

# Perancangan dan Implementasi *Wiper* Otomatis pada Helm Berbasis Mikrokontroler

Marcelinus Eric Bunardi<sup>1</sup>, Karel Octavianus Bachri<sup>2,\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya – Jakarta  
Corresponding Author: \*karel.bachri@atmajaya.ac.id

## Abstrak

Abstrak - Seiring perkembangan zaman, jumlah penduduk Indonesia terus meningkat dan berpengaruh pada persaingan hidup terutama di kota-kota besar. Mayoritas masyarakat Indonesia memilih sepeda motor sebagai moda transportasi utama dalam beraktivitas sehari-hari. Namun menurut KORLANTAS POLRI, sepeda motor adalah jenis kendaraan bermotor yang memiliki angka kecelakaan paling tinggi dari jenis kendaraan lainnya sebanyak 5.309 kecelakaan selama dua triwulan terakhir di seluruh Indonesia yang salah satu faktor penyebabnya adalah visibilitas yang semakin rendah akibat hujan. Dengan adanya *wiper* yang ditempatkan pada kaca helm, hal ini akan meminimalisir potensi kecelakaan pengguna sepeda motor akibat faktor visibilitas ketika berkendara saat hujan. Implementasi *wiper* ini menggunakan sensor hujan yang dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Nano sehingga memungkinkan untuk bekerja secara otomatis hanya ketika cuaca hujan. Ketika cuaca cerah pengendara sepeda motor pasti selalu terpapar oleh sinar matahari, sehingga *wiper* ini memanfaatkan energi terbarukan dari sinar matahari untuk digunakan sebagai pengisi daya baterai yang digunakan sebagai sumber daya pada *wiper*. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pengujian perangkat keras yang meliputi pengujian pengisian daya dan penggerak *wiper*, pengujian perangkat lunak, dan pengujian keseluruhan. Dari hasil pengujian dapat diperoleh bahwa sistem dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi cuaca hujan secara otomatis maupun proses pengisian daya.

**Kata kunci:** *Wiper, Sepeda Motor, Sel Surya, Arduino Nano, Sensor Hujan*

## Abstract

*As the time goes on, the population in Indonesia continues to increase and have an effect on the harsh competition of life, especially in major cities. The majority of Indonesian people choose motorcycles as the main mode of transportation in their daily activities. However, according to KORLANTAS POLRI motorcycles are the type of motor vehicles that have the highest accident rate of any other type of vehicle as many as 5,309 accidents over the last two quarters throughout Indonesia which is one of the contributing factors is lower visibility due to rain. With the wiper placed on helmet, this will minimize the potential for motorcycle accident due to visibility when riding in the rain. The wiper implementation uses a rain sensor which is connected to the Arduino Nano microcontroller making it possible to work automatically only when the weather is rainy. When the weather is sunny, motorcycle riders are always exposed to sunlight, so this wiper utilizes renewable energy from the sun to be used as a battery charger that used as a power source on the wiper. The test is carried out in several stages, namely hardware testing which includes charging and wiper drive testing, software testing, and overall testing. From the test results it can be seen that the system can work well for detecting rainy weather automatically and the charging process.*

**Keywords:** *Wiper, Motorcycle, Solar Cell, Arduino Nano, Rain Sensor*

## I PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki populasi terbanyak keempat di dunia setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Berdasarkan survei penduduk antar sensus (SUPAS) 2015, jumlah penduduk Indonesia pada 2019 diproyeksikan mencapai 266,91 juta jiwa sehingga masyarakat Indonesia memilih menjadi pengendara sepeda motor dibandingkan menggunakan mobil ataupun transportasi umum untuk beraktivitas[1].

Menurut Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor berjenis sepeda motor berjumlah 113.030.793 atau sekitar 81,58 persen dari total seluruh jenis kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2017[2]. Data angka kecelakaan dari sepeda motor menurut KORLANTAS POLRI yaitu sebanyak 5.309 kecelakaan memunculkan kemungkinan bahwa penyebab kecelakaan tersebut adalah adanya sesuatu hal yang membuat fokus dari pengendara sepeda motor terganggu seperti ketika cuaca hujan penglihatan pengendara motor melalui kaca helm akan berkurang sehingga pengendara motor biasanya hanya mengusap kaca helm ketika buram[3].

Hal ini membuat pengendara motor membutuhkan alat yang dapat membantu untuk melihat dengan jelas melalui kaca helm ketika diterpa hujan. Solusinya adalah dengan adanya *wiper* yang dapat dipasang pada kaca helm yang dapat dioperasikan secara otomatis melalui sensor yang ada sehingga pengendara tidak perlu lagi susah payah mengusap air hujan ketika berkendara.

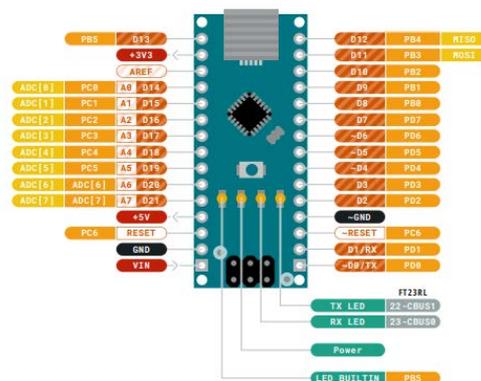
## II TEORI PENDUKUNG

### A Arduino Nano

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, *input/output* (I/O), bahkan sudah dilengkapi dengan *Analog-to-*

*Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Arduino Nano memiliki ukuran yang relatif kecil dibandingkan dengan Arduino Uno, akan tetapi dengan ukurannya yang kecil bukan berarti jenis Arduino ini tidak mampu menyimpan banyak fasilitas yang hampir sama dengan tipe Arduino Uno. Arduino Nano dibekali dengan prosesor ATmega328P dengan bentuk SMD dan memiliki 14 pin digital I/O, 8 pin analog *input* (lebih banyak dari Arduino Uno), dan menggunakan FTDI untuk pemrograman lewat mikro USB. Selain itu juga ada yang menggunakan prosesor ATmega168. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya *Random Access Memory* (RAM) dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas[4]. Konfigurasi pin Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 1.



