

**KURSI RODA ELEKTRIK DENGAN
KONTROL ACCELEROMETER**

Naskah Publikasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3**

Program Studi D3 Teknik Elektromedik



**Diajukan oleh :
SUBHAN BARITON
20163010015**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

KURSI RODA ELEKTRIK DENGAN KONTROL ACCELEROMETER

Subhan Bariton¹, Hanifah Rahmi Fajrin¹, Muhammad Irfan²

¹Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 555185
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

²Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Gamping, Yogyakarta

Email: subhan.bariton.2016@vokasi.umy.ac.id hanifah.fajrin@vokasi.umy.ac.id

ABSTRAK

Kursi roda merupakan suatu alat bantu jalan pasien untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain, digunakan pada penderita atau pasien yang mengalami penurunan kekuatan otot atau penyandang cacat pada sistem motorik sehingga mengalami gangguan dalam keseimbangan. Kursi roda yang banyak diminati oleh masyarakat adalah kursi roda elektrik sehingga pasien tidak merepotkan orang lain untuk membantu mendorong kursi roda. Penelitian kontrol kursi roda elektrik yang dilakukan penulis memanfaatkan sinyal keluaran dari sensor *Accelerometer* ADXL335 yang terhubung dengan *Minimum System Arduino*. Ketika kepala pasien yang bergerak ke salah satu sisi (mengangguk, mendongak atau miring kiri dan kanan) sensor *Accelerometer* ADXL335 akan melakukan pembacaan yang di olah di *Minimum System Arduino*, sehingga *Minimum System Arduino* akan memberikan tegangan ke *Driver* relay *H-Bridge* untuk menggerakkan motor DC sehingga kursi roda dapat bergerak maju, mundur atau kiri dan kanan. Kursi roda memiliki sistem *safety* menggunakan *Ultrasound* di belakang pasien. Hasil pengujian kursi roda elektrik memiliki rata-rata kelajuan 2,3 Km/Jam dengan bobot pasien 50-60kg dan pengujian eksekusi perintah dilakukan sebanyak 25 kali dan didapatkan maju 88%, belok kanan 84%, belok kiri 88%, mundur 92%. Lama pemakaian kursi roda elektrik adalah selama ± 4 jam dengan bobot pasien 55kg dan aki sebesar 18Ah. Kursi roda dapat melewati medan tanjakan kurang dari 6° tinggi 6cm dan panjang 57cm dengan bobot 55kg.

Kata kunci: Kursi Roda Elektrik, *Accelerometer* ADXL335, *Minimum System Arduino*, *Driver* Relay *H-Bridge*.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini sering dijumpai manusia usia lanjut (manula) atau pasien yang menderita lumpuh di sekitar kita, baik dikarenakan cacat dari lahir atau kecelakaan yang menyebabkan gangguan pada sistem motorik pasien terutama di bagian kaki. Manusia usia lanjut (manula) atau pasien yang lumpuh tidak dapat melakukan banyak

hal, mereka membutuhkan bantuan dari pihak keluarga atau dari orang-orang di sekitarnya. Pada tahun 2014 jumlah difabel yang ada di Indonesia lebih dari 10 juta jiwa menurut data dari LSM [1]. Data dari Dinas Sosial jumlah difabel yang ada di Kabupaten Sukoharjo ada 506 jiwa, terdiri dari anak-anak, remaja, dewasa, dan orang tua. Statistik dari PBB menunjukkan bahwa

sekitar 80% diantaranya tinggal di negara berkembang. Kurang dari 10% kaum difabel tidak mempunyai akses ke pendidikan, layanan kesehatan, dan peluang penghidupan. Lebih dari 80% difabel menganggur, dan 75%-90% difabel hidup dibawah garis kemiskinan berada di negara-negara berkembang. Di Indonesia perkiraan tentang jumlah penduduk difabel sekitar 0,25% hingga 10% dari total penduduk [2].

