

Analisis Variasi Nilai *Duty Cycle* pada PWM Terhadap Durasi Pengisian Baterai *Lithium-Ion* dan *Lithium-Polymer*

Febriansyah Kumaraning Akbar ^{a,1,*}, Fatkhur Rohman ^{b,2}

^a Program Studi Teknik Otomotif Elektronik-Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Malang, Indonesia (9pt)

¹ febriansakbar99@gmail.com*

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

Pengajuan 20 Desember 2019

Diperbaiki 14 Januari 2020

Diterima 15 Maret 2020

Kata Kunci

Duty Cycle

Pulse Width Modulation

Baterai *Lithium*

Arduino Uno

ABSTRAK

Saat ini baterai jenis lithium banyak digunakan sebagai penyimpan energi listrik pada kendaraan listrik. Namun, pengisian baterai diperlukan waktu yang cukup lama. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah pengisian baterai adalah dengan meningkatkan tegangan dan arus pengisian. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi nilai *duty cycle* pada *pulse width modulation* terhadap durasi pengisian baterai. Metode pengujian pengisian baterai menggunakan variasi nilai nilai *duty cycle* mulai dari 50% – 100%. Pengambilan data menggunakan cara mengubah tegangan keluaran dan arus dengan nilai memvariasi *duty cycle* pada sinyal *pulse width modulation* yang dikontrol melalui mikrokontrol Arduino Uno. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi nilai *duty cycle* dapat mempengaruhi waktu pengisian baterai *lithium-ion* dan *lithium-polymer*. Dengan hasil pengisian tercepat pada baterai *lithium-ion* 15.183 menit dengan nilai *duty cycle* 100% pada tegangan *output* 14V dan arus 5.83A, baterai *lithium-polymer* 15.083 menit dengan nilai *duty cycle* 100% pada tegangan *output* 14V dan arus 6.14A.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Sumber utama penggerak kendaraan listrik adalah motor listrik dan menggunakan energi listrik sebagai catu daya-nya. Seperti kendaraan pembakaran dalam, mobil listrik memerlukan pengisian ulang baterai sebagai cadangan energi listrik [1]. Sehingga diperlukan cara atau metode pengisian baterai dengan cepat agar pemakaian kendaraan listrik dapat digunakan secara efisien. Kendaraan listrik saat ini menggunakan baterai jenis *lithium* karena memiliki kelebihan *self discharge* yang rendah [2] Baterai kendaraan listrik sendiri masih dikembangkan begitu pula metode dan sistem pengisiannya saat ini. Begitu pula dengan pengisian baterai yang lama sehingga jika dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil saat ini masih lebih cepat pengisian bahan bakarnya.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan pada pengisian baterai jenis *rechargeable* (dapat diisi ulang) yaitu *lithium - polymer* berkapasitas 3.7V 1100mAh. Hasil pengujian

pengisian baterai *lithium – polymer* membutuhkan waktu ± 250 menit pada arus pengisian $0.09C$ ($0.09 \times Capacity$) dan ± 70 menit pada arus pengisian $0.27C$ ($0.27 \times Capacity$) [3][4].

Adapun penelitian lain yang dilakukan dengan merancang *charger battery* menggunakan rangkaian *Buck Converter* dengan pengaturan lebar *Pulse Width Modulation (PWM)*. Hasil menunjukkan bahwa dengan rangkaian *non-synchronous buck converter* mampu mengisi *power bank* 5V dengan tegangan pengisian 6.25 V, arus 0.15A, dengan waktu pengisian 3 jam 21 menit[5]. Sedangkan dengan rangkaian *synchronous buck converter* mampu mengisi *power bank* 5V dengan tegangan pengisian 6.25V, arus 0.2A, dengan waktu 3 jam [6].

