

PERANCANGAN SEPEDA LISTRIK DENGAN PANEL SURYA TIPE J-FEATHER SEBAGAI SUMBER ENERGI

Amir ^{1*}), Danies Seda Yuseva ¹⁾, Sumanto¹⁾

¹⁾ Universitas Buana Perjuangan Karawang, Karawang

*Email Korespondensi : amir@ubpkarawang.ac.id

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara yang terletak di wilayah garis Khatulistiwa memiliki potensi penyinaran 12 jam setiap hari sepanjang tahun. Semakin menipisnya cadangan minyak bumi membuat manusia harus mencari energi yang terbarukan. Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi. Salah satu ilmuwan yang pernah merancang penelitian terkait sebelumnya ialah Lorenzo Eduardo yang menjelaskan tentang sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 °C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel akan menurunkan nilai tegangan (Voc). Setiap kenaikan temperatur sel surya 10 Celsius (dari 25 °C) akan berkurang sekitar 0,4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali (2x) lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10 °C. Teknik analisis yang dilakukan secara kuantitatif (manual) dengan perancangan yang mensimulasikan beberapa jenis sel surya dan ditarik kesimpulan yang cukup efisien dalam konsumsi energinya. Perhitungan massa total melibatkan massa pengendara, baterai dsb. Lalu perhitungan gaya total dengan meliputi gaya aerodinamik dan gaya menggelinding yang nantinya akan digunakan untuk menghitung torsi. Setelah didapat nilai torsi, maka mulai perhitungan daya dan energi yang dikonsumsi dan efisiensi storage sebagai pemasok listrik. Untuk setiap 1 kWh pada panel surya tipe J-Feather dapat menempuh jarak 134,66 km, pada panel surya tipe J-Leaf dapat menempuh jarak 134,06 km dan pada panel surya tipe konvensional dapat menempuh jarak 132,57 km. Meskipun cukup efisien dalam menghasilkan daya, persentase tipe J-Feather cukup kecil dibandingkan tipe lainnya.

Kata Kunci: cahaya matahari, sel surya, konsumsi energi

ABSTRACT

Indonesia as a country located on the Equator has the potential of irradiating 12 hours every day throughout the year. The depletion of petroleum reserves makes humans have to look for renewable energy. The sun is a potential source of energy for human needs, where this energy can be obtained from heat traveling to the earth's surface, or light falling to the earth's surface. One of the scientists who had previously designed related research was Lorenzo Eduardo who explained that solar cells can operate optimally if the cell temperature remains normal (at 25 °C), an increase in temperature higher than normal temperature in the cell will reduce the value of the voltage (Voc). Each 10 Celsius (from 25 °C) increase in the temperature of the solar cell will decrease by approximately 0.4% in the total power produced or will be twice (2x) as weak for the increase in Cell temperature per 10 °C. The analysis technique is done quantitatively (manually) with a design that simulates several types of solar cells and concludes that it is quite efficient in its energy consumption. The total mass calculation involves the mass of the rider, the battery, etc. Then the calculation of the net force includes the aerodynamic force and rolling force which will later be used to calculate the torque. After getting the torque value, then start calculating the power and energy consumed and the efficiency of storage as a power supplier. For every 1 kWh, the J-Feather type solar panel can cover a distance of 134.66 km, the J-Leaf type solar panel can cover a distance of 134.06 km and on a conventional type solar panel it can cover a distance of 132.57 km. Although quite efficient in generating power, the percentage of J-Feather types is quite small compared to other types.

Keywords: sunlight, solar cells, energy consumption

PENDAHULUAN

Energi terbarukan menjadi terobosan perkembangan teknologi terlebih dengan memanfaatkan sumber energi terbesar sealam semesta yaitu matahari, matahari dapat menyinari bumi secara terus menerus dan hanya tertutup bulan jika waktu malam hari. Indonesia sebagai negara yang padat penduduk dan penuh akan polusi, oleh karena itu dibutuhkan terobosan riset yang tiada henti mengenai energi terbarukan jangka cepat, salah satunya menggunakan sumber energi matahari [1]. Karena Indonesia terletak di region khatulistiwa dan beriklim tropis, maka sangat diperlukan sumber energi matahari yang cukup tersedia [2]. Ketersediaan energi matahari yang sangat melimpah di Indonesia bisa diberdayakan dengan panel surya, apalagi beberapa sudah dilakukan di tempat-tempat umum misal lampu penerangan untuk jalan dan lain sebagainya [3]. Yang diperlukan dalam perancangan sel surya bukan panasnya suatu lingkungan meski Indonesia beriklim tropis, namun intensitas matahari yang diperlukan karena suhu dan intensitas matahari berbanding terbalik dalam penyerapan cahaya matahari [4].

