

DESAIN SENSOR JARAK DENGAN OUTPUT SUARA SEBAGAI ALAT BANTU JALAN BAGI PENYANDANG TUNA NETRA

Gatra Wikan Arminda, A. Hendriawan, Reesa Akbar, Legowo Sulistijono

*Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya*

gatra@goodle.or.id, hendri@eepis-its.edu, reesa@eepis-its.edu, legowo@eepis-its.edu

Abstrak— Indera penglihatan adalah salah satu sumber informasi vital bagi manusia. Tidak berlebihan apabila dikemukakan bahwa sebagian besar informasi yang diperoleh oleh manusia berasal dari indera penglihatan, sedangkan selebihnya berasal dari panca indera yang lain. Dengan demikian, dapat dipahami bila seseorang mengalami gangguan pada indera penglihatan, maka kemampuan aktifitasnya akan jadi sangat terbatas, karena informasi yang diperoleh akan jauh berkurang dibandingkan mereka yang berpenglihatan normal.

Pada umumnya, penyandang tuna netra menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat putih atau anjing terlatih untuk membantu pergerakan dan meningkatkan keamanan dan kemandirian pada saat berjalan. Dengan mempunyai informasi yang cukup terhadap jalur perjalanan yang akan dilewati, penyandang tuna netra dapat lebih nyaman untuk bernavigasi pada lingkungan yang dikenal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibuatlah suatu sistem yang dapat menggantikan dan menyempurnakan peran alat bantu jalan yang selama ini telah ada. Sistem ini menggunakan sisa langkah menuju halangan sebagai keluaran yang mana diharapkan dapat mempermudah dan memperaman pengguna dalam bernavigasi di luar rumah.

Kata Kunci : Tuna netra, Alat bantu jalan, Sensor langkah, Navigasi

I. PENDAHULUAN

Indera penglihatan adalah salah satu sumber informasi vital bagi manusia. Tidak berlebihan apabila dikemukakan bahwa sebagian besar informasi yang diperoleh oleh manusia berasal dari indera penglihatan, sedangkan selebihnya berasal dari panca indera yang lain. Dengan demikian, dapat dipahami bila seseorang mengalami gangguan pada indera penglihatan, maka kemampuan aktifitasnya akan jadi sangat terbatas, karena informasi yang diperoleh akan jauh berkurang dibandingkan mereka yang berpenglihatan normal.

Saat ini penyandang tuna netra umumnya menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat putih atau anjing terlatih untuk membantu pergerakan dan meningkatkan keamanan dan kemandirian pada saat berjalan[1]. Dengan mempunyai informasi yang cukup terhadap jalur perjalanan yang akan dilewati penyandang tuna netra dapat lebih nyaman untuk bernavigasi pada lingkungan yang belum dikenal[1].

Tujuan dari proyek akhir ini adalah merencanakan dan merealisasikan sebuah alat bantu jalan yang dapat digunakan oleh penyandang tuna netra dalam melakukan perjalanan secara mandiri.

Permasalahan utama yang akan dibahas pada proyek akhir ini adalah bagaimana penyandang tuna netra dapat berjalan dengan aman dan nyaman tanpa perlu bantuan alat bantu konvensional (anjing penuntun, tongkat dll) dan menghasilkan keluaran yang mudah dipahami oleh pengguna dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengolah data dan juga sensor ultrasonik sebagai pendeteksi obyek dan menentukan jarak obyek halangan ke pengguna. Selain sebagai pendeteksi jarak obyek halangan, sensor ultrasonik juga digunakan untuk pengukuran lebar langkah pengguna untuk kemudian digunakan sebagai acuan konversi jarak dari satuan meter yang merupakan keluaran standar dari sistem menjadi jumlah langkah yang diperlukan untuk mencapai obyek halangan[2].

