



### Desain, Fabrikasi dan Analisis Konsumsi Energi *Wiper* Otomatis Model *Single Lever System* untuk mobil listrik jenis *City Car*

Nur Akhlis Sarihidaya Laksana<sup>a,\*</sup>, Akhlis Rahman Sari Nurhidayat<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap, Jalan Dr. Soetomo No. 1, Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>b</sup>Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedrato, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, 50275, Jawa Tengah, Indonesia

#### INFO ARTIKEL

Histori artikel:

Diajukan 25 Oktober 2021

Diterima dalam bentuk revisi 14

Januari 2022

Diterima terbit 18 Januari 2022

Tersedia Online 19 Januari 2022

#### ABSTRAK

Sistem *wiper* adalah salah satu dari sistem penunjang untuk menyapu debu atau air hujan yang menutupi kaca depan kendaraan yang dikategorikan sebagai keselamatan yang berkerja secara pasif karena berkerja jika dibutuhkan. Untuk lebih memberi kenyamanan pengendara dibuat sistem *wiper* otomatis dengan mengontol motor *wiper* dan memudahkan pengemudi untuk pengoperasian *wiper* pada saat hujan. Kontrol yang digunakan yaitu jenis *on/off*, sehingga mendapatkan respon dari motor *wiper*. Metode yang digunakan adalah simulasi dan implementasi untuk mendapatkan respon ketika proses implementasi. Penerapannya pada mobil listrik maka perlu memperhatikan konsumsi dari energi yang dibutuhkan pada saat beroperasi. Konsumsi energi sistem wiperi otomatis pada siklus I; 14,34 Watt, siklus II; 12,94 Watt, dan siklus III 17,71 Watt.

**Kata kunci:** wiper otomatis; mekanisme wiper; konsumsi energi

#### E-MAIL

akhlissl@pnc.ac.id\*

akhlisrahman22@gmail.com

#### ABSTRACT

*The wiper system is one of the supporting systems to sweep dust or rainwater that covers the windshield of the vehicle, categorized as safety that works passively because it works when needed. To provide more comfort for the rider, an automatic wiper system was created by controlling the wiper motor and making it easier for the driver to operate the wiper when it rains. The control used is the on/off type, so that it gets a response from the wiper motor. The method used is simulation and implementation to get a response during the implementation process. In its application to electric cars, it is necessary to consider the consumption of the energy required during operation. Energy consumption of automatic wiper system in cycle I; 14.34 Watt, cycle II; 12.94 Watt, and the third cycle 17.71 Watt.*

**Kata kunci:** automatic wiper; wiper mekanisme; energi consumption

#### I. PENDAHULUAN

Sistem *wiper* pada mobil saat ini mengalami perkembangan. Perkembangan *wiper* terdapat diberbagai komponen dan juga sistemnya. Sistem wiper adalah salah satu dari sistem penunjang keselamatan pada kendaraan, yang dikategorikan sebagai keselamatan yang berkerja secara pasif karena berkerja jika dibutuhkan [1]. Pilihan pengaturan kecepatan *wiper* terus berkembang

mulai dari kecepatan dari *single* atau *dual speed* hingga kecepatan *intermittent* atau kecepatan rendah yang memiliki *delay* yang berfungsi saat gerimis. Untuk memudahkan penggunaannya. Teknologi *wiper* saat ini sudah mencapai aplikasi penggunaan sensor hujan (*raindrop sensor*).

Penerapan sensor hujan pada sistem *wiper* pada kendaraan penumpang masih sangat terbatas. Penerapan sensor hujan pada sistem *wiper* akan

memudahkan pengoperasian *wiper* menjadi *wiper* otomatis, sehingga pengemudi tetap fokus mengemudi kendaraan. Sistem *wiper* otomatis bisa bekerja sesuai dengan keadaan hujan sehingga dapat bekerja pada tingkat kecepatan *intermittent*, *low*, maupun *high*.