Beberapa produk sel surya yang cukup dikenal terdapat 3 jenis namun bentuknya tidak jauh berbeda dengan panel surya tipe konvensional, hanya saja terletak di area penangkap intensitas matahari. Yang telah diketahui menurut beberapa perusahaan yang bergerak di ranah sel surya yaitu tipe J-Feather, J-Leaf dan konvensional. Tipe j-leaf dan j-feather dapat dijadikan sebuah terobosan karena memiliki bobot yang lebih ringan dibandingkan tipe konvensional [5]. Sel surya tipe J-Leaf dengan massa per area ialah 5,6 kg/m² dan sel surya tipe J-Feather dengan massa per area ialah 3,7 kg/m² memiliki massa yang lebih ringan daripada sel surya tipe konvensional yang memiliki massa per area 10,2 kg/m² [6]. Kelebihan ini membuat produk J-Leaf dan J-Feather aman untuk dipasang di atap perumahan. Kedua sel surya ini cukup mudah jika dimodifikasi lebih lanjut apalagi sebagai percontohan riset [7].

Menurut masalah yang diidentifikasi sebagai permulaan penelitian, hal yang perlu diteliti lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui sel surya yang cukup baik berdasarkan energi yang dihasilkan?
2. Bagaimana cara menganalisis konsumsi energi listrik dari sel surya?
3. Bagaimana cara mengetahui tipe sel surya yang lebih baik dari sel surya lainnya berdasarkan parameter yang ada?

Dalam penyusunan penelitian ini ada beberapa hal yang akan dikaji lebih lanjut sebagai tujuan penelitian yaitu:

1. Meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik
2. Mengetahui analisis konsumsi energi listrik dari sel surya
3. Mengetahui perhitungan efisiensi storage sebagai pemasok energi listrik

