



Perancangan Sistem Elektromekanik Pada Modifikasi Kursi Roda Manual Menjadi Kursi Roda Elektrik

Putri Madona¹, Robby Pradana Surendra², Amnur Akhyan³, Yusmar Palapa Wijaya⁴

¹Politeknik Caltex Riau, email: dona@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: pradana15te@mahasiswa.pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: amnur@pcr.ac.id

⁴Politeknik Caltex Riau, email: yusmar@pcr.ac.id

Abstrak

Ketika seseorang mengalami kecacatan pada bagian kaki yang dapat menghalangi aktifitas, maka di perlukan alat bantu yaitu kursi roda. Kursi roda yang umumnya digunakan adalah kursi roda yang bekerja secara manual. Pada Mindy Wheelchair yakni kursi roda yang dikontrol dengan sinyal otak (EEG), kursi roda manual akan dimodifikasi terlebih dahulu agar dapat bekerja secara elektrik. Desain kursi roda elektrik harus dapat bergerak pada jalan yang datar sesuai dengan perintah yang diberikan melalui sinyal otak. Ada 5 arah pergerakan kursi roda yang akan dikontrol yakni Maju, Mundur, Kiri, Kanan dan Stop. Pada Kursi roda juga ditambahkan 2 buah sensor ultasonik sebagai pengaman untuk mengetahui adanya halangan pada bagian depan dan kursi roda. Pada saat kursi roda bergerak maju, maka sensor ultrasonic belakang akan mati dan ketika pergerakan mundur, maka sensor ultrasonic depan tidak aktif. Dari hasil yang didapatkan bahwa kursi roda berhasil dibuat dengan batas maksimal beban sebesar 118 Kg dengan kecepatan yang diatur pada $\pm 0,72$ Km/Jam.

Kata Kunci: *Electric Wheelchair, EEG, Ultrasonik*

Abstrack

When a person experiences a disability in the part of the leg that can block the activity, then a tool is needed, namely a wheelchair. The commonly used wheelchairs are wheelchairs that work manually. At the Mindy Wheelchair, which is a wheelchair controlled with brain signals (EEG), a manual wheelchair will be modified first to work electrically. The design of the electric wheelchair must be able to move on a flat road according to the instructions given through brain signals. There are 5 directions of wheelchair movements that will be controlled namely Forward, Backward, Left, Right and Stop. In the wheelchair, two ultasonic sensors were added as safety to determine the obstruction of the front and wheelchairs. When the wheelchair moves forward, the rear ultrasonic sensor will turn off and when it moves backwards, the front ultrasonic sensor is not active. From the results obtained, the wheelchair was successfully made with a maximum load limit of 118 Kg with a speed set at ± 0.72 Km / hour.

Keywords: *Electric Wheelchair, EEG, Ultrasonik*

1. Pendahuluan

Ketika seseorang mengalami kecacatan pada bagian kaki yang dapat menghalangi aktifitas, maka di perlukan alat bantu yang menjadi tiang penyangga. Alat bantu yang dimaksud yaitu kursi roda. Namun kursi roda yang ada masih bekerja secara manual atau elektrik menggunakan joystick. Sebagai bentuk inovasi untuk membantu para penyandang cacat kaki dan memiliki kelainan lainnya, seperti tidak lancar berbicara, susah untuk menggerakkan otot tangan untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Oleh karena itu dibuat kursi roda yang akan bergerak menggunakan sinyal otak yaitu sinyal *electroencephalography (EEG)*.

Electroencephalogram (EEG) merupakan suatu kegiatan merekam aktivitas otak secara spontan dalam bentuk potensial sinyal elektrik sepanjang kulit kepala yang diproduksi oleh neuron yang saling terhubung. EEG juga diaplikasikan untuk mendeteksi pola pikiran atau kondisi mental seseorang. Perekaman *EEG* dilakukan menggunakan sensor elektroda yang dipasang pada kulit kepala.

