

Kursi Roda Elektrik dengan Kendali Gestur Kepala

Tiar Prilian, Iyus Rusmana, Trie Handayani*

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta

*email: trie.handayani@itny.ac.id

Abstract

A wheelchair is a tool that can be used to mobilize patients who experience paralysis, especially paralysis in the legs, so they can move from one place to another independently. An electric wheelchair is a type of wheelchair that can be controlled by a patient without having to be controlled by another person. The design of this tool utilizes an ADXL335 accelerometer sensor mounted on the patient's head as a determinant of the direction of wheelchair movement, BTS7960 as a DC motor driver, a motor wiper as the main drive for a wheelchair, and the Atmega328P microcontroller as an input and output processor. Gestures of the patient's head (looking down, looking up, head tilted to the right, tilting left) will produce a different voltage output which will be processed by Atmega328P as a determinant of the direction of motion which will be sent to the BTS790 driver to drive the wiper motor as the main driver of the wheelchair. The method of testing and measurement carried out by testing the response of the ADXL335 accelerometer sensor, with the test results of the ADXL335 accelerometer sensor having an accuracy of determining the direction of motion of 100%. The results of head gesture control testing the average wheelchair speed of 2.3 km / hour with a patient weight of 40-60 kg, and the test results of battery endurance in a wheelchair of 5.07 hours with a patient weight of 40-70 kg with a 12V18Ah battery.

Keywords: accelerometer, ADXL335, BTS7960 driver, head gesture control, wheelchair.

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini sering dijumpai pasien difabel di masyarakat, baik dikarenakan cacat dari lahir, kecelakaan dan juga kelumpuhan total akibat penyakit stroke. Pada umumnya kaum difabel yang memiliki cacat kaki maupun cacat tangan tidak dapat melakukan banyak hal, karena mengalami gangguan pada sistem motorik, sehingga membutuhkan bantuan dari keluarga atau dari orang-orang di sekitar untuk mobilitasnya. Melalui ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai perangkat telah diciptakan untuk memudahkan kebutuhan manusia, terutama bagi orang-orang berkebutuhan khusus. Salah satu perangkat 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 [1]. Kegunaan kursi roda secara umum adalah untuk membantu pasien yang mempunyai gangguan sistem motorik pada kakinya agar dapat menuju ke tempat yang diinginkan. Dengan berkembangnya teknologi, saat ini banyak jenis kursi roda yang terdapat di pasaran mulai dari kursi roda konvensional sampai dengan kursi roda yang dikontrol pergerakannya dengan menggunakan *joystick* [2], namun kendalannya adalah salah satu tangan pengguna harus dalam kondisi normal. Hal tersebut tentunya masih menyulitkan untuk digunakan oleh seorang pasien *polarized* pasca stroke.

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. Penelitian ini memanfaatkan *accelerometer* ADXL335 dan pergerakan kepala pengguna kursi roda. Sensor *accelerometer* secara teori digunakan

untuk mengukur percepatan linear dari suatu benda [3]. Tetapi penggunaan sensor *accelerometer* terpengaruh oleh percepatan gravitasi bumi, sehingga data yang diperoleh akan terpengaruh oleh percepatan gravitasi bumi secara vertikal. Maka, pengukuran pada sensor *accelerometer* dikurangi dengan percepatan gravitasi bumi yang mempengaruhi di setiap sumbunya [4]. Pemilihan deteksi pergerakan kepala dilakukan 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 yang 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.

Penelitian ini mengacu dari beberapa penelitian sebelumnya, yaitu mengenai Prototype Kursi Roda Dengan Penggerak Roda Omnidirectional Berbasis Arduino menggunakan 2 sensor *joystick* untuk mengendalikan arah dari kursi roda, serta menggunakan roda *omniidirectional* yang merupakan roda dengan cakram kecil di sekitar lingkaran yang tegak lurus terhadap arah memutar [5]. Roda ini akan dapat bergerak menyamping dengan sangat mudah. Kelebihan alat memungkinkan kursi roda untuk bergerak ke semua arah dengan platform 4 roda (segi empat); sedangkan kelemahan dari penggunaan *joystick* sebagai pengendali arahnya menyebabkan kursi roda ini hanya bisa digunakan oleh kaum difabel dengan kelumpuhan kaki saja, serta kursi roda dengan penggerak roda *omnidirectional* ini sering tergelincir.