Dengan perkembangan jaman yang semakin modern dimana sistem pada mobil menggunakan sistem komputerisasi sehingga kerja dari pengemudi lebih mudah. Kemudahan sistem komputerisasi akan diterapkan pada sistem pembersih kaca depan mobil atau *wiper* dengan bantuan sensor hujan dengan bantuan komponen LED dan *photodiode*.

Pada penelitian sebelumnya [2] menerapkan sistem *wiper* dengan menggunakan sensor inframerah yang terdiri dari inframerah pemberi sinyal dan inframerah penangkap sinyal. Sensor ini bekerja dengan menambakan sinyal inframerah dari *infrared transmitter* selanjutnya sinyal akan diterima oleh *infrared receiver* bila dalam keadaan normal tanpa ada air hujan maka sensor belum bekerja, sensor akan berkerja jika sinyal inframerah terganggu oleh tetesan air hujan yang membasahi kaca mobil.

Pada penelitian [3] mereka menyampaikan sistem *wiper* otomatis untuk mendeteksi curah hujan dan mengaktifkan *wiper* pada kaca mobil bagian depan tanpa interaksi pengemudi. Pada penelitian [1], [4], menjelaskan tentang sistem *wiper* otomatis, sistem ini dikembangkan untuk mengurangi gangguan mengemudi sehingga pengemudi fokus pada tugas utama mengemudi. Pada penelitian [5] mengembangkan kontrol *wiper* otomatis saat kondisi hujan lebat yang mengakibatkan timbulnya kabut di depan kaca (*mist control*). Pengemudi dimudahkan dengan pengembangan sistem *wiper* otomatis dengan penyesuaian dari kerja *wiper* manual. Saat pengemudi mengoperasikan saklar *wiper* maka fokus ke jalan berpotensi terganggu, terlebih jika mengemudi dalam kondisi cuaca buruk berpotensi menyebabkan kecelakaan mobil. Pada penelitian [3] sistem *wiper* menggunakan kombinasi impedansi dan *piezo-electric* sensor untuk mendeteksi hujan dan intensitasnya. Sistem ini berisi mikrokontroler yang menggunakan sinyal masukan dari sensor dan mengontrol operasi dari *wiper* kaca depan berdasarkan pada sinyal masukan. [6] mengimplementasikan sistem *wiper* menggunakan kontrol *fuzzy*-PID. Selain sistem otomasi yang dikembangkan memperhatikan pula tentang kinematika dan dinamika dari desain *wiper* yang direncanakan. Hal tersebut akan mempengaruhi proses operasi dan tegangan regangan pada mekanisme pergerakan *wiper* [7][8].

Pada penelitian sistem *wiper* dikembangkan dari tiga mode kecepatan 1) mode *intermittent*,

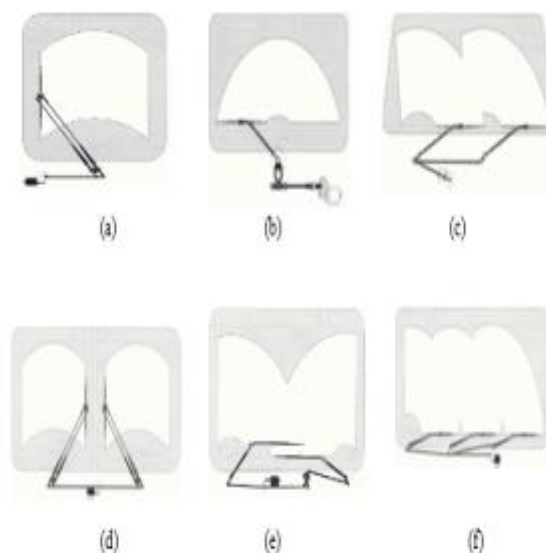
artinya kecepatan *wiper* pelan dan berjangka waktu, 2) mode *low*, kecepatan *wiper* pelan dan berkelanjutan, dan 3) mode *high speed* artinya kecepatan *wiper* cepat dan berkelanjutan. Pada penelitian [9] melakukan analisis konsumsi energi pada proses operasi dari sistem *wiper*. Pada artikel ini akan membahas mengenai desain untuk sistem *wiper* dengan menggunakan *single lever*, serta menganalisis dari konsumsi energi yang digunakan selama proses operasi sistem *wiper* otomatis pada mobil listrik.

