

## RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) BERBASIS *PHOTOVOLTAIC*

Yasir Mahaseng<sup>1</sup>, Maryanto Massarang<sup>2</sup>, Yumnaini A<sup>3</sup>, Mustofa<sup>4</sup>, Sari Dewi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

<sup>2</sup>Dosen, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako  
email : Yasirmahaseng @gmail.com

### Abstract

Automatic Transfer Switch (ATS) is a device that can move the main power source to a backup power source automatically and quickly when the main power source is interrupted or the supply cuts to the load. In this study, ATS was designed based on the Arduino Nano microcontroller as an automatic control that works based on voltage readings. Using the Arduino Nano microcontroller can facilitate the process of making tools and minimize the use of components. This ATS uses the PZEM-004T voltage sensor module. The voltage sensor module functions to detect and measure the value of the PLN voltage. From the test results, it was found that the time lag between the PLN supply being cut off until the battery was supplying and ready to be loaded was an average of 2.79 seconds. Meanwhile, the time lag when the PLN supply turns on again until the battery supply is cut off and the load supply is again served by PLN is 3.07 seconds on average. Other tests found that in measuring battery resistance with a load of 20 watts, the current obtained is 1.66 amperes with a usage resistance of 27 hours, while when the load is 200 watts the current is 16.66 amperes while the resistance to use is 2.7 hours. The length of battery life is affected by the magnitude of the load.

Keywords: Automatic Transfer Switch, Arduino Nano, PLN, Photovoltaic, LCD

## I. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan akan energi listrik sangat seiring dengan perkembangan teknologi. Pada umumnya teknologi sekarang membutuhkan energi listrik. Contohnya, pada peralatan rumah tangga seperti lampu penerangan, AC, *Rice cooker*, Pompa air dan Kulkas sangat membutuhkan energi listrik sebagai energi penggerakannya, sehingga terlihat bahwa kebutuhan akan energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital, sehingga perlu adanya ketersediaan energi listrik yang kontinyu. Ketidakkontinyuan penyediaan tenaga listrik akan mengakibatkan ketidaknyamanan masyarakat pengguna energi listrik dan juga mengakibatkan kerugian akibat rusaknya peralatan listrik. Ketidakkontinyuan penyediaan tenaga listrik biasanya diakibatkan oleh pemadaman yang dilakukan oleh PT.PLN

karena adanya keterbatasan pembangkit PT.PLN dalam mengatasi pemakaian energi listrik pada saat beban puncak dan adanya gangguan pada pembangkit, jaringan transmisi dan distribusi.[1]

### 1.2 Tujuan

Mengaplikasikan rancangan *hardware photovoltaic* dan perangkat pendukungnya untuk membuat rangkaian *Automatic Transfer Switch* (saklar pemindahan otomatis).

## II. Landasan Teori

### 2.1 Perancangan Alat

*Automatic Transfer Switch* adalah saklar yang bekerja secara otomatis mentransfer beban dari suplai daya utama ke suplai daya cadangan bila suplai utama ini gagal atau tegangan suplai utama utama mengalami drop dibawah minimal.

Pada intinya, ATS adalah *service* atau alat yang akan mengubah secara otomatis sumber tenaga listrik ke sumber tenaga yang lain bila terjadi suatu masalah pada sumber tegangan utama, system otomatisnya bekerja berdasarkan jika listrik dari suplai daya utama terputus maka dipindahkan ke suplai daya cadangan.[1].

Sebagai kontrol perpindahan suplai beban dari sumber utama ke sumber cadangan dan sebaliknya diperlukan sebuah sistem yang dapat bekerja secara otomatis. Sistem ini biasanya disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS). ATS yang ada saat ini menggunakan sumber utama PLN dan sumber cadangan genset. Hal ini memiliki kekurangan dimana tidak memanfaatkan sumber energy terbarukan sebagai sumber listrik utama, padahal sumber energi terbarukan khususnya PLTS berpotensi sebagai sumber listrik utama. Selain itu, ATS yang ada, memindahkan suplai ke sumber cadangan saat listrik benar-benar padam.[4]



**Gambar 1.** *Automatic Transfer Switch* Konvensional  
(Sumber : Lab distribusi)

## 2.2 Sel Surya (*Photovoltaic*)

Sel surya atau sering disebut dengan photovoltaic dapat pula diartikan sebagai cahaya listrik. Sel surya atau sel fotovoltaik berasal dari bahasa inggris “photovoltaic” kata photovoltaic itu

sendiri berasal dari dua kata yaitu “Photos” yang memiliki arti cahaya dan kata “volt” yang merupakan satuan dari tegangan diabadikan dari penemu pengukur tegangan Alessandro Volta (1745 - 1827) yang merupakan pionir dari dalam mempelajari teknologi bidang kelistrikan. Maka dari itu secara harfiah “photovoltaic” dapat diartikan sebagai cahaya listrik untuk itulah sel surya merubah energi cahaya menjadi menjadi energi listrik.[2]

