

# Implementasi *Headset NeuroSky MindWave Mobile* untuk Mengendalikan Robot Beroda secara Nirkabel

Yonathan Berith Olam<sup>1</sup>, F. Dalu Setiaji<sup>2</sup>, Deddy Susilo<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,  
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga  
1jberitholam@gmail.com, 2fdsetiaji@yahoo.com, 3deddy.susilo@ymail.com

## Ringkasan

Makalah ini membahas pengendalian sebuah robot beroda secara nirkabel dengan bantuan *headset NeuroSky MindWave Mobile*. *Headset* ini digunakan untuk mengukur sinyal *EEG* penggunaannya dan memiliki beberapa jenis data keluaran yang didapat ketika pengguna memikirkan atau berkonsentrasi pada suatu hal tertentu. Keluaran tersebut akan dijadikan sebagai parameter kendali pergerakan robot. Data keluaran *headset* yang digunakan sebagai parameter gerak robot adalah *eSense Attention* dan *Poor Signal Quality*. Keluaran *eSense Attention* terkait dengan *mental states* pengguna *headset* yang berhubungan dengan konsentrasi pikiran. Sedangkan *Poor Signal Quality* merupakan data yang menunjukkan adanya *noise* yang dideteksi oleh sensor *headset*. Data tersebut akan ditransmisikan secara nirkabel dari *headset* ke modul robot melalui *bluetooth*. Pengujian robot oleh responden tunggal dilakukan dengan meletakkan robot pada suatu labirin dan pengguna mengendalikan robot tersebut menggunakan *headset*, agar robot bergerak dari titik *start* menuju titik *stop*. Persentase keberhasilan pengujian pengguna tunggal ini adalah 100%. Selanjutnya 20 orang responden secara bergantian menguji kemampuan gerak robot. Prosentase keberhasilan pengujian untuk masing-masing perintah adalah: gerak maju (100%), gerak ke kanan (90%), gerak ke kiri (100%), dan *stop* (100%).

**Kata kunci:** kendali, robot beroda, *headset*, *NeuroSky MindWave Mobile*.

## 1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan kita mengukur dan mengolah sinyal *EEG* (*electroencephalogram*). Jika sebelumnya, untuk mengukur sinyal *EEG*, diperlukan gel konduktif untuk membantu elektroda yang dipasang di kulit kepala kulit kepala. Hal ini cukup merepotkan baik subyek maupun dan obyek pengukuran, sehingga metode tersebut perlu diperbaiki.

Saat ini, telah dikembangkan suatu alat yang lebih praktis dalam pengukuran sinyal *EEG*, salah satunya adalah *headset NeuroSky Mindwave Mobile*. *Headset* ini menggunakan sensor kontak tunggal yang dipasang pada dahi sebelah kiri dan daun telinga. Data keluaran dari *headset* ini adalah berupa: delapan spektrum sinyal *EEG* (*delta*, *theta*, *low-alpha*, *high-alpha*, *low-beta*, *high-beta*, dan *low-gamma*), *eSense Attention*, dan *Meditation*. Data *eSense Attention* mengindikasikan tingkat konsentrasi pengguna *headset*, sedangkan *eSense Meditation* mengindikasikan tingkat relaksasi pikiran dari pengguna *headset* [1].



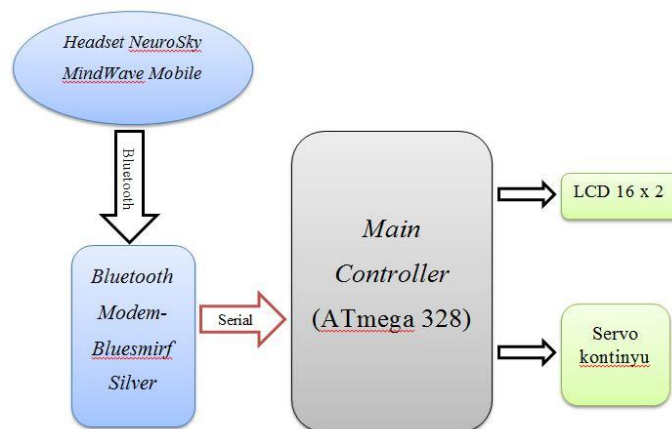
Gambar 1. Headset NeuroSky MindWave Mobile

Salah satu trend perkembangan kendali robotika saat ini, adalah berusaha meminimalkan kontak langsung antara manusia dengan robot yang dikendalikannya. Oleh sebab itu penulis mempunyai ide untuk mengendalikan robot melalui data sinyal EEG keluaran headset NeuroSky Mindwave Mobile.