Kontrol Gerakan Kursi Roda Berdasarkan Arah Pandang Mata menggunakan kamera yang dipasang berhadapan dengan wajah sekitar 50 cm dari arah pandang mata, untuk mendapatkan informasi *image* dari pengguna kursi roda listrik. Pembacaannya menggunakan estimasi posisi mata, dimana pasien penyandang cacat kaki dan cacat tangan bisa menggunakan kursi roda untuk memenuhi kebutuhan mobilitasnya. Kelemahan pada alat ini adalah deteksi mata akan mengalami kegagalan bila intensitas cahaya di ruangan tidak merata terlebih bila terpengaruh sinar matahari sehingga alat ini tidak terlalu direkomendasikan untuk penggunaan diluar ruangan [6]. Design of Head Movement Controller System (HEMOCS) for Control Mobile Application through Head Pose Movement Detection membahas tentang pemanfaatan *framework Core Motion* dalam pengembangan metode pendeteksian pergerakan kepala dengan sensor internal pada perangkat iOS. Pendeteksian gerakan kepala memanfaatkan pola data dari sensor gerak yang direpresentasikan melalui 3 sumbu, yaitu sumbu *pitch*, sumbu *roll*, dan sumbu *yaw* [7]. Sumbu *yaw* digunakan sebagai acuan dalam mengenali pergerakan kepala secara horizontal ke kiri maupun ke kanan. Sumbu *roll* digunakan sebagai acuan dalam mengenali pergerakan kepala secara vertikal ke atas maupun ke bawah, sedangkan sumbu *pitch* digunakan sebagai acuan dalam mengenali pergerakan kepala secara miring ke kiri maupun ke kanan [8]. Berdasarkan latar belakang dan kajian pustaka maka dilakukan penelitian tentang Kursi Roda Elektrik dengan menggunakan sensor *accelerometer*. Sensor *accelerometer* yang dipasang di kepala pengguna digunakan untuk mengontrol pergerakan kursi roda agar dapat bergerak maju, berbelok ke kiri dan berbelok ke kanan, agar dapat digunakan untuk penggunaan di luar ruangan serta dapat membantu mobilitas bagi pasien penyandang gangguan sistem motorik kaki dan tangan.

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah kursi roda elektrik dirancang dengan pembacaan pergerakan kepala pasien yang memiliki kelemahan fisik seperti pada penyandang gangguan sistem motorik pada kedua kaki sehingga dapat terbantu dalam mobilitas sehari-hari.

2. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka dilakukan tahapan perancangan alat, yaitu pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari rangkaian pengkondisi *signal* analog, rangkaian minimum sistem dan perangkat lunak (*software*).

2.1 Perancangan Sistem

Penelitian dibuat dalam bentuk perencanaan dan perancangan sistem agar sistem yang dibuat sesuai dengan harapan. Proses perancangan dilakukan untuk memudahkan pembuatan dalam integrasi beberapa komponen elektronika dan perangkat elektronik. Pada proses perancangan, diberikan informasi pembelajaran terkait diagram alir sistem yang berhubungan dengan pelaksanaan, perancangan, dan penyelesaian tugas akhir. Pada sub bab perancangan ini, akan dipaparkan 2 bagian perancangan yang terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

1. Motor DC

Motor DC dapat mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Bagian motor DC yang paling penting adalah rotor dan stator. Bagian stator adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Bagian rotor adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC [9]. Bagian yang termasuk rotor ialah lilitan jangkar, jangkar, komutator, tali, isolator, poros, bantalan. Jenis motor DC yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor DC *power window* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Motor DC

2. Sensor *Accelerometer*

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek dengan percepatan *dynamic* dan *static*. Pengukuran *dynamic* adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran *static* adalah pengukuran gravitasi bumi dan ini dapat digunakan untuk mengukur sudut kemiringan [10]. Gaya yang terjadi dalam *accelerometer* dapat berupa gaya statis seperti gaya gravitasi konstan dan gaya dinamis yang disebabkan oleh pergerakan atau getaran dari *accelerometer* [11]. Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan (*acceleration*). Jika kecepatan semakin berkurang dari pada kecepatan sebelumnya, disebut *decceleration*. Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula. Untuk memperoleh data jarak dari sensor *accelerometer*, diperlukan proses integral ganda terhadap keluaran sensor. Gambar 2 menunjukkan *accelerometer* ADXL335. Sensor *accelerometer* ini bisa mendeteksi 3 dimensi, maka dibutuhkan 3 pasang plat yang dipasang tegak lurus antar masing-masing. Sensor *accelerometer* ADXL335 terdiri dari 3 *axis* (sumbu) X, Y dan Z. Sebuah *accelerometer* yang diletakkan di permukaan bumi mendeteksi percepatan sebesar 1 g (ukuran gravitasi bumi) pada titik horizontal. Dalam penelitian ini *accelerometer* akan

digunakan untuk mengukur percepatan statis yang digunakan sebagai sensor kemiringan untuk mendapatkan nilai sudut kemiringan.



Gambar 2. Sensor accelerometer ADXL335

Sensor *accelerometer* ADXL335 diletakkan di bagian kepala pengguna kursi roda sehingga sensor ini akan membaca kemiringan sudut sebagai pendeteksi pergerakan kepala, dimana output sensor akan dikonversikan menjadi tegangan digital pada mikrokontroler untuk mengatur putaran motor agar berputar searah jarum jam atau berlawanan jarum jam dengan Persamaan (1).

$$ADC = \frac{V_{Output\ Sensor}}{V_{referensi}} \times 1023 \quad (1)$$

3. Sensor Jarak *Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* adalah sebuah sensor untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik seperti pada Gambar 3. Cara kerja dari sensor *ultrasonic* ini didasarkan pada prinsip dari pantulan gelombang suara untuk memperoleh atau menafsirkan (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Gelombang *ultrasonic* pada sensor dibangkitkan melalui sebuah komponen yang disebut dengan piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang *ultrasonic* dengan frekuensi 40 kHz.