Pengontrolan pergerakan kursi roda menggunakan sinyal EEG pernah dibuat oleh BINUS dimana kursi roda manual dimodifikasi menjadi kursi roda elektrik [1]. Sementara LIPI, mengontrol kursi roda melalui sinyal otak namun menggunakan kursi roda elektrik yang dijual di pasaran [2].

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sistem elektromekanik pada kursi roda dengan menggunakan 2 buah motor yang akan menggerakkan roda dengan memanfaatkan penggerak gaya gesek terhadap lingkaran luar roda pada kursi roda. Sensor ultrasonik ditambahkan sebagai pendeteksi jarak aman kursi roda. Metode penggerak ini bertujuan untuk memperkecil torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kursi roda dengan batas maksimum pengguna yang lebih besar.

2. Perancangan Elektronika

Pada sistem ini menggunakan MyRio untuk memberikan perintah pada driver motor dalam 5 arah pergerakan yang direncanakan. Adapun perancangan data digital dari MyRio ke driver untuk setiap pergerakan ditunjukkan pada Tabel 1.

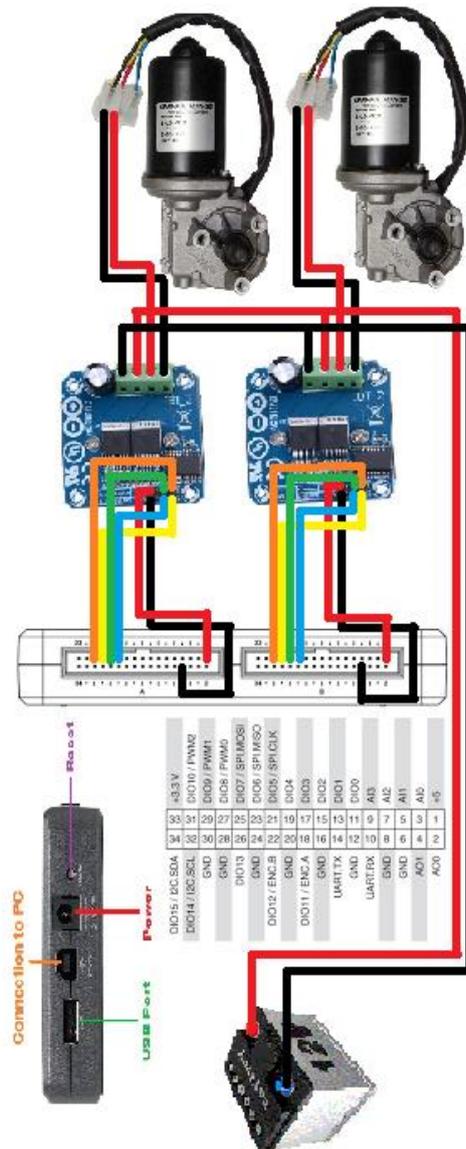
Tabel 1. Input dan Arah Pergerakannya

No	Input Driver Motor	Arah Pergerakan
1.	1010	Maju
2.	0101	Mundur
3.	1000	Kanan
4.	0001	Kiri
5.	0000	Berhenti