## II. MATERIAL DAN METODE

### 2.1 Sistem Mekanik Wiper

Sistem *wiper* berkerja dengan cara mengubah dari gerak rotasi dari motor *wiper* menjadi gerak bolak-balik pada *wiper blade*. Pada motor *wiper* mengkombinasikan dua teknologi yaitu kombinasi antara motor listrik dengan gigi cacing untuk mereduksi *wiper* dan *linkage* yang mengubah *output* dari motor *wiper* menjadi gerak bolak-balik pada *wiper blade*.

Sistem *wiper* sangatlah sederhana, harus dapat membersihkan dengan baik dan menjadikan pandangan baik [10]. Kerja sistem *wiper* adalah dapat menyapu secara efisien dari air dan salju, dapat membersihkan kotoran secara efisien, beroperasi pada temperatur dari  $-30^{\circ}$  sampai  $80^{\circ}$ . Gambar 1 menunjukkan dua layout *wiper linkage*, posisi *rotary link* dan sudut dari batang dirancang untuk mengurangi beban pada motor.



**Gambar 1.** Jenis dan pola sapuan *wiper* [11]

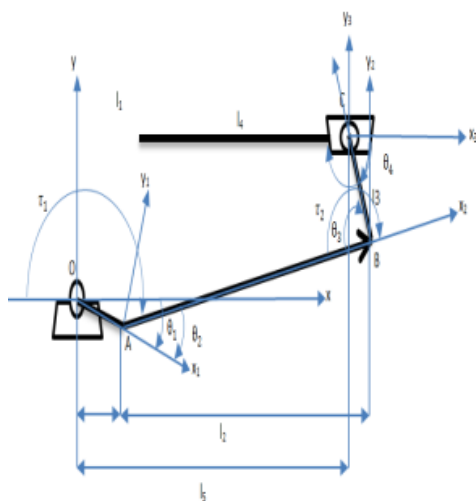
### 2.1 Desain Mekanik Wiper

Pada subbab ini dijelaskan mengenai pembuatan *drawing* menggunakan *software* CAD, sistem *wiper* yang terpasang pada mobil. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing sub-sub

bab tersebut. Dalam pembuatan desain CAD sistem *wiper* pendesaian ulang terhadap link. Pembuatan *drawing* sistem *wiper* tersebut dilakukan dengan menggunakan software SolidWork 2014. Proses pembuatan dilakukan dengan cara membuat komponen dari masing masing komponen terlebih dahulu. Gambar 2 menunjukkan skema hasil pembuatan desain sistem *wiper*.



Gambar 2. Desain sistem *wiper single lever*



Gambar 3. Diagram benda bebas sistem *wiper single lever*

Tabel 1. Tabe l diagram benda bebas

Nama	Vektor	Panjang	sudut	variabel
Input	$l_1$	a	$\theta_1$	$\theta_1$
Copler	$l_2$	b	$\theta_2$	$\theta_2$
Output	$l_3$	c	$\theta_3$	$\theta_3$
Ground	$l_5$	d	-	-

Dari data diatas panjang a = 50 mm dan c = 60 mm. Panjang a dan b didapatkan dari benda yang sudah ada di lapangan. Perlu penyesuaian panjang b yaitu *copler* untuk mendapatkan gerak *wiper* yang sesuai. Untuk mendapatkan panjang b maka dilakukan perhitungan dengan mengasumsikan

gerak *wiper* satu lengan. Dengan menggunakan pendekatan persamaan *fredustuin*.

$$J_1 \cos \theta_4 - J_2 \cos \theta_2 + J_3 = \cos(\theta_4 - \theta_2) \dots\dots (1)$$

$$J_1 = \frac{d}{a} \dots\dots\dots (2)$$

$$J_2 = \frac{d}{c} \dots\dots\dots (3)$$

$$J_3 = \frac{a^2 - b^2 + c^2 + d^2}{2ac} \dots\dots\dots (4)$$

Dari persamaan diatas diasumsikan besarnya sudut  $\theta_4$  dan  $\theta_2$  dengan besar sudut  $\theta_4 = 60^\circ$  dan  $\theta_2 = 35^\circ$  dan jarak d = 350 mm, sehingga

$$J_1 = \frac{350 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} = 7 \text{ mm}$$

$$J_2 = \frac{350 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} = 5,8 \text{ mm}$$