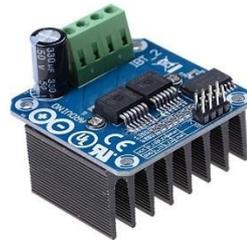
Gambar 3. Sensor Ultrasonic

Secara umum, sensor ini akan menembakkan gelombang *ultrasonic* menuju suatu area atau suatu target dengan kecepatan 340 m/s, setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan akan diterima oleh sensor, kemudian sensor akan menghitung selisih waktu antara waktu pengiriman dan waktu pemantulan gelombang t sehingga dapat diketahui nilai jarak sesuai dengan Persamaan (2).

$$S = \frac{340 \cdot t}{2} \quad (2)$$

4. Driver Motor H- Bridge BTS7960

Driver motor adalah suatu rangkaian elektronika yang tujuannya untuk mengendalikan pergerakan dari motor sehingga motor dapat diatur putarannya antara searah jarum jam atau berlawanan jarum jam. Komponen *driver* motor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rangkaian *full H-Bridge* yang terdapat dalam IC BTS7960 seperti pada Gambar 4. Setiap motor DC dikendalikan oleh driver motor BTS7960 sehingga kursi roda dapat diatur pergerakannya dari maju, berbelok ke kiri dan berbelok ke kanan. *Driver* BTS7960 dapat mengeluarkan arus 43A dan dapat dikendalikan dengan PWM.



Gambar 4. Driver BTS7960

5. Arduino ATmega 328P

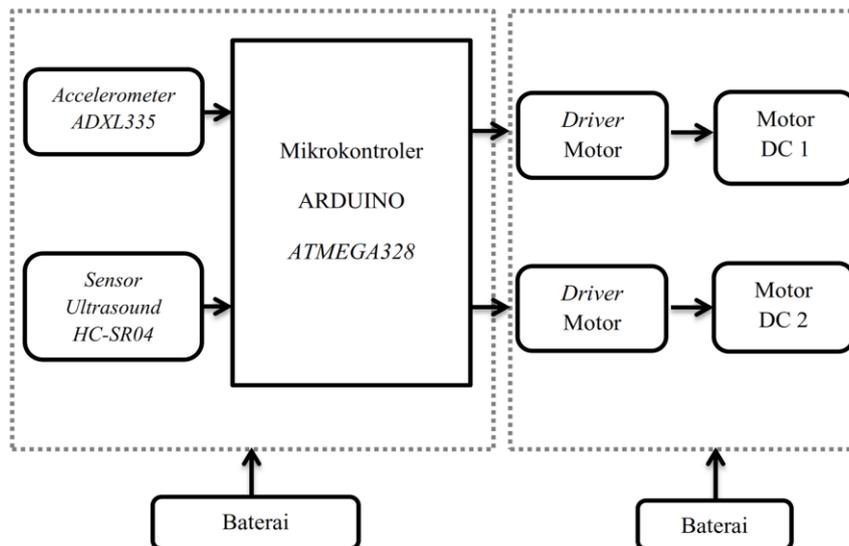
Arduino dengan mikrokontroler ATmega328 memiliki 16 MHz osilator kristal, 14 *input* digital output pin (6 output PWM), 6 *input* analog, koneksi serial, ICSP header, dan tombol reset seperti pada Gambar 5. ATmega328 digunakan untuk memproses hasil dari pembacaan sensor *accelerometer* lalu diolah di IC ATmega328, output ATmega328 ini akan digunakan untuk memberikan tegangan HIGH atau LOW pada *driver* motor [12].



Gambar 5. ATmega 328P

Gambar 6 merupakan blok diagram perancangan sistem. Sensor *accelerometer* ADXL335 dipasang di kepala pengguna kursi roda elektrik. Sensor ini akan membaca pergerakan kepala pengguna. Pergerakan kepala yang akan diolah oleh sensor adalah pergerakan kepala mengangguk, mendongak, memiringkan ke kiri dan memiringkan ke kanan. Sensor ini akan mengirimkan pulsa listrik dengan memanfaatkan 3 *axis* (sumbu) X, Y dan Z ke mikrokontroler. Blok mikrokontroler ATmega328 akan memproses pulsa listrik yang diterima dari output sensor *accelerometer* ADXL335, output mikrokontroler disambungkan ke *driver* motor sehingga aktif atau tidaknya *driver* motor tergantung dari *coding* atau output mikrokontroler ATmega328.