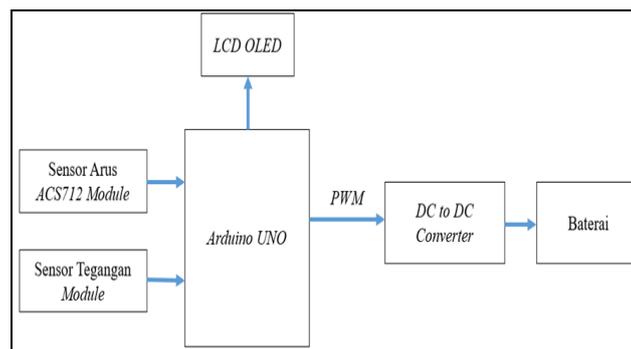
Dari uraian tersebut pengisian baterai jenis *lithium* dengan beberapa metode dengan tegangan dan arus yang relatif kecil untuk mempengaruhi durasi pengisian baterai. Sehingga perlu dilakukan untuk mempercepat pengisian dengan meningkatkan arus dan tegangan dengan variasi nilai *duty cycle*.

2. Metode penelitian

2.1. Blok Diagram

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan pengaturan variasi nilai *duty cycle* pada sinyal PWM agar tegangan *output* atau tegangan pengisian baterai dapat diubah-ubah. Pembangkit sinyal PWM dihasilkan dari Arduino Uno yang telah deprogram melalui Arduino IDE. Kemudian dirangkai dengan *DC to DC Converter Module* tipe *buck converter* sebagai perantara tegangan dari *power supply* untuk membatasi tegangan pengisian [6][7].

Pengisian baterai *lithium-ion* dan *lithium-polymer* akan dideteksi arus dan tegangan pengisian dengan menggunakan sensor arus dan tegangan. Untuk tampilan monitoring menggunakan LCD OLED agar pengisian baterai dapat dipantau. Variabel pada penelitian ini terdiri dari 2 macam yaitu variasi nilai *duty cycle* 50% untuk pengisian normal dan mulai dari 60% hingga 100% dengan kelipatan 5% untuk pengisian cepat, dan dua jenis baterai (*lithium-ion* dan *lithium-polymer*)[8]. Blok diagram sistem alat pengisian ditunjukkan pada gambar 2.1.

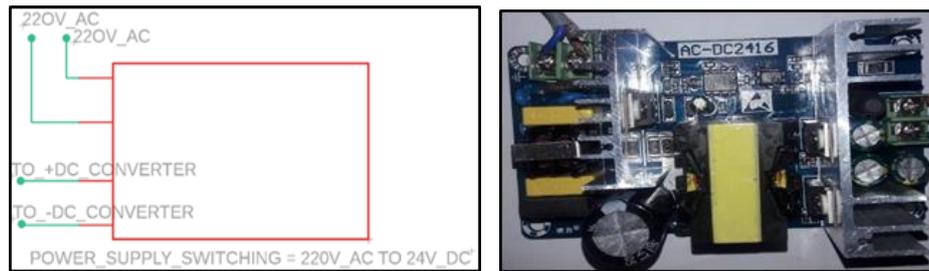


Gambar 2.1. Blok Diagram

2.2. Perancangan Alat

a. Power Supply Switching Module

Power supply switching module terdiri dari rangkaian tegangan *step down* dan penyearah arus. Spesifikasi *power supply switching* ini memiliki tegangan keluaran sebesar 24V DC.



Gambar 2.2. Power Supply Switching Module

b. Rangkaian DC to DC Converter Module

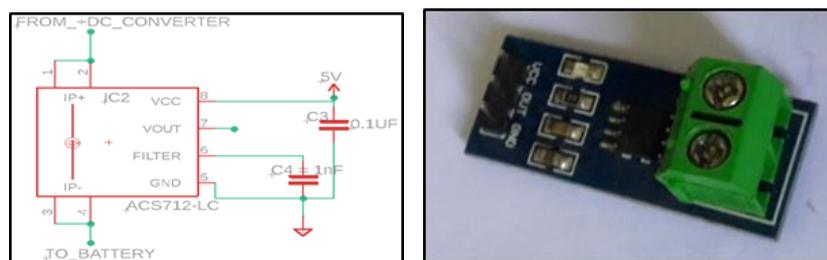
DC to DC Converter jenis *buck converter step down* dirangkai pada *input* tegangannya dengan *switching power supply*. Potensiometer pembatas arus pada DC to DC converter dapat digunakan atau *disetting* saat ada beban, jika beban telah terpasang pada *output*-an maka arus dapat diukur dan diubah ubah berdasarkan putaran potensiometer pembatas arus[9].