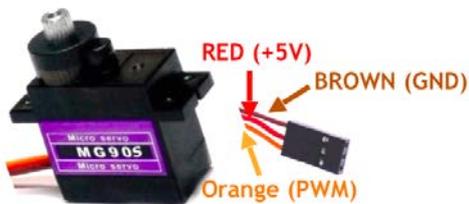
Gambar 1. Konfigurasi pin Arduino Nano[5]

### B Motor Servo MG90S

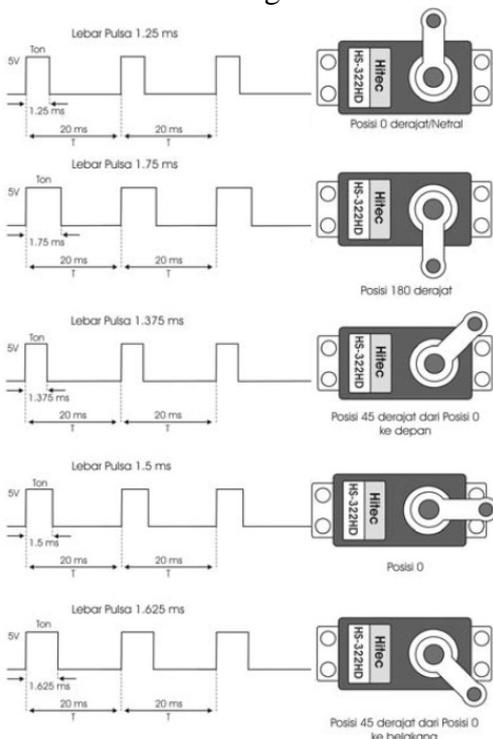
Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah tidak bergetar dan tidak beresonansi saat beroperasi, daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat

motor, penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan, resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti *encoder* yang dipakai, tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi. Motor servo juga memiliki beberapa kelemahan yaitu memerlukan pengaturan yang tepat untuk menstabilkan umpan balik, motor menjadi tidak terkendali jika *encoder* tidak memberikan umpan balik, beban berlebih dalam waktu yang lama dapat merusak motor[6]. Konfigurasi pin dari motor servo MG90S dapat dilihat pada Gambar 2 dan pengendalian lebar pulsa pada motor servo dapat dilihat pada Gambar 3. Spesifikasi motor servo MG90S dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Konfigurasi motor servo[6]



Gambar 3. Pengendalian lebar pulsa pada motor servo[7]

Tabel 1. Spesifikasi motor servo MG90S[15]

Parameter	Spesifikasi
<i>Weight</i>	13,4g
<i>Dimension</i>	22,8x12,2x28,5mm
<i>Stall torque</i>	1,8kg/cm(4,8V); 2,2kg/cm(6,6V)
<i>Operating speed</i>	0,10sec/60deg(4,8V); 0,08sec/60deg(6V)
<i>Operating voltage</i>	4,8V
<i>Temperature range</i>	0°C - 55°C

### C Sel Surya

Sel surya (*solar cell*) atau sel fotovoltaik berasal dari bahasa Inggris yaitu "*photovoltaic*". *Photovoltaic* berasal dari dua kata yaitu "*photo*" yang berarti cahaya dan kata "*volt*" adalah nama satuan pengukuran tegangan listrik. Sel surya (*solar cell*) merupakan sebuah perangkat semikonduktor yang memiliki permukaan luas dan terdiri dari rangkaian diode tipe "p" dan "n", yang mampu merubah energi matahari menjadi energi listrik. Sel surya (*solar cell*) bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

Perbedaan utama dari panel sel surya adalah bahan produksi dari sel surya. Bahan sel surya yang paling umum adalah *crystalline silicon*. Bahan *crystalline* dapat terdiri dari *monocrystalline* dan *polycrystalline*. *Polycrystalline* berwarna kebiruan dengan bercak-bercak biru muda dan biru tua. Jenis ini yang paling banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. *Monocrystalline*, mempunyai efisiensi lebih baik lagi tetapi harganya juga relatif lebih mahal. Jenis ini dapat dikenali dengan warnanya yang kebiruan polos tanpa bercak. Perbedaan sel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan *monocrystalline* dan *polycrystalline*[9]

Keterangan	<i>Mono-crystalline</i>	<i>Poly-crystalline</i>
Jenis	Silikon tunggal	Campuran silikon

		dengan material lain
Estetika	Rata-rata berwarna hitam	Rata-rata berwarna hitam
Efisiensi	$\pm 15-20\%$	$\pm 13-18\%$
Ketahanan	Berkinerja lebih baik dalam suhu tinggi dan kondisi yang teduh	Kurang efisien dalam suhu yang lebih tinggi
Kebutuhan area	6-9 m <sup>2</sup> per 1 kWp	8-9 m <sup>2</sup> per 1 kWp
Lainnya	Teknologi yang paling banyak digunakan	Lebih sedikit menggunakan dan menghasilkan limbah silikon