Pada zaman modern saat ini, sudah banyak diciptakan peralatan-peralatan elektronik yang digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, termasuk untuk manusia lanjut usia (manula) dan penyandang difabel yang memiliki kelemahan fisik seperti gangguan sistem motorik pada kedua kaki atau gangguan sistem motorik pada kedua kaki dan tangan. Kaki merupakan bagian tubuh yang penting untuk menopang tubuh lainnya sehingga apabila manusia lanjut usia atau penyandang difabel yang mengalami gangguan sistem motorik pada kaki pasti akan sulit untuk berdiri atau berjalan. Salah satu alat yang biasa digunakan untuk membantu pasien yang mengalami gangguan pada sistem motorik pada kedua kaki adalah kursi roda.

Kursi roda merupakan alat bantu gerak untuk penyandang cacat pada sistem motorik dan orang yang sedang dalam kondisi sakit yang membutuhkan mobilitas untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari. Kegunaan kursi roda secara umum adalah untuk membantu pasien yang mempunyai gangguan sistem motorik pada kakinya agar dapat menuju ke tempat diinginkan[3]. Untuk menjalankan kursi roda pasien masih membutuhkan orang lain untuk mendorongnya, hal tersebut tentunya akan

membebani orang yang ingin membantu mendorong kursi roda tersebut, beberapa dari mereka merasakan kesulitan karena bobot pasien pengguna kursi roda yang tidak ringan. Kursi roda yang dikendalikan secara manual akan jauh lebih ringan apabila dapat dikendalikan secara elektrik. Berdasarkan pengamatan di lapangan, kursi roda yang ada digunakan saat ini masih memiliki kontrol manual dengan mendorong roda secara manual oleh pengguna, maupun mengendalikan *joystick* pada kursi roda elektrik. Sehingga, pengguna kursi roda yang memiliki gangguan sistem motorik pada anggota gerak tangan tidak bisa menggerakkan kursi rodanya secara mandiri [4]. Oleh karena itu, penulis merancang kursi roda elektrik dengan pembacaan pergerakan kepala pasien penyandang gangguan sistem motorik pada anggota gerak kaki dan tangan dapat terbantu dalam mobilitas sehari-hari.

Sebelumnya pernah dibuat alat berjudul “Kursi Roda Dengan Kontrol Sinyal EMG Berbasis Wireless Dilengkapi Sensor Pengaman Benturan (Parameter EMG)”. Alat ini menggunakan empat sadapan *electromiografi (EMG)* dan ditempatkan di empat otot yang akan memberikan perintah maju, belok kanan, belok kiri, dan mundur. Sinyal yang didapatkan dari elektroda akan diolah oleh PSA [5]. Kekurangan alat ini adalah peletakan sadapan otot harus diletakkan dengan tepat dikarenakan sinyal yang disadap melalui elektroda rawan terhadap sinyal *noise* dan memiliki amplitudo yang sangat kecil.

Penelitian selanjutnya berjudul “Kontrol Gerakan Kursi Roda Berdasarkan

Arah Pandang Mata”. Kamera dipasang berhadapan dengan wajah sekitar 50 cm dari arah pandang mata, untuk mendapatkan informasi *image* dari pengguna kursi roda listrik. Setelah didapat informasi *image*, dilakukan *tracking* wajah dan menandainya agar didapat fokus dari wajah yang diinginkan. Selanjutnya, dilakukan estimasi posisi dari mata untuk mendapatkan posisi mata yang akan berguna untuk mengetahui arah perintah. Setelah itu, bentuk dari arah pandang mata yang mengarah ke kiri, kanan, atas dan bawah disimpan di *database*. Kekurangan pada alat ini adalah deteksi mata akan mengalami kegagalan bila intensitas cahaya diruangan tidak merata terlebih bila terpengaruh sinar matahari[6].