Sel surya yang juga disebut fotovoltaik merupakan peralatan yang berfungsi sebagai pengubah cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Sel surya juga bisa disebut sebagai peralatan utama untuk dapat memaksimalkan potensi energi cahaya matahari yang cukup besar ketika sampai ke bumi, selain sebagai sumber energi alternatif untuk membangkitkan listrik sel suryujuga dapat dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal.[2]



**Gambar 2.** Sel Surya  
(Sumber: Lab distribusi)

## 2.3 *Solar Charger Controller* (SCC)

SCC merupakan suatu Kontrol Panel yang didalamnya terdapat pusat pengkabelan (*wiring*) sistem, BCR itu sendiri yang kemungkinan juga dilengkapi dengan “*hardware*” untuk manajemen energi, inverter dan beberapa fungsi lain seperti proteksi sistem,

indikator dan kadang-kadang pencatatan data (*recording*) sistem. Untuk PLTS berskala kecil, SCC dapat berbentuk suatu kotak, yang tentunya tetap mempunyai fungsi yang sama yang diperlukan pada sistem tersebut.[2]



**Gambar 3.** Solar Charge Controll  
(Sumber: Solar Charge Controller /2021)

#### 2.4 Battery/ Accumulator

Baterai yang digunakan adalah jenis *accumulator* yang biasa dipakai pada motor/mobil. *Accumulator* ini merupakan jenis baterai lead acid dan adalah jenis aki basah. Tegangan nominalnya sebesar 12 V, yang terdiri dari 6 sel yang masing-masing mempunyai nominal tegangan 2 Volt, yang dihubungkan secara seri. Kapasitas dari aki ini sebesar 35 Ah dengan merek Gold Shine.[2]

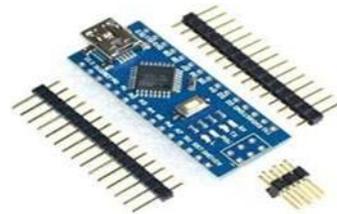


**Gambar 4.** Battery  
(Sumber: Lab distribusi)

#### 2.5 Arduino Nano

Arduino Nano merupakan papan mikrokontroler yang berbasis AT Mega328. Mempunyai 14 digital input / output pin (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16MHz, koneksi USB dan tombol reset.[8]

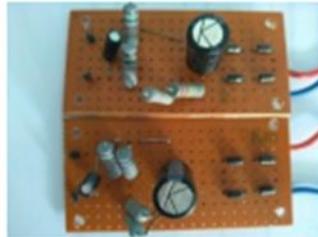
Arduino Nano ialah salah satu microcontroller yang ukurannya sangat kecil, cukup lengkap dan dapat digunakan pada breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis microcontroller ATmega 328 untuk Arduino Nano dengan versi 3.x atau ATmega168 untuk Arduino pada versi 2.x. pada sistem ini Arduino nano berfungsi sebagai processor yang mengolah sinyal input dari sensor Idr.[8]



**Gambar 5.** Arduino Nano  
(Sumber: gambar arduino nano /2019)

#### 2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan mengambil tegangan output dari trafo step down yang kemudian di searahkan menggunakan 4 buah dioda 1buah kapasitor 47 $\mu$ F200 Volt dan 4 buah resistor yang terdiri dari R1 = 1,5k $\Omega$  dan R2 = 200k $\Omega$ . Resistor berfungsi untuk membagi tegangan masukan agar tegangan output sesuai dengan tegangan masukan ADC pada mikrokontroler. Resistor dihubungkan seri agar nilai tahanannya besar dan bisa mengatasi beban yang besar.[4]

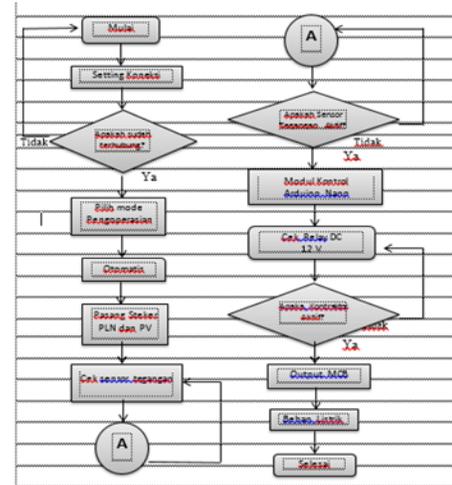


**Gambar 6.** Sensor Tegangan  
 (Sumber: [ejournal.unkhair.sensor-tegangan/2019](http://ejournal.unkhair.sensor-tegangan/2019))