Daya yang dihasilkan panel sel surya maksimum diukur dengan besaran *Wattpeak* (Wp), yang konversinya terhadap *Watt-hour* (Wh) tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Selanjutnya daya yang dikeluarkan oleh panel sel surya adalah daya panel dikalikan lama penyinaran. Misalnya sebuah panel sel surya berkapasitas 50 *Wattpeak* disinari matahari dengan intensitas maksimum selama 8 jam maka daya yang dihasilkan adalah 50 kali 8 *Watt-hour* atau 400 *Watt-hour*. Daya sebanyak ini dapat digunakan untuk menyalakan 4 buah lampu 25 *Watt* selama 4 jam atau sebuah televisi hitam putih 40 *Watt* selama 10 jam[8].

Besar daya *output* sel surya (*Vout*) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (*Voc*), dan arus hubung singkat (*Isc*) dan *fill factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihubungkan dengan persamaan 1[14] dan persamaan 2[14].

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (1)$$

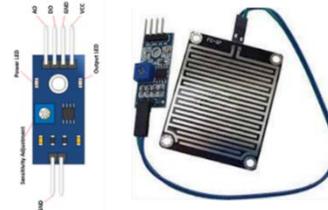
$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2)$$

Faktor pengisi (*fill factor*) merupakan nilai rasio tegangan dan arus pada keadaan daya maksimum dan tegangan *open circuit* (*Voc*) dan arus *short circuit* (*Isc*). Energi cahaya yang diterima oleh sel surya dapat dirubah menjadi energi listrik semakin besar energi cahaya yang diserap maka semakin besar energi listrik yang dapat dihasilkan. Maka konversi energi inipun memiliki nilai efisiensi di dalamnya. Efisiensi konversi energi ( $\eta$ ) dari sel surya merupakan persentase dari sel energi surya yang tidak berubah menjadi panas sehingga dapat dipergunakan menjadi energi listrik yang dapat dihitung melalui persamaan 3[14].

$$\eta = \frac{P_m}{(E \times A \times c)} \times 100\% \quad (3)$$

#### D Sensor Hujan

Sensor hujan merupakan modul yang digunakan sebagai sensor tetes air yang jatuh ke papan deteksi dapat dilihat ketika air menyentuh kedua elektroda (tembaga) maka tegangan 5V akan terhubung dengan *output* dan sebagian tegangan akan berkurang karena air berfungsi sebagai penghantar. Tegangan keluarannya sebesar 3V sampai 4.5V dengan jarak antara kedua elektroda + 2cm dan resistor yang digunakan sebesar 10k $\Omega$  sampai 100k $\Omega$ . Untuk mendeteksi air hujan dengan kawasan yang besar maka elektroda dibuat berliku – liku. Untuk menghindari karat atau tertutup kotoran yang menyebabkan sensor tidak bekerja, jalur tersebut harus dilapisi timah atau apa saja yang dapat menyatu dengan jalur tersebut dan dapat mengantarkan arus listrik. Konfigurasi pin pada sensor hujan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi pin sensor hujan[10]

#### E Arduino IDE

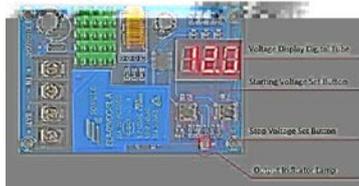
Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketsa (nama khusus untuk program yang digunakan untuk mengendalikan perangkat keras). Bahasa

yang digunakan untuk menyusun sketsa menyerupai C atau C++. Arduino IDE akan digunakan sebagai salah satu perangkat lunak untuk membuat sketsa pemrograman pada Arduino Nano.

#### F Solar Charge Controller XH-M604

*Solar charge controller* adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Solar charge controller* berfungsi untuk *charging mode* (mengisi baterai yaitu mengetahui kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau baterai penuh) dan *operation mode* (penggunaan baterai ke beban yaitu pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai kosong).

*Solar charge controller* biasanya terdiri dari 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan sel surya, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki, dan 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke sel surya karena ada *diode protection* yang hanya melewatkan arus listrik DC dari sel surya bukan sebaliknya. Bentuk fisik *solar charge controller* XH-M604 dapat dilihat pada Gambar 5.

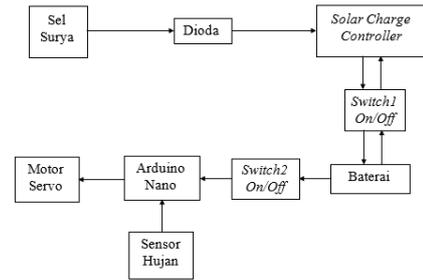


Gambar 5. Bentuk fisik *solar charge controller* XH-M604

### III PERANCANGAN SISTEM

#### A Metodologi Perancangan

Alat ini dirancang untuk membantu memudahkan pengendara sepeda motor yang memakai helm untuk menghilangkan air hujan yang membasahi kaca helm secara otomatis melalui sensor hujan dan sel surya berbasis mikrokontroler. Diagram blok alat ini dapat dilihat melalui diagram blok sistem pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok sistem

Cara kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. Pengguna harus mengaktifkan mikrokontroler Arduino Nano, sensor hujan, dan motor servo dengan menekan *switch2* ke posisi *on*, namun *switch1* harus pada posisi *off* begitu juga sebaliknya supaya tidak melakukan pengisian daya dan pemakaian daya secara bersama-sama yang berpotensi merusak baterai maupun komponen lainnya.
2. Ketika sensor hujan mendeteksi adanya tetes air, maka akan memberikan keluaran menuju Arduino Nano. Arduino Nano akan menjalankan perintah untuk menggerakkan motor servo selama sensor hujan masih mendeteksi adanya tetes air.