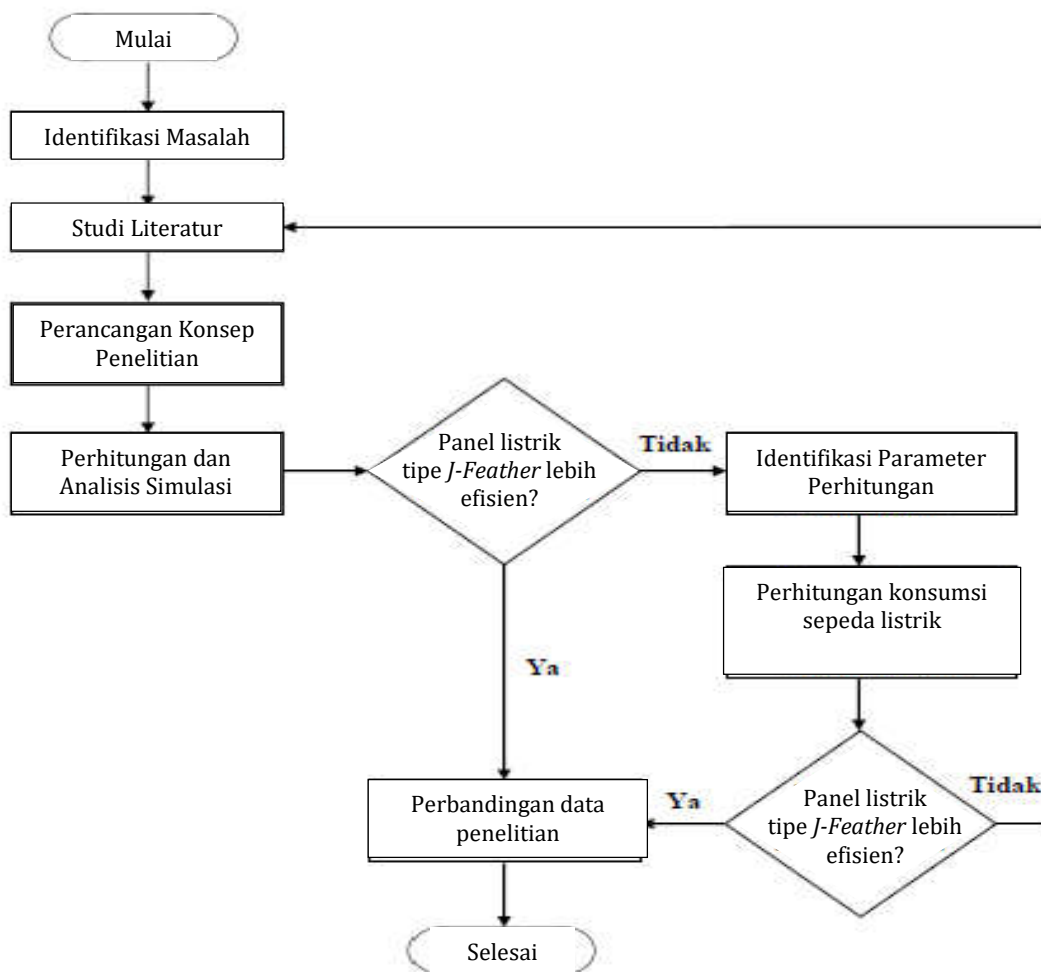
Manfaat yang dapat diharapkan dalam analisis unjuk kerja eco racing sebagai suplemen penghemat bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. Pemakaian listrik jadi lebih efisien karena tidak terlalu mengandalkan listrik dari PLN
2. Menjadikan sel surya sebagai jalan alternatif sumber energi yang efisien
3. Perancangan sepeda listrik dengan panel surya tipe J-Feather sebagai sumber energi

METODE PENELITIAN

Tahap pertama dalam penelitian ialah identifikasi masalah, yang memicu untuk memahami permasalahan dalam pemilihan sel surya sebagai konsumsi energi yang lebih baik dengan perbandingan beberapa jenis sel surya. Kedua tahap studi literatur, pada tahap ini dimulai pencarian data dari beberapa referensi yang mendukung penelitian ini seperti

buku, jurnal, dan media sosial seperti internet yang terkait dengan tema penelitian. Ketiga yaitu melakukan perbandingan perhitungan antara hasil analisis tiap jenis sel surya. Keempat dengan menambah data-data yang mendukung misal persamaan perhitungan terkait. Kelima dengan menghitung nilai konsumsi energi listrik dari tiap-tiap jenis sel surya dengan acuan persamaan yang terkait. Keenam analisis perbandingan, tahap ini yaitu melakukan perbandingan hasil analisis tiap jenis sel surya. Ketujuh yaitu penarikan kesimpulan dari seluruh perhitungan sel surya pada sepeda listrik. Teknik analisis yang dilakukan secara kuantitatif (manual) dengan perancangan yang mensimulasikan beberapa jenis sel surya dan ditarik kesimpulan yang cukup efisien dalam konsumsinya. Perhitungan massa total melibatkan massa pengendara, baterai dsb. Lalu perhitungan gaya total dengan meliputi gaya aerodinamik dan gaya menggelinding yang nantinya akan digunakan untuk menghitung torsi. Setelah didapat nilai torsi, maka mulai perhitungan daya dan energi yang dikonsumsi dan efisiensi storage sebagai pemasok listrik. Diagram tata cara penelitian akan dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam analisis perhitungan yang melibatkan beberapa persamaan, maka perlu diketahui persamaan-persamaan yang terkait dalam penelitian ini. Persamaan-persamaan yang terkait yaitu massa total, gaya aerodinamik, gaya menggelinding, gaya total, torsi yang dibutuhkan, kecepatan maksimum, jarak tempuh, energi mekanik dan konsumsi energi listrik. Berikut pembahasan persamaan terkait [8].