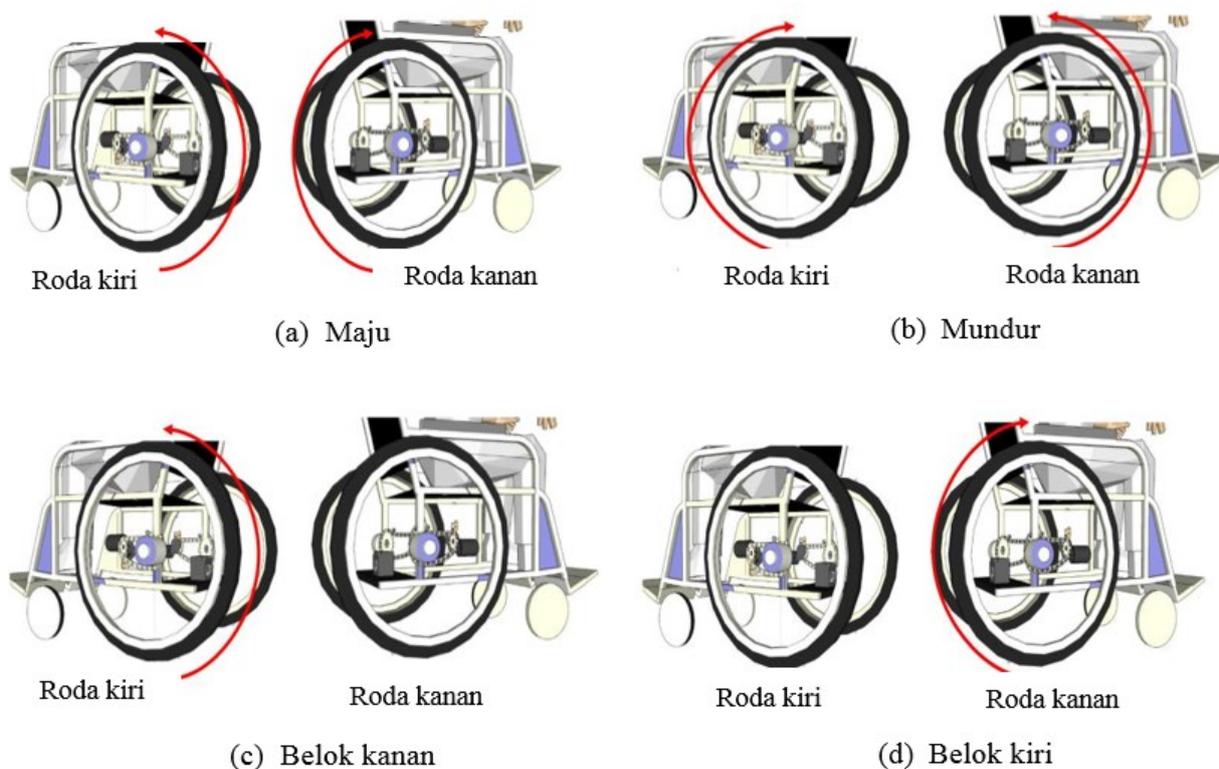
Driver motor memiliki empat input yang berguna untuk mengatur putaran motor DC, yaitu R_EN sebagai *enable* untuk berputar searah jarum jam, L_EN sebagai *enable* untuk berputar berlawanan arah jarum jam, RPWM sebagai input untuk pengaturan kecepatan berputar searah jarum jam, dan LPWM sebagai input untuk pengaturan kecepatan berputar berlawanan arah jarum jam. Apabila RPWM diberikan tegangan berlogika HIGH, maka akan membuat motor berputar searah jarum jam dan apabila LPWM diberikan tegangan berlogika LOW, maka akan membuat motor berputar berlawanan jarum jam. Motor DC digunakan untuk memutar roda dari kursi roda, di mana motor DC ini telah diberikan *gear* sehingga antara motor DC dan roda dari kursi roda dapat disambung menggunakan rantai.



Gambar 6. Blok diagram sistem

2.2 Perancangan Tata Aturan Gerak Motor

Perancangan tata aturan gerak motor adalah perancangan putaran motor untuk pergerakan kursi roda maju, mundur, belok kanan, dan belok kiri sebagaimana ditunjukkan Gambar 7. Penempatan motor DC pada kedua roda berlawanan arah, sehingga putaran motor DC harus berlawanan untuk membuat suatu pergerakan roda yang searah. Pergerakan dari motor DC terdiri atas dua putaran yaitu searah jarum jam atau *clock wise* (CW) dan berlawanan jarum jam atau *counter clock wise* (CCW) yang ditunjukkan dengan arah anak panah.

