

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI KURSI RODA ELEKTRIK EKONOMIS SEBAGAI SARANA REHABILITASI MEDIK

¹Iksal, ²Darmo

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro

Sekolah Tinggi Sains dan Teknologi Indonesia (ST – INTEN)
Jl. Ir. H. Juanda No. 126B, 126F, 130C Bandung 40132

e-mail : iksal_r@yahoo.com

Abstrak. Fakta yang ada di Indonesia, kursi roda elektrik ini terbatas penggunaannya bagi masyarakat berkebutuhan khusus kalangan menengah ke atas karena harganya yang relatif mahal. Oleh karena itu, dilakukan perancangan dan implementasi sebuah kursi roda elektrik ekonomis yang sesuai dengan kebutuhan pengguna sebagai solusi permasalahan tersebut. Sistem kontrol kursi roda elektrik ini menggunakan prinsip PWM (Pulse Width Modulation) untuk mengontrol gerakan motor servo dalam mengontrol tuas kopling (aktuator kontrol manual) pengatur kecepatan motor DC yang berasal dari kit sepeda listrik. Untuk sistem pemandu menggunakan 3 buah tombol pengendali yang terdiri dari tombol maju, belok kiri dan belok kanan, yang terhubung dengan board mikrokontroler Arduino Duemilanove ATMEGA328. Kondisi awal sistem kontrol pada board mikrokontroler Arduino adalah selalu berlogik 0. Ketika mendapat masukan berupa penekanan tombol (maju, belok kiri-kanan), maka sistem akan berlogik 1 serta sistem kontrol akan merespon sebagai perintah untuk mengontrol putaran servo dan menggerakkan tuas kopling pengatur kecepatan motor DC, sehingga kursi roda akan bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan. Keunggulan kursi roda elektrik ekonomis yang telah diimplementasikan ini selain biaya pembuatan yang relatif murah jika dibandingkan dengan kursi roda elektrik sejenis di pasaran, juga dapat dimodifikasi untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya, seperti masukan sistem kontrol kursi roda elektrik ini berasal dari Brain Computer Interface (BCI) atau masukan untuk sistem kontrolnya berasal dari sinyal otak.

Kata Kunci : Kursi roda elektrik, board mikrokontroler Arduino, motor servo, motor DC.

1. Latar Belakang dan Permasalahan

Kursi roda elektrik (*electric wheelchair*) merupakan salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik di tempat datar maupun pada kondisi menanjak yang dilengkapi dengan sistem penggerak motor dan tombol pemandu. Kegunaan kursi roda ini diutamakan untuk menjaga pasien terutama orang tua (manula) dari resiko tinggi ketika melakukan mobilitas secara individual,

Keperluan kursi roda elektrik di negara-negara berkembang meningkat secara progresif dan berbanding lurus seiring peningkatan faktor-faktor penyebab kecacatan, seperti kelahiran/*congenital*, kondisi sakit, kecelakaan dan bencana alam. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) jumlah penderita cacat dari segala jenis kecacatan sudah mencapai 20 juta orang atau sekitar 10% dari total populasi penduduk Indonesia. Namun, data penderita cacat terkini di Indonesia masih belum bisa dijelaskan secara pasti, terlebih lagi jumlah penderita cacat khusus anak-anak di Indonesia secara statistik masih belum akurat.

Fakta menunjukkan bahwa 75% penderita cacat di Negara-negara Asia dan Pasifik masih hidup di bawah garis kemiskinan dan menetap di pedesaan dengan akses pelayanan kesehatan dan pendidikan yang sangat terbatas. Hal ini diperparah dengan kondisi ketersediaan alat bantu khususnya kursi roda yang selama ini masih memberlakukan sistem “*one fits for all*”, yaitu penyediaan kursi roda dirancang dengan satu ukuran saja dan diperuntukkan untuk semua orang. Keadaan di lapangan menunjukkan bahwa mayoritas pengguna kursi roda elektrik adalah masyarakat miskin dan tidak memiliki akses informasi serta tidak mendapatkan subsidi dari pemerintah. Hal ini disebabkan oleh kebijakan sosial dan kesehatan di negara-negara berkembang belum memiliki perspektif yang jelas terhadap pemenuhan kebutuhan dan hak asasi masyarakat penderita cacat. Implikasi kebijakan yang belum memihak ini menyebabkan mayoritas penderita cacat tidak dapat mengakses hak dasar kehidupan mereka termasuk akses pendidikan dan kesehatan seperti masyarakat pada umumnya. Kursi roda konvensional yang ada saat ini didesain untuk memudahkan aktivitas individu dengan keterbatasan gerak kaki. Pada beberapa kasus yang sering dijumpai, ketika beberapa individu dengan keterbatasan gerakan dapat terbantu dengan kursi roda standar, beberapa individu dengan keterbatasan gerakan lainnya seperti individu dengan keterbatasan gerak kaki dan tangan akan mengalami kesulitan untuk mengoperasikan kursi roda standar tersebut.

