

Pengembangan Sistem Kontrol Penggerak Roda Mobil Listrik *Omni Direction* Pada Apron Bandar Udara

Simon Ka'ka¹, Muhammad Agus Listin^{2*}, Muh. Ikhsan Faturrahman³, Nasrun Kadir⁴, Ahmad Yani⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

* Email aguslistin17@gmail.com

Abstract: The demand for automobiles, in particular, is rising in tandem with the times. The parking spot feels more constrained as the number of cars increases. Parking a car in the congested Apron airport is challenging. One way to address the issue of parking in this constrained area is to use vehicles with omnidirectional motion. Fuel is used in conventional vehicles, which results in high exhaust gas emissions and air pollution. Eco-friendly electric vehicles are employed to combat this pollution issue. To make parking and exiting the parking lot easier, the car has omnidirectional wheels that allow it to travel in all directions. The goal of this research is to create an omnidirectional wheel driving system. The advancement of electric vehicles has led to a number of technologies that can be applied to airport aprons. use a BLDC motor to power an electric vehicle in all directions. An inverter serves as a speed controller for BLDC motors. The results demonstrate the effectiveness of the intended wheel drive system.

Keywords: Car; *Omni Direction*; BLDC Motor; Apron

Abstrak: Seiring dengan perkembangan jaman, kebutuhan akan kendaraan semakin meningkat terutama mobil. Dengan kendaraan bertambah banyak maka tempat parkir dirasakan semakin sempit. Sulit untuk memarkir kendaraan di Apron bandar udara yang padat. Kendaraan yang mampu bergerak omni direction merupakan salah satu solusi terhadap masalah parkir di tempat yang sempit ini. Alat transportasi konvensional menggunakan BBM (Bahan Bakar Minyak) sehingga menghasilkan gas buang yang banyak dan menyebabkan polusi udara. Untuk mengatasi masalah polusi ini maka digunakan kendaraan berpenggerak listrik yang ramah lingkungan. Omni direction pada roda maka kendaraan bisa bergerak ke segala arah untuk mempermudah ketika saat memarkirkan kendaraan serta keluar dari parkiran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penggerak roda omnidirection. Pengembangan pada mobil listrik ini menghasilkan berbagai inovasi pada mobil listrik yang dapat digunakan di Apron bandar udara. Menggunakan motor BLDC sebagai penggerak mobil listrik Omni direction. Motor BLDC di lengkapi dengan Inverter sebagai pengontrol kecepatannya. Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa sistem penggerak roda yang dirancang bekerja dengan baik.

Kata Kunci: Mobil; *Omni Direction*; Motor BLDC; Apron

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini manusia sangat bergantung pada bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius dalam penggunaan bahan bakar fosil, yakni: (1) Menipisnya cadangan minyak bumi yang di ketahui, (2) Ketidakstabilan atau kenaikan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak itu sendiri, dan (3) Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) ini akibat pembakaran bahan bakar fosil [1-3]. Kadar CO₂ saat ini disebut sebagai yang tertinggi selama 125.000 tahun belakang. Oleh karena itu, pengembangan dari implementasi bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan perlu mendapatkan perhatian serius di seluruh dunia, karena menjaga lingkungan adalah tanggung jawab seluruh manusia di dunia [4-5].

Penggunaan mobil listrik di beberapa area Bandar udara di Indonesia saat ini telah berkembang lengkap dengan sarana dan prasarana. Bandar Udara Soekarno-Hatta telah mengoperasikan beberapa kendaraan listrik seperti kereta layang, taksi listrik, *boogie car*, bus listrik, skuter listrik, *segway*, dan *baggage towing tractor* (truk penarik kereta bagasi dari pesawat ke terminal penumpang).

Bandara modern kini memiliki berbagai sarana dan fasilitas untuk menunjang mobilitas pesawat dan pengguna jasa bandara. Fasilitas tersebut dapat dibagi menjadi sarana dan farsarana sisi udara (*airside*) seperti *apron*, kargo, dan Landasan, sedangkan sarana dan farsarana sisi darat (*groundside*) seperti terminal dan parkir kendaraan.