a. Massa total

Perhitungan massa total sangat penting untuk mengetahui keseluruhan massa yang nantinya akan menjadi bobot perhitungan. Asumsi massa pengendara 70 kg, massa baterai 4 kg, massa motor 8 kg dan massa panel surya bergantung pada jenisnya. Untuk menghitung massa total akan dijelaskan pada persamaan 1 [9].

$$m_{\text{total}} = m_m + m_p + m_b + m_{pe} \quad (1)$$

dengan parameter,

m_m = massa motor BLDC (kg)

m_p = massa panel surya(kg)

m_b = massa baterai sebagai penyimpan energi(kg)

m_{pe} = massa pengendara sebagai asumsi (kg)

b. Gaya aerodinamik

Jika kecepatan udara di atas lebih cepat, tekanan di atas lebih kecil, maka obyek akan terdorong ke atas karena gaya ke atas lebih besar. Jika kecepatan udara di bawah lebih cepat, tekanan di atas lebih besar, maka obyek akan terdorong ke bawah karena gaya ke bawah lebih besar. Di dunia otomotif, aerodinamika berkaitan kuat dengan gaya tekan ke bawah. Persamaan gaya aerodinamik akan dijelaskan pada persamaan 2 [10].

$$F_a = \frac{1}{2} \rho A C_d (v_s + v_a)^2 \quad (2)$$

Dengan parameter,

F_a = gaya aerodinamik [N]

ρ = massa jenis udara [kg/m³]

A = luas permukaan [m²]

C_d = koefisien = 1,1

v_s = kecepatan sepeda [m/s]

v_a = kecepatan angin [m/s]

c. Gaya menggelinding

Gaya menggelinding adalah sebuah gaya yang dihitung saat sumbu horizontal dengan menggunakan parameter pergerakan linear yaitu koefisien gaya menggelinding, massa total penelitian, percepatan gravitasi. Gaya menggelinding lebih mengacu pada penekanan perputaran roda. Persamaan gaya menggelinding akan dijelaskan pada persamaan 3 [11].

$$F_r = \mu \times m \times g \quad (3)$$

Dengan parameter,

F_r = gaya menggelinding [N]

μ = koefisien gaya menggelinding = 0.02 (hard surface)

m_{total} = massa total [kg]

g = percepatan gravitasi [m/s²]

d. Gaya total

Gaya total yang akan dianalisis lebih lanjut pada penelitian ini merupakan jumlah antara gaya aerodinamik dengan gaya menggelinding. Persamaan gaya total akan dijelaskan pada persamaan 4 [12].

$$F_{\text{total}} = F_a + F_r \quad (4)$$

Dengan parameter,

F_a = torsi minimal [Nm]

F_r = jari-jari roda sepeda [m]

e. Torsi minimal untuk menggerakkan sepeda

Torsi adalah suatu gerakan berupa dorongan yang terjadi antara piston dan poros engkol. Jika terjadi dorongan pada kedua bagian tersebut, maka akan menghasilkan suatu

perputaran gerakan atau torsi. Gerakan ini sering terjadi pada mobil, sehingga kendaraan tersebut bisa berfungsi dengan maksimal. Persamaan torsi akan dijelaskan pada persamaan 5 [13].

$$\tau = F_{\text{Total}} \times R_{\text{roda}} \quad (5)$$

dengan parameter,

$$\tau = \text{torsi minimal [Nm]}$$

$$R_{\text{roda}} = \text{jari-jari roda sepeda [m]}$$

f. Kecepatan dan daya motor pada sepeda yang dapat tercapai

Jika nilai torsi sudah didapat maka selanjutnya diperlukan nilai kecepatan sudut untuk menghitung nilai daya motor dan juga jari-jari roda diperlukan untuk menghitung kecepatan maksimum. Persamaan kecepatan dan daya akan dijelaskan pada persamaan 6 dan 7 [14].

$$P_{\text{motor}} = \tau \times \omega \quad (6)$$

$$V_{\text{maks}} = \omega \times R_{\text{roda}} \quad (7)$$

dengan parameter,

$$P_{\text{motor}} = \text{Daya yang terjadi pada motor BLDC [W]}$$

$$\omega = \text{kecepatan angular/sudut pada roda [rad/s]}$$

$$V_{\text{maks}} = \text{kecepatan linear pada sepeda listrik [m/s]}$$

g. Jarak tempuh

Dalam menghitung jarak tempuh diperlukan nilai kecepatan dan waktu dengan mengalikan dua parameter tersebut yang akan dijelaskan pada persamaan 8 [15].