Dari latar belakang di atas, maka dalam *penelitian* ini akan dirancang dan diimplementasikan kursi roda elektrik ekonomis yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penerapan teknologi ini menggunakan *board* mikrokontroler Arduino Duemilanove serta sistem kendali yang digunakan adalah pengendalian kecepatan motor DC dengan cara mengkopling motor servo pada tuas pengatur kecepatan putarannya.

2. Kerangka Teori

a. Kursi Roda Elektrik

Kursi roda elektrik/listrik (*electric wheelchair*) merupakan kursi roda yang dapat dijalankan dengan sumber energi listrik yang berasal dari *accu* (aki) atau baterai kering. Kursi roda listrik sudah dilengkapi dengan sistem isi ulang aki/baterai, yang dapat dihubungkan secara langsung dengan sumber listrik AC 220 Volt yang biasa terdapat pada struktur rumah/bangunan. Sistem kursi roda listrik digerakkan dengan aktuator berupa motor listrik dan dilengkapi dengan tombol pemandu berupa *joystick* untuk mengatur kecepatan dan arah gerakan. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.

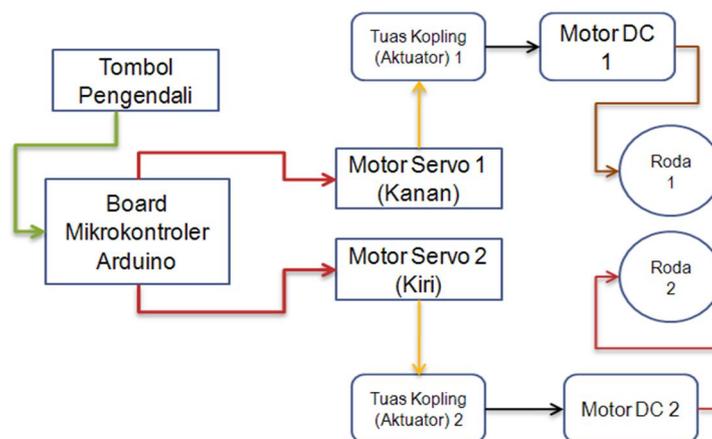


Gambar. 1 Kursi Roda Elektrik

Tujuan utama dalam aplikasi kursi roda listrik ini adalah membantu penyandang cacat, agar dapat bermobilisasi secara mandiri. Secara teknis, pengoperasian kursi roda listrik cukup dengan menggunakan tuas berupa *joystick* untuk dapat bergerak maju, mengubah arah atau berbelok ke kanan atau ke kiri, dan berhenti atau mengemrem jalannya kursi roda. Harga kursi roda elektrik yang beredar di pasaran, relatif mahal yaitu pada kisaran antara 35 – 40 juta rupiah (<http://www.bradfordmedicalsupply.com>).

b. Perancangan Sistem

b.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

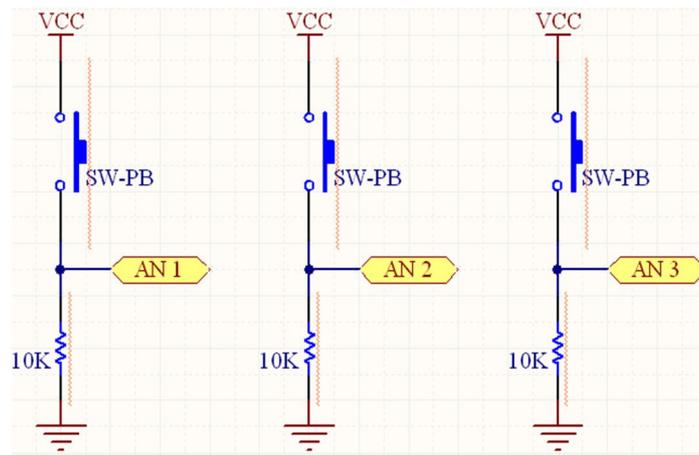
Cara kerja sistem:

- ❖ Tombol pengendali berfungsi untuk memilih gerakan kursi roda, baik gerakan maju, belok kiri, dan belok kanan.
- ❖ Board Arduino berfungsi menerima masukan dari tombol pengendali dan memprosesnya sebagai perintah untuk mengontrol gerakan motor servo.
- ❖ Motor servo berfungsi untuk menggerakkan tuas dan kopling (aktuator kontrol manual) motor DC.
- ❖ Kopling motor DC berfungsi untuk mengontrol kecepatan putaran roda.