Adapun batasan masalah dalam proyek akhir ini adalah :

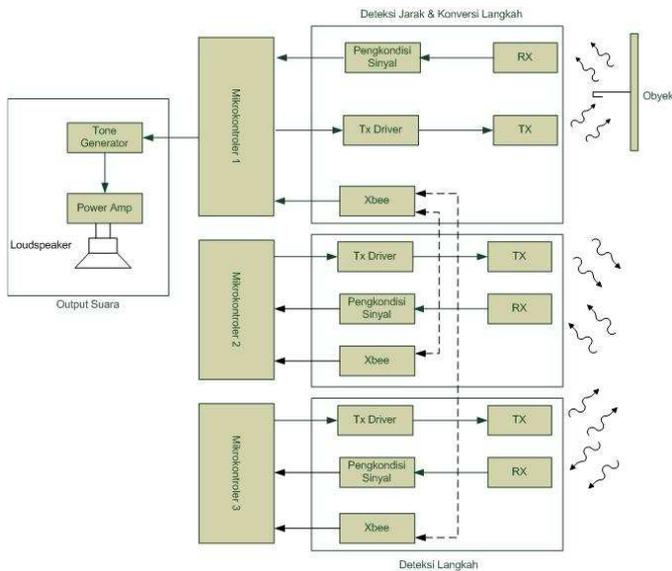
1. Benda yang terdeteksi adalah benda yang dapat memantulkan gelombang ultrasonik.
2. Menggunakan sensor ultrasonik untuk deteksi.
3. Kecepatan benda yang dideteksi tidak dalam kecepatan tinggi.

Kontribusi yang diharapkan sebagai hasil dari Proyek Akhir ini adalah mempermudah , memperaman dan mempernyaman para penyandang tuna netra dalam

II. CARA KERJA SISTEM

Secara umum, alat bantu jalan ini terdiri dari dua bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (hardware) dan bagian perangkat lunak (software). Sistem tersebut akan menyediakan keluaran untuk mempermudah para penyandang tuna netra untuk melakukan aktifitas.

Mikrokontroler yang terpasang pada sepatu akan menghitung jarak langkah pengguna dengan bantuan sensor ultrasonik yang akan dijadikan masukan pada mikrokontroler utama yang akan mengolah jarak langkah tersebut menjadi jumlah langkah antara pengguna dan halangan yang dideteksi oleh sensor ultrasonik utama. Blok diagram sistem keseluruhan dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Adapun fungsi dari masing-masing blok adalah:

3. Mikrokontroler ATmega16
Mikrokontroler berfungsi sebagai otak dari sistem yang dibuat. Didalamnya terdapat program yang digunakan untuk memproses masukan dan keluaran sesuai desain yang diinginkan. Didalamnya terdapat fasilitas timer dan counter yang digunakan pada proses pengolahan output suara.
4. Mikrokontroler ATmega8
Mikrokontroler ini berfungsi sebagai penghitung jarak langkah yang terletak pada sepatu, jarak langkah yang didapat akan dikirim ke mikrokontroler utama untuk diolah lebih lanjut.
5. Zigbee Xbee-PRO
Xbee-PRO akan digunakan untuk mengirim data dari rangkaian pendeteksi lebar langkah ke rangkaian utama yang kemudian data akan diolah lebih lanjut pada rangkaian mikrokontroler utama.
6. Sensor Ultrasonik
Sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak halangan yang berada di depan pengguna. Sensor ultrasonik juga akan mendeteksi lebar langkah pengguna yang akan dijadikan acuan untuk penghitungan jarak tersisa antara pengguna dan halangan yang terdeteksi oleh sensor utama.
7. Amplifier
Rangkaian ini digunakan untuk menguatkan sinyal keluaran yang dihasilkan oleh mikrokontroler utama.

Secara keseluruhan, perangkat keras sistem ditunjukkan oleh gambar 2.2.



a. Rangkaian Mikrokontroler Utama



a. Rangkaian Pendeteksi Langkah
Gambar 3.2 Perangkat Keras Sistem

2.1 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Sistem perangkat keras yang digunakan terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian sensor jarak langkah, mikrokontroler utama dan amplifier.