$$s = v \times t \quad (8)$$

dengan parameter,

$$s = \text{jarak tempuh pada sepeda listrik [m]}$$

$$v = \text{kecepatan pada sepeda listrik [m/s]}$$

$$t = \text{waktu tempuh pada sepeda listrik [s]}$$

h. Energi mekanik

Besar energi mekanik bergantung pada nilai daya motor, dan waktu tempuh sepeda listrik. Berikut perhitungan energi mekanik akan dijelaskan pada persamaan 9 [16].

$$W = (P_{\text{motor}} \times t) / 1000 \quad (9)$$

dengan,

$$W = \text{jarak tempuh sepeda [kWh]}$$

$$P_{\text{motor}} = \text{Daya motor [Watt]}$$

$$t = \text{waktu tempuh sepeda [h]}$$

i. Energi yang dikeluarkan

Energi yang dikeluarkan pada sepeda listrik sangat bergantung pada jarak tempuh dan nilai dari energi mekanik. Maka dari itu untuk menghitung nilai energi yang dikeluarkan akan dijelaskan pada persamaan 10 [17].

$$W_{\text{cons}} = s / W \quad (10)$$

dengan,

$$s = \text{jarak tempuh sepeda [km]}$$

$$W = \text{energi mekanik [kWh]}$$

$$W_{\text{cons}} = \text{Energi yang dikeluarkan [km/kWh]}$$

j. Efisiensi storage sebagai pemasok energi listrik

Dengan mengetahui indikator penting dari beberapa perhitungan, efisiensi penyimpanan sangat diperlukan demi mendapatkan inovasi yang cukup baik diantara parameter perbandingan yang ada. Kapasitas baterai pada penelitian ini menggunakan 1 buah baterai sehingga total kapasitas adalah 840 Wh dan persentase tiap 1 jam. Berikut perhitungannya akan dijelaskan pada persamaan 11 [17].

$$\text{Eff}_{\text{Pengisian}} = (P_{\text{motor}} \times t / C) \times 100\% \quad (11)$$

dengan,

$\text{Eff}_{\text{Pengisian}}$ = Efisiensi *storage* sebagai pemasok energi listrik [%]

P_{motor} = Daya yang terjadi pada motor listrik [W]

C = Kapasitas Baterai [Wh]

t = waktu tiap 1 jam [h]

HASIL DAN PEMBAHASAN

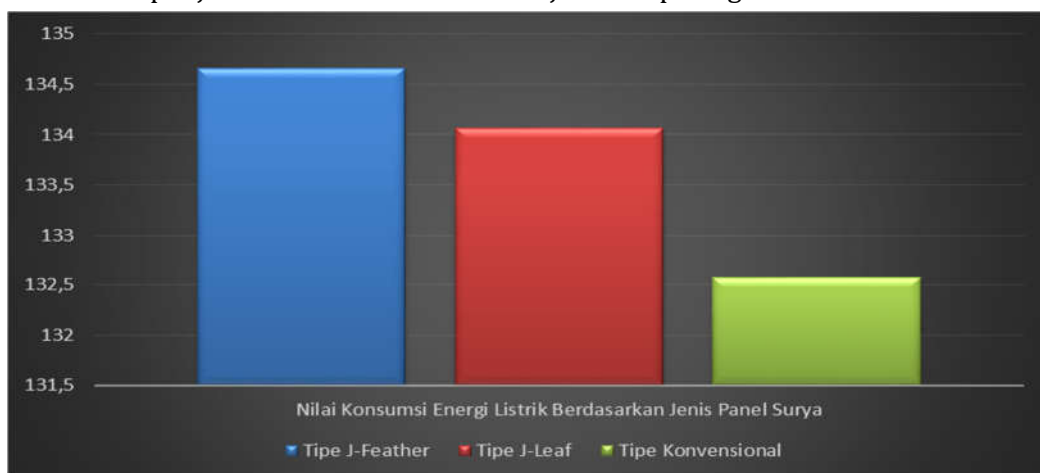
Dari persamaan yang telah dijelaskan, akan ditampilkan data hasil perhitungan terkait tipe dan jenis dari panel surya sesuai bobot yang diperlukan. Bobot dari panel surya itu sendiri sangat mempengaruhi analisis perhitungan konsumsi energi pada sepeda listrik dan akan dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis perhitungan konsumsi energi listrik