Selanjutnya memasukan ke persamaan 3.1 untuk mendapatkan  $J_3$

$$7 \cos 60^\circ - J_2 \cos 35^\circ + J_3 = \cos(60^\circ - 35^\circ)$$

$$3,5 - 4,75 + J_3 = 0,9$$

$$J_3 = 0,9 + 1,25 = 2,15$$

Selanjutnya mensubstitusikan hasil yang didapatkan menggunakan persamaan 3.4

$$2,15 = \frac{50^2 - b^2 + 60^2 + 350^2}{2 * 50 * 60}$$

$$2,15 = \frac{50^2 - b^2 + 60^2 + 350^2}{2 * 50 * 60}$$

$$1290 = 128600 - b^2$$

$$b = 356 \text{ mm}$$

Untuk menghitung kebutuhan torsi dari motor DC maka digunakan persamaan *lagrangean*.

$$\int = EK_{total} - EP_{total} \dots\dots\dots (5)$$

$$\int = \frac{1}{2} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 (l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + l_2^2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 + 2l_1 l_2 \dot{\theta}_1 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \cos \theta_2) - m_1 g l_1 \sin \theta_1 + m_2 g (l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2)) \dots\dots\dots (6)$$

Energi kinetik dari *linkage wiper*.

$$EK_{total} = EK_1 + EK_2 \dots\dots\dots (7)$$

$$EK_{total} = \frac{1}{2} m_1 (\dot{X}_1^2 + \dot{Y}_1^2) + \frac{1}{2} m_2 (\dot{X}_2^2 + \dot{Y}_2^2) \dots\dots (8)$$

$$EK_{total} = \frac{1}{2} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 (l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + l_2^2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 + 2l_1 l_2 \dot{\theta}_1 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \cos \theta_2) \dots\dots\dots (9)$$

Energi potensial dari *linkage wiper*

$$EP_{total} = EP_1 + EP_2 \dots\dots\dots (10)$$

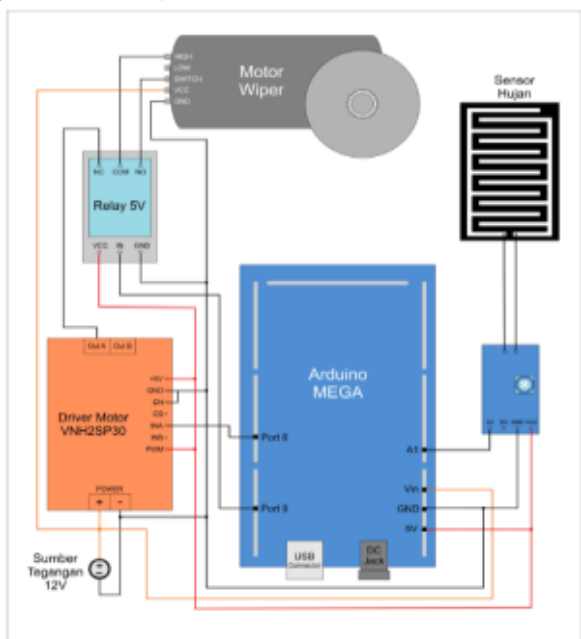
$$EP_{total} = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 \dots\dots\dots (11)$$

$$EP_{total} = m_1 g l_1 \sin \theta_1 + m_2 g (l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2)) \dots\dots\dots (12)$$