2.2.1 Perancangan dan Pembuatan Sensor Jarak Langkah

Rangkaian sensor untuk mendeteksi lebar langkah pengguna dan mengirimkan ke mikrokontroler utama terdiri dari sensor ultrasonik, minimum system dan zig-bee. Rangkaian pendeteksi jarak pada masing-masing sepatu adalah identik.

Sensor ultrasonik berguna untuk mendeteksi jarak ketika pengguna melangkah. Jarak yang terdeteksi akan diolah pada mikrokontroler yang terpasang pada sepatu sehingga di dapatkan rata-rata jarak langkah dari pengguna. Penempatan sensor ultrasonik pada sepatu dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penempatan Sensor Ultrasonik

Keluaran sensor akan diolah pada sebuah mikrokontroler pada masing-masing sepatu. Dalam membuat rangkaian mikrokontroler ini memerlukan pemahaman mengenai sistem minimum dari mikrokontroler yang akan dirancang. Sistem

rangkaian yang dirancang diusahakan menggunakan rangkaian yang ringkas mungkin dan dengan pengkabelan yang baik, karena rangkaian tersebut bekerja pada frekuensi yang relatif tinggi, sehingga peka terhadap noise dari luar.

Berikut ini adalah konfigurasi dari pin I/O mikrokontroler yang terdapat pada masing-masing port yang terdapat pada mikrokontroler :

- Port B

Pin pada PORT B terhubung menuju rangkaian xbee, hal ini dikarenakan port komunikasi serial pada mikrokontroler ATmega8 terletak pada PORT B, konfigurasi PORT B adalah sebagai berikut :

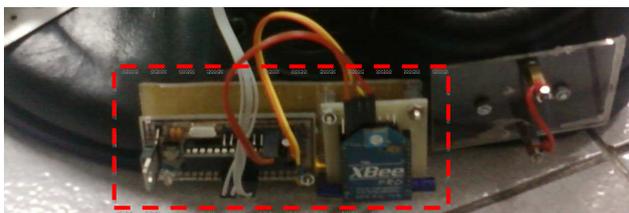
- Port B.0 terhubung pada DI pada rangkaian xbee
- Port B.1 terhubung pada DO pada rangkaian xbee

- Port C

Pin pada PORT C terhubung menuju sensor ultrasonic untuk mendeteksi langkah pengguna, konfigurasi PORT B adalah sebagai berikut :

- Port C.0 terhubung pada pin TRIGGER dari sensor ultrasonik.
- Port C.1 terhubung pada pin ECHO dari sensor ultrasonik.

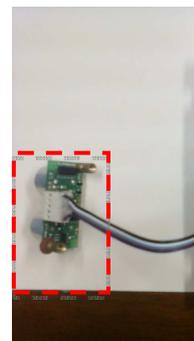
Pada rangkain pendeteksi jarak ini terdapat juga rangkaian xbee yang berfungsi sebagai media pengiriman data dari mikrokontroler pengolah jarak langkah ke mikrokontroler utama yang akan memproses jarak langkah tersebut menjadi keluaran yang akan diterima pengguna. Penempatan rangkaian minimum sistem mikrokontroler dan xbee dapat dilihat pada gambar 2.4.