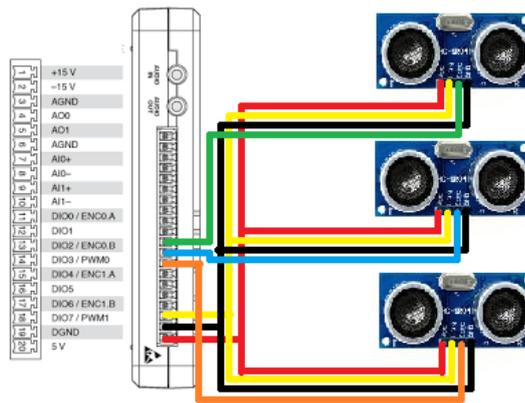
Tahapan awal dalam perancangan elektronika digunakan port USB untuk menghubungkan Laptop dengan myRIO. Output dari myRIO berupa data digital melalui Port 1 dan Port 2 dengan masing - masing pin DIO 6, DIO 7, DIO 8, dan DIO 9. Pada Port 1 untuk pengaturan PWM motor digunakan pin DIO 6 dan DIO 7 yang dihubungkan pada driver motor 1 pin LPWM dan RPWM. Selanjutnya pada pin DIO 8 dan DIO 9 dihubungkan pada driver motor 1 pin R_EN dan L_EN, sedangkan untuk pengaturan driver motor 2 dengan pin yang sama melalui port 2 dengan masing – masing sumber tegangan sebesar 5 Volt. Untuk menghubungkan dari driver motor ke motor DC digunakan pin M+ dan M- dengan tegangan sebesar 12 Volt DC. Berikut rancangan elektronik yang dapat digambarkan pada Gambar 1.

2.1. Perancangan Sensor Ultrasonik

Pada perancangan sensor ini terdapat 4 kaki sensor yaitu : VCC, Ground, trigger, dan echo. Nilai VCC dan trigger yang digunakan sebesar 5 Volt, kondisi ini bertujuan agar sensor selalu memancarkan frekuensi dengan penangkapan frekuensi yang dilakukan oleh pin echo. Pada perancangan ini digunakan 3 buah sensor ultrasonic yang di pasang pada sisi depan kursi roda sebanyak 2 dan di sisi belakang di pasang sebanyak 1 buah. Berikut merupakan sketsa rangkaian ultrasonic yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.



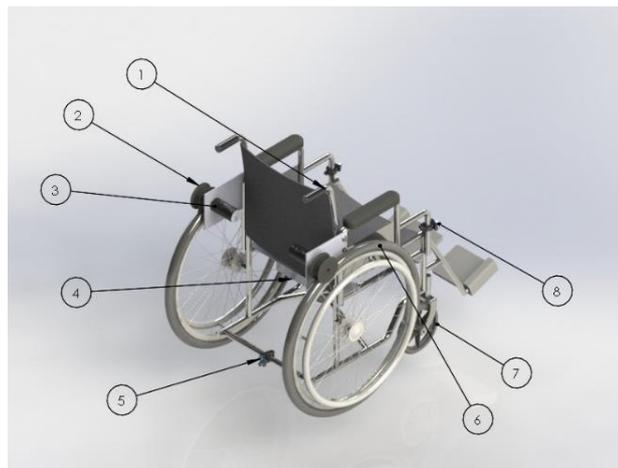
Gambar 1. Perancangan Elektronik



Gambar 2. Sketsa Rangkaian Ultrasonik

3. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini merupakan proses desain modifikasi kursi roda manual menjadi kursi roda elektrik yang akan dikontrol dengan sinyal EEG. Perancangan ini sangat penting dilakukan agar kursi roda dapat bergerak sesuai dengan perintah sinyal otak dengan nilai maksimum beban yang cukup baik. Berikut merupakan gambar keseluruhan desain mekanik yang ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Mekanik

Keterangan :

- 1) Kursi roda
- 2) Pulley penggerak
- 3) Motor DC
- 4) Box rangkaian
- 5) Sensor ultrasonik belakang
- 6) Roda besar
- 7) Roda kecil
- 8) Sensor ultrasonik depan

Dari gambar 3. dapat dijelaskan bahwa penggerak yang di gunakan merupakan sistem gesekan yang berada pada sisi luar roda belakang. Prinsip kerja ini merupakan prinsip yang dipercaya dapat mengurangi penggunaan torsi motor yang besar dengan beban pada kursi roda yang besar. Peletakan Sensor ultrasonik pada bagian depan sisi kiri dan kanan di peruntukan agar ketika sensor mendeteksi gangguan yang menghalangi pergerakan kursi roda, maka sistem

akan secara otomatis mengaktifkan perintah Stop dan pengguna di perintahkan untuk memberikan perintah lainnya begitu juga pada perintah belok kanan, belok kiri dan backward. Pendeteksian gangguan terhadap subjek yang menghalangi ini di desain pada jarak baca sejauh 40 cm dari sisi depan sensor.