No	Parameter	Jenis Panel Surya		
		J-Feather	J-Leaf	Konvensional
1	m_{total} [kg]	83,18	83,79	85,26
2	F_a [N]	10,41	10,41	10,41
3	F_r [N]	16,32	16,44	16,73
4	F_{total} [N]	26,73	26,85	27,14
5	τ [Nm]	8,82	8,86	8,96
6	P_{motor} [W]	148,53	149,2	150,88
7	s [m]	2181,36	2171,57	2147,39
8	W [kWh]	12119,64	12065,24	11930,91
9	W_{out} [km/kWh]	134,66	134,06	132,57
10	$\text{Eff}_{\text{Pengisian}}$ [%]	17,68	17,8	17,96

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari tabel 1 yang mengacu terhadap analisis perhitungan konsumsi energi listrik, tipe J-Feather unggul dalam hal energi yang dihasilkan namun secara persentase pengisian, tipe konvensional sedikit lebih unggul namun rangnya tidak besar perbedaannya. Efisiensi pengisian pada tipe konvensional sedikit lebih baik karena tidak banyak teknologi mutakhir pada panel surya tipe konvensional sehingga rugi-rugi tidak sebesar tipe panel surya lainnya.

Dengan didapatkan nilai konsumsi energi dari tiap jenis panel surya yang telah dianalisis, maka akan dijelaskan berupa grafik untuk mempermudah pembahasan secara visual. Berikut penjelasan secara visual akan dijelaskan pada gambar 3.



Gambar 3. Nilai Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Jenis Panel Surya

Berdasarkan grafik yang sudah dipaparkan, terlihat bahwa panel surya tipe J-Feather yang paling unggul karena paling tinggi menghasilkan daya tiap km, sedangkan range antara panel surya tipe J-Feather dengan tipe lainnya seperti J-Leaf dan tipe konvensional cukup besar jarak perbedaannya terlebih tipe konvensional yang sangat butuh kebaruan riset. Dari grafik terlihat jarak antara daya yang dihasilkan oleh panel surya tipe konvensional dengan tipe J-Leaf lebih besar perbedaannya dibandingkan jarak tipe J-Leaf dengan tipe J-Feather.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan mengenai konsumsi energi listrik dari panel surya terhadap sepeda listrik, maka didapat hasil panel surya tipe J-Feather mengkonsumsi 134,66 km/kWh, panel surya tipe J-Leaf mengkonsumsi 134,06 km/kWh dan panel surya tipe konvensional mengkonsumsi 132,57 km/kWh. Artinya untuk setiap 1 kWh pada panel surya tipe J-Feather dapat menempuh jarak 134,66 km, pada panel surya tipe J-Leaf dapat menempuh jarak 134,06 km dan pada panel surya tipe konvensional dapat menempuh jarak 132,57 km. Meskipun cukup efisien dalam menghasilkan daya, persentase tipe J-Feather cukup kecil dibandingkan tipe lainnya. Saran untuk riset selanjutnya ialah alangkah baiknya riset mengenai sel surya terus berlanjut dan harus ada terobosan yang semakin baik diharapkan terdapat sel surya yang jauh lebih baik dari tipe J-Feather, baik dari sisi ekonomis, *life time* dan *maintenance*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terlaksananya penelitian ini saya ucapkan terima kasih kepada bapak Ahmad Fauzi selaku dekan fakultas, bapak Murtalim selaku koor prodi teknik mesin, bapak Sani Suhadirman selaku dosen teknik mesin sekaligus rekan satu tim, bapak Danies Seda Yuseva selaku dosen teknik mesin sekaligus rekan satu tim serta civitas akademik Universitas Buana Perjuangan yang saya hormati dan yang saya cintai. Dan terima kasih juga kepada para penulis dan peneliti yang terkait dengan penelitian yang saya buat.