Oleh karena permasalahan diatas, penulis berkesimpulan diperlukan pengembangan sebuah sistem yang dapat mengurangi kesalahan dalam pembacaan sensor, sehingga meminimalisir terjadinya pergerakan kursi roda yang tidak sesuai dengan keinginan pengguna kursi roda. Penulis memanfaatkan modul sensor *Accelerometer* ADXL335 untuk membaca pergerakan kepala pengguna kursi roda, sehingga sistem pembacaan sensor tidak berpengaruh terhadap *noise* tegangan dan lokasi penggunaan kursi roda baik di dalam ruangan atau di luar ruangan. Penulis memilih mendeteksi pergerakan kepala agar pasien penyandang gangguan sistem motorik pada kaki dan tangan tetap dapat mengatur arah dari kursi roda sehingga mobilitas dalam kehidupan sehari-hari dapat terpenuhi. Dengan memanfaatkan sensor “*Accelerometer*” yang dipasang pada kepala pengguna nantinya diolah untuk mengenali pergerakan kepala pengguna

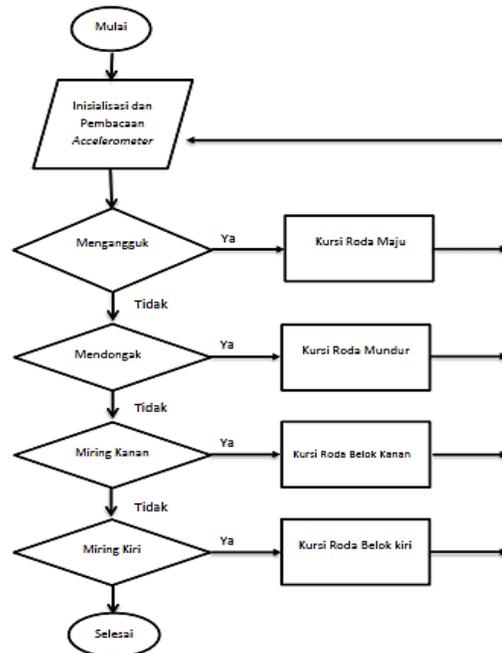
kursi roda. Sehingga pergerakan kursi roda dapat bergerak maju ketika kepala pengguna mengangguk ke depan, bergerak mundur ketika kepala pengguna mendongak ke belakang, dan kursi roda bergerak kiri atau kanan pada saat kepala pengguna dimiringkan ke kiri atau ke kanan. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pasien yang memiliki kelemahan fisik seperti gangguan sistem motorik pada kedua kaki atau gangguan sistem motorik pada kedua kaki dan tangan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *software*, perancangan *hardware*, desain alat, dan teknik pengujian.

2.1 Perancangan Software

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan, didapatkan diagram alir untuk proses penelitian yang digunakan dalam pengerjaan alat tugas akhir.



Gambar 1 Diagram Alir Kursi Roda

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1 bahwa proses dimulai dengan inisialisasi *Accelerometer* ADXL335 atau pemasangan sensor *Accelerometer* ADXL335 ke kepala pengguna. Kemudian sensor akan melakukan pembacaan terhadap pergerakan kepala pasien yang dimana apabila kepala pengguna mengganggu maka akan menyebabkan kursi roda bergerak maju, apabila kepala pengguna mendongak maka akan menyebabkan kursi roda bergerak mundur dan apabila kepala pengguna miring kiri atau kanan maka akan menyebabkan kursi roda berbelok ke kiri atau ke kanan.

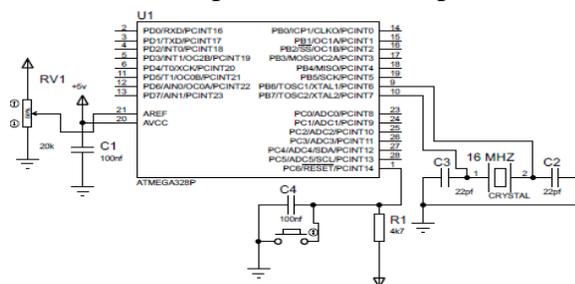
2.2 Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware*, dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian, yang terdiri rangkaian *minimum system microcontroller* ATmega328P, *driver relay*, sensor *Accelerometer* dan rangkaian keseluruhan kursi roda.

2.2.1 Rangkaian Minimum System

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *minimum system* ATmega328p adalah:

1. Menggunakan ATmega 328p.
2. Menggunakan *Crystal*.
3. Membutuhkan tegangan kerja sebesar +5V, dan GND.
4. Menggunakan push button, resistor 10k, 4k7, dan kapasitor 100nf, 22 pf.