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam ammeter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

**III. Hasil dan Pembahasan**

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah ATS menggunakan Arduino nano dengan memanfaatkan photovoltaic sebagai sumber cadangan sebagai pengganti PLN. Setelah itu dilakukan percobaan, pengujian dan pengambilan data yang diperlukan.



**Gambar 7.** Flowchart ATS

**3.1 Hasil**

Pada hasil perancangan dan penelitian yang berjudul *“Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Photovoltaic”* ini dapat disajikan hasil dalam bentuk fisik berupa alat, *software*, data maupun hasil analisis data. Adapun hasil perancangan dan penelitian tersebut sebagai berikut :

**3.1.1 Modul Kontrol Automatic Transfer Switch**



**Gambar 8.** Modul Kontrol ATS  
 (Sumber : Lab distribusi)

Bentuk fisik dari modul rangkaian *Automatic Transfer Switch* yang telah selesai dibuat. Fungsi modul ini yaitu

sebagai pendeteksi sumber tegangan, mengukur tegangan untuk ditampilkan pada LCD dan voltmeter, serta pemindah daya otomatis dari PLN ke battery maupun sebaliknya dari battery ke PLN. Jadi, output dari modul ini adalah dua unit kontaktor, lampu indikator serta sebuah LCD untuk menampilkan status kerja alat dan nilai tegangan terukur.

**1. Pengukuran Tegangan pada Sumber Listrik PLN**

Pengujian pengukuran tegangan yang dilakukan terhadap sumber listrik dari PLN dengan cara menggunakan beban dengan listrik yang berbeda-beda, untuk mengetahui tingkat kestabilan pengukuran tegangan.

Berdasarkan Tabel diatas pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kesalahan pengukuran dengan beban yang berbeda-beda nilai error terbesar adalah 0.44%, dan rata-rata hasil pengujian keseluruhan nilai error adalah 0.34%.

**2. Pengukuran Tegangan pada Sumber Listrik PLN**

Pengujian pengukuran tegangan yang dilakukan terhadap sumber listrik dari baterai dengan cara menggunakan beban dengan listrik yang berbeda-beda, untuk mengetahui tingkat kestabilan pengukuran tegangan.

Berdasarkan tabel diatas pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kesalahan pengukuran dengan beban yang berbeda-beda nilai error terbesar adalah 0.46 %, dan rata-rata hasil pengujian keseluruhan nilai error adalah 0.25%.

**3.2 Pengujian Alat**



**Gambar 9.** Tampilan LCD Pada ATS

Dalam pengujian ini, ATS harus mampu merespon terhadap kegagalan sumber utama dengan mengaktifkan sumber cadangan. Dalam hal ini ATS harus mampu untuk mendeteksi tegangan. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya tegangan bisa dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan (PZEM-004T). Dalam penelitian ini sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi nilai tegangan dari PLN. Sehingga tegangan yang terdeteksi inputnya akan langsung masuk ke Arduino dan output nilai tegangannya ditampilkan ke LCD dan voltmeter.

**3.2.1 Percobaan waktu switching PLN ke baterai**

**Tabel 1.** Data Switching PLN Ke Baterai

Percobaan ke	Waktu (Detik)
1	2.67
2	2.73
3	2.53
4	2.77
5	3.28

Rata-rata	2,79
-----------	------

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil percobaan maka dapat dijelaskan bahwa waktu paling lama untuk memindahkan suplai daya dari PLN ke baterai adalah 3,28 detik. Sementara waktu yang paling cepat adalah 2,53 detik. Jadi, jika dirata-ratakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan suplai dari PLN ke baterai adalah 2,79 detik.

**3.2.2 Data Switching Baterai ke PLN**

**Tabel 2.** Data Switching Genset Ke PLN

Percobaan ke	Waktu (Detik)
1	2.25
2	3.40
3	3.50
4	2.71
5	3.50
Rata-rata	3.07

Berdasarkan data di atas waktu paling lama untuk memindahkan suplai daya dari baterai ke PLN adalah 3.50 detik. Sementara waktu yang paling cepat adalah 2.25 detik. Jadi, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan suplai dari baterai ke PLN adalah 3.07 detik.