Dalam penggunaan pulley penggerak di desain dengan diameter sebesar 10 cm dan bahan yang digunakan merupakan bahan nilon. Penggunaan pulley penggerak ini memanfaatkan gaya gesek yang besar terhadap roda, sehingga dibutuhkan tekanan kuat pada dudukan motor.

Desain dudukan motor yang dibuat merupakan penerapan dari sistem jepit pada besi sandaran kursi roda, desain ini bertujuan agar tidak merusak bentuk kursi roda serta diharapkan dapat digunakan secara portable.

3.1. Perancangan Daya Motor

Dalam perancangan daya motor ini, terlebih dahulu mengetahui torsi gaya dan torsi penggerak yang ingin digunakan. Berikut merupakan rencana beban yang akan dianalisa pada makalah ini, yaitu:

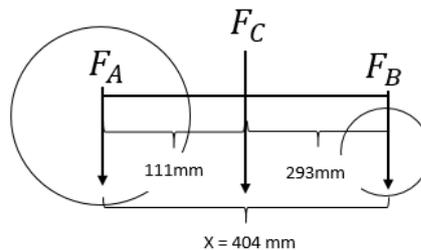
Berat Rangka : 25 kg

Berat Maksimal Beban : 80 kg

$g = \text{gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}$

$m = m_{\text{rangka}} + m_{\text{beban}}$

$$= 25 \text{ kg} + 80 \text{ kg} = 105 \text{ kg}$$



$$x = 404 \text{ mm} = 0,404 \text{ m}$$

$$111 \text{ mm} = 0,111 \text{ m}$$

$$F_C = m \cdot g \\ = 105 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s} = 1.030,05 \text{ N}$$

$$F_{\text{Total}} = F_C \cdot x \\ = 1.030,05 \text{ N} \times 0,404 \text{ m} = 416.14 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_A + F_B - F_C = 0$$

$$F_A + F_B = 1.030,05 \text{ N} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum M_C = 0$$

$$(F_A \cdot \ell) - (F_B \cdot \ell) = 0$$

$$((F_C - F_B) \times 0,111) - (F_B \times 0,293) = 0$$

$$(F_B \times 0,293) - (F_B \times 0,111) = 1.030,05 \times 0,111$$

$$0,182 F_B = 114,34$$

$$F_B = \frac{114,34}{0,182} = 628,22 \text{ N}$$

Substitusi ke persamaan (1)

$$F_A + F_B = 1.030,05 \text{ N}$$

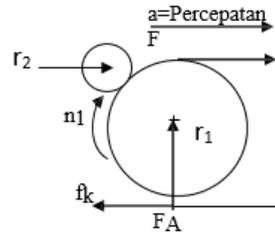
$$F_A + 628,22 \text{ N} = 1.030,05 \text{ N}$$

$$F_A = 1.030,05 \text{ N} - 628,22 \text{ N} = 401,83 \text{ N}$$

$$F_A \text{ disetiap roda} = \frac{628,83 \text{ N}}{2} = 314,42 \text{ N}$$

$$F_B \text{ disetiap roda} = \frac{401,83 \text{ N}}{2} = 200,92 \text{ N}$$

Torsi Motor



$$r_1 = \text{Jari-jari roda} = 290 \text{ mm} \longrightarrow 29 \text{ cm}$$

$$r_2 = \text{Jari-jari roda} = 50 \text{ mm} \longrightarrow 5 \text{ cm}$$

$$1. \mu \text{ masing-masing roda} = \frac{105}{2} = 52,5 \text{ kg}$$

$$2. \mu \text{ karet dengan keramik, } \mu_k = 0,3$$

$$F_k = F_A \cdot \mu_k$$

$$= 314,42 \text{ N} \times 0,3 = 94,32 \text{ N}$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$F_A = m_A \cdot g$$