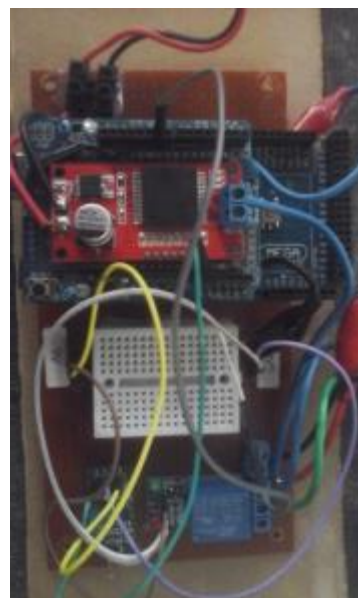
Dari hasil perhitungan ditunjukkan kebutuhan dari motor DC *wiper* adalah lebih dari 12,04 Nm, karena efek dari gesekan antara kaca dan karet *wiper* juga akan mempengaruhi.

### 2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari *wiper* otomatis adalah ketika board pada sensor terkena air hujan yang terhubung dengan analog pin A1, akan mengirimkan sinyal menuju ke Arduino. Selanjutnya pin analog 6 mengirimkan sinyal menuju pin INA motor driver yang selanjutnya merubah dalam bentuk nilai pwm antara 0 sampai 255. Pin digital no 9 pada *board* Arduino mengirimkan sinyal input, berupa *HIGH* atau *LOW* ke pin in pada relay. Motor driver terhubung dengan baterai kendaraan. Pin ‘out A’ pada motor driver terhubung dengan pin NC pada relay yang memberikan suplai energi dari baterai. Dari relay akan mengirimkan sinyal menuju motor *wiper* sehingga dapat berjalan. Jika sinyal input yang terbaca adalah 0 maka otomatis *wiper* akan berhenti dan mengaktifkan pin relay ‘no’ ke posisi awal *wiper*.



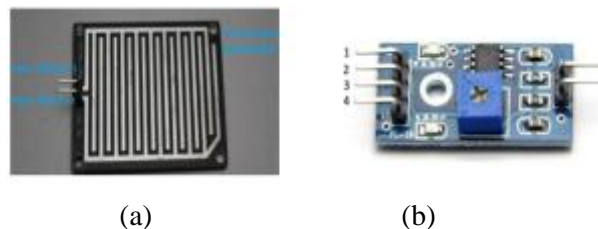
Gambar 4. Wearing diagram kelistrikan kontroler



Gambar 5. Kontroler automatic wiper

### 2.2 Rain drop Sensor

*Rain drop sensor* digunakan untuk mendeteksi hujan. *Rain drop sensor* terdiri dari dua komponen utama yaitu *sensor board* dan modul (*driver*). *Sensor board* berperan sebagai *resistor variabel*. Nilai hambatan dapat berubah sesuai keadaan *board* misal saat kering atau basah. Sedangkan modul *rain drop sensor* berperan sebagai *driver* dimana terdapat LED dan potensiometer sebagai pengatur sensitivitas. Adapun prinsip kerja dari *rain drop sensor* adalah saat air hujan mengenai *sensor board* maka akan menyebabkan hambatan naik sehingga tegangan akan turun. Semakin sedikit air yang membasahi maka akan semakin besar output tegangan. Selanjutnya pada modul *rain drop sensor* terdapat pin *output analog* yang berfungsi sebagai output hasil pembacaan.



Gambar 7. Rain drop sensor; (a) sensor board dan (b) modul (driver) raindrop sensor

### 2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dari Arduino, yaitu Arduino Mega 2560 yang ditunjukkan pada Gambar 8. Arduino adalah salah satu penyedia dari produk *hardware* mikrokontroler.



**Gambar 8.** Arduino Mega 2560

### 2.4 Motor DC Wiper

Motor DC *wiper* adalah sebuah perangkat aktuator (motor) yang dirancang dapat dikontrol dengan umpan balik loop tertutup, sehingga dapat diatur atau di *set-up* untuk kecepatan tertentu. Pada bagian *shaft*-nya terdapat roda gigi cacing yang menghubungkan *drive gear*. Untuk motor *wiper* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Motor DC Wiper