**3.2.3 Data pengujian kapasitas baterai**

Pengujian pengukuran dilakukan untuk mengetahui berapa lama penggunaan baterai untuk menyuplai ke beban. Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan beban listrik yang berbeda-

beda, untuk mengetahui tingkat kestabilan atau ketahanan baterai.

**Tabel 3.** Data hasil pengujian baterai beban computer

No	Waktu (Jam)	Daya beban (Watt)	Kapasitas baterai (Vdc)	Output inverter (Vac)
1	09.00	Komputer (200w)	12.18	219
2	09.30	Komputer (200w)	11.16	217
3	10.00	Komputer (200 w)	11.13	216
4	10.30	Komputer (200 w)	10.18	215
5	11.00	Komputer (200 w)	10.12	215
6	11.30	Komputer (200 w)	9.12	214
7	12.00	Komputer (200 w)	8.17	213

Dengan baterai yang digunakan sebesar 12 V 45 Ah maka daya yang dapat dihasilkan baterai perjam adalah :

$$Wh = V \times Ih$$

$$= 12 \times 45 = 540 Wh$$

Dengan beban 200 Watt (Komputer CPU)

$$I = W (\text{Beban}) \times V (\text{Baterai})$$

$$= 200 W / 12 V = 16.66 \text{ Ampere}$$

Waktu pemakaian :

$$H = 45 Ah / 16.66 A$$

$$= 2,7 \text{ Jam}$$

Berdasarkan Tabel pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Nilai tertinggi tegangan pada baterai yaitu 12.18 volt sedangkan nilai terendahnya adalah 8.17 volt, sedangkan output ke beban nilai tertingginya adalah 219 volt dan nilai terendahnya yaitu 213 volt.

**Tabel 4.** Data hasil pengujian baterai beban printer

No	Waktu (Jam)	Daya beban (Watt)	Kapasitas baterai (Vdc)	Output inverter (Vac)
1	09.00	Komputer (20w)	12.18	218
2	09.30	Komputer (20w)	12.13	218
3	10.00	Komputer (20w)	12.12	218
4	10.30	Komputer (20w)	12.1	218
5	11.00	Komputer (20w)	12.0	217
6	11.30	Komputer (20w)	11.22	217
7	12.00	Komputer (20w)	11.17	217

Dengan baterai yang digunakan sebesar 12 V 45 Ah maka daya yang dapat dihasilkan baterai perjam adalah :

$$Wh = V \times Ih$$

$$= 12 \times 45 = 540 \text{ Wh}$$

Dengan beban 20 Watt (Printer)

$$I = \frac{W (\text{Beban})}{V (\text{Baterai})}$$

$$= \frac{20 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 1.66 \text{ Ampere}$$

Waktu pemakaian :

$$H = \frac{45 \text{ Ah}}{1.66 \text{ A}}$$

$$= 27 \text{ Jam}$$

Berdasarkan Tabel pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Nilai tertinggi tegangan pada baterai yaitu 12.18 volt sedangkan nilai terendahnya adalah 11.17 volt, sedangkan output ke beban nilai tertingginya adalah 218 volt dan nilai terendahnya yaitu 217 volt.

### 3.2.4 Data pengukuran photovoltaic

Pada pengambilan data ini digunakan 2 buah panel surya dengan masing-masing penguatan 100 Wp yang di paralel. Pengujian pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama pengisian terhadap baterai untuk bisa terisi penuh.

**Tabel 5.** Data hasil pengukuran panel surya

Jam	Intensitas cahaya matahari (W/m <sup>2</sup> )	Suhu PV (°C)	Tegangan (Voc)	Arus (Isc)
08.00	880.5	40.4	18.3	4.2
09.00	1070.2	43.2	21.5	6.1
10.00	987.2	40.1	20.7	5.2
11.00	630.9	38.1	19.9	3.5
12.00	890.6	40.5	19.9	3.8
13.00	1020.2	48.2	21.8	4.6
14.00	903.3	41.6	20.1	4.2
15.00	873.4	38.3	19.7	4.1
16.00	901.9	35.2	18.8	3.5

Untuk pengisian baterai pada saat Vmax maka :

$$\text{Arus pada baterai} / I_{\text{max}}$$

$$= 45 / 6.1 = 7.3 \text{ Jam}$$

Jika pada saat Vmax kapasitas baterai yang dapat terisi pada saat pengujian adalah :