$$m_A = \frac{F_A}{g}$$

$$m_A = \frac{F_A}{g} = \frac{314,42 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 32,05 \text{ Kg}$$

$$F_g - f_k = m_A \cdot a$$

$$F_g = m_A \cdot a + f_k$$

$$F_g = 32,05 \text{ kg} \times 0,5 \text{ m/s}^2 + 94,32 \text{ N}$$

$$F_g = 16,03 \text{ N} + 94,32 \text{ N} = 110,34 \text{ N}$$

$$3. \text{ Torsi motor}$$

$$T_{\text{roda}} = F_g \cdot r_1$$

$$= 110,34 \text{ N} \times 0,29 \text{ m} = 32 \text{ Nm} = 3,25 \text{ kg} \cdot \text{m} = 325 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$T_{\text{motor}} = \frac{r_2}{r_1} \times T_{\text{roda}}$$

$$T_{\text{motor}} = \frac{0,05 \text{ m}}{0,29 \text{ m}} \times 32 \text{ Nm} = 5,52 \text{ Nm} = 0,6 \text{ kg} \cdot \text{m} = 60 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$4. \text{ Kecepatan sudut}$$

$$\omega_1 = \frac{v}{r_1} = \frac{2.777,7 \text{ mm/s}}{290 \text{ mm}} = 9,58 \text{ rad/s}$$

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60}$$

$$n_1 = \frac{\omega \cdot 60}{2\pi} = \frac{9,58 \text{ rad/s} \cdot 60}{2 \times 3,14} = 91,53 \text{ Rpm}$$

$$\omega_2 = \frac{v}{r_2} = \frac{2.777,7 \text{ mm/s}}{50 \text{ mm}} = 55,55 \text{ rad/s}$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{55,55 \text{ rad/s}}{9,58 \text{ rad/s}} = \frac{n_2}{91,53 \text{ Rpm}}$$

$$n_2 = 5,8 \times 91,53 \text{ Rpm} = 530,74 \text{ Rpm}$$

4. Hasil Dan Analisa

4.1 Analisis Pergerakan

Pada pengujian pergerakan ini dilakukan secara manual dengan memasukkan 5 kondisi yang terdapat pada tabel 1. Setiap input diberikan sebanyak 5 kali. Data pergerakan kursi roda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Pergerakan

No	Input	Desain Pergerakan	Arah Gerak Motor Kursi Roda
1.	1010	Maju	Maju
2.	0101	Mundur	Mundur
3.	1000	Kanan	Kanan
4.	0001	Kiri	Kiri
5.	0000	Berhenti	Berhenti

Dari tabel II tersebut dapat dijelaskan bahwa nilai kondisi 1010 sebagai pergerakan maju, kondisi 0101 sebagai pergerakan mundur, kondisi 1000 sebagai pergerakan belok kanan, 0001 sebagai pergerakan belok kiri, dan kondisi 0000 sebagai pergerakan berhenti. Ini berarti bahwa pergerakan motor sudah sesuai dengan rencana yang dibuat. Selain dari lima kondisi yang telah dijelaskan maka pergerakan kursi roda tidak akan merespon dan terjadi error.