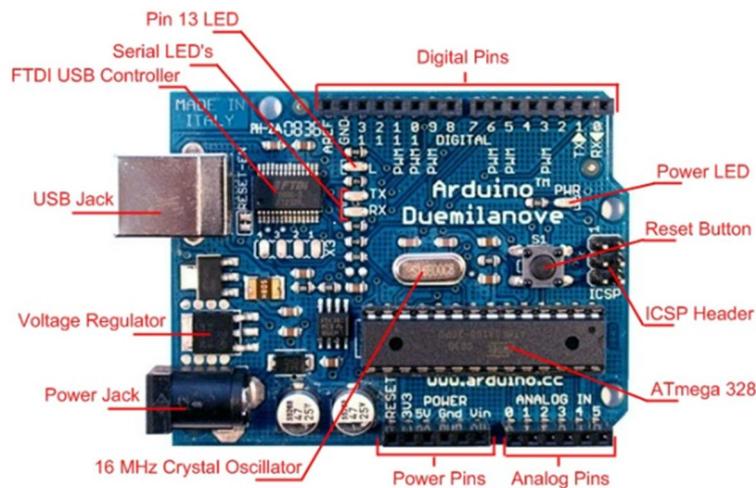
b.1.1. Antar Muka Tombol Pengendali

Blok ini berupa rangkaian *switch* dan resistor *pull-down*. Pada saat tombol ditekan, maka output berlogik 1 yang akan diterima sebagai input oleh *board* Mikrokontroler Arduino. Adapun fungsi tiap tombol antara lain:

- ❖ Tombol 1 berfungsi memberikan perintah maju
- ❖ Tombol 2 berfungsi memberikan perintah belok kiri
- ❖ Tombol 3 berfungsi memberikan perintah belok kanan



Gambar 3. Rangkaian Tombol Pengendali

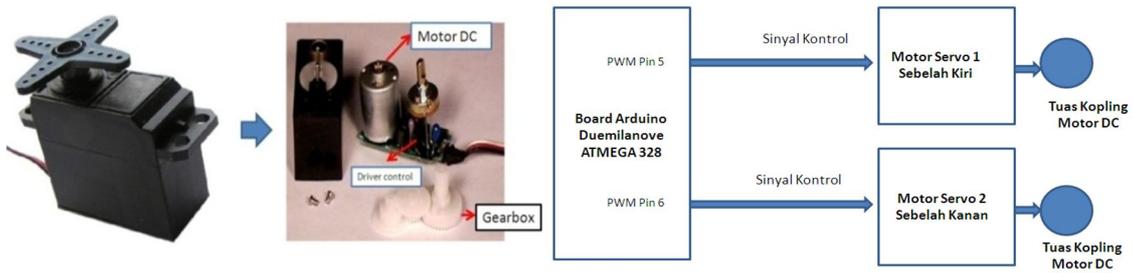


Gambar 4. Antar Muka Board Arduino Duemilanove

b.1.2. Antar Muka Board Mikrokontroler Arduino Duemilanove

Blok ini berupa modul *open source* yang di dalamnya terdapat *chip* IC mikrokontroler ATMEGA 328. *Board* Arduino berfungsi untuk menerima masukan dari tombol pengendali, kemudian menerjemahkannya sebagai perintah untuk mengontrol putaran motor servo. *Output* tombol pengendali terhubung dengan analog ain (pin 1, 2, dan 3), kemudian *output* sinyal PWM (digital pin 5 dan 6) terhubung dengan motor servo.