Gambar 2.3. Rangkaian DC to DC Converter Module

c. Module Sensor Arus ACS712

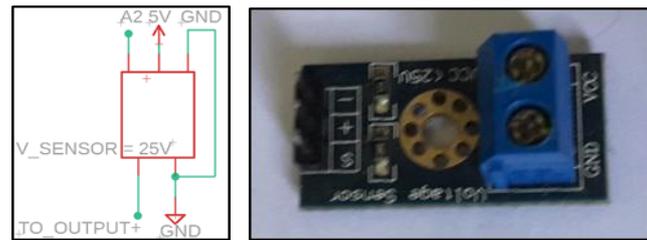
Output positif dari DC converter sebelum dirangkai dengan beban, disambung dengan sensor arus ACS712 module pada konektornya *In* kemudian *Outputnya* dirangkai dengan beban. Pin sensor arus ACS712 module terdapat tiga pin yaitu *vcc*, *out*, dan *gnd* yang dihubungkan dengan *port* Arduino, pin *vcc* dihubungkan 5v, *out* dihubungkan dengan A3, dan *gnd* dihubungkan *gnd*[10].



Gambar 2.4. Rangkaian Sensor Arus ACS712 Module

d. Modeule Sensor Tegangan

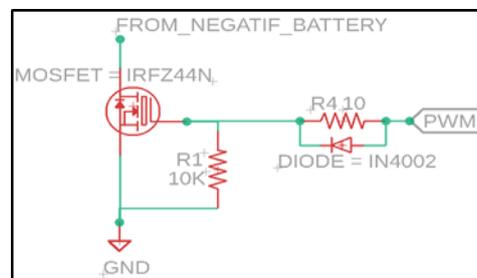
Sensor tegangan dirangkai untuk mengukur tegangan *output* dari DC converter agar dapat diketahui tegangan *input* pengisian baterai. Module sensor tegangan ini memiliki tiga kaki konektor untuk suplai power sensor itu sendiri, pin *vcc* dengan 5v, *gnd* dengan *gnd* dan *output* sinyal yang dihubungkan dengan Arduino uno pada *port* A2. Dua konektor yang lain digunakan untuk pengukuran yaitu *gnd* dan *vcc*, *vcc* dirangkai paralel dengan *output* dc converter dan *gnd* dirangkai dengan negatifnya.



Gambar 2.5. Rangkaian Sensor Tegangan Module

e. Rangkaian Pensaklaran

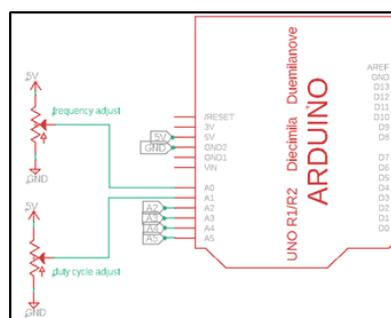
Pensaklaran digunakan untuk memanipulasi tegangan *output* dengan sinyal *PWM* adalah MOSFET IRFZ44N *N-Channel* dirangkai pada negatif dari beban. MOSFET ini memiliki tiga kaki yaitu *gate*, *drain*, dan *source* pada kaki *gate* dihubungkan dengan *output* PWM dari *Arduino* di *port* 9 yang telah diprogram. Kaki *drain* dihubungkan dengan negatif beban (baterai) dan kaki *source* dihubungkan dengan *ground* (*gnd*)[11].