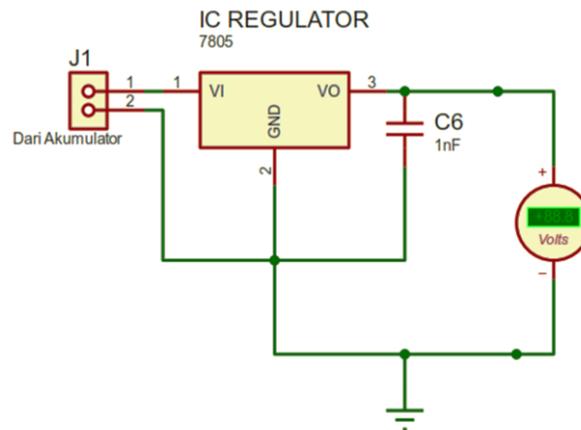


Gambar 7. Arah putar roda kiri dan kanan untuk berbagai pergerakan kursi roda

2.3 Perancangan Rangkaian Elektronik

1. Rangkaian *Power Supply*

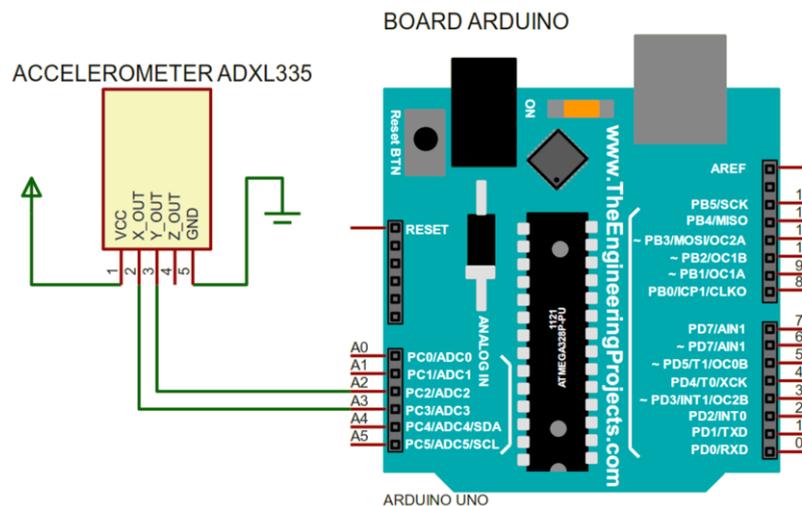
Rangkaian *power supply* pada penelitian ini digunakan sebagai penyedia tegangan 5 volt untuk rangkaian sensor *accelerometer* dan sensor *ultrasonic*. Penggunaan IC *regulator* 7805 sesuai Gambar 8 dimaksudkan untuk meregulasi tegangan sumber dari baterai sebesar 12 volt menjadi tegangan 5 volt.



Gambar 8. Rangkaian *power supply*

2. Rangkaian Sensor Accelerometer ADXL335

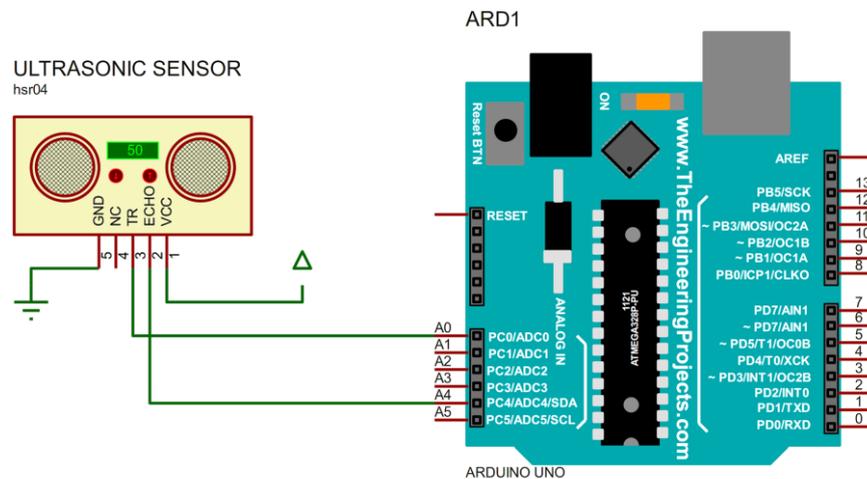
Sensor *Accelerometer* ADXL335 merupakan komponen utama untuk menggerakkan kendali arah kursi roda. Sensor ini difungsikan untuk mendeteksi parameter gestur kepala yang dilakukan oleh pengguna yaitu kepala menunduk ke depan, menunduk ke samping kanan, menunduk ke samping kiri, dan mendongak ke belakang untuk berpindah mode pergerakan maju, belok kanan, belok kiri, dan mundur. *Output* dari sensor *accelerometer* memiliki 3 output yakni *output* X, Y dan Z, di mana yang digunakan untuk penentu arah pergerakan kursi roda adalah *output* X untuk penentuan arah maju dan mundur, sedangkan *output* Y untuk penentu arah belok kanan, dan belok kiri. Kedua *output* dihubungkan dengan pin *input* arduino. *Output* Y dihubungkan dengan pin analog 2 dan *output* X dihubungkan dengan pin analog 3 seperti Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian sensor accelerometer