b.1.3. Antar Muka Motor servo



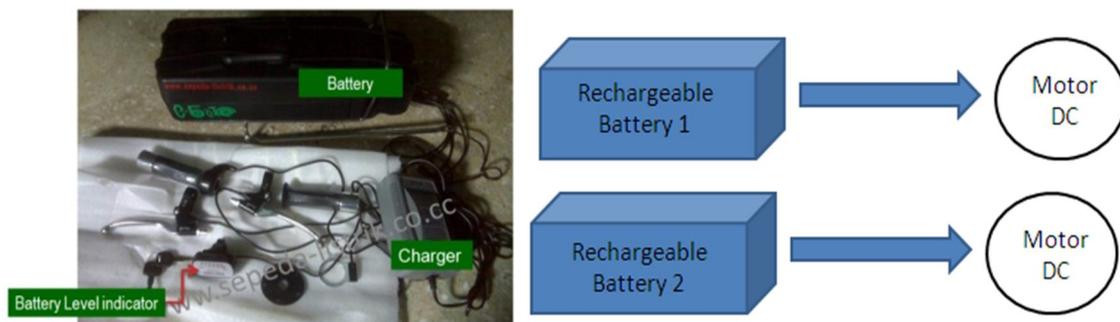
Gambar 5. Antar Muka Motor Servo

Blok ini berupa keluaran sinyal PWM dari *board* Arduino (pin 5 dan 6) yang terhubung dengan pin sinyal kontrol modul motor servo. Sinyal PWM pin 5 dan 6 setelah mendapat perintah dari Arduino akan mengontrol putaran motor servo sesuai dengan masukan yang diberikan. Jika yang ditekan adalah tombol 1 (tombol maju), maka putaran motor servo akan bergerak sama antara motor servo 1 dan 2. Jika yang ditekan tombol belok kiri atau tombol belok kanan, maka antara motor servo 1 dan 2 terdapat perbedaan gerakan putaran, misalnya motor servo 1 bergerak 45° dan motor servo 2 bergerak 90°.

Gerakan sudut motor servo terhubung dengan kopling tuas pengatur kecepatan putaran motor DC kursi roda, sehingga kursi roda akan bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan.

b.1.4. Sistem Catu Daya

Blok ini mempunyai dua buah catu daya berupa *rechargeable battery* yang masing-masing memberikan tegangan sebesar 36 V DC dengan kuat arus maksimum 10 Ampere yang berasal dari kit sepeda listrik. Kapasitas catu daya tersebut sesuai dengan pembebanan yang ada yaitu dua buah motor DC dengan daya rata-rata @350 Watt, dan sudah dilengkapi dengan sistem *charging* dan *battery level indicator*



Gambar 6. Sistem Catu Daya

b.1.5. Sistem Penggerak



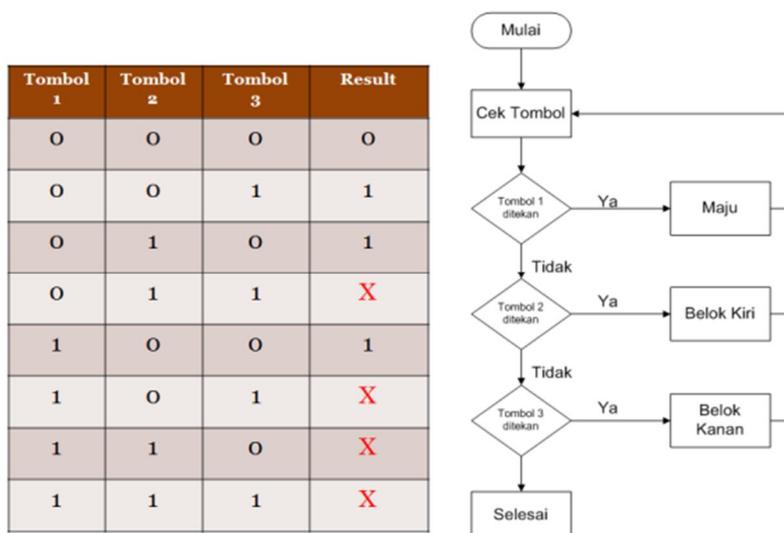
Gambar 7. Sistem Penggerak

Sistem penggerak yang digunakan berasal dari kit sepeda listrik berdaya 350 Watt dengan beban maksimum 100 Kg. Sistem penggerak ini terdiri dari motor DC yang dilengkapi dengan tuas pengatur kecepatan, unit sensor, roda, dan rem.

b.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Kondisi awal sistem pada saat pertama kali catu daya dinyalakan adalah dalam kondisi berlogik 0. Pada saat ada penekanan tombol 1, 2, atau 3 maka sistem akan memberikan perintah berlogik 1 pada Arduino. Kemudian Arduino akan memprosesnya lebih lanjut menjadi perintah maju, belok kiri, dan belok kanan. Jika tidak ada penekanan tombol, maka sistem akan selalu berlogik 0, dan dalam keadaan *standby* (siap menerima perintah).

Ada beberapa aturan yang ditetapkan dalam implementasi *software* sistem kontrol kursi roda elektrik, yaitu sistem tidak akan bekerja atau tidak akan merespon perintah dari tombol pengendali jika terdapat lebih dari satu masukan berlogik 1 atau lebih dari satu penekanan tombol.