Gambar 2.6. Rangkaian Pensaklaran dengan MOSFET

f. Rangkaian Potensiometer

Perubahan nilai *duty cycle* diatur oleh *potensiometer* 10K *mono*, dimana memiliki tiga kaki yaitu kaki satu dan tiga dipakai pada 5v dan *gnd* sedangkan kaki kedua atau bagian tengah dirangkai dengan *port* A1 pada *Arduino* uno. Begitu pula dengan pengaturan frekuensi dengan *potensiometer* 10k dengan menyambung kaki kedua dengan *port* A0 pada *Arduino* uno[12].

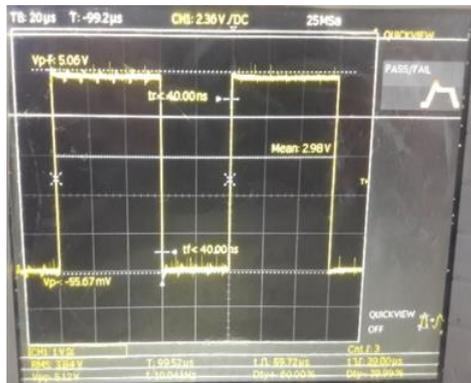


Gambar 2.7. Rangkaian Potensiometer

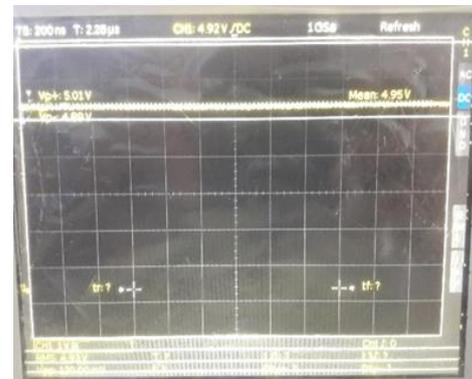
g. Rangkaian LCD OLED

LCD OLED digunakan untuk memonitor tegangan, arus, nilai *duty cycle*, dan nilai frekuensi. LCD OLED sudah terpasang rangkaian *I2C* sehingga *pin* nya hanya terdapat empat, yaitu *pin gnd* yang dihubungkan dengan *gnd*, *pin vcc* dihubungkan dengan 5v, *pin SDA* dihubungkan dengan *port* A5, dan *pin SCL* dihubungkan dengan *port* A4 pada *Arduino* uno.

Baterai yang digunakan dalam pengujian pada penelitian ini adalah baterai *lithium-ion* dan *lithium-polymer* 2 sel dirangkai secara seri dengan spesifikasi tiap sel 3.7V 2500mAH sehingga tegangan nominal baterai 7.4V.



Gambar 3.2. Sinyal PWM Duty Cycle 60%



Gambar 3.3. Sinyal PWM Duty Cycle 100%

3.3. Pengujian Pengisian Baterai

Baterai yang digunakan dalam pengujian pada penelitian ini adalah baterai *lithium-ion* dan *lithium-polymer* 2 sel dirangkai secara seri dengan spesifikasi tiap sel 3.7V 2500mAH sehingga tegangan nominal baterai 7.4V.

3.3.1. Hasil Pengujian Baterai *Lithium-Ion*

Berdasarkan hasil dari tabel pengisian baterai *lithium-ion* dengan variasi nilai *duty cycle* dengan perubahan tegangan dan arus. Berikut tabel data pengujian pengisian baterai terhadap waktu.

Tabel 1. Pengisian Baterai *Lithium-Ion*

No.	Duty Cycle (%)	V-Out (Volt)	Arus Pengisian (Ampere)	Waktu (Menit)
1	50	8.4	1.49	172.766667
2	60	8.4	3.52	30.8333333
3	65	9.1	3.63	27.5833333
4	70	9.8	4.22	22.4833333
5	75	10.5	4.54	21.0666667
6	80	11.2	4.96	20.6166667
7	85	11.9	5.11	19.0666667
8	90	12.6	5.49	17.1666667
9	95	13.3	5.58	16.8
10	100	14	5.83	15.1833333

3.3.2. Pengujian Baterai *Lithium-Polymer*

Berdasarkan hasil dari tabel pengisian baterai *lithium-polymer* dengan variasi nilai *duty cycle* dengan perubahan tegangan dan arus pengisian. Berikut tabel data pengisian baterai terhadap waktu pengisian baterai.