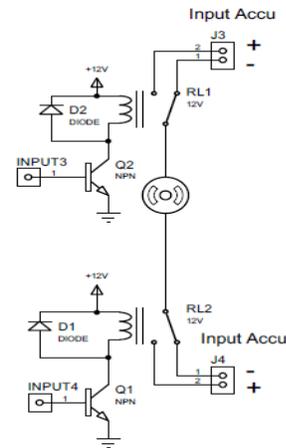
Gambar 2 Rangkaian *Minimum System*

Rangkaian *minimum system* ini digunakan sebagai pengontrol dari *system* modul yang saya buat, sebagai penampil data serta pengolah data, sebagai pengiriman data dari modul ke aplikasi android. Rangkaian *minimum system* terdiri dari ATmega328p, *Crystal*, dan *button reset*.

2.2.2 Rangkaian Driver Relay

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *driver relay* adalah:

1. *Transistor* NPN untuk mengontak relay 12v.
2. Relay 12v untuk mengatur perputaran motor sehingga bisa untuk berputar searah jarum jam atau berlawanan jarum jam.



Gambar 3 Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian *driver relay H-Bridge* dibuat untuk dan dirangkai untuk memudahkan membalikkan polaritas dari sebuah motor dengan memanfaatkan saklar dari relay sehingga motor DC dapat berputar searah jarum jam atau berlawanan jarum jam. *Driver* relay dihubungkan pada *pin* 8, 9, 10 dan 11 *minimum system* Arduino sehingga aktif atau tidaknya *driver* relay dapat dikontrol.

2.2.3 Modul Accelerometer

Modul Accelerometer ADXL335 ini berfungsi sebagai pengendali pergerakan motor DC dengan membaca pergerakan dari kepala pengguna. Lihat Gambar 4 dibawah ini.

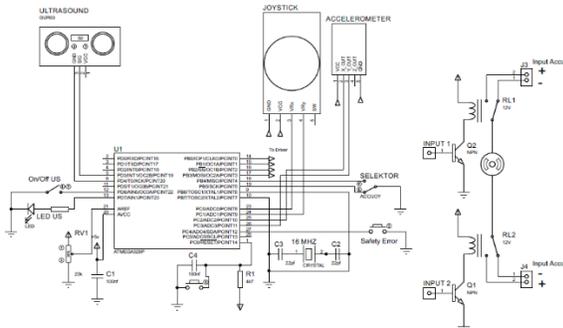


Gambar 4 Modul Accelerometer ADXL335

Rangkaian Accelerometer ADXL335 ini terdiri dari beberapa switch 5 pin, pin pertama disambungkan ke 5v, pin kedua disambungkan A2 port arduino, pin ketiga dan keempat disambungkan ke A3 port Arduino dan pin kelima disambungkan ke Ground.

2.2.4 Rangkaian Keseluruhan Kursi Roda

Rangkaian keseluruhan alat kursi roda elektrik dengan kontrol Accelerometer meliputi rangkaian Minimum System driver motor, sensor Accelerometer ADXL335 dan sensor Ultrasound.

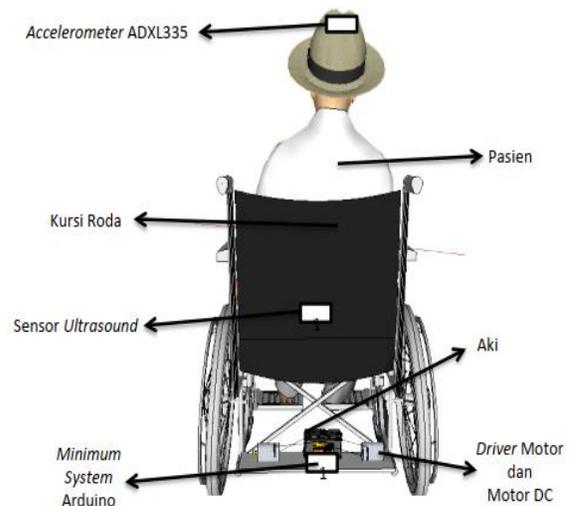


Gambar 5 Rangkaian Keseluruhan Kursi Roda

Minimum system Arduino dihubungkan dengan sensor Ultrasound pada pin 2 dan 3, sensor Accelerometer dan modul Joystick dihubungkan pada port A0, A1, A2 dan A3, driver relay dihubungkan pada pin 8, 9, 10 dan 11. Serta menghubungkan beberapa selektor atau switch untuk pemilihan mode dan bypass Ultrasound.