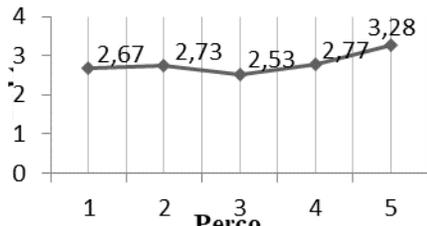
$$= \frac{\text{Waktu dalam pengujian}}{\text{Waktu baterai penuh } V_{\text{max}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{8}{7.3} \times 100 \% = 109.5 \%$$

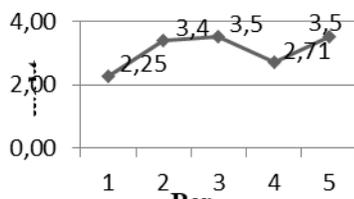
### 3.3 Pembahasan

Setelah melakukan pengujian dan pengambilan data, dilakukan analisis berdasarkan data-data yang diperoleh. Selain menganalisis data-data yang diperoleh, pembahasan ini bertujuan untuk menganalisis objek lain yang terkait dalam pembuatan skripsi ini.

### 3.3.1 Grafik Data Switching PLN Ke Baterai Serta Baterai Ke PLN



**Gambar 4.10** Grafik data *switching* PLN ke Baterai



**Gambar 4.11** Grafik data *switching* genset ke PLN

## IV. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian diperoleh jeda atau *delay* waktu antara suplai PLN terputus hingga baterai menyuplai dan siap dibebani yaitu rata-rata selama 2,79 detik. Sedangkan jeda waktu ketika suplai PLN kembali menyala sampai suplai baterai diputus dan suplai beban kembali dilayani oleh PLN yaitu rata-rata selama 3.07 detik. Data waktu yang di dapatkan diperoleh dengan menggunakan aplikasi stopwatch.
2. Dari hasil pengukuran tegangan pada sumber listrik PLN diperoleh hasil

nilai error tertinggi dari perhitungan pada multimeter dan sensor sebesar 0,44% dan jika dirata-ratakan hasil pengukuran keseluruhan nilai error nya adalah 0,34%. Kemudian pada hasil pengukuran tegangan sumber listrik baterai nilai error hasil perhitungan pada multimeter dan sensor tertinggi sebesar adalah 0,46%, sehingga rata-rata nilai hasil pengukuran keseluruhannya adalah 0,25 %.

3. Dari hasil pengujian dan pengukuran dapat diketahui bahwa ketika baterai di berikan beban 20 Watt (Printer) arus yang dihasilkan yaitu 1.66 ampere dengan ketahanan pemakaian 27 jam, sedangkan ketika di berikan beban 200 Watt (Komputer) maka arus yang dihasilkan adalah 16.66 ampere sehingga ketahanan pemakaian 2.7 jam. Lama ketahanan atau pemakaian baterai ditentukan oleh besarnya kapasitas beban.

### 4.2 Saran

Dari hasil perancangan dan penelitian tentang “Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis Photovoltaic” ini masih dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya. Contohnya dengan menambahkan kapasitor sebagai penyimpanan sementara dari ke dua sumber suplai agar waktu jeda lebih kecil atau bahkan tidak ada jeda ketika sumber suplai PLN mati atau sebaliknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bokhari, I., Putra, W., Nyoman. 2018. *Aplikasi Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Arduino*

- Uno. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah, Indonesia.
- [2] Asmi, J., & Candra, O. (2020). Prototype Solar Tracker Dua Sumbu Berbasis Microcontroller Arduino Nano dengan Sensor LDR. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108504>
- [3] Arshad, A., Rizwan, M., & Maqsood, A. (2016). Design & Implementation of Cost Effective Automatic Transfer Switch. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(5), 107–116.
- [4] Asriyadi, A., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. (2016). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 13(2), 225. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v13i2.988>
- [5] Farhan, B. A. (2021). *Design and Implementation of an Automatic Transfer Switch for a Single Phase Power Generator*. 7, 16–20.
- [6] Fathur Rahman, Abdul, N., & Wahyu, G. (2015). *Rancang Bangun Ats / Amf Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control*. 2(2), 164–172. <http://www.dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/72/54>
- [7] Kurniawan, A., Taqwa, A., & Bow, Y. (2019). PLC Application as an Automatic Transfer Switch for on-grid PV System; Case Study Jakabaring Solar Power Plant Palembang. *Journal of Physics: Conference Series*, 1167(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1167/1/012026>
- [8] Lamatenggo, M., Wiranto, I., & Ridwan, W. (2020). Perancangan Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pengendali PID Berbasis Arduino Nano. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(2), 39–43. <https://doi.org/10.37905/jjee.v2i2.6906>