4.2 Kestabilan kecepatan Kursi roda terhadap perubahan Beban

Pada pengujian kecepatan kursi roda saat menggunakan beban maupun tanpa menggunakan beban didapatkan kecepatan sebesar 0,72 Km/Jam dan ketika berat 118 Kg kecepatan sedikit menurun serta terjadi slip menjadi 0,68 Km/Jam. Kondisi ini diakibatkan karena penggunaan motor dengan torsi tinggi, sehingga kecepatan yang dihasilkan identik sama. Kecepatan tersebut akan berkurang ketika arus *supply* tidak mampu mengaktifkan motor yang digunakan, ataupun ketika beban yang digunakan melebihi batas torsi motor yang digunakan pada alat penggerak. Ketika beban yang digunakan seberat 120 Kg, maka motor mengalami slip dan perlu penekanan kembali pada dudukan motor terhadap roda kursi roda. Berikut merupakan tabel hasil pengukuran kecepatan kursi roda berdasarkan jarak dan waktu. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Pengujian Kestabilan Kecepatan Kursi Roda Terhadap Perubahan Beban

Subject	Berat Badan (Kg)	Kecepatan (Km/jam)
S1	45	0,72
S2	60	0,72
S3	101	0,72
S4	78	0,72
S5	70	0,72
S6	90	0,72
S7	51	0,72
S8	48	0,72
S9	110	0,72
S10	118	0,68
S11	120	0

4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonic ini bertujuan untuk pengaman ketika terdapat benda ataupun penghalang saat kursi roda berjalan serta mendeteksi jarak benda sebagai bahaya yang telah di tentukan. Pengaman kursi roda ini menggunakan 3 buah sensor HC – SR04 dengan peletakan didepan sebanyak 2 dan di bagian belakang 1 buah. Berikut merupakan data hasil pengujian sensor yang ditunjukkan pada tabel III.

Tabel 4. Pengujian Sensor Ultrasonik

Nilai Sensor						Error (%)		
Terukur			Real			Right	Left	Back
Right	Left	Back	Right	Left	Back			
40	40	40	43	43	40	6.9	6.9	0
40	45	40	43	45	42	6.9	0	4.7
50	40	40	53	42	43	5.6	4.7	6.9
45	60	40	45	64	42	0	6.2	4.7
40	50	40	43	52	43	6.9	3.8	6.9
Rata-rata Error (%)						5.26	4.32	4.64

Dari hasil pengujian sensor ultrasonik, kesalahan pembacaan dari sensor maksimal adalah 6,9 %, dimana rata-rata kesalahan pada ketiga sensor berada di bawah 6%.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem elektromekanik pada modifikasi kursi roda manual menjadi kursi roda elektrik ini disimpulkan bahwa hasil perhitungan torsi motor yang teruji lebih tinggi yaitu sebesar 118 kg yang merupakan batas maksimal beban dibandingkan perancangan yang telah dilakukan dengan penentuan berat badan 80 Kg, ketika berat beban 120 Kg motor mengalami slip. Berdasarkan pengujian 1 sampai 10 pada data yang di peroleh didapatkan kecepatan kursi roda yang cukup stabil sekitar 0,72 Km/Jam. Dalam pengujian sensor ultrasonic dapat di nilai cukup baik dalam mendeteksi jarak bahaya saat sistem bekerja dengan tingkat rata-rata error kurang dari 6%.

5.2 Saran

Dari hasil secara keseluruhan, ada beberapa hal yang sebaiknya diperbaiki untuk masa yang akan datang, yaitu :

1. Kursi roda yang dirancang tidak bisa kembali digerakkan secara manual (didorong).
2. Kursi roda hanya dapat bergerak pada jalur mendatar. Akan lebih baik jika dapat berjalan pada tanjakan dan turunan.

Daftar Pustaka

- [1] BINUS. (2016). Karya Terbaru Binusian, Kursi Roda Dengan Sinyal Otak.
- [2] LIPI Kembangkan Kursi Roda Elektrik. (2015, November 9). Retrieved from <http://lipi.go.id/lipimedia/lipi-kembangkan-kursi-roda-elektrik/10619>.
- [3] Septiawaan, R. (2013). *Rancang Bangun Kursi Roda Otomatis*. Politeknik Caltex Riau.
- [4] Yanderson, D. (2017). *Aplikasi Hasil Pengolahan Sinyal EEG Berbasis Neurosky pada Penggerak Kursi Roda*. Politeknik Caltex Riau.