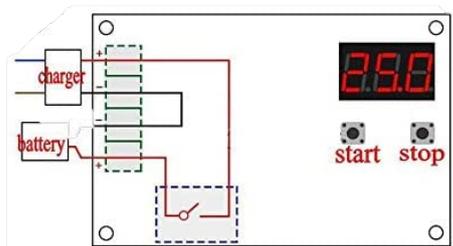
Daya pada baterai akan terisi kembali yang didapatkan melalui sel surya. Sel surya menyalurkan daya menuju *solar charge controller* setelah melalui dioda yang berfungsi sebagai penyearah lalu menuju baterai. *Solar charge controller* akan menghentikan pengisian daya ke baterai ketika baterai sudah terisi penuh sesuai dengan *stop voltage* yang ditetapkan pada *solar charge controller*.

Perancangan sistem terbagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan sistem pengisian daya, perancangan sistem penggerak *wiper*, dan integrasi sistem, sedangkan perancangan perangkat lunak dilakukan untuk pengujian, baik pengujian setiap modul, maupun pengujian keseluruhan sistem.

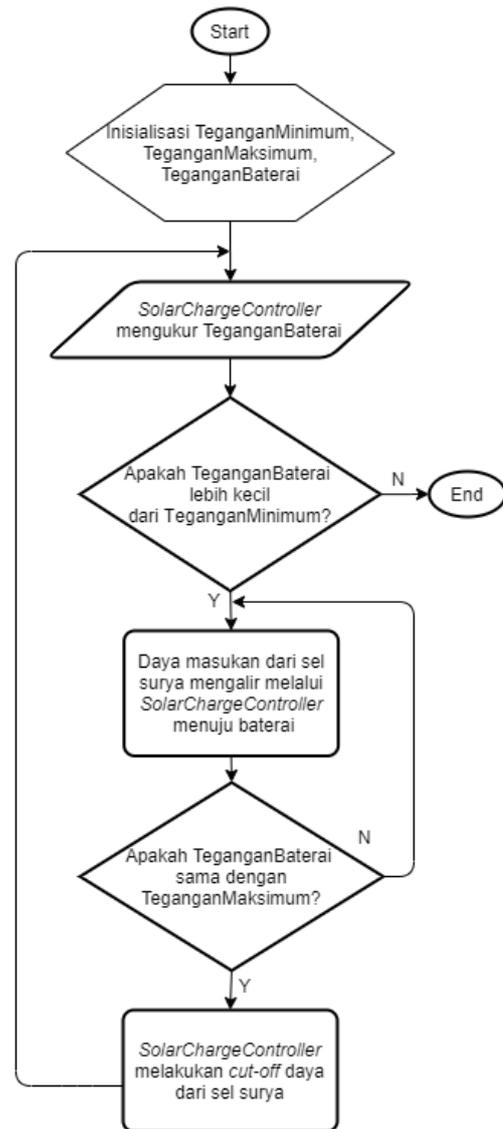
## B Perancangan Perangkat Keras

### B.1 Perancangan Pengisian Daya

Perancangan untuk pengisian daya pada alat ini diawali dengan sel surya sebagai sumber daya utama untuk pengisian daya yang memiliki tegangan sebesar 12V dan arus sebesar 0,2A. Daya tersebut dialirkan ke *solar charge controller* setelah melewati dioda yang berfungsi sebagai penyearah sehingga daya yang mengalir dari sel surya pasti menuju ke *input solar charge controller*. Melalui *solar charge controller* ini, tegangan minimum dan maksimum baterai dapat ditetapkan sehingga dengan otomatis akan memutus daya dari sel surya ketika baterai sudah mencapai tegangan yang ditetapkan atau dapat dikatakan telah terisi penuh ataupun otomatis mengalir daya ke baterai ketika tegangan pada baterai berada dibawah tegangan minimum yang ditetapkan. Cara kerja *solar charge controller* XH-M604 dapat dilihat pada Gambar 7 dan diagram alir untuk *solar charge controller* XH-M604 dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Cara kerja *solar charge controller* XH-M604



Gambar 8. Diagram alir *solar charge controller* XH-M604

### B.2 Perancangan Penggerak Wiper

Pada perancangan untuk penggerak *wiper* ini diawali dengan *switch on/off* yang berfungsi untuk memutus/menyambungkan daya dari baterai, lalu tersambung dengan rangkaian mikrokontroler Arduino Nano. Rangkaian mikrokontroler Arduino Nano berfungsi untuk mengolah masukan sensor yaitu dari sensor hujan berupa sinyal analog lalu memberikan perintah kepada motor servo sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan pada program Arduino Nano. Rangkaian mikrokontroler untuk penggerak *wiper* diperlihatkan pada Gambar 9 dengan konfigurasi *pin* sebagai berikut:



Pengujian mikrokontroler diperlukan untuk memastikan bahwa Arduino Nano bekerja dengan baik. Indikator bahwa Arduino Nano bekerja dengan baik adalah terlihat pada LED *Power* akan menyala ketika diberi tegangan input atau disambungkan ke *port* komputer. Untuk menguji pin berfungsi dengan baik, dapat dilakukan dengan cara memberikan logika *HIGH* pada setiap *pin* Arduino Nano. Jika *pin* berlogika *HIGH*, maka pada *serial monitor* akan diperlihatkan keluaran logika “1” untuk *pin* tersebut. Inisialisasi pin Arduino Nano akan diperlihatkan pada Gambar 11, program untuk pengujian Arduino Nano pada Gambar 12, dan hasil pengujian Arduino Nano pada Gambar 13.

```

cobaarduino
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, OUTPUT);
  pinMode(A1, OUTPUT);
  pinMode(A2, OUTPUT);
  pinMode(A3, OUTPUT);
  pinMode(A4, OUTPUT);
  pinMode(A5, OUTPUT);
  pinMode(A6, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

```

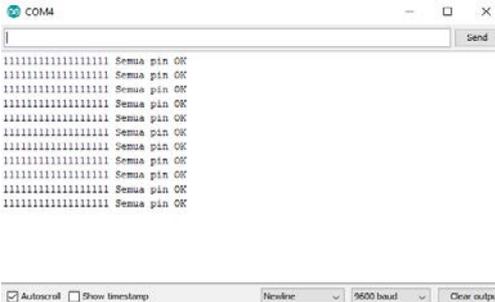
Gambar 11. Inisialisasi pin Arduino Nano

```

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly.
  digitalWrite(2, HIGH); digitalWrite(A2, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(2)); Serial.print(digitalRead(A2));
  digitalWrite(3, HIGH); digitalWrite(A3, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(3)); Serial.print(digitalRead(A3));
  digitalWrite(4, HIGH); digitalWrite(A4, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(4)); Serial.print(digitalRead(A4));
  digitalWrite(5, HIGH); digitalWrite(A5, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(5)); Serial.print(digitalRead(A5));
  digitalWrite(6, HIGH); Serial.println(" Semua pin OK");
  Serial.print(digitalRead(6)); delay(1000);
  digitalWrite(7, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(7));
  digitalWrite(8, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(8));
  digitalWrite(9, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(9));
  digitalWrite(10, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(10));
  digitalWrite(11, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(11));
  digitalWrite(12, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(12));
  digitalWrite(13, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(13));
  digitalWrite(A0, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(A0));
  digitalWrite(A1, HIGH);
  Serial.print(digitalRead(A1));
}

```

Gambar 12. Program pengujian Arduino Nano

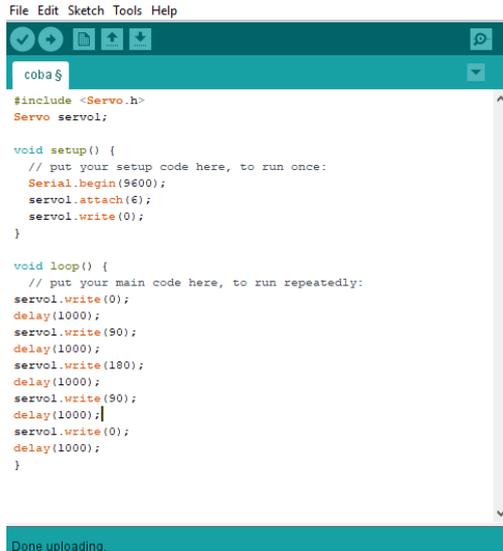


Gambar 13. Hasil Pengujian Arduino Nano

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa setiap pin yang digunakan berfungsi dengan baik. Hal ini diperlihatkan ketika pin diberi logika *HIGH*, *serial monitor* pada aplikasi Arduino IDE menampilkan logika “1” untuk pin tersebut.

## A2 Pengujian Motor Servo MG90S

Pengujian motor servo bertujuan untuk memastikan bahwa motor servo yang digunakan yaitu tipe MG90S bekerja dengan baik sesuai dengan perintah yang telah diprogram. Indikator bahwa motor servo bekerja dengan baik adalah apakah sudut pada motor servo sesuai dengan perintah pada program Arduino Nano. Pada program terdapat perintah untuk menggerakkan motor servo MG90S ke sudut 0 derajat, 90 derajat, 180 derajat, 90 derajat dan terakhir kembali ke 0 derajat dengan *delay* 1 detik. Program pengujian motor servo diperlihatkan pada Gambar 14 dan hasil pengujian motor servo MG90S diperlihatkan pada Gambar 15.



```
File Edit Sketch Tools Help
coba $
#include <Servo.h>
Servo servol;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  servol.attach(6);
  servol.write(0);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  servol.write(0);
  delay(1000);
  servol.write(90);
  delay(1000);
  servol.write(180);
  delay(1000);
  servol.write(90);
  delay(1000);}
  servol.write(0);
  delay(1000);
}
```

Done uploading

Gambar 14. Program pengujian motor servo MG90S

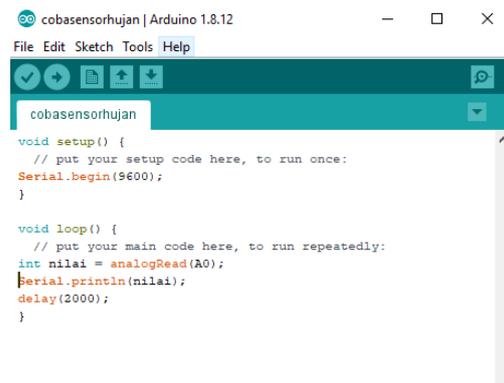


Gambar 15. Hasil pengujian motor servo MG90S

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa motor servo MG90S berfungsi dengan baik. Hal ini terlihat pada sudut yang ditampilkan oleh lengan motor servo sesuai dengan yang ada pada program mikrokontroler Arduino Nano melalui perangkat lunak Arduino IDE.