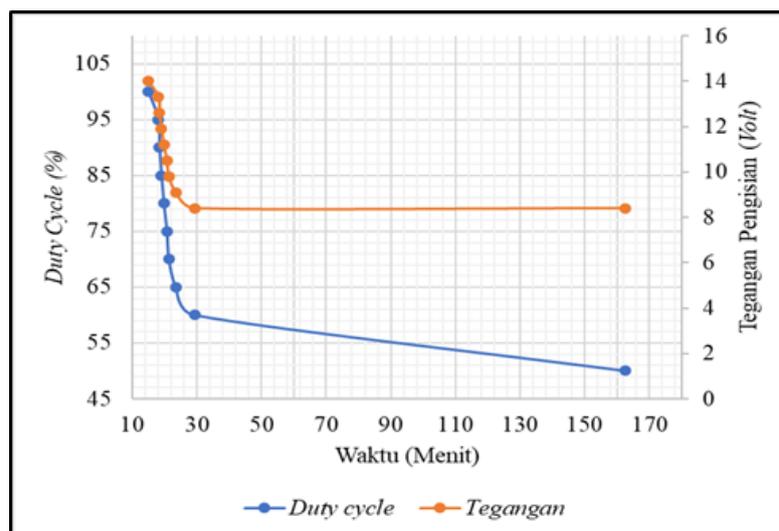
Tabel 1. Pengisian Baterai *Lithium-Ion*

No.	<i>Duty Cycle</i> (%)	<i>V-Out</i> (Volt)	Arus Pengisian (Ampere)	Waktu (Menit)
1	50	8.4	1.68	162.65
2	60	8.4	4.03	29.2666667
3	65	9.1	4.25	23.5
4	70	9.8	4.73	21.3166667
5	75	10.5	4.8	20.7333333
6	80	11.2	4.96	19.7833333
7	85	11.9	5.32	19.0666667
8	90	12.6	5.37	18.4833333
9	95	13.3	5.76	18.1833333
10	100	14	6.14	15.0833333

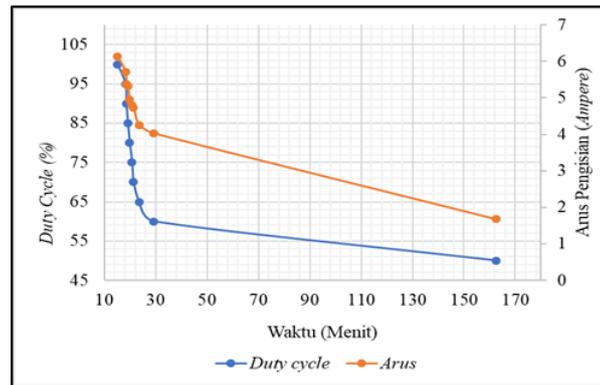
3.4. Analisis

3.4.1. Analisis Hasil Pengujian Baterai *Lithium-Ion*

Dari hasil data pengujian pengisian baterai *lithium-ion* maka dibuat grafik agar mudah dijelaskan, grafik *duty cycle* dengan tegangan terhadap waktu dapat dilihat pada gambar.