Dikarenakan banyaknya kendaraan yang beroperasi di sisi bandara, tentunya harus memperhatikan dari segi keamanan, keselamatan, kelancaran dan ketertiban lalu lintas di sisi udara sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara yang diatur dalam SKEP/140/VI/1999 pasal 28 yang mengatur tentang tata tertib berlalu lintas di daerah pergerakan. Salah satu caranya dengan memperhatikan sistem penggerak roda yang aman dan efisien pada mobil listrik, sehingga tidak membahayakan kendaraan lain atau orang disekitarnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di bengkel mekanik, bengkel otomotif, bengkel alat berat, Politeknik Negeri Ujung Pandang Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamanlanrea, Makassar. Penelitian ini dilakukan mulai maret hingga september 2021 (7 bulan).

B. Alat dan Bahan Penelitian

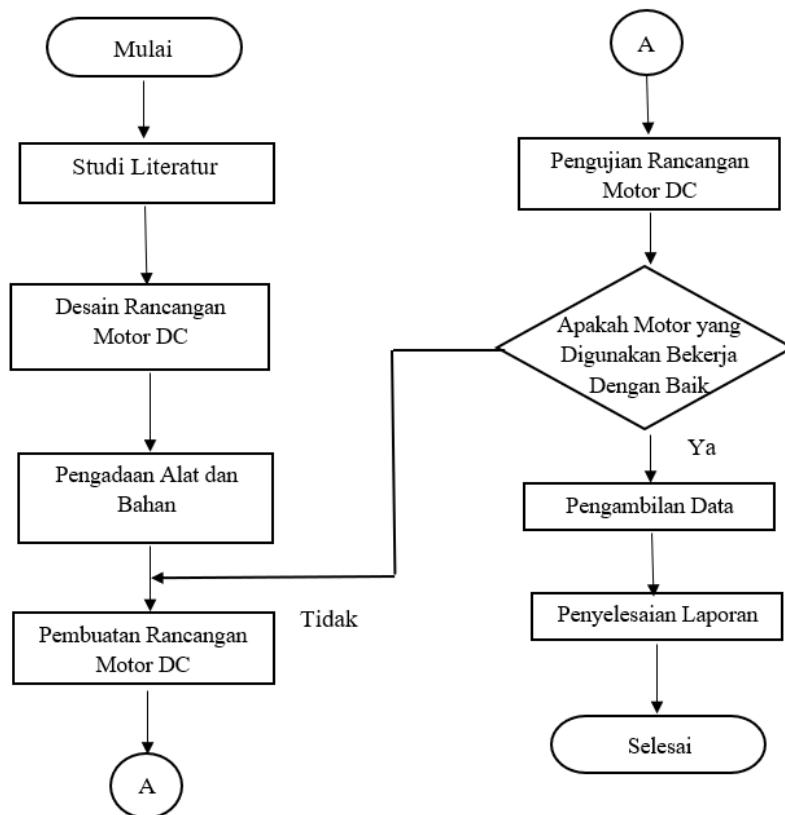
Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

Alat dan bahan	Jumlah dan spesifikasi
• Solder	1 Unit
• Mesin Las	1 Unit
• Obeng	1 Unit
• Bor	1 Unit
• Gerinda	1 Unit
• Tang	2 Unit
• Cutter	2 Unit
• Multimeter	1 Unit
• Laptop	1 Unit
• Motor BLDC	4 Unit / 250 W 24 V
• Motor DC	4 unit / 60 A 24 V
• Aki	2 unit / 12V
• Ban	4 Unit
• Kabel	Secukupnya
• Mur dan baut	Secukupnya

C. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis akan membagi prosedur penelitian ke dalam tujuh bagian umum yang penulis lakukan selama proses penelitian, yaitu:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis yaitu metode pengembangan dimulai dari :

- Studi Literatur.
Studi literatur adalah mencari referensi teori yang berhubungan dengan permasalahan yang ditemukan. mempelajari berbagai macam sumber mengenai berbagai macam prinsip-prinsip dasar. Seperti mempelajari prinsip kerja penggerak roda, mempelajari teori dasar sistem kontrol. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel, laporan tugas akhir, dan situs-situs di internet.
- Perancangan dan Pembuatan
Pada tahapan ini dilakukan perencanaan desain Motor DC, rancangan memberikan gambaran besar terhadap apa yang akan dilakukan dan dikerjakan sehingga menjadi jelas. perencanaan desain rancangan juga penting untuk meningkatkan hasil produktifitas kerja. Hasil perencanaan ini dipakai sebagai acuan pembuatan Motor DC, Kemudian perancangan dan komponen yang telah dilakukan pengecekan selanjutnya dilakukan perakitan agar dapat difungsikan dan dioperasikan [6-8].
- Pengujian dan Analisa
Pengujian dilakukan setelah merancang Motor DC dengan melihat hasil yang ada. Setelah mendapatkan hasil, maka timbul analisa yang dapat diperoleh berdasarkan prinsip kerja alat yang dibuat [9].
- Penyusunan dan Penyelesaian Laporan
Penyusunan dan Penulisan laporan dilakukan untuk melaporkan hasil dari perancangan yang dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

- a. Pengujian roda dengan putaran 360°

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian perputaran roda 360° dengan beban 300 kg, dilakukan 2 kali pengujian.