### A3 Pengujian Sensor Hujan

Pengujian sensor hujan bertujuan untuk memastikan bahwa sensor hujan yang digunakan bekerja dengan baik sehingga dapat memberikan *input* ke mikrokontroler Arduino Nano dengan akurat. Indikator bahwa sensor hujan bekerja dengan baik adalah terlihat pada LED *Power* akan menyala ketika diberi tegangan input melalui mikrokontroler Arduino Nano. Untuk menguji pengiriman sinyal analog dari sensor hujan ke Arduino Nano, dapat dilakukan dengan cara melihat angka keluaran di *serial monitor* Arduino IDE. Program pengujian sensor hujan dapat dilihat pada Gambar 16.



```
cobasensorhujan | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help
cobasensorhujan
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int nilai = analogRead(A0);
  Serial.println(nilai);
  delay(2000);
}
```

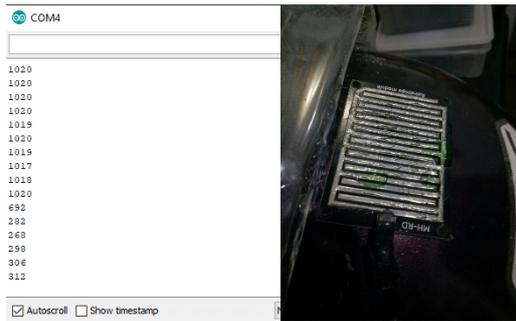
Gambar 16. Program pengujian sensor hujan

Sensor hujan mengirim sinyal analog ke Arduino Nano melalui pin A0 dengan besaran nilai analog antara 0 – 1023. Ketika papan deteksi sensor hujan mendeteksi adanya air, maka tegangan 5V akan tersambung dengan keluaran sehingga sebagian tegangan akan berkurang. Hal ini mengakibatkan ketika tidak ada deteksi hujan (papan deteksi dalam kondisi kering) maka besaran nilai yang muncul pada *serial monitor* akan berada pada kisaran 700 – 1023. Ketika sensor hujan mendeteksi adanya air, maka besaran nilai pada *serial monitor* akan semakin mengecil dan akan relatif konstan selama masih terdeteksi adanya air. Hasil pengujian sensor hujan ketika mendeteksi tidak adanya air diperlihatkan pada Gambar 17 dan mendeteksi adanya air diperlihatkan pada Gambar 18.



```
COM4
1017
1017
1019
1018
1017
1019
1018
1018
1019
1018
1017
1018
1019
Autoscroll Show timestamp
```

Gambar 17. Hasil pengujian sensor hujan ketika mendeteksi tidak adanya air



Gambar 18. Hasil pengujian sensor hujan ketika mendeteksi adanya air

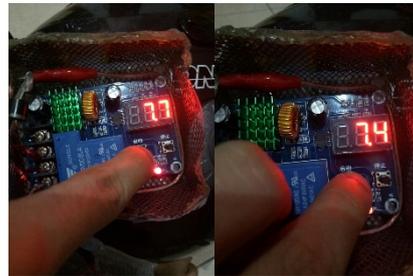
Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa sensor hujan berfungsi dengan baik. Hal ini terlihat pada besaran nilai yang ditampilkan pada *serial monitor* yang memiliki perbedaan ketika sensor mendeteksi adanya air. Besaran nilai pada *serial monitor* berubah dari kisaran 1000 menjadi kisaran 250 – 700. Melalui pengujian ini dapat diperoleh bahwa nilai keluaran yang dihasilkan ketika sensor mendeteksi adanya air adalah lebih kecil dari 700.

#### A4 Pengujian Modul Solar Charge Controller XH-M604

Pengujian *solar charge controller* bertujuan untuk memastikan bahwa modul ini dapat bekerja dengan baik untuk memberikan batas tegangan minimum baterai yang akan melakukan pengecasan ketika tegangan baterai dibawah tegangan minimum yang telah ditetapkan dan memberikan batas maksimum tegangan baterai yang akan melakukan *cut off* otomatis ketika tegangan baterai sudah mencapai tegangan maksimum yang telah ditetapkan pengguna.