2.3 Desain Alat

Desain alat pada kursi roda elektrik, penulis menggunakan alat dan bahan yang digunakan: Accelerometer ADXL335, kursi roda, aki, minimum system arduino, driver motor dan motor dc. Ilustrasi desain alat dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6 Desain Kursi Roda

2.4 Teknik Pengujian

Kegiatan pengujian dan pengukuran alat kursi roda elektrik dengan kontrol Accelerometer meliputi beberapa pengujian, yaitu :

1. Pengujian Gerak Kursi Roda
 Pengujian gerak kursi roda bertujuan untuk mengetahui pergerakan kursi roda

elektrik mampu untuk bergerak maju, mundur, belok kiri dan belok kanan. Pengujian gerak kursi roda dilakukan satu kali percobaan.

2. Pengujian Kelajuan Kursi Roda

Pengujian kelajuan kursi roda bertujuan untuk mengetahui kelajuan pada kursi roda elektrik. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali dengan bobot pasien berbeda-beda dan jarak tempuh sebesar 10 meter.

3. Pengujian Pengereman Otomatis

Pengujian pengereman atau safety kursi roda berfungsi untuk keamanan kursi roda yang dimana cara pengujian dengan meletakkan objek di dibelakang kursi roda dengan jarak kurang dari 1meter yang dilakukan sebanyak 5 kali percobaan.

4. Pengujian Perintah Eksekusi Kursi Roda

Pengujian perintah eksekusi kursi roda bertujuan untuk melihat kelayakan dari kursi roda elektrik menggunakan sensor *Accelerometer*. Cara pengujian perintah eksekusi kursi roda dengan mengambil data dari 5 orang pengguna, kemudian pengguna harus menguji perintah maju, perintah kanan, perintah kiri dan perintah mundur masing-masing pengujian perintah diambil sebanyak lima kali percobaan sehingga total pengujian sebanyak 25 kali.

5. Pengujian Kapasitas Aki

Pengujian kapasitas aki dilakukan dengan multimeter dengan cara mencatat lama aktif atau lama hidup kursi roda elektrik kemudian menganalisa perubahan tegangan pada aki sehingga didapatkan lama penggunaa kursi roda.

6. Pengujian Medan Tanjakan

Pengujian medan tanjakan bertujuan untuk menguji kursi roda elektrik apakah mampu untuk melewati tanjakan dengan dua kali pengujian, pengujian tanjakan rendah, pengujian tanjakan sedang dan pengujian tanjakan tinggi.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengujian dan pengukuran alat kursi roda elektrik dengan kontrol *Accelerometer* meliputi beberapa pengujian, yaitu:

3.1 Pengujian Gerak kursi Roda

Tabel 1 Pengujian Gerak Kursi Roda

Perintah	Berhasil/tidak berhasil	Akurasi
Maju	Berhasil	100%
Mundur	Berhasil	
Belok kiri	Berhasil	
Belok kanan	Berhasil	

Tabel 1 menunjukkan hasil dari pergerakan kursi roda elektrik yang bergerak maju, mundur, belok kiri, belok kanan dengan masing-masing satu kali percobaan. Dapat dilihat hasil pengujian dari pergerakan kursi roda elektrik mampu untuk bergerak maju, mundur, belok kiri dan belok kanan dengan hasil dan akurasi 100%.

3.2 Pengujian Kelajuan Kursi Roda

Pengujian kelajuan dilakukan agar dapat diketahui kelajuan pada kursi roda elektrik.