Tabel 2. Pengujian roda berputar 360°

Pengujian	Sudut	Keterangan
1	360° ke kiri	✓ (Berhasil)
2	360° ke kanan	✓ (Berhasil)

Setelah dilakukan beberapa percobaan didapatkan hasil bahwa roda mampu berputar secara 360° ke kiri dan ke kanan pada garis vertikal yang sesuai sejajar diameternya.

- b. Pengujian roda berputar maju dalam 35% besaran throttle gas

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian kecepatan dalam 35% besaran throttle gas dengan beban 300 kg dan jarak yang ditempuh 5 m hingga 15 m, dilakukan 3 kali pengujian dan menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu.

Tabel 3. Pengujian roda dapat maju dalam 35% besaran throttle gas

Pengujian	Jarak (m)	Waktu (detik)	Keterangan
1	5	08,57	✓ (Berhasil)
2	10	15,32	✓ (Berhasil)
3	15	23,41	✓ (Berhasil)

- c. Pengujian roda berputar maju dalam 50% besaran throttle gas

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian kecepatan dalam 50% besaran throttle gas dengan beban 300 kg dan jarak yang ditempuh 5 m hingga 15 m, dilakukan 3 kali pengujian dan menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu.

Tabel 4. Pengujian roda dapat maju dalam 50% besaran throttle gas

Pengujian	Jarak (m)	Waktu (detik)	Keterangan
1	5	06,39	✓ (Berhasil)
2	10	11,26	✓ (Berhasil)
3	15	18,41	✓ (Berhasil)

- d. Pengujian roda berputar maju dalam 100% besaran throttle gas

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian kecepatan dalam 100% besaran throttle gas dengan beban 300 kg dan jarak yang ditempuh 5 m hingga 15 m, dilakukan 3 kali pengujian dan menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu.

Tabel 5. Percobaan roda dapat maju dalam 100% besaran throttle gas

Pengujian	Jarak (m)	Waktu (detik)	Keterangan
1	5	04,31	✓ (Berhasil)
2	10	07,49	✓ (Berhasil)
3	15	11,32	✓ (Berhasil)

- e. Percobaan roda berputar mundur

Berikut adalah tabel dari hasil pengujian mundur dengan beban 300 kg dan jarak yang ditempuh 5 m hingga 15 m, dilakukan 3 kali pengujian dan menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu.

Tabel 6. Pengujian roda dalam posisi mundur

Pengujian	Jarak (m)	Waktu (detik)	Keterangan
1	5	05,42	✓ (Berhasil)
2	10	10,58	✓ (Berhasil)
3	15	14,55	✓ (Berhasil)

B. Pembahasan Hasil Pengujian

a. Analisis Hasil Mekanisme Roda

Pada sistem penggerak roda, penelitian ini dibuat rancangan dudukan roda untuk motor BLDC yang bertujuan untuk menopang beban pada *body* sehingga mekanisme roda dapat beroperasi secara maksimal. Hal serupa juga dilakukan oleh Galinggas dkk yang membuat rancang bangun frame penyangga motor BLDC berdaya 1000 watt dengan kecepatan 500 rpm dengan torsi maksimal sebesar 19,1 Nm [10].

b. Analisis Hasil Penggerak Roda

Pada penggerak roda BLDC, penulis menggunakan baterai 48VDC yang dihubungkan ke modul driver kontrol BLDC yang merupakan komponen yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan induksi 3 fasa. Dari driver kontrol tersebut merupakan penghasil beberapa fitur kontrol diantaranya: fitur maju mundur yang dikendalikan dengan sistem pedal gas dan switch untuk mengaktifkan fitur mundurnya. Dari driver kontrol tersebut dihubungkan ke motor BLDC sebagai objek penggerak. Roslinda Dewi melakukan penelitian ini lebih menekankan pada unit kontrol menggunakan IC DRV 11873 yang mempunyai EVM (Evaluation Module) sebagai penambah kuat induksi magnet pada belitan motor BLDC (stator) dengan mode duty cycle PWM, hasil penelitian menunjukkan hubungan antara penambahan duty cycle PWM dan penambahan besar tegangan catu daya (V) yang diberikan pada motor BLDC 3 Phasa terhadap perubahan kecepatan motor [11-12].