3. Rangkaian Sensor Jarak *Ultrasonic*

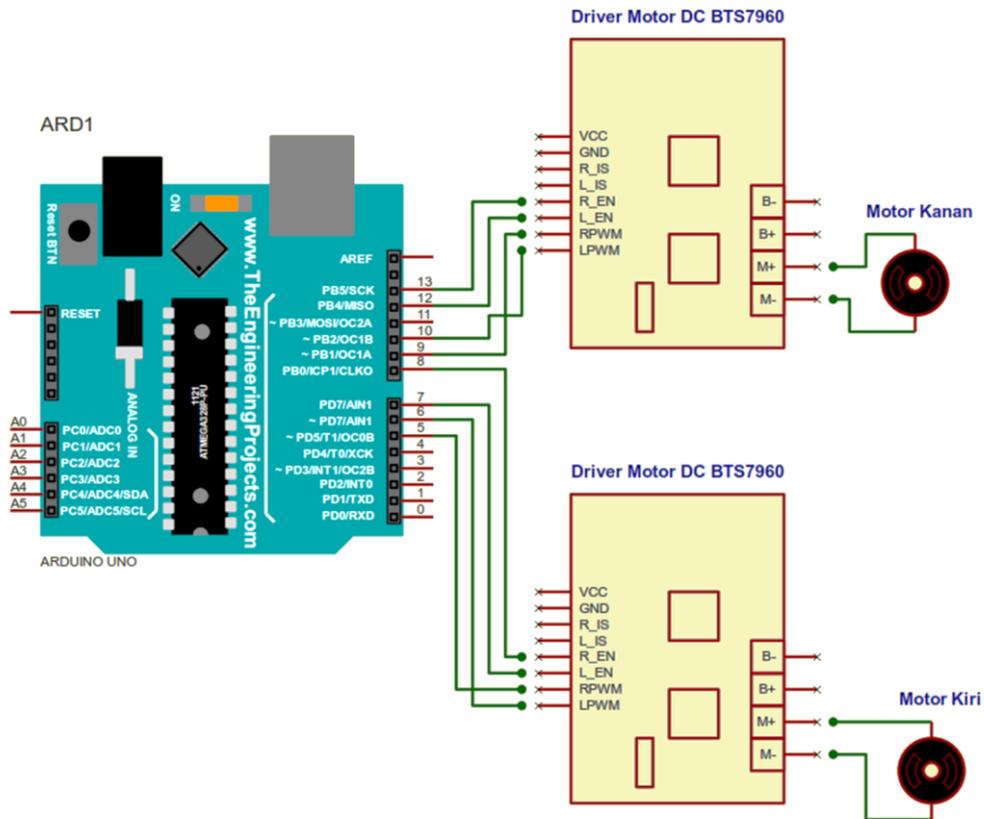
Rangkaian sensor *ultrasonic* ini memiliki 4 pin pada sensor ultrasonic HS-CR04 yakni pin VCC, pin Ground, pin trigger, dan pin echo sebagaimana Gambar 10. Pin trigger berfungsi sebagai *input* sensor penerima pulsa yang dibangkitkan oleh arduino untuk selanjutnya dipancarkan oleh piezoelektrik. Sinyal pantul akan diterima oleh piezoelektrik dan akan *output*-kan melalui pin echo. Pengujian sensor *ultrasonic* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi halangan terhadap sistem dan untuk mengetahui tingkat ketelitian dari sensor *ultrasonic* yang digunakan untuk mengukur posisi jarak kursi roda terhadap dinding. Untuk memperoleh data yang akurat dilakukan 15 kali pengujian dengan jarak bervariasi dengan objek pengukuran berupa dinding yang permukaannya datar.



Gambar 10. Rangkaian sensor *ultrasonic*

4. Rangkaian Driver BTS7960

Rangkaian *driver* motor dengan komponen BTS7960 yang berfungsi mengontrol arah pergerakan motor DC dengan menggunakan mikrokontroler arduino. *Driver* motor DC ini dibutuhkan karena mikrokontroler tidak bisa mengontrol atau menggerakkan motor secara langsung, hal ini dikarenakan motor DC memerlukan sumber tegangan dan arus yang cukup besar untuk dapat bergerak, sehingga penggunaan *driver* sangat disarankan agar dapat mengontrol pergerakan motor DC seperti yang ditunjukkan Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian driver BTS7960

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis secara kuantitatif mencakup pembahasan hasil pengujian gerakan kursi roda dan beban terhadap daya tahan baterai.

3.1 Output Power Supply

Hasil pengujian *output power supply* merupakan pengukuran tegangan keluaran pada IC regulator LM7805 sebesar 5 volt pada saat tanpa beban dan saat dengan beban tegangan keluaran menjadi 4,97 volt, sehingga selisih *error* sebesar 0,03 volt seperti yang ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran output power supply

No.	Pengukuran	Vin (VDC)	Vout LM7805	Error
1	Tanpa Beban	12,76 Volt	5,0 Volt	0 %
2	Dengan Beban	12,34 Volt	4,97 Volt	0,6 %

3.2 Sensor Accelerometer Sebagai Penentu Arah Gerak

Hasil pengujian sensor untuk menentukan pergerakan laju kursi roda dilakukan dengan cara memiringkan sensor ke depan. Dari 4 kali percobaan, didapatkan keberhasilan pengujian sebesar 100%. Dilihat dari respon mode pada Tabel 2, dengan nilai X merupakan penentu pergerakan dari kursi roda, kursi roda akan bergerak ke depan apabila nilai $X \geq 366$. Nilai X merupakan nilai data keluaran ADC (*Analog to Digital Converter*) dari *output* sensor pada pin

X-OUT. Tegangan yang diukur dengan multimeter merupakan tegangan analognya, sedangkan nilai X adalah merupakan angka digital. Proses pengubahan tegangan analog menjadi data tegangan digital dimaksudkan agar mikrokontroler dapat membaca tegangan tersebut. Proses konversi tegangan analog menjadi tegangan digital dalam penelitian ini menggunakan Persamaan (1).