REFERENSI

- [1] H. E. Edovidata, "Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler," vol. 6, no. 1, pp. 57–68, 2020.
- [2] A. S. P, A. S. Lehman, and J. Sanjaya, "Perancangan Sistem Pengamanan Pada Sepeda Motor," *J. Komput. Dan Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 250–259, 2018.
- [3] U. J. I. Koil, C. Kerja, and M. Bensin, "(*) *1, 2, 3)," vol. 2, pp. 32–44, 2020.
- [4] R. Setiawan, R. A. Putra, and V. P. Fahriani, "Simulasi Proses Bending Arm Rear Brake dengan Variasi Kecepatan Pembebanan Terhadap Stress Material Menggunakan Ansys," *Barometer*, vol. 5, no. 2, pp. 261–266, 2020, doi: 10.35261/barometer.v5i2.3819.
- [5] T. Rahajoeningroem and R. S. Muslim, "Alat Pengukur Kecepatan Digital dan Lampu Indikator Nirkabel pada Jacket Pengendara Sepeda Digital Speedometers and Wireless Indicator Lights on Cyclist Jackets," vol. 6, no. 2, 2018.
- [6] M. F. Merdiana, U. M. Sukabumi, J. Barat, F. Chaining, and D. Diagnosis, "Aplikasi sistem pakar diagnosa untuk kerusakan pada kendaraan mobil listrik berbasis web," vol. 4, no. 2, pp. 152–161, 2020.
- [7] A. Bahan, "SMARTPHONE PADA SEPEDA MOTOR HONDA REVO," vol. 2, pp. 38–43, 2020.
- [8] D. N. Huda, "Identifikasi Termoelektrik Generator sebagai," *Prosiding Seminar Nasional Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, 2020.

- [9] E. Prianto, N. Yuniarti, and D. C. Nugroho, "Boost-Converter Sebagai Alat Pengisian," pp. 52–62.
- [10] A. Kurniawan, F. A. Budiman, D. P. Laksono, and A. Arifah, "Pelatihan Perakitan Sepeda Listrik pada Mahasiswa," pp. 51–54, 2019.
- [11] C. Zhu *et al.*, "Tuning the electron-deficient core of a non-fullerene acceptor to achieve over 17% efficiency in a single-junction organic solar cell," *Energy Environ. Sci.*, vol. 13, no. 8, pp. 2459–2466, 2020, doi: 10.1039/d0ee00862a.
- [12] G. Bertalero, P. Addebito, C. C. Bancario, and C. A. L. Cliente, "Co Co Co," no. xxxx, pp. 1–2, 2013.
- [13] S. Tepner, N. Wengenmeyr, M. Linse, A. Lorenz, M. Pospischil, and F. Clement, "The Link between Ag-Paste Rheology and Screen-Printed Solar Cell Metallization," *Adv. Mater. Technol.*, vol. 2000654, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1002/admt.202000654.
- [14] S. Ahmmed, A. Aktar, J. Hossain, and A. B. M. Ismail, "Enhancing the open circuit voltage of the SnS based heterojunction solar cell using NiO HTL," *Sol. Energy*, vol. 207, no. June, pp. 693–702, 2020, doi: 10.1016/j.solener.2020.07.003.
- [15] F. Mateen, M. Ahsan Saeed, J. Won Shim, and S. K. Hong, "Indoor/outdoor light-harvesting by coupling low-cost organic solar cell with a luminescent solar concentrator," *Sol. Energy*, vol. 207, no. June, pp. 379–387, 2020, doi: 10.1016/j.solener.2020.06.104.
- [16] L. Perdigón-Toro *et al.*, "Barrierless Free Charge Generation in the High-Performance PM6:Y6 Bulk Heterojunction Non-Fullerene Solar Cell," *Adv. Mater.*, vol. 32, no. 9, 2020, doi: 10.1002/adma.201906763.
- [17] H. Chen, Y. Pang, Q. Hu, and K. Liu, "Solar cell surface defect inspection based on multispectral convolutional neural network," *J. Intell. Manuf.*, vol. 31, no. 2, pp. 453–468, 2020, doi: 10.1007/s10845-018-1458-z.