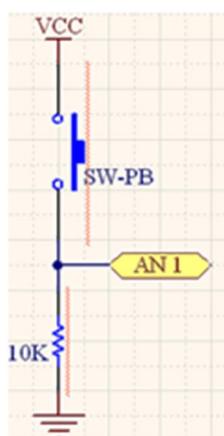
Gambar 8. Flowchart Program Utama

3. Pengujian Sistem dan Pembahasan

3.1. Pengujian Tombol Pengendali

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kondisi awal tombol selalu berlogik 0 dan setelah ditekan, maka akan berlogik 1, seperti tampak pada **Gambar 9**.

Hasil pengukuran dengan menggunakan multimeter digital LUTRON menunjukkan pada saat kondisi normal (tidak ditekan) mempunyai nilai tegangan 0 V, sedangkan pada saat ditekan mempunyai nilai tegangan 5 V.



Gambar 9. Pengujian Tombol Pengendali

3.2 Pengujian Board Mikrokontroler Arduino Duemilanove

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan semua pin yang digunakan pada *board* mikrokontroler arduino dapat berfungsi dengan baik. Semua pin yang digunakan pada sistem ini adalah pin digital I/O (*input/output*). Pengujian dilakukan dengan memasukkan program seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

```
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

Program di atas merupakan program untuk menyalakan dan menghidupkan led selama 1 detik. Dengan mengkombinasikan pin digital arduino (pin 0 sampai pin 13), maka diperoleh seluruh pin digital pada saat logik 1 (*high*) mempunyai nilai tegangan 5 V dan pada saat logik 0 (*low*) mempunyai nilai tegangan 0 V. Jadi board mikrokontroler Arduino yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan siap untuk menerima input dan memprosesnya untuk mengontrol gerakan kursi roda.

3.3. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengetahui kualitas putaran sudut dari servo tersebut. Prosedur pengujian ini, menggunakan potensiometer dan *board* mikrokontroler Arduino. Potensiometer digunakan sebagai simulator putaran sudut, sedangkan Arduino digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM untuk menggerakkan putaran sudut servo.

Hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut adalah servo bergerak sesuai putaran sudut yang diberikan oleh potensiometer. Jadi motor servo yang digunakan dalam kondisi baik sehingga mampu untuk mengontrol gerakan tuas kopleng motor DC.

3.4. Pengujian Motor DC

Pengujian Motor DC dilakukan untuk mengetahui kestabilan putaran dan sinkronisasi serta respon gerakan saat *on* dan *off* terhadap waktu. Pengujian ini menggunakan EXTECH Digital Tachometer secara *non contact* untuk mengetahui kecepatan putaran motornya, baik pada saat simulasi bergerak maju, belok kiri dan belok kanan, seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1.
Hasil Pengujian Motor DC

Pengujian	Motor DC kiri	Motor DC kanan
Kecepatan Maksimum	265 RPM	265 RPM
Gerakan Maju	20.4 RPM	21.1 RPM
Gerakan Belok Kiri	0 RPM	21.1 RPM
Gerakan Belok kanan	20.4 RPM	0 RPM

4. Kesimpulan

1. Sistem kursi roda elektrik telah berhasil didesain dan diimplementasikan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sebagai produk yang ekonomis.
2. Selain harga yang relatif murah, kursi roda elektrik ini sudah memenuhi aspek kenyamanan pengguna, dimana alat ini sudah dilengkapi dengan perangkat khusus pada bagian sistem kontrolnya.
3. Sistem Kontrol pada board mikrokontroler Arduino Duemilanove AT Mega 328 bekerja dengan baik, dimana kondisi awal selalu berlogik 0, kemudian berubah menjadi logik 1 pada saat mendeteksi adanya penekanan tombol pengendali, baik tombol maju, belok kiri dan belok kanan.

5. Daftar Pustaka

- <http://www.electrocontrol.wordpress.com>
<http://rohimston.blogspot.com/2010/07/motor-dc.html>
<http://www.innovativeelectronic.com>
<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDuemilanove>
<http://www.ifulji.com/2010/02/motor-servo.html> <http://www.robotindonesia.com>
<http://www.ari-sty.cz.cc/2010/02/pulse-width-modulation-pwm-pengenalan.html>
 Nalwan, Andi Paulus. 2003. "Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler AT 89C51". PT Elex Media Komputindo: Jakarta.
 Risnawati Utami, UCP Wheels for Humanity: People Helping People, Final Paper, Strategic Management, The Heller School for Social Policy and Management, Brandeis University, USA,