Langkah awal untuk pengujian modul *solar charge controller* ini adalah dengan menetapkan tegangan minimum dan tegangan maksimum yang akan menjadi batas tegangan untuk melakukan pengisian daya. Tegangan minimum yang ditetapkan pada pengujian ini adalah 7,4V dan tegangan maksimum yang ditetapkan adalah 8,4V karena baterai yang digunakan merupakan baterai dua *cell* yang memiliki tegangan minimum sebesar 7,4V dan tegangan maksimum sebesar 8,4V. *Set minimum voltage solar charge controller* dapat dilihat pada Gambar 19, *set maximum voltage solar charge controller* dapat dilihat

pada Gambar 20, dan hasil pengujian *solar charge controller* dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 19. Set minimum voltage solar charge controller



Gambar 20. set maximum voltage solar charge controller

Tabel 3. Hasil pengujian *solar charge controller*

Tegangan Baterai (V)	Status <i>solar charge controller</i>
7,7	<i>Idle</i>
7,3	<i>charging</i>
7,5	<i>charging</i>
7,7	<i>charging</i>
7,9	<i>charging</i>
8,1	<i>charging</i>
8,3	<i>charging</i>
8,4	<i>Cut off</i>
8,3	<i>Idle</i>

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa *solar charge controller* berfungsi dengan baik. Hal ini terlihat pada fungsi otomatis *charge* dan *cut off* daya sesuai dengan tegangan minimum dan maksimum yang telah ditetapkan sebelum pengujian. Dapat dilihat pada tabel pengujian setelah mencapai tegangan minimum, *solar charge controller* dengan otomatis melakukan *charging* sampai pada tegangan maksimum dan secara otomatis melakukan *cut off*. Setelah itu, *solar charge controller* akan

berada dalam posisi *idle* sampai tegangan baterai mencapai tegangan minimum yang telah ditetapkan pada *solar charge controller*.

#### A5 Pengujian Sel Surya

Pengujian sel surya bertujuan untuk memastikan bahwa sel yang digunakan dapat bekerja dengan baik menerima *input* daya dari sinar matahari yang akan disalurkan ke *solar charge controller* XH-M604. Indikator bahwa sel surya bekerja dengan baik adalah melalui pengetesan multimeter yaitu mengukur tegangan dan arus keluaran dari sel surya. Pengujian sel surya diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian tegangan keluaran sel surya

Waktu	Kondisi Cuaca	Tegangan keluaran (V)	Arus (mA)
10.00	Cerah	10,64	37,4
10.30	Berawan	9,76	35,8
11.00	Cerah	12,03	52,7
11.30	Cerah	13,27	55,4
12.00	Cerah	13,42	66,9
12.30	Cerah	13,40	65,3
13.00	Berawan	12,67	64,9
13.30	Cerah	12,72	65,1
14.00	Berawan	10,85	54,7
14.30	Cerah	11,25	49,2
15.00	Cerah	10,75	45,4

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa sel surya berfungsi dengan baik. Hal ini terlihat pada besaran tegangan keluaran yang ditampilkan pada multimeter. Tegangan yang dihasilkan memiliki nilai yang bervariasi akibat perbedaan waktu saat pengujian yang berhubungan dengan energi foton dari cahaya sinar matahari dan kondisi cuaca ketika dilakukan pengujian. Arus yang dihasilkan pun bervariasi sesuai dengan keadaan cuaca. Cuaca pada saat tempat pengujian adalah cerah berawan dengan rentang suhu udara  $23^{\circ}\text{C} - 34^{\circ}\text{C}$ .

Hal ini membuktikan bahwa sel surya dapat cukup akurat menangkap foton dari sinar matahari dan menyalurkannya sebagai tegangan keluaran sesuai besaran foton yang diterima sel surya.

## B Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menghubungkan seluruh modul yang dirangkai menjadi satu rangkaian sistem. Pengujian sistem keseluruhan ini terbagi menjadi dua yaitu pengujian sistem penggerak *wiper* dan pengujian sistem pengisian daya.

### B1 Pengujian Sistem Penggerak Wiper

Pengujian sistem penggerak *wiper* ini dilakukan untuk menghubungkan mikrokontroler Arduino Nano dengan motor servo dan sensor hujan. Sensor hujan berperan sebagai pemberi sinyal masukan ketika mendeteksi ada atau tidak adanya air ke Arduino Nano. Pada Arduino Nano telah ada program yang akan aktif ketika nilai yang diterima dari sensor hujan lebih kecil daripada batas nilai yang telah ditentukan pada program. Hasil pengujian sistem penggerak *wiper* diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sistem penggerak *wiper*

Nilai Masukan Sensor Hujan	Batas Nilai	Status Motor Servo
1015	700	<i>Idle</i>
1011		<i>Idle</i>
652		Bekerja
350		Bekerja
352		Bekerja
355		Bekerja
370		Bekerja
371		Bekerja
369		Bekerja
385		Bekerja

Berdasarkan hasil pengujian sistem penggerak *wiper* terlihat bahwa nilai masukan dari sensor hujan berhasil diterima oleh Arduino Nano dan meneruskan perintah yang telah ada pada program ke motor servo sehingga motor servo bergerak dari sudut 0 derajat ke 180 derajat lalu kembali ke 0 derajat.

### B2 Pengujian Sistem Pengisian Daya

Pengujian sistem pengisian daya ini dilakukan untuk menguji pengisian daya dari

sel surya menuju baterai dan pemakaian daya yang dikeluarkan baterai.

Pengisian daya untuk sistem ini bersumber dari sel surya yang menyerap energi foton dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi daya yang dapat dialiri menuju baterai. Sel surya akan terus melakukan pengecasan menuju baterai melalui *solar charge controller* ketika *switch on/off* yang ditempatkan antara *solar charge controller* dan baterai diaktifkan. *Switch on/off* ini bertujuan sebagai pengaman supaya *solar charge controller* tidak cepat mengalami penurunan performa atau berpotensi rusak karena terdapat tegangan kerja minimum untuk *solar charge controller* ini yaitu sebesar 6V. Jika tidak ada *switch on/off*, *solar charge controller* akan tetap dalam kondisi aktif selama baterai terhubung dengan *solar charge controller* namun kondisi *charge/discharge* sesuai dengan kondisi yang telah dijelaskan pada pengujian *solar charge controller*.