Headset ini memiliki beberapa data keluaran, yang dapat dijadikan sebagai parameter kendali pergerakan robot. Namun, sebelum digunakan, perlu dilakukan pengujian, apakah data keluaran headset ini memiliki karakteristik yang sama apabila digunakan oleh orang yang berbeda. Selain itu, hasil pengujian menentukan bagaimana cara pengolahannya agar dapat dipakai sebagai parameter kendali gerak robot.

## 2. Pengujian Headset dan Perancangan Alat

Berikut adalah ini adalah blok diagram alat yang dirancang.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

Salah satu data keluaran yang digunakan adalah *eSense Attention*. Nilai *eSense Attention* tergantung pada konsentrasi pengguna headset. Nilainya akan meningkat jika pengguna lebih berkonsentrasi pada suatu hal, dalam hal ini adalah membayangkan sebuah robot bergerak maju. Jika nilai dari *eSense Attention* melampaui nilai tertentu

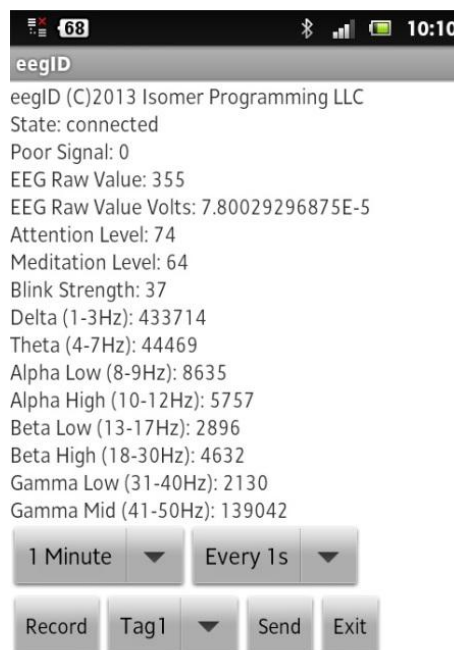
(yang akan didapat setelah pengujian dilakukan), maka robot akan bergerak maju. Jika tidak, maka robot akan berhenti.

Selain *eSense Attention*, data lain yang digunakan adalah *Poor Signal Quality*. Data ini menunjukkan bahwa dalam pendeteksian gelombang EEG yang dilakukan oleh sensor elektroda, terdapat gangguan (*noise*). Namun dalam aplikasi ini, data gangguan justru akan digunakan sebagai parameter perintah robot yaitu untuk bergerak ke kanan dan ke kiri. Saat pengguna *headset* mengangkat alis, nilai *Poor Signal Quality* akan bernilai tertentu yang akan diukur kemudian, yang akan digunakan sebagai perintah gerak robot ke kiri. Sedangkan saat mengedipkan mata dua kali dengan kuat, nilai *Poor Signal Quality* yang keluar akan digunakan sebagai perintah gerak robot ke kanan.

Media komunikasi antara *headset* dengan *main controller* menggunakan *bluetooth*. Oleh sebab itu, digunakan modul *bluetooth* untuk memfasilitasi komunikasinya dengan mikrokontroler. Mikrokontroler digunakan sebagai pusat pengolahan dan melakukan *parsing* data keluaran *headset* yang dikirimkan. Data keluaran *eSense Attention* dan *Poor Signal Quality* nantinya akan diolah menjadi parameter kendali bagi dua buah servo kontinyu. Modul LCD digunakan untuk menampilkan nilai *eSense Attention* dan *Poor Signal Quality*. Tampilan data *eSense Attention* dan *Poor Signal Quality* pada LCD bertujuan agar pengguna mengetahui nilai konsentrasi dan *artifact* mereka sendiri dalam upaya untuk menggerakkan robot dan juga untuk menampilkan tulisan arah gerak robot.

### 2.1. Pengujian Headset NeuroSky MindWave Mobile

Untuk mengambil data keluaran *headset*, digunakan aplikasi di ponsel android. Aplikasinya adalah *eegID* yang tampilannya ditunjukkan pada Gambar 3. Aplikasi ini diatur agar mengambil data keluaran *headset* tiap satu detik. Hasil pengambilan data keluaran dari *headset* dapat disimpan dalam format *.csv* (*comma-separated values*). Pengujian headset dilakukan pada 20 orang responden. Ada lima kondisi pengujian yang dilakukan pada bagian ini, seperti dijelaskan sebagai berikut.

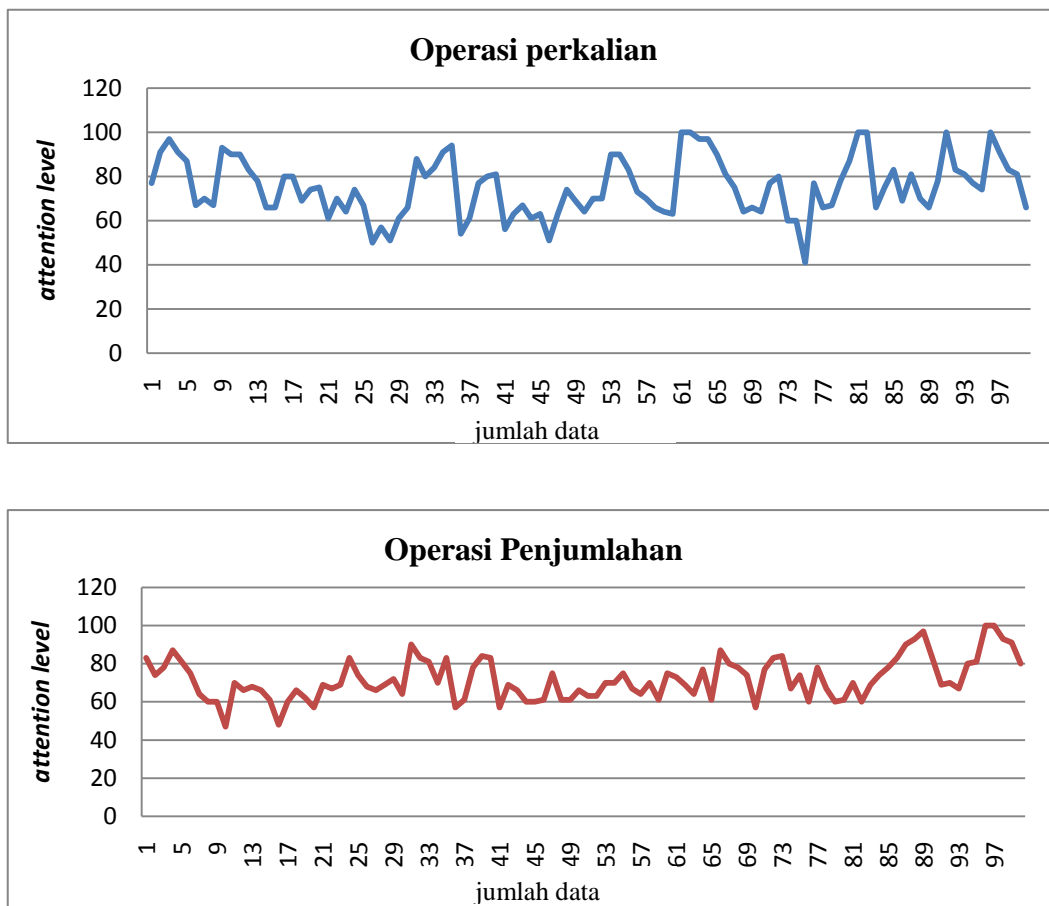


Gambar 3. Tampilan Aplikasi *eegID*

**2.1.1. Pengujian Keluaran eSense Attention**

Data *eSense Attention* menyatakan *mental states* pengguna *headset* yang berhubungan dengan konsentrasi pikiran. Pada pengujian ini, sejumlah cara digunakan untuk meningkatkan nilai data ini yaitu dengan memfokuskan pikiran pada suatu hal, fokus pada hal yang disukai, melakukan perhitungan matematis, dan mendengarkan seseorang bicara dengan penuh perhatian [2][3]. Tingkat konsentrasi pikiran pengguna *headset* dikatakan mulai meningkat apabila mencapai nilai *eSense meter* 60 – 80 dari jangkauan nilai pengukuran 0-100 [4].

Pada pengujian ini, para responden diminta untuk melakukan perhitungan matematika dasar yang sama secara terus menerus selama 1 menit untuk tiap operasi perhitungan (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian). Pengamatan difokuskan pada lima detik pertama saat para responden mulai melakukan perhitungan. Waktu ini dipilih karena rata-rata para responden aktif melakukan perhitungan pada 5 detik pertama.



Gambar 4. Grafik nilai *attention* 20 responden pada 5 detik pertama

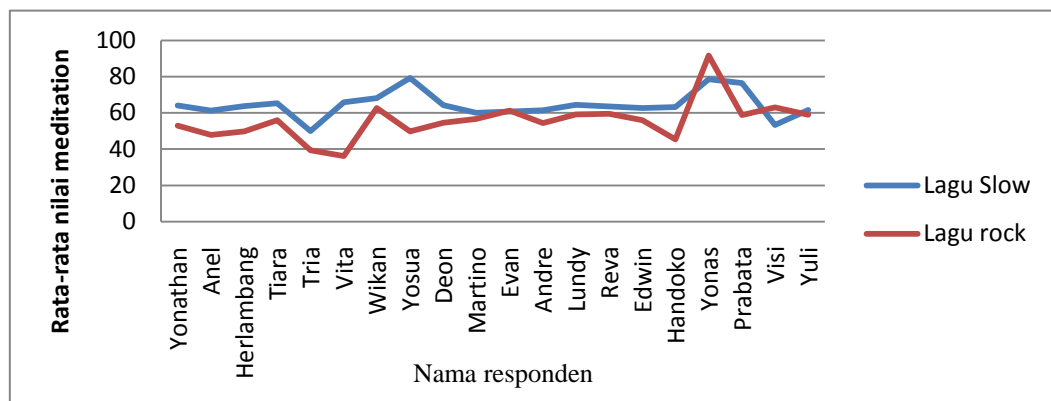
Grafik Gambar 4 merupakan nilai *attention* dari 20 responden saat melakukan perhitungan perkalian dan penjumlahan. Dari 100 data yang ada, 94 data (94%) pada tiap grafik menunjukkan nilai *attention* >60 saat responden aktif melakukan perhitungan. Sedangkan 6 data (6%) nilainya <60 pada tiap grafik. Hasil yang sama juga didapat pada terjadi pada operasi pembagian. Sedangkan untuk operasi pengurangan, ada 4 data (4%)

yang nilainya < 60. Hal ini membuktikan, nilai *eSense Attention* meningkat saat otak aktif melakukan perhitungan matematis.

### 2.1.2. Pengujian Keluaran *eSense Meditation*

Data *eSense Meditation* menyatakan *mental states* pengguna headset yang berhubungan dengan relaksasi pikiran. Tingkat relaksasi pikiran pengguna headset dapat ditingkatkan melalui beberapa cara, diantaranya adalah mengambil napas dalam-dalam dan perlahan-lahan menghembuskannya, merelaksakan semua otot pada tubuh, mengosongkan pikiran, dan menutup mata [2][3]. Sama halnya dengan *eSense Attention*, tingkat *eSense Meditation* pengguna headset dianggap mulai meningkat apabila mencapai nilai *eSense meter* 60 – 80 dari jangkauan nilai pengukuran 0~100 [4].

Pada pengujian ini, para responden diminta untuk membuat tubuh dan pikirannya dalam kondisi relaks. Selain itu, para responden diminta untuk mendengarkan dua buah lagu dengan *genre* yang berbeda selama 1 menit. Lagu yang pertama ber-*genre slow instrumental* dan yang kedua bergenre *rock*. Pemberian lagu dapat meningkatkan level *meditation*, terutama lagu dengan ritme yang halus [2].



Gambar 5. Grafik rata-rata nilai *meditation* saat mendengarkan lagu *slow* dan *rock*

Grafik di atas menunjukkan rata-rata nilai *meditation* para responden saat mendengarkan lagu *slow* dan *rock*. Dari 20 responden, 18 di antaranya (90%) memiliki rata-rata nilai *meditation* >60 saat mendengarkan lagu yang *slow*. Sedangkan saat mendengarkan lagu *rock*, hanya 4 orang (20%) yang memiliki rata-rata nilai *meditation* >60. Hal ini menunjukkan bahwa lagu dengan ritme yang lebih halus dapat membantu meningkatkan rata-rata nilai *meditation*.

### 2.1.3. Pengujian Keluaran Spektrum Sinyal EEG

Pengujian dilakukan untuk mencari kaitan antara keluaran spektrum sinyal dengan data *eSense attention* dan *meditation*. Kondisi yang diterapkan dalam pengujian ini adalah para responden diminta untuk melakukan perhitungan matematis dasar, yang operasi perhitungannya acak selama 5 menit. Selama itu juga, dilakukan pengambilan data keluaran headset, terutama data *attention*, *meditation*, dan spektrum sinyal EEG (*delta*, *theta*, *low alpha*, *high alpha*, *low beta*, *high beta*, *low gamma*, dan *mid gamma*).

Menurut penjelasan dari NeuroSky, sinyal EEG yang berhubungan dengan konsentrasi adalah gelombang *beta* (*low* dan *high beta*), sedangkan yang berhubungan dengan relaksasi pikiran adalah gelombang *alpha* (*low* dan *high alpha*) [5]. Namun dari hasil pengujian, perubahan gelombang *beta* dan *alpha* tidak berbanding lurus dengan

perubahan nilai *attention* dan *meditation*. Hal ini disebabkan karena nilai *eSense attention* dan *meditation* didapatkan dari algoritma rancangan *NeuroSky* yang tidak hanya berbasiskan pada gelombang *alpha* dan *beta* saja [5].

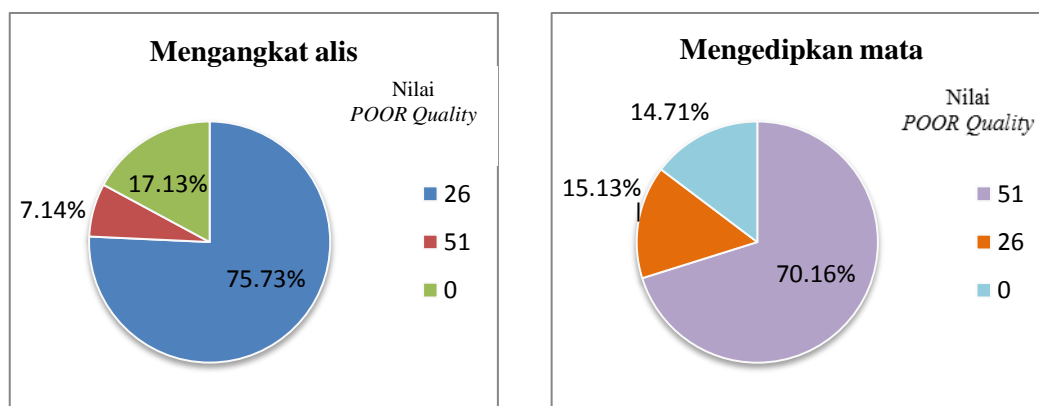
#### 2.1.4. Pengujian Keluaran *eSense Meditation* untuk Perintah Gerak Maju Robot

Pada pengujian ini, para responden diminta untuk berkonsentrasi dan membayangkan sebuah robot bergerak maju selama 1 menit. Jenis data yang diamati adalah *eSense attention* yang dijadikan sebagai salah satu parameter kontrol bagi robot.

Dari hasil pengujian, didapat nilai rata-rata *attention* 58,7~81,3. Sama seperti halnya pada Pengujian 2.1.1, *attention* dikatakan mulai meningkat saat menunjukkan nilai *eSense attention* > 60. Dari hasil ini, nilai *eSense attention* yang akan digunakan sebagai *threshold* agar robot bergerak maju adalah 55. Nilai ini sengaja diturunkan untuk mengantisipasi bila ada subyek yang ingin mengendalikan robot namun memiliki kesulitan dalam berkonsentrasi.

#### 2.1.5. Pengujian Keluaran *Poor Signal Quality* untuk Perintah Gerak Kiri-Kanan Robot

Pengujian dilakukan dengan cara para responden diminta untuk mengangkat alis dan mengedipkan mata sebanyak dua kali dengan kuat. Tiap hal tersebut dilakukan selama 15 detik.



Gambar 6. Chart nilai *Poor Signal Quality*

Dari hasil pengujian, nilai *Poor Signal Quality* yang didapat saat responden mengangkat alis adalah 26 (75% responden) dan saat mengedipkan mata dua kali dengan kuat nilainya 51 (70,16% responden). Nilai inilah yang akan dipakai untuk mengendalikan robot ke kiri (jika nilainya 26) dan ke kanan (jika nilainya 51).

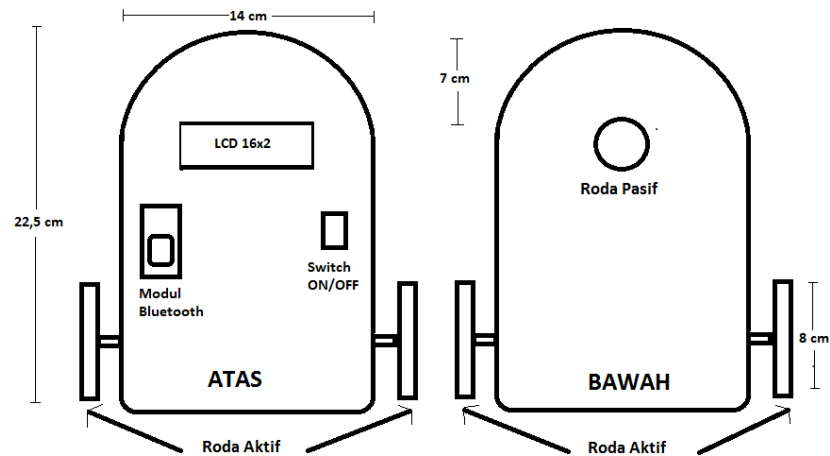
## 2.2. Perancangan Robot Beroda

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan modul mekanik, modul elektronik, dan perangkat lunak yang dibuat.

### 2.2.1. Mekanik Robot Beroda

Mekanik robot beroda terbuat dari dua buah akrilik 3 mm yang disusun sejajar dan untuk menghubungkannya digunakan baut. Dimensi dari bagian ini adalah 22,5 cm × 14 cm. Sementara bagian depan berbentuk setengah lingkaran dengan jari-jari 7 cm. Untuk rodanya, juga terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 5 mm dan diameter 8 cm. Untuk menjaga keseimbangan robot, ditambahkan sebuah roda pasif di bagian depan.

Bagian atas robot digunakan untuk menempatkan LCD 16x2, saklar *ON/OFF*, dan modul *bluetooth*. Modul *bluetooth* ditempatkan di bagian atas karena LED indikator dari modul ini digunakan sebagai indikator koneksi *headset* dengan robot. Pada bagian bawah robot, terdapat sebuah roda pasif yang digunakan untuk membantu keseimbangan robot dan plat aluminium untuk tempat pemasangan servo kontinyu.

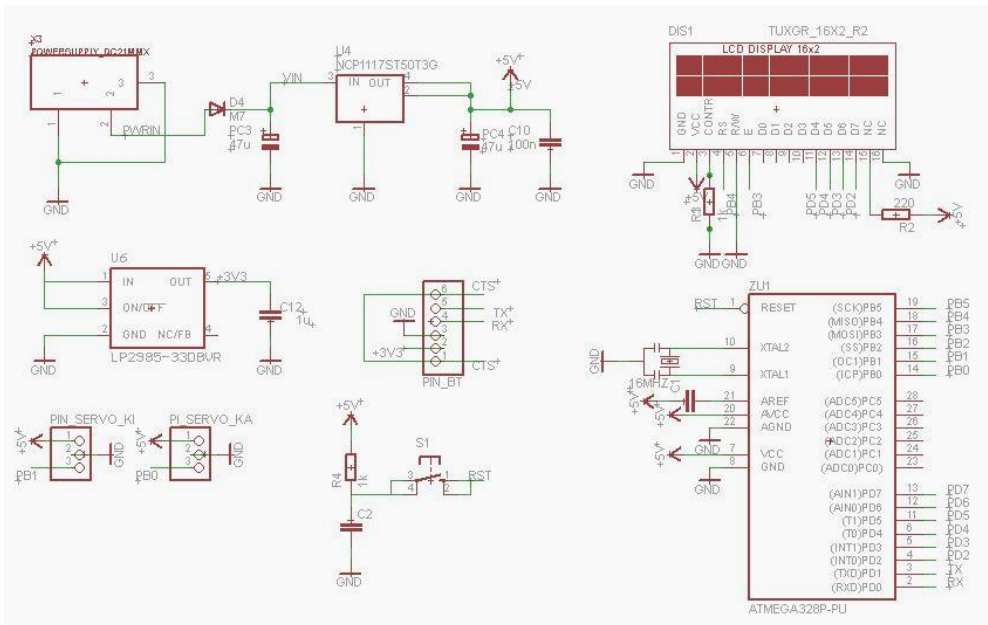


Gambar 7. Desain Mekanik Robot Beroda

### 2.2.2. Perancangan Modul Elektronik

Rancangan modul elektronik ditunjukkan pada Gambar 8. Pada bagian ini terdapat pengendali utama, yaitu mikrokontroler ATmega 328. Mikrokontroler ini bertugas untuk: menerima data secara serial dari *headset NeuroSky MindWave Mobile* dengan antarmuka *Bluetooth Modem - Bluesmirf Silver*, melakukan *parsing* data keluaran *headset*, dan memberikan perintah gerak kepada motor servo kontinyu.

Selain itu terdapat sebuah LCD karakter 16x2 yang digunakan sebagai penampil informasi nilai data keluaran *attention* dan *Poor Signal Quality* serta arah gerak robot (maju, berhenti (*stop*), kanan, dan kiri). Tujuan penampilan data pada LCD adalah agar pengguna *headset* mengetahui, bagaimana dia harus berkonsentrasi, mengangkat alis, dan mengedipkan mata sebanyak dua kali agar robot bergerak sesuai keinginan. Selain itu, LCD juga digunakan untuk memberitahukan pada pengguna *headset* apabila *headset* tidak terpasang dengan baik.



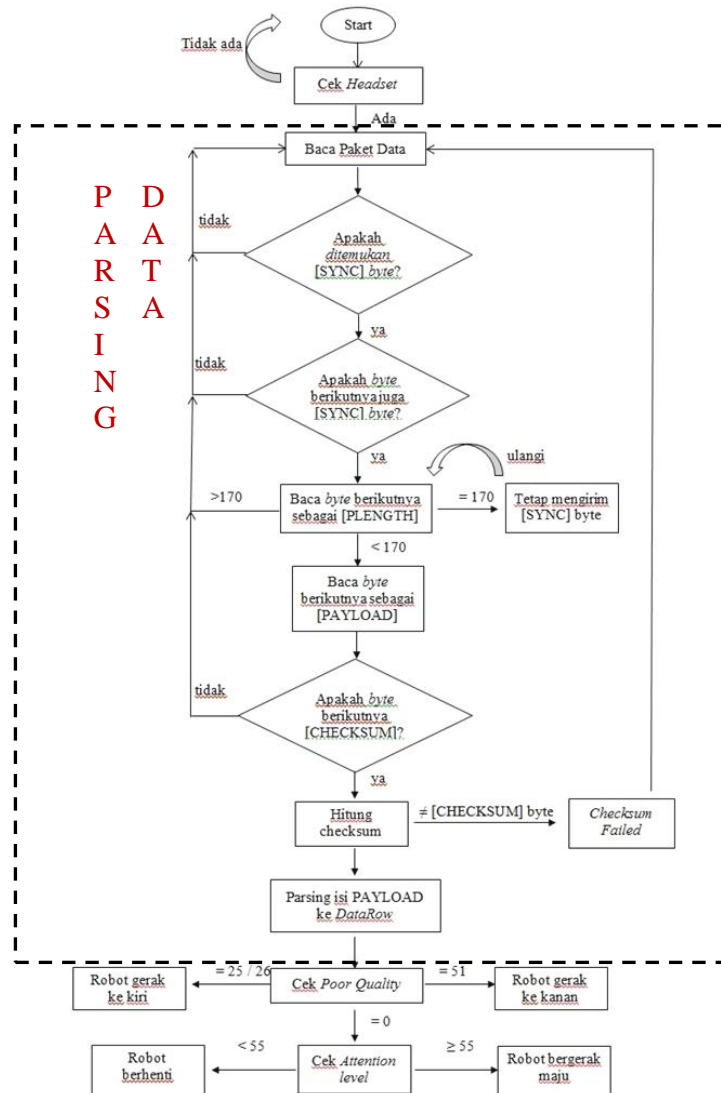
Gambar 8. Skema Perancangan Modul Elektronik

### 2.2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir dari jalannya program pada bagian perangkat lunak ditunjukkan oleh Gambar 9. Proses jalannya program pada perangkat lunak adalah sebagai berikut ini:

1. Perangkat lunak akan langsung bekerja ketika mikrokontroler sebagai pengendali utama diaktifkan.
2. Melakukan pembacaan data dari modul *bluetooth* secara serial.
3. Melakukan *parsing* data.
4. Setelah data diparsing, cek *Poor Signal Quality*. Jika nilai keluarannya menunjukkan nilai 26, maka robot akan bergerak ke kiri. Jika nilainya 51, maka robot bergerak ke kanan.
5. Jika nilai *Poor Signal Quality* = 0, ini menunjukkan bahwa *headset* tidak mendeteksi adanya *noise* pada sensor elektroda, sehingga nilai *eSense attention* akan dideteksi. Jika nilai *attention*  $\geq$  55, maka robot akan bergerak maju. Apabila nilainya kurang dari 55, maka robot akan berhenti.