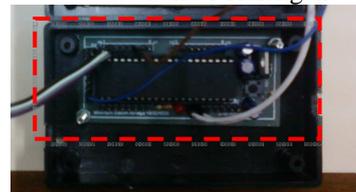
Gambar 2.4 Penempatan minimum sistem dan xbee

2.2.2 Perancangan dan Pembuatan Sensor Halangan dan Mikrokontroler Utama

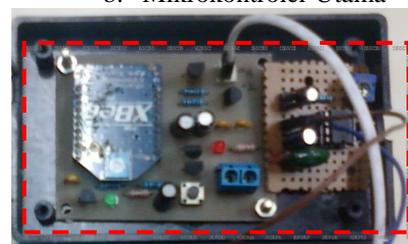
Rangkaian sensor halangan dan mikrokontroler utama akan mengolah data yang didapatkan dari sensor jarak langkah dan data yang didapat pada sensor ultrasonic yang dipasang pada rangkaian ini. Sensor ultrasonic pada rangkaian utama akan mendeteksi halangan yang berada di depan pengguna, hasil deteksi jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonic ini akan diolah pada mikrokontroler utama yang juga menerima data rata-rata jarak langkah dari mikrokontroler yang berada pada sepatu. Gambar 2.5 menunjukkan *layout* dari mikrokontroler utama dan sensor ultrasonic pendeteksi halangan.



a. Sensor Halangan



b. Mikrokontroler Utama



c. Amplifier dan Xbee

Gambar 2.5 *Layout* mikrokontroler utama dan sensor halangan

Gambar 2.5.a di atas adalah sensor halangan yang berupa sensor ultrasonic yang terhubung ke mikrokontroler utama. Mikrokontroler utama seperti terlihat pada gambar 2.5.b merupakan otak dari system yang akan mengolah hasil deteksi masing-masing sensor dan mengeluarkan keluaran berupa tone yang akan dikuatkan oleh amplifier seperti terlihat pada gambar 2.5.c. Pada gambar 2.5.c terlihat rangkaian Xbee yang akan menerima data jarak langkah yang di peroleh dari sensor jarak langkah yang terpasang pada sepatu.

Keluaran sensor akan diolah pada sebuah mikrokontroler. Dalam membuat rangkaian mikrokontroler ini memerlukan pemahaman mengenai sistem minimum dari mikrokontroler yang akan dirancang. Sistem rangkaian yang dirancang diusahakan menggunakan rangkaian yang ringkas mungkin dan dengan pengkabelan yang baik, karena rangkaian tersebut bekerja pada frekuensi yang relatif tinggi, sehingga peka terhadap noise dari luar.

Konfigurasi pin pada mikrokontroler utama ini adalah sebagai berikut :

- Port A

Pin pada PORT A terhubung ke sensor ultrasonic untuk proses pendeteksian halangan yang ada di depan pengguna. Konfigurasi dari PORT A adalah seperti terlihat di bawah ini :

- Port A.0 terhubung pada pin TRIGGER dari sensor ultrasonik.
- Port A.1 terhubung pada pin ECHO dari sensor ultrasonik.
- Port A.3 terhubung pada input dari amplifier.

• Port D

Pin pada PORT D terhubung ke rangkaian xbee untuk proses transfer data dari sensor jarak langkah yang berada pada sepatu. Hal ini dikarenakan port komunikasi serial ATmega16 terdapat pada PORT D.0 dan D.1 Konfigurasi dari PORT D adalah seperti terlihat di bawah ini :

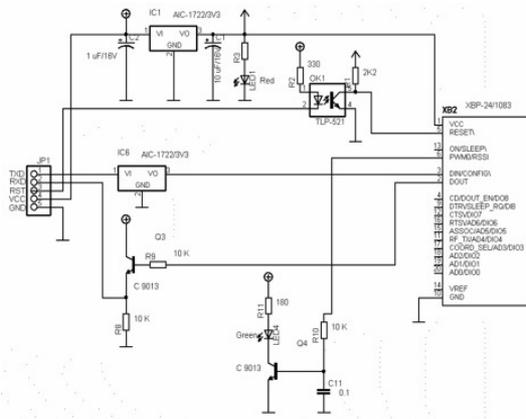
- Port D.0 terhubung pada DI pada rangkaian xbee
- Port D.1 terhubung pada DO pada rangkaian xbee

Hasil pengolahan dari mikrokontroler utama akan menghasilkan keluaran yang berupa sisa langkah dari tempat pengguna ke halangan terdekat dan akan di konversi oleh mikrokontroler utama ke dalam tone yang mempunyai interval tertentu sesuai hasil deteksi dari masing-masing sensor.