Tabel 2 Pengujian Kelajuan Kursi Roda

Pengujian bobot	Jarak pengujian	Rata-rata waktu	Kelajuan
50kg	10meter	15,43 dtk	0,64 m/d
55kg	10meter	15,42 dtk	0,64 m/d
60kg	10meter	16,05 dtk	0,62 m/d

Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian kelajuan dan rata-rata pada kursi roda elektrik dengan jarak tempuh 10 meter. Rata-rata waktu yang ditempuh oleh kursi roda elektrik dengan bobot pasien 50kg dan jarak 10meter adalah 15,43 detik sehingga rata-rata kelajuan kursi roda adalah 0,64meter/detik. Rata-rata waktu yang ditempuh oleh kursi roda elektrik dengan bobot pasien 50kg dan jarak 10meter adalah 15,42 detik sehingga rata-rata kelajuan kursi roda adalah 0,64meter/detik. Rata-rata waktu yang ditempuh oleh kursi roda elektrik dengan bobot pasien 60kg dan jarak 10meter adalah 16,05 detik sehingga rata-rata kelajuan kursi roda adalah 0,62meter/detik.

3.3 Pengujian Pengereman Otomatis

Tabel 3 Pengujian Pengereman Otomatis

ke	Berhenti Selama Dua Detik	Akurasi
1	Berhasil	100%
2	Berhasil	
3	Berhasil	
4	Berhasil	
5	Berhasil	

Tabel 3 merupakan hasil pengujian berhenti selama dua detik ketika ada benda dibelakang kursi roda dengan jarak satu meter. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan, dengan hasil persentase yang didapatkan menggunakan rumus akurasi hasil yang didapatkan sewaktu dilakukannya pengujian yakni berhasil dengan persentasi keberhasilan 100%.

3.4 Pengujian Perintah Accelerometer

Tabel 4 Pengujian Perintah Accelerometer

	Gerak maju					Belok kanan					Belok kiri					Gerak mundur					akurasi
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Perintah maju	1	√	√	√	√																88%
	2	√	√	√	√																
	3	√	√	√	√				√												
	4	√	√	√	√	√															
	5	√	√	√	√	√								√							
Perintah kanan	1		√			√	√	√	√	√											84%
	2					√	√	√	√	√					√						
	3					√	√	√	√	√											
	4					√	√	√	√	√											
	5	√		√			√	√	√	√											
Perintah kiri	1									√	√	√	√	√							88%
	2									√	√	√	√	√							
	3			√						√	√	√	√	√							
	4									√	√	√	√	√		√					
	5										√	√	√	√	√						
Perintah mundur	1														√	√	√	√	√		92%
	2														√	√	√	√	√		
	3						√								√	√	√	√	√		
	4										√				√	√	√	√	√		
	5														√	√	√	√	√		

Tabel 4 merupakan hasil pengujian perintah eksekusi Accelerometer pada kursi roda elektrik dengan perintah eksekusi yakni perintah maju, mundur, belok kiri, belok kanan. Percobaan pengujian dilakukan sebanyak 25 kali, hasil dari percobaan yang dilakukan dihitung dengan sesuai perhitungan menggunakan rumus akurasi. Setelah dilakukannya pengujian respon yang dihasilkan berdasarkan hasil pengujian setiap perintah yakni: maju 88%, belok

kanan 84%, belok kiri 88%, mundur 92%. Analisis penyebab terjadinya *error* adalah pengguna belum terbiasa menggunakan pergerakan kepala sehingga pergerakannya tidak konstan dan *range* program pembacaan pergerakan kepala antara perintah satu dan perintah lainnya terlalu dekat sehingga terkadang menyebabkan *error*.

3.5 Pengujian Kapasitas Aki

Pengujian kapasitas aki dilakukan dengan *multimeter* dengan cara mencatat jumlah arus pemakaian kursi roda dengan bobot pasien 55kg dan jalan datar. Setelah dilakukan pengukuran arus aki menggunakan *multimeter*, didapat ketahanan aki sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Daya Kapasitas Aki} &= 12\text{v} \times 18\text{Ah} \\ &= 216\text{Wh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya kursi roda} &= 12\text{v} \times 4.2 \text{ A} \\ &= 50,4\text{W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama pemakaian} &= 216 \text{ Wh} / 50,4 \text{ W} \\ &= 4,3 \text{ hour} \end{aligned}$$

Perhitungan lama pemakaian kursi roda dengan bobot pasien 55kg dan jalan datar adalah selama 4,3 jam. Hasil pengamatan ketahanan Aki ketika dioperasikan *range* tegangan 12-8 Volt kurang dari 8v maka akan menyebabkan motor tidak dapat berputar dan tingkat *error* alat lebih tinggi belok kiri, belok kanan

3.6 Pengujian Medan Tanjakan

Tabel 5 Pengujian Kelembaban

Medan Tanjakan	Hasil Pengujian
6° tinggi 6cm dan panjang 57cm	Berhasil
9° tinggi 13cm dan panjang 82cm	Tidak Berhasil

Hasil pengujian medan tanjakan pada tabel 3.5 didapatkan kursi roda tidak dapat melewati medan tanjakan lebih dari 6° tinggi 6cm dan panjang 57cm disebabkan oleh torsi motor, bobot pasien karena semakin berat bobot pasien maka akan semakin besar juga torsi yang dibutuhkan.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pembuatan dan studi literatur perencanaan, pengujian alat dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Rata-rata elajuan kursi roda elektrik setelah dilakukan pengujian sebanyak 9 kali didapatkan 0 Km/Jam Sampai 2,304 Km/Jam pada saat aki dalam keadaan maksimal.
2. Pengujian eksekusi kursi roda elektrik dilakukan sebanyak 25 kali dengan 5 pengguna berbeda didapatkan hasil: maju 88%, belok kanan 84%, belok kiri 88%, mundur 92%.
3. Pengujian sensor *ultrasound* dilakukan sebanyak 5 kali berhasil dengan akurasi 100% yang digunakan untuk *safety* kursi roda elektrik menyebabkan kursi roda berhenti selama 2 detik apabila terdapat objek dibelakang kursi roda dengan jarak kurang dari 1 meter.
4. Lama penggunaan kursi roda tergantung dari bobot pasien karena semakin berat bobot pasien maka akan menyebabkan kapasitas aki cepat berkurang.
5. Kursi roda tidak dapat melewati medan tanjakan lebih dari 6° tinggi 6cm dan panjang 57cm disebabkan oleh torsi motor, bobot pasien karena semakin berat bobot pasien maka akan semakin besar juga torsi yang dibutuhkan.

6. Pengguna kursi roda elektrik dengan *mode Accelerometer* harus diberikan arahan terlebih dahulu sehingga pengguna dapat mengontrol pergerakan kursi roda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Setyaningsih, “Pengembangan Kemandirian Bagi Kaum Difabel,” *Sosiologi Dilema*, vol. 31, no. 1, pp. 42–52, 2016.
- [2] C. Reckinger, *Towards an Inclusive Society in Indonesia: A Bridge Over Trouble Water. (diterjemahkan oleh Theresia Wuryantari)*. Caritas Germany. Yogyakarta: Country Office Indonesia, 2010.
- [3] D. A. Abrianto, I. Setiawan, and A. Hidayatno, “Makalah Seminar Tugas Akhir Kontrol Kursi Roda Cerdas Menggunakan Pergerakan Kepala,” *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*, pp. 1–9, 2008.
- [4] M. Ridho, K. Pratama, H. Tolle, and M. T. Ananta, “Pengembangan Aplikasi Kontrol Kendali Kemudi Kursi Roda Berbasis Pergerakan Kepala HEMOCS (Head Movement Control System),” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 9, pp. 3045–3051, 2018.
- [5] B. Triwahyu, E. Yulianto, and T. Indrato, “Kursi Roda Dengan Kontrol Sinyal EMG Berbasis Wireless Dilengkapi Sensor Pengaman Benturan (Parameter EMG),” *Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekes Kemenkkes Surabaya*, pp. 1–8, 2017.
- [6] E. Mardianto, “Kontrol Gerakan Kursi Roda Berdasarkan Arah Pandang Mata,” *Universitas Politeknik Pontianak*, pp. 1–9, Apr. 2009.