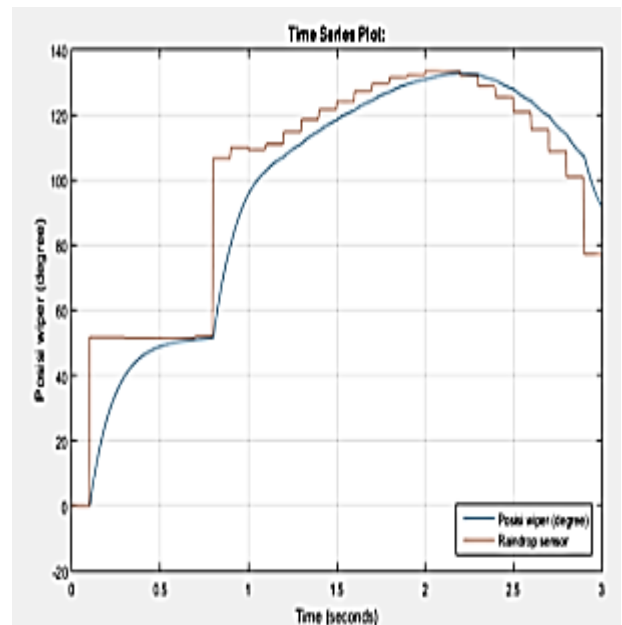


**Gambar 10.** Posisi *wiper*

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Implementasi

Menunjukkan garis berwarna biru yang mempresentasikan keadaan posisi *shaft* motor *wiper* membentuk garis warna merah yang belum dapat mengikuti profil input *rain drop sensor* sebagai input referensi. Dari Gambar 11 menunjukkan garis merah menunjukkan inputan yang dihasilkan oleh *raindrop sensor* yang menunjukkan posisi dari *wiper* yang harus dicapai. Garis biru menunjukkan kondisi nyata yang dicapai dari posisi *wiper*. Pada Gambar 10 menunjukkan respon yang sangat lambat atau tidak dapat mengikuti dari input referensi. Untuk mencapai target 50 derajat pada waktu 0, 1 detik membutuhkan waktu 0,8 detik untuk mencapai target. Pada gambar 10 tidak menunjukkan adanya *overshoot* dimana hal tersebut dapat mengganggu dan akan merusak komponen ataupun *hardware*.



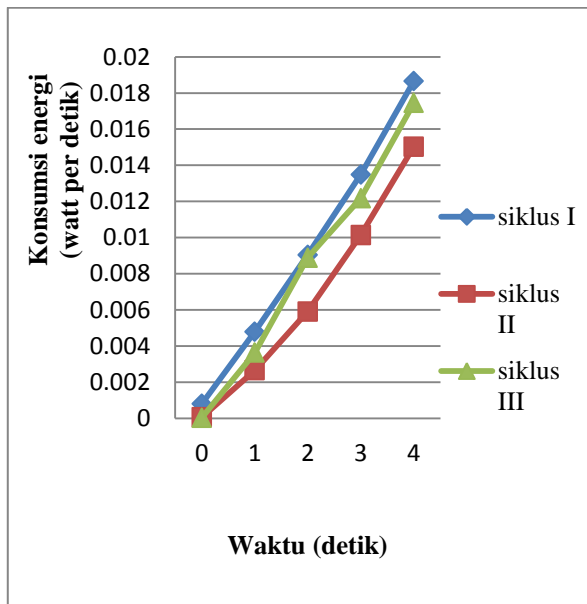
**Gambar 11.** Respon sistem dari kontroler

### 3.2 Konsumsi Energi

Untuk mendapatkan data terkait dengan konsumsi energi yang digunakan *wiper* otomatis selama proses beroperasi. Data logger yang digunakan menggunakan *hardware* NI MyRIO dengan sensor tegangan dan arus listrik.

Konsumsi energi yang diukur menjadi tiga siklus. Satu siklus menunjukkan pergerakan wiper bergerak dari titik awal kembali ke awal lagi. Siklus pertama yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru menunjukkan konsumsi energi yang digunakan yaitu 14,34 Watt. Siklus kedua yang ditunjukkan oleh garis berwarna merah

menunjukkan konsumsi energi sebesar 12,94 Watt, dan siklus ketiga yang ditunjukkan oleh garis berwarna hijau menunjukkan konsumsi energi sebesar 17,71 Watt.



**Gambar 12.** Konsumsi Energi

Pada Gambar 12 menunjukkan grafik konsumsi energi dari *wiper* otomatis dalam tiga siklus. Satu Siklus tersebut merupakan pergerakan *wiper* dari titik awal sampai kembali lagi ke titik awal. Dalam satu siklus memerlukan waktu 11 sekon untuk bergerak dari awal hingga kembali ke titik awal lagi. Pada Tabel 2. Menunjukkan rata – rata dari hasil data akuisisi yaitu arus, tegangan dan daya. Tegangan yang digunakan untuk menggerakkan setiap siklus berbeda karena ada faktor gesekan yang diabaikan. Sistem *wiper* otomatis sangat efisien digunakan dan energi yang digunakan kecil [9].

**Tabel 2.** Tabe l Diagram benda bebas

Siklus	Arus	Tegangan	Daya
I	1,25 ampere	11,47 volt	14,34 watt
II	1,15 ampere	11,50 volt	12,94 watt
III	1,56 ampere	11,43 volt	17,71 watt

#### IV. KESIMPULAN

Sistem *wiper* otomatis telah selesai didesain dengan mekanisme *single lever system*. respon sistem masih memiliki kendala untuk mencapai target 50 derajat masih membutuhkan waktu 0,8 detik tanpa ada *overshoot*. Konsumsi energi

*wiper* otomatis sebesar 14,34 Watt untuk siklus pertama, 12,94 Watt untuk siklus ke 2, dan 17,71 Watt untuk siklus ketiga. Konsumsi energi masih kecil cocok untuk diterapkan mobil listrik. Kedepannya pengembangan dari segi kontrol dan respon dinamik dari sistem *wiper* otomatis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Z. Miklos, et al, “Windshield wiper mechanisms dynamic simulation automotives,” *Int J Eng*, pp. 107–110, [Online]. Available: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84923269527&partnerID=tZOtx3y1>.
- [2] Y. Wang, et al, “Design of intelligent infrared windscreen wiper based on MCU,” *Procedia Eng.*, vol. 15, pp. 2484–2488, 2011, doi: 10.1016/j.proeng.2011.08.467.
- [3] S. Dharmadhikari, et al, “Automatic Wiper System,” *Int. J. Comput. Technol. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 15–18, 2014.
- [4] A. G. Bansode, et al, “Design and development of smart automatic windshield wiper system : fuzzy logic approach,” *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–20, 2012.
- [5] K. P. Ashik and A. N. Basavaraju, “Automatic wipers with mist control,” *Am. J. Eng. Res.*, vol. 03, no. 04, pp. 24–34, 2014, [Online]. Available: [www.ajer.org](http://www.ajer.org).
- [6] S. Kantawong and N. Janepumisart, “Single wiper blade with new single link arm mechanism design using fuzzy-PID control system,” *Proc. 2014 6th Int. Conf. Knowl. Smart Technol. KST 2014*, pp. 63–68, 2014, doi: 10.1109/kst.2014.6775395.
- [7] Y. Dong, et al, “On the use of a windshield wiper mechanism simulation project to enhance student understanding of design topics,” *ASEE Annu. Conf. Expo. Conf. Proc.*, 2012.
- [8] H. Gokce and I. Sahin, “Design and Kinematic Analysis of Windshield Wiper Mechanism Using CATIA V5,” *Iside 2018*, no. November, 2018.
- [9] A. Arjun, et al, “Experimental analysis of solar wiper and its power estimates,” *Mater. Today Proc.*, vol. 45, no. xxxx, pp. 2059–2062, 2021.
- [10] R. Karakuş and E. Tanik, “Novel compliant wiper mechanism,” *Mech. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 327–336, 2018, doi: 10.5194/ms-9-327-2018.
- [11] C. Alexandru and C. Pozna, “Dynamic modeling and control of the windshield

wiper mechanisms,” *WSEAS Trans. Syst.*,

vol. 8, no. 7, pp. 825–834, 2009.