Tone yang dihasilkan oleh mikrokontroler utama ini akan dikuatkan oleh amplifier sehingga dapat diterima dengan baik oleh pengguna.

2.2.3 Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Zigbee XbeePRO

X-Bee Pro sebagai modul *Wireless RF* memiliki level tegangan 0–3,3 V. Untuk supply tegangan dari rangkaian minimum sistem adalah 0–5 V, oleh karena itu pada modul *Wireless RF* X- Bee Pro perlu adanya sebuah rangkaian konversi level tegangan. Untuk mengkonversi level tegangan ke 3,3 V dipakai IC Regulator tegangan AIC-1722 yang dapat mengkonversi tegangan input maksimal 12 V menjadi 3.3 V. Pin DO dan DI pada X-Bee Pro dapat langsung dihubungkan dengan pin RX dan TX mikrokontroler sehingga tidak memerlukan rangkaian tambahan untuk antarmuka mikrokontroler dengan X-Bee Pro. Diagram skema dari rangkaian konverter level tegangan dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Diagram Skema Level Konverter X-BeePro

Pada gambar 2.7 menunjukkan *layout* akhir dari level konverter X-BeePRO

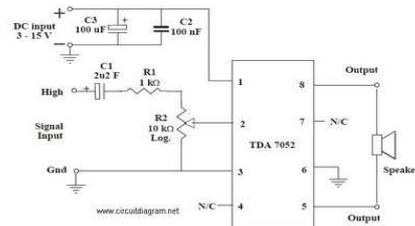


Gambar 2.7 *Layout* PCB Level Konverter X-BeePro

2.2.4 Perancangan dan Pembuatan Amplifier Dengan IC TDA7052

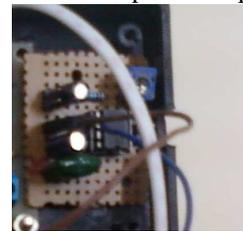
Keluaran tone yang dihasilkan oleh mikrokontroler utama masih terlalu lemah untuk dapat didengarkan oleh pengguna. Oleh karena itu diperlukan sebuah amplifier yang akan menguatkan keluaran dari mikrokontroler utama agar dapat didengarkan oleh pengguna melalui headphone yang terpasang pada system.

IC TDA7052 ini merupakan sebuah power amplifier BTL sederhana yang mempunyai keluaran maksimal sebesar 1 Watt. Power amplifier ini hanya membutuhkan sedikit komponen eksternal untuk membuat suatu rangkaian power amplifier yang cukup baik. Keunggulan lain dari IC ini adalah tegangan catu yang diberikan dapat bervariasi antara 3-15 volt dan menghasilkan panas yang tidak berlebihan sehingga tidak diperlukan *heatsink* untuk membuang panas. Gambar 2.8 di menunjukkan diagram skema dari power amplifier menggunakan IC TDA7052.



Gambar 2.8 Diagram Skema Power Amplifier Dengan IC TDA7052

Pada gambar 2.8 di atas tampak bahwa IC TDA7052 hanya memerlukan 5 komponen tambahan untuk dapat beroperasi dengan baik. C1 pada gambar di atas merupakan kapasitor kopling yang berfungsi untuk memblokir semua sinyal DC yang mungkin terbawa pada masukan. Resistor R1 dan R2 berfungsi untuk mengatur level input yang diinginkan. Sedangkan kapasitor C2 dan C3 adalah kapasitor dekoping yang digunakan untuk mencegah sinyal AC dari rangkaian catu daya tercampur dengan sinyal AC yang berasal dari masukan. Dengan komponen eksternal yang sedikit power amplifier ini sangat efisien dalam pemakaian daya. Rangkaian ini hanya memerlukan daya 4 mA pada tegangan 6 Volt dan 8 mA pada tegangan 18 Volt. Gambar 2.9 menunjukkan *layout* akhir dari power amplifier ini.