Tabel 2. Hasil pengukuran output saat kursi roda maju, mundur, ke kiri dan ke kanan

Uji Coba Ke	Gerakan Saat Menunduk		Gerakan Saat Mendongak		Gerakan Saat kepala Miring		Gerakan Saat kepala Miring	
	Vout (Volt)	Respon Mode Maju	Vout (Volt)	Respon Mode Mundur	Vout (Volt)	Respon Mode Belok	Vout (Volt)	Respon Mode Belok kiri
1	1,81	X = 377	1,43	X = 296	1,44	Y = 300	1,78	Y = 368
2	1,87	X = 387	1,48	X = 307	1,39	Y = 351	1,86	Y = 390
3	1,91	X = 396	1,35	X = 278	1,49	Y = 348	1,91	Y = 396
4	1,86	X = 385	1,41	X = 290	1,35	Y = 348	1,70	Y = 351

3.3 Sensor *Ultrasonic* sebagai Pendeteksi Jarak

Tabel 3 menunjukkan adanya selisih perbedaan antara jarak aktual dengan jarak yang dideteksi oleh sensor *ultrasonic*. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki sensor jarak HC-SR04 dalam hal ketelitian pengukuran. Untuk mengetahui rata-rata selisih antara jarak aktual dengan pembacaan sensor jarak adalah dengan menghitung rata-rata dari selisihnya. Jadi berdasarkan perhitungan selisih penyimpangan pada sensor terhadap jarak aktual, maka nilai rata-rata penyimpangannya adalah 0,21 cm.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor *ultrasonic* sebagai pendeteksi jarak

Uji Coba Ke-	Jarak Aktual (cm)	Pembacaan Jarak Pada Serial Monitor Arduino (cm)	Penyimpangan
1	5	5,19	0,19
2	10	10,00	0
3	15	15,03	0,03
4	20	19,90	0,1
5	25	25,07	0,07
6	30	30,14	0,14
7	40	39,90	0,1
8	50	50,02	0,02
9	60	59,98	0,02
10	70	71,27	1,27
11	80	79,62	0,38

3.4 Beban Terhadap Daya Tahan Baterai

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur arus pemakaian kursi roda dengan beberapa beban yang berbeda. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian untuk percobaan penentuan daya tahan baterai terhadap beban yang berbeda-beda. Setelah dilakukan pengukuran arus pada alat, didapat daya tahan baterai sebagai berikut.

Kapasitas baterai	= 12 V 18 Ah
Daya baterai	= 12 V × 18 Ah = 216 Wh
Arus pada beban 40,9 kg	= 3,2 A
Daya dengan beban 49,9 kg	= 12 V × 3,2 A
	= 38,4 W
Daya tahan baterai	= Kapasitas Baterai /Daya pemakaian
	= 216 Wh / 38,4 W

Tabel 4. Data hasil uji coba daya tahan baterai

Pengujian Ke	Beban	Arus Star	Arus Konstan	Konsumsi Baterai
1	114,5 Kg	8,2 A	5,2 A	3,4 jam
2	94 Kg	7,5 A	4,3 A	4,1 jam
3	70 Kg	6,4 A	3,8 A	4,7 jam
4	63,8 Kg	6,3 A	3,8 A	4,7 jam
5	59,7 Kg	6,1 A	3,6 A	5 jam
6	55 Kg	6 A	3,6 A	5 jam
7	50,5 Kg	6 A	3,4 A	5,2 jam
8	47 Kg	5,4 A	3,2 A	5,6 jam
9	40,9 Kg	5 A	3,2 A	5,6 jam

Dengan demikian, perhitungan daya tahan baterai kursi roda elektrik dengan beban 40,9 kg adalah 5,6 jam.

3.5 Hasil Pengujian Respon Terhadap Halangan Dinding

Pengujian ini dilakukan dengan menggerakkan kursi roda dari jarak 2,5 meter hingga mendekati dinding penghalang, dan kursi roda akan berhenti bergerak apabila jarak antara kursi roda dengan dinding kurang dari atau sama dengan 75 cm. Kondisi ini diterapkan untuk sensor jarak yang berada di belakang kursi roda sebagai pengaman. Tabel 5 adalah hasil pengujian sensor jarak terhadap pergerakan kursi roda.