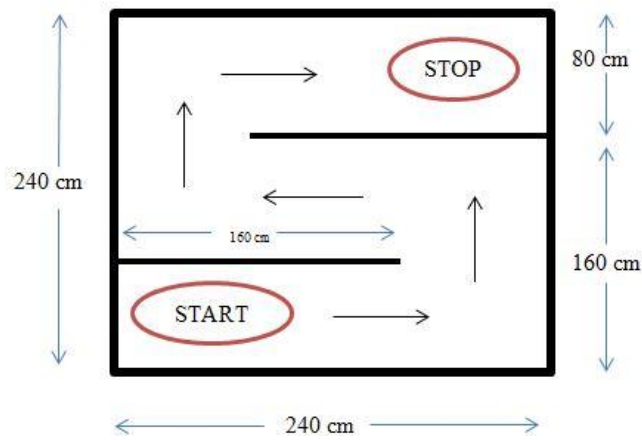
Gambar 9. Diagram Alir Perangkat Lunak

### 3. Pengujian dan Analisis

Pada bagian ini akan dijelaskan dua pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian yang dilakukan oleh satu orang pengguna *headset* dan pengujian oleh 20 responden.

#### 3.1. Pengujian Satu Responen

Robot diletakkan pada sebuah labirin, seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Robot diletakkan pada titik *start* dan pengguna *headset* harus mengendalikan robot agar mampu tiba di titik *stop*.



Gambar 10. Labirin Pengujian Robot

Dari hasil pengujian, robot mampu diperintah bergerak dari titik *start* menuju titik *stop*. Pengujian ini mengalami persentase keberhasilan 100% dari 20 kali pengujian.

### 3.2. Pengujian oleh 20 Responden

Para responden diminta untuk menggerakkan robot maju, ke kanan, ke kiri, dan berhenti tanpa menggunakan labirin. Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah robot mampu dikendalikan apabila *headset* digunakan oleh pengguna yang berbeda-beda. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase keberhasilan perintah gerak oleh responden

Perintah	Maju	gerak ke kanan	gerak ke kiri	stop
Persentase keberhasilan	100%	90%	100%	100%

Dari hasil pengujian, terdapat persentase kegagalan sebesar 10% saat responden menggerakkan robot ke kanan. Dalam kasus ini, robot malah bergerak ke kiri. Hal ini terjadi karena *headset* tidak terpasang dengan baik di kepala responden. Bentuk dahi dari responden tersebut cukup miring, sehingga elektroda sensor dari *headset* ini tidak dapat terpasang dengan baik.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian *headset*, disimpulkan bahwa nilai *eSense Attention* pengguna dapat ditingkatkan dengan memintanya untuk aktif melakukan perhitungan matematika. Selanjutnya, lagu dengan ritme yang halus (*slow*) dapat meningkatkan nilai *eSense Meditation*. Sementara gelombang *beta* dan *alpha* bukan merupakan satu-satunya variabel yang digunakan *headset* ini untuk mendapatkan data *attention* dan *meditation*. Batas nilai *eSense Attention* yang dijadikan parameter gerak maju robot adalah 55. Nilai ini sengaja diturunkan dari batas nilai terendah dengan alasan untuk berjaga-jaga apabila ada subyek yang ingin mengendalikan robot memiliki kesulitan dalam berkonsentrasi. Nilai *Poor Signal Quality* saat responden mengangkat alis adalah 26 dan 51 saat mengedipkan mata dua kali dengan kuat.

Persentase keberhasilan pengujian pengendalian robot pada labirin adalah 100%. Sedangkan persentase keberhasilan pengujian tiap gerakan robot oleh 20 responden

adalah 100% untuk gerak maju, 90% untuk gerak ke kanan, 100% untuk gerak ke kiri, dan 100% untuk berhenti.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Neurosky Inc, *NeuroSky's eSense™ Meters and Detection of Mental State*, San Jose, California, 2009.
- [2] Neurosky Inc, *Mindwave Mobile User Guide*, San Jose, California, 2009.
- [3] Neurosky Inc, *Quick Start Guide*, San Jose, California, 2009.
- [4] Neurosky Inc, *Mindset Communication Protocol*, San Jose, California, 2010.
- [5] Neurosky Inc, *Brainwave EEG Signal*, San Jose, California, 2009.