Berdasarkan pengujian pada sel surya pada Tabel 4, terlihat bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan sel surya berkisar antara 9,4V – 13,4V dan arus yang dihasilkan berkisar antara 37,4mA – 66,9mA. Melalui data ini, didapatkan perhitungan hasil daya yang dihasilkan berdasarkan tegangan dan arus keluaran dari sel surya yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil daya keluaran sel surya untuk pengisian baterai

Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
9,4	37,4	0,35
13,4	66,9	0,9

Pengujian berapa lama waktu untuk mengisi baterai sampai penuh dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Lama waktu pengisian daya

Daya keluaran (W)	Kapasitas baterai (mAh)	Lama waktu (jam)
0,35	1500	34,5
0,9		13,5

Berdasarkan hasil pengujian pengisian daya, dapat terlihat lamanya waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai 1500mAh adalah 13,5 jam – 34,5 jam bergantung dari daya keluaran yang dihasilkan oleh sel surya.

Pengujian pemakaian daya yang dikeluarkan dari baterai bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dapat dihasilkan ketika *solar charge controller* berada dalam kondisi *idle*. Hasil pengujian pemakaian daya, dapat dibandingkan dengan hasil pengujian pengisian daya untuk mengetahui berapa perbandingan antara pengisian baterai melalui sel surya dan pemakaian baterai untuk penggerak *wiper*. Hasil pengujian pemakaian daya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian pemakaian daya pada baterai

Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
8,4	0,05	0,42
	0,15	1,26

Untuk mendapatkan hasil berapa lama waktu pemakaian daya baterai untuk penggerak *wiper* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Lama waktu pemakaian daya

Daya (W)	Kapasitas baterai (mAh)	Tegangan baterai (V)	Lama waktu (jam)
0,42	1500	8,4	21
1,26			10,25

Berdasarkan hasil pengujian pemakaian daya, dapat terlihat lamanya waktu baterai dapat bekerja untuk memberi daya masukan kepada sistem penggerak *wiper* selama 10 jam ketika sistem penggerak *wiper* mendapat masukan dan bekerja. Ketika sistem penggerak *wiper* dalam kondisi *idle*, maka baterai dapat memberi daya selama 21 jam.

Melalui pengujian-pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan, secara keseluruhan sistem penggerak *wiper* dan sistem pengisian daya sudah berjalan dengan baik.

## V KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian perangkat, penelitian ini dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Sistem penggerak *wiper* sesuai dengan perancangan dan dapat berjalan dengan baik yang mampu bekerja sesuai dengan kondisi dan perintah yang diberikan melalui program.
2. Sistem pengisian daya sesuai dengan perancangan dan dapat berjalan dengan baik yang mampu bekerja sesuai dengan pengaturan *set minimum* maupun *maximum voltage* dan dapat melakukan pengisian daya kepada baterai.
3. *Solar charge controller* tidak dapat selalu dalam kondisi aktif karena akan secara otomatis mendeteksi *output* berupa baterai sehingga akan terus mengalirkan daya dari sel surya dan berpotensi merusak *solar charge controller* dan baterai.

Selain kesimpulan yang dapat diberikan oleh penulis, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan sistem *switching* yang otomatis dan praktis untuk memilih mode pengisian atau pemakaian daya.
2. Menambahkan indikator persentase baterai yang dapat diletakan pada helm ataupun menggunakan *software* yang dapat diakses melalui *smartphone*.
3. Menambahkan sistem atau rangkaian untuk *battery protection* sehingga dapat menggunakan baterai walaupun dalam kondisi pengisian daya.
4. Menambahkan sistem *renewable energy* lain untuk pengisian daya pada baterai sehingga dapat memberikan masukan daya yang lebih besar dan stabil.

## VI DAFTAR PUSTAKA

- [1] Proyeksi Jumlah Penduduk Indonesia, (<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/01/04/jumlah-penduduk-indonesia-2019-mencapai-267-juta-jiwa>, diakses 22 Oktober 2019).
- [2] Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kendaraan, (<http://korlanta.sirsms.info/graph/vehicleTypeData>, diakses 9 Oktober 2019).
- [3] *Pin out Arduino Nano*, ([https://content.arduino.cc/assets/Pinout-NANO\\_latest.pdf](https://content.arduino.cc/assets/Pinout-NANO_latest.pdf), diakses 2 April 2020)
- [4] Satria, E. 2017. Modul Pembelajaran Motor Servo. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [5] Sudarmanto, Alviana Cahyani. 2007. Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo Pada Robot Berkaki Menggunakan Microcontroller Pic 16f84. Forum Penelitian, 1:33-34.
- [6] Alifyanti, D.F dan Tambunan, J.M. Penelitian Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT, Jurnal Kajian Teknik Elektro, vol. 1:80-81, 2016.
- [7] Kadir, Abdul. 2018b. *Programming Wireless* untuk Arduino. Yogyakarta: Andi.
- [8] Solar Charge Controller, (<http://panelsuryaindonesia.com/peralatan-panel-surya/35-solar-charge-controller>, diakses 23 Maret 2020)
- [9] Viantus, Indra. Analisis Efisiensi pada Rancang Bangun *Solar Home System*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 2016.
- [10] MG90S *product description*, (<https://www.towerpro.com.tw/product/mg90s-3/>, diakses 28 Juli 2020)