Gambar 2.9 *Layout* PCB Power Amplifier TDA7052

Gambar 3.9 menunjukkan *layout* PCB dari power amplifier TDA7052. Dari gambar di atas terlihat rangkaian power amplifier ini sangat sederhana sehingga bersifat *portable*.

2.2 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALGORITMA PERANGKAT LUNAK

System terdiri dari dua perangkat lunak, yaitu perangkat lunak yang terpasang pada sensor deteksi langkah yang akan mendeteksi lebar langkah pengguna yang akan dikirimkan ke mikrokontroler utama untuk digunakan pada proses konversi jarak halangan dari satuan meter menjadi langkah. Perangkat lunak ini terdiri dari proses deteksi jarak langkah oleh sensor ultrasonic, penghitungan rata-rata jarak langkah, dan pengiriman data dari sensor langkah ke mikrokontroler utama yang akan mengolah data lebih lanjut. Perangkat lunak kedua terpasang pada mikrokontroler utama yang akan mengolah data yang diterima dari rangkaian deteksi langkah untuk dilakukan konversi dari satuan meter yang didapatkan oleh sensor jarak halangan menjadi satuan langkah yang akan menjadi keluaran berupa tone yang mengindikasikan sisa langkah pengguna dari halangan. Diagram alir dari keseluruhan perangkat lunak digambarkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram Alir Perangkat Lunak

Sistem akan mulai bekerja dengan mendeteksi rata-rata lebar langkah pengguna. Lebar langkah ini kemudian akan dikirimkan melalui Xbee-PRO menuju mikrokontroler utama. Pada mikrokontroler utama rata-rata lebar langkah akan digunakan sebagai acuan konversi jarak dari satuan meter yang diperoleh dari sensor halangan yang terpasang pada mikrokontroler utama menjadi satuan langkah yang merupakan keluaran dari system. Pada mikrokontroler utama satuan langkah ini akan dikonversi menjadi tone yang memiliki interval berbeda-beda yang akan menjadi keluaran dari system.

2.2.1 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK DETEKSI LANGKAH

Proses deteksi rata-rata jarak langkah dimulai dengan pendeteksian jarak langkah pada pengguna dengan menggunakan sensor ultrasonic. Rata-rata jarak langkah didapatkan dengan menggunakan metode *Simple Moving*

Average dimana rata-rata didapatkan dengan mengambil contoh data pada 10 langkah pertama dari pengguna. Data akan di rata-rata dengan menjumlahkan 10 data pertama dan hasil penjumlahan dibagi dengan 10. Rata-rata yang didapat akan dikirim ke mikrokontroler utama dengan menggunakan modul nir kabel X-BeePRO. Diagram alir untuk deteksi langkah tampak pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Diagram Alir Perangkat Lunak Deteksi Langkah

Proses perhitungan jarak langkah diawali dengan mengukur dan menyimpan jarak langkah yang didapatkan. Jarak langkah yang didapatkan akan dihitung rata-ratanya menggunakan metode *Simple Moving Average*. Metode ini bekerja dengan menjumlahkan semua data yang tersimpan kemudian membagi dengan jumlah percobaan yang telah dilakukan.

2.2.2 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK UTAMA

Pada mikrokontroler utama data yang dikirim dari sensor langkah akan diterima oleh modul nir kabel X-BeePRO, data ini kemudian akan diolah dengan cara membagi rata-rata jarak langkah dengan jarak halangan yang terdeteksi pada mikrokontroler utama. Hasil deteksi yang berupa sisa langkah ke halangan akan dikonversi menjadi tone yang akan dikirim ke pengguna. Semakin sedikit sisa langkah yang tersisa antara pengguna dan halangan yang terdeteksi maka interval tone yang dikirim ke pengguna akan semakin cepat dan sebaliknya. Tone ini sebelumnya telah dikuatkan agar dapat di dengar dengan baik oleh pengguna. Gambar 2.12 menunjukkan diagram alir perangkat lunak utama.



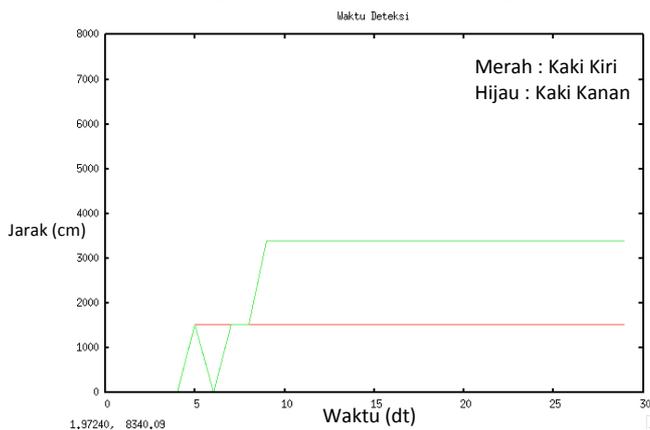
Gambar 2.12 Diagram Alir Perangkat Lunak Utama

Tone untuk keluaran system dihasilkan dengan mengeset nilai register OCR dari timer mikrokontroler pada suatu nilai tertentu sehingga menghasilkan suatu frekuensi yang akan dikeluarkan pada salah satu port dari mikrokontroler utama dan akan dikuatkan oleh amplifiier sebelum diperdengarkan ke pengguna. Untuk mengubah lama interval tone digunakan *delay* untuk memberi jeda ketika terjadi perubahan nilai OCR pada timer. Pada proyek akhir kali ini sistem akan mengeluarkan frekuensi tone sekitar 4 kHz.

III. PENGUJIAN dan ANALISA

3.1. Pengujian Rangkaian Deteksi Langkah

Pengujian ini adalah untuk mengetahui proses penghitungan jarak rata-rata langkah yang dilakukan oleh rangkaian sensor jarak yang terdiri dari sensor ultrasonik dan mikrokontroler ATmega8. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data dari sensor jarak langkah melalui xbee ke komputer yang juga telah terhubung dengan xbee. Data dari sensor jarak langkah akan ditangkap pada komputer dan akan diolah oleh perangkat lunak pySerial dan GNUPlot untuk dapat menghasilkan grafik seperti terlihat pada gambar 3.1.

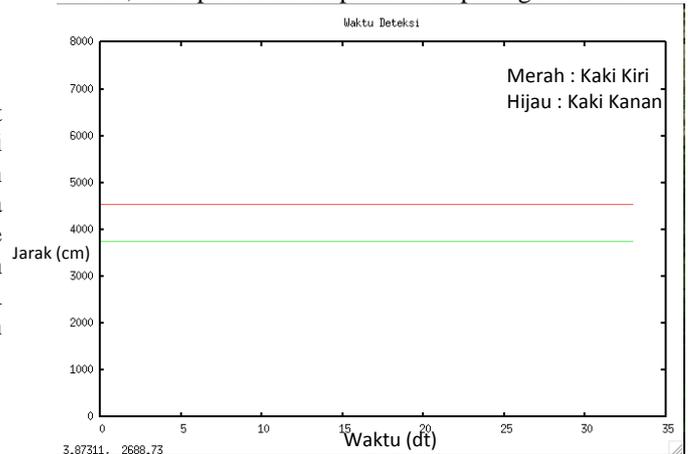


Gambar 3.1 Percobaan Pertama Sensor Jarak Langkah Pada Jarak Langkah 15 cm

Gambar 3.1 adalah respon sensor jarak langkah pada percobaan langkah 15 cm dengan kecepatan langkah normal.

Pada percobaan pertama menunjukkan bahwa rata-rata jarak langkah didapatkan pada detik ke-6 setelah langkah pertama. Grafik berwarna merah adalah hasil rata-rata langkah pada kaki kiri dan grafik warna hijau adalah rata-rata langkah yang didapatkan pada kaki kanan. Perbedaan pengukuran antara kaki kiri dan kaki kanan disebabkan oleh perbedaan anatomi antara kaki kiri dan kaki kanan sehingga mempengaruhi sudut pancaran sensor ultrasonik yang menyebabkan perbedaan pembacaan jarak antara kaki kiri dan kanan. Pada bagian awal proses deteksi terjadi sedikit *noise* yang diakibatkan dari kurang sempurnanya perangkat lunak untuk pengambilan data.

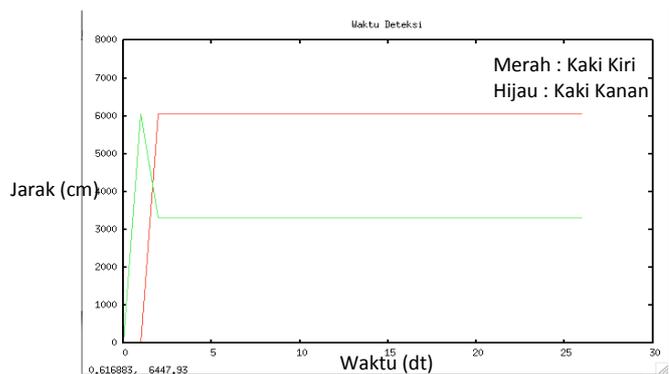
Pada percobaan kedua pada pengguna yang berbeda di dapatkan hasil yang lebih mendekati jarak langkah yang di tentukan, hasil percobaan dapat di lihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Percobaan Kedua Sensor Jarak Langkah Pada Jarak Langkah 15 cm

Pada gambar 3.2 menunjukkan pembacaan langkah pada percobaan kedua dengan pengguna yang berbeda lebih mendekati jarak yang ditentukan yaitu 15 cm.

Pada percobaan selanjutnya perangkat diuji pada jarak 30 cm dengan kecepatan langkah normal. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 3.3.

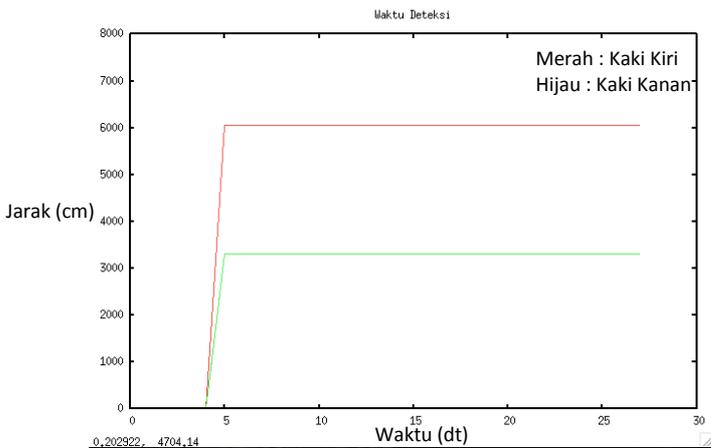


Gambar 3.3 Percobaan Pertama Sensor Jarak Langkah Pada Jarak Langkah 30 cm

Dari pengujian dapat dilihat bahwa hasil rata-rata di dapatkan pada detik ke-3. Pada gambar di atas juga terlihat proses deteksi pada kaki kiri yang digambarkan dengan kurva berwarna merah menunjukkan pembacaan tepat pada jarak yang ditentukan. *Noise* yang terjadi pada saat pengambilan

data disebabkan oleh perangkat lunak yang digunakan pada pengambilan data masih kurang sempurna.

Pada percobaan kedua dengan jarak langkah 30 cm dengan pengguna yang berbeda dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Percobaan Kedua Sensor Jarak Langkah Pