkan *buzzer* berupa bunyi pada rentang jarak sesuai dengan program yang telah ditanamkan. Pada pengujian ini, sensor ultrasonik dan *buzzer* telah berfungsi dengan baik.

#### 4. KESIMPULAN

Suatu sistem kendali sepeda listrik dengan sistem keamanan menggunakan sensor jarak yang membatasi nilai PWM telah berhasil dirancang dengan menggunakan *grip* gas dan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan menggunakan pengendali Arduino Nano dan hasil pengujian sepeda listrik diperoleh hasil pada kondisi bebas hambatan, sepeda listrik dapat melaju dengan kecepatan maksimal rata-rata 28 km/jam dengan beban 54 kg. Kecepatan sepeda listrik akan turun jika sensor ultrasonik depan mendeteksi halangan pada jarak 3 meter, 2 meter, dan 1 meter, kecepatan berturut-turut menjadi 20,6 km/jam; 15,5 km/jam; dan 4 km/jam. Sensor ultrasonik bagian kanan telah berhasil mengaktifkan (membunyikan) *buzzer* pada jarak  $\leq 100$  cm.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiyawan, Beny. (2012). *Skripsi : Rancang Bangun Sepeda Listrik*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [2] Gultom, Leothambrin. (2011). *Skripsi : Aplikasi Pembangkit PWM pada Mikrokontroler ATmega 8535 Untuk Mengendalikan Suhu Pemanas Air (Heater)*. Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [3] Yusuf, Faisal. (2018). Keselamatan Transportasi. Akses online 10 Agustus 2019. (<https://setkab.go.id/keselamatan-transportasi/>)
- [4] Sugiyanto, Didik. (2015). *Rancang Bangun Sistem Sepeda Energi Surya Dengan Memanfaatkan Solar Cell*. Jurnal Momentum. Vol. 11.
- [5] Ronny, dan Sujono. (2016). *Otomatisasi Sepeda Listrik Berbasis Arduino Uno*. Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Budi Luhur.
- [6] DiStefano, Joseph J, Allen R. Stubberud, and Wan J. Williams. (1990). *Theory And Problems Of Feedback And Control Systems, Second Edition : Continuous (Analog) And Discrete (Digital)*. Schaum's Outline Series. California. page 1.
- [7] Bolton, William. (2006). *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kendali*. Erlangga. Jakarta. page 86.