Tabel 5. Hasil pengujian pengereman kursi roda elektrik

Pengujian Ke	Jarak alat dengan dinding (cm)	Respon
1	74	Berhenti
2	75	Berhenti
3	73	Berhenti
4	76	Berhenti
5	75	Berhenti

Tabel 5 merupakan hasil pengujian pengereman ketika ada benda di belakang kursi roda dengan jarak 75 cm, kursi roda akan berhenti selama 2 detik saat jarak 75 cm dari halangan, kemudian setelah diam 2 detik kursi roda akan bergerak maju selama 1 detik dengan jarak 80 cm dari titik hentinya. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan, dengan hasil persentase yang didapatkan sewaktu dilakukannya percobaan yakni berhasil dengan persentase keberhasilan 100%.

Keunggulan dari penelitian ini adalah sensor *accelerometer* yang dipasang di kepala pengguna dengan cara menggerakkan kepala mampu mengontrol pergerakan kursi roda sehingga dapat bergerak maju, mundur berbelok ke kiri dan berbelok ke kanan, dan juga dapat

digunakan untuk penggunaan diluar ruangan. Alat ini mampu membantu mobilitas bagi pasien penyandang gangguan sistem motorik kaki dan tangan, tetapi alat yang dirancang belum dapat mendeteksi adanya halangan yang bukan berupa dinding, sehingga jika ada halangan harus dihentikan dengan melakukan gerakan kepala.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang sebuah kursi roda elektrik dengan kendali gestur kepala menggunakan sensor *accelerometer* ADXL335 yang digunakan untuk menentukan arah pergerakan kursi roda. Sedangkan sensor *ultrasonic* digunakan untuk *safety* kursi roda elektrik yang dapat menyebabkan kursi roda berhenti ketika mendekati dinding dengan jarak 75 cm dari dinding. Kecepatan kursi roda elektrik dengan kendali gestur kepala sangat tergantung dari berat pasien, semakin berat maka kecepatan akan semakin lambat, dan daya tahan baterai dari kursi roda elektrik sangat tergantung dari berat pasien, semakin berat pasien daya tahan baterai akan semakin cepat. Penggunaan motor *wipper* pada penelitian menyebabkan pergerakan kursi roda tidak bisa halus dan sulit untuk dikontrol, hal ini dikarenakan *gear box* pada motor *wipper*. Untuk pengembangan selanjutnya bisa diperbaiki dengan menggunakan motor jenis lain dengan kapasitas yang lebih besar dan *artificial intelligent*, sehingga pergerakan kursi roda lebih halus dan dapat digunakan pada medan tanjakan.

Daftar Pustaka

- [1] Abrianto, D. A., Setiawan, I., & Hidayatno, A. (2012). *Kontrol Kursi Roda Cerdas menggunakan pergerakan kepala*. (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- [2] Pratama, M. R. K., Tolle, H., & Ananta, M. T. (2018). Pengembangan Aplikasi Kontrol Kendali Kemudi Kursi Roda Berbasis Pergerakan Kepala HEMOCS (Head Movement Control System). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN, 2548, 964X*.
- [3] Mudarris, M., & Zain, S. G. (2020). Implementasi Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) untuk Monitoring Perilaku Roket. *AVITEC, 2(1), 55-64*.
- [4] Wicaksono, M. A. R., Kurniawan, F., & Lasmadi, L. (2020). Kalman Filter untuk Mengurangi Derau Sensor Accelerometer pada IMU Guna Estimasi Jarak. *AVITEC, 2(2), 145-160*.
- [5] Hariyahya, D., & Fadlillah, U. (2017). *Prototype Kursi Roda Dengan Penggerak Roda Omnidirectional Berbasis Arduino*. (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [6] Mardianto, E. (2009). *Kontrol Gerakan Kursi Roda Berdasarkan Arah Pandang Mata*, pp 1-9.
- [7] Tolle, H., & Arai, K. (2016). Design of head movement controller system (HEMOCS) for control mobile application through head pose movement detection. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 10(3), 24-28*.
- [8] Safii, I., Tolle, E. H., & Kharisma, A. (2016). Pengembangan Metode Pendeteksian Pergerakan Kepala Berbasis Sensor Internal Pada Perangkat Bergerak Berbasis iOS. *Universitas Brawijaya. Malang*.
- [9] Mondal, R., Mukhopadhyay, A., & Basak, D. (2013). Embedded system of DC motor closed loop speed control based on 8051 microcontroller. *Procedia Technology, 10, 840-848*.
- [10] Jonathan, N., & Rippun, F. (2016). Implementasi Filter Kalman Pada Sistem Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) Quadcopter. *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya, 9(2), 99-110*.
- [11] Suryanti, D. I. (2017). Inertial Measurement Unit (IMU) Pada Sistem Pengendali

- Satelit. *Media Dirgantara*, 12(2).
- [12] Ahmad, H. N. (2012). Pemanfaatan RFID (Radio Frequency Identification) Untuk Keamanan Pintu Lemari Berbasis Mikrokontroler ATmega328. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(1), 320568.