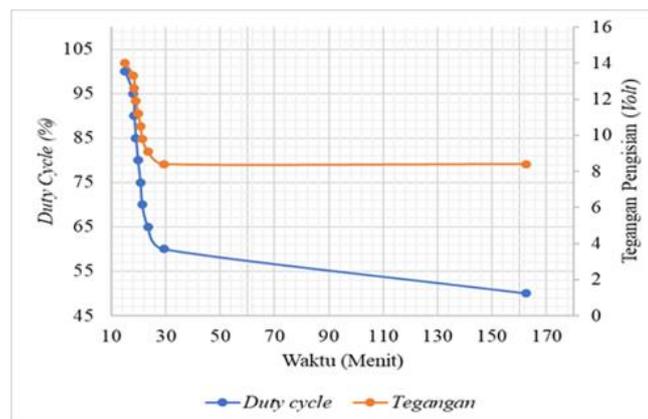
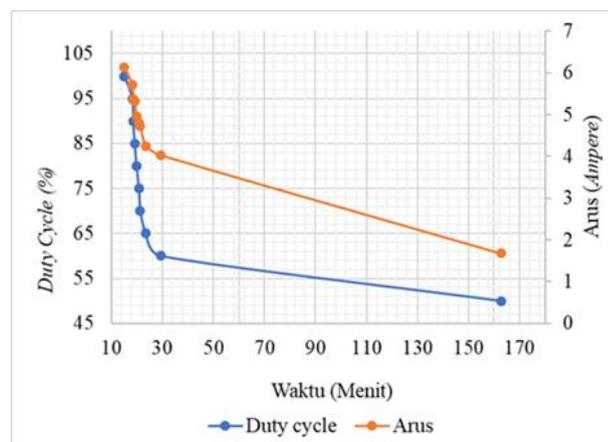


Gambar 3.4. Grafik *Duty Cycle* dengan Tegangan Terhadap Waktu

Gambar 3.5. Grafik *Duty Cycle* Dengan Arus Terhadap Waktu

Pada gambar 3.4 dan 3.5 dapat diketahui bahwa grafik mengalami penurunan dari variasi nilai *duty cycle* dengan tegangan dan arus terhadap durasi (waktu) pengisian baterai *lithium-polymer*. Hal ini diakibatkan variasi *duty cycle* yang semakin rendah nilainya sehingga tegangan dan arus pengisian juga semakin rendah, jika tegangan dan arus pengisian rendah maka waktu pengisian semakin lambat. hal ini sama dengan grafik pengisian baterai dengan proses pengisian daya konstan [1].

3.4.2. Analisis Hasil Pengujian Baterai *Lithium-Polymer*

Gambar 3.6. Grafik *Duty Cycle* dengan Tegangan Terhadap WaktuGambar 3.7. Grafik *Duty Cycle* Dengan Arus Terhadap Waktu

Pada gambar 3.6 dan 3.7 dapat diketahui bahwa grafik mengalami penurunan dari variasi nilai *duty cycle* dengan tegangan dan arus terhadap durasi (waktu) pengisian baterai *lithium-polymer*. Hal ini diakibatkan variasi *duty cycle* yang semakin rendah nilainya sehingga tegangan dan arus pengisian juga semakin rendah, jika tegangan dan arus pengisian rendah maka waktu pengisian semakin lambat. hal ini sama dengan grafik pengisian baterai dengan proses pengisian daya konstan[13].

3.4.3. Hasil Analisis Baterai *Lithium-Ion* dan *Lithium-Polymer*

Dari hasil analisis dari kedua baterai jika dibandingkan durasi (waktu) pengisian dengan variasi nilai *duty cycle* dengan perubahan tegangan sama tetapi arus pengisian yang berbeda pada masing-masing baterai, hal ini diakibatkan jenis baterai *lithium* yang berbeda.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pengisian baterai *lithium-ion* dan *lithium-polymer* dengan variasi nilai *duty cycle* dapat mempengaruhi tegangan, arus dan durasi pengisian. Pada pengisian normal, *lithium-ion* = 172.7667 menit dengan tegangan 8.4V arus 1.49A, baterai *lithium-polymer* = 162.65 menit dengan tegangan 8.4V arus 2.68A. Sedangkan pengisian dengan waktu tercepat pada variasi *duty cycle* 100%, yaitu baterai *lithium-ion* = 15.18 menit dengan tegangan 14V arus 5.83A, baterai *lithium-polymer* = 15.08 menit dengan tegangan 14V arus 6.14A. Perbandingan kedua baterai ini dalam pengujian pengisian tercepat yaitu baterai *lithium-polymer* karena arus pengisiannya yang lebih besar daripada baterai *lithium-ion*.

Daftar Pustaka

- [1] R. K. Sidiq, "Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16," 2015.
- [2] M. T. Afif And I. A. P. Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik-Review," *Rekayasa Mesin*, Vol. 6, No. 2, Pp. 95–99, 2015.
- [3] S. N. Wahid, "Tester Baterai Sederhana Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Untuk Karakterisasi Pengisian-Pengosongan Baterai Sel Tunggal," *J. Qua Tek.*, Vol. 6, No. 2, P. 57, 2016.
- [4] M. Wibowo, S. Suprayogi, And I. Mujahidin, "Rancang Bangun Sistem Pengamanan Rak Senjata M16 Menggunakan Rfid Dan Fingerprint," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 134–142, 2019.
- [5] T. A. S, A. Rabi', D. Minggu, And I. Mujahidin, "Frequency Hopping Video Real Time Untuk Pengamanan Data Pengintaian Operasi Inteligence Tni," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, 2019.
- [6] A. Saputra, A. R. Nansur, G. Prabowo, And O. Setiaji, "Rancang Bangun Inverter Satu Phase Sebagai Penggerak Motor Induksi Satu Phase (Sub Judul: Rectifier Dan Konverter Buck)," *Eepis Final Proj.*, 2009.
- [7] H. Nuraditya, M. Ramdhani, And E. Kurniawan, "Implementasi Sistem Pengisian Dan Penyeimbang Daya Pada Sel Baterai Di Kendaraan Listrik," *Eproceedings Eng.*, Vol. 4, No. 3, 2017.
- [8] E. Endrayana, D. H. S. Wahyuni, N. Nachrowie, And I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi Uhf 442 Mhz," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 149–156, 2019.
- [9] A. E. Pambudi, L. Maajid, J. Rohman, And I. Mujahidin, "Aplikasi Penggunaan Joystick

- Sebagai Pengendalian Remote Control Weapon Station (Rcws) Senjata Mesin Ringan (Smr)," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 98–105, 2019.
- [10] D. F. C. Kusuma, D. A. Prasetya, F. Kholid, And I. Mujahidin, "Evaluasi Database Senjata Untuk Sistem Keamanan Menggunakan Fuzzy Logic," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, Vol. 1, No. 2, Pp. 111–116, 2019.
- [11] V. Bruno *Et Al.*, "Negative Refraction In Time-Varying Strongly Coupled Plasmonic-Antenna-Epsilon-Near-Zero Systems," *Phys. Rev. Lett.*, 2020.
- [12] J. Lasmono, A. P. Sari, E. Kuncoro, And I. Mujahidin, "Optimasi Kerja Peluncur Roket Pada Robot Roda Rantai Untuk Menentukan Ketepatan Sudut Tembak," *Jasiek (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. Dan Komputer)*, 2019.
- [13] A. S. M. Alqadami, N. Nguyen-Trong, B. Mohammed, A. E. Stancombe, M. T. Heitzmann, And A. Abbosh, "Compact Unidirectional Conformal Antenna Based On Flexible High-Permittivity Custom-Made Substrate For Wearable Wideband Electromagnetic Head Imaging System," *Ieee Trans. Antennas Propag.*, 2020.



Febriansyah Kumaraning Akbar lahir di Probolinggo, 22 Februari 1996. Penulis menamatkan pendidikan di SDN Sukabumi 2 Probolinggo 2009. Setelah itu penulis melanjutkan pada jenjang pendidikan SLTP di SMPN 8 Probolinggo dan lulus pada tahun 2012. Melanjutkan pada jenjang pendidikan SLTA di SMKN 2 Probolinggo lulus pada tahun 2015. Atas anugerah ALLAH SWT maka penulis pada tahun 2015 dapat melanjutkan pendidikan D4 di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Otomotif Elektronik Politeknik Negeri Malang dan lulus tahun 2019.

Alamat Email: febriansakbar99@gmail.com