c. Analisis Hasil Rancangan Mekanisme Perputaran 360°

Pada Mekanisme Perputaran 360°, diberi suplai 36V oleh baterai lalu merancang rangkaian dengan menghubungkan beberapa komponen yaitu *fuse*, *push button*, *toggle switch*, disambung ke 4 motor DC kemudian dihubungkan ke limit switch agar perputaran dapat berhenti di sudut 360°.

d. Analisis Hasil Pengujian

Dengan melakukan pengujian kita dapat mengetahui bahwa roda pada mobil listrik *omni direction* telah berhasil berputar secara vertikal sesuai sejajar diameternya dari 0°- 360° serta roda dapat bergerak searah dan berlawanan jarum jam dengan sistem penggerak roda yang telah dirancang. Perancangan mobil omnidireksional bertenaga baling-baling [13] dan pergerakan Automated Guided Vehicle [14].

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem penggerak dan sistem kontrol roda berhasil berputar maju dan berputar mundur sesuai dengan sistem yang telah dirancang sebelumnya.
- Sistem mekanisme berhasil berputar secara 360° pada garis vertikal yang sesuai sejajar diameternya sesuai dengan sistem yang telah dirancang sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lubis, A. 2007. Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 8(2), 151118.

- [2] Mahroni, M., & Supriyatna, D. 2024. Energi baru terbarukan dalam pembangunan yang berkelanjutan dan pemanfaatan energi terbarukan. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(11), 66-76.
- [3] Nanlohy, D. F. 2016. Manusia dan Kepedulian Ekologis. *KENOSIS: Jurnal Kajian Teologi*, 2(1), 36-55.
- [4] Nainggolan, H., Nuraini, R., Sepriano, S., Aryasa, I. W. T., Meilin, A., Adhicandra, I., ... & Prayitno, H. 2023. *Green Technology Innovation: Transformasi Teknologi Ramah Lingkungan berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- [5] Ningsih, M. M. 2024. Pembiayaan ramah lingkungan terhadap sub sektor energi baru dan terbarukan di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 5(2), 12-29.
- [6] Dermawan, D., Nur, R., Nasrullah, B., & Sahriana, S. 2023. Design and study on a straw press for the utilization of straw waste in agriculture. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2568, No. 1). AIP Publishing.
- [7] Nari, H. P., Sirman, M., Nur, R., & Mukhsen, M. I. 2021. Redesign and Remanufacturing the Shot Peening Machine: Model and Experiment. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- [8] Nur, R., Razak, A. H., Putra, A. A., Maulana, I., & Ahmad, M. 2020. Rancang bangun alat pembersih pasir silika sebagai penyaring air di PT. Tirta fresindo jaya. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 18(1), 52-58.
- [9] Syamsir, N., Nur, R., Salam, A., & Busrah, Y. 2022. Analyzing and modelling gripper arm using shape optimization of fusion 360 and 3D printing of polylactic acid. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.
- [10] Galinggas, G., Sudarmawan, R. G., & Tullah, M. H. 2022. Rancang Bangun Frame Penyangga Sebagai Dudukan Motor Hybrid Dengan Memodifikasi Motor Mio Soul. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 1, pp. 1269-1275).
- [11] Dewi, R. (2018). Efek Duty Cycle PWM pada Pengendalian Kecepatan Motor BLDC 3 Phasa. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 1(1), 14-19.
- [12] Dharmawan, A. 2009. Pengendalian Motor Brushless DC dengan Metode PWM Sinusoidal Menggunakan ATMega” Tugas Akhir Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- [13] Wang, J., Wang, Y., & Lv, Z. (2021, December). Design of Guidance and Control System for Propeller-Powered Omnidirectional Car. In *ICMLCA 2021; 2nd International Conference on Machine Learning and Computer Application* (pp. 1-5). VDE.
- [14] Song, L., Ju, H., Li, W., Sun, C., & Yuan, B. (2020, June). Design and research of omni-directional moving AGV. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1575, No. 1, p. 012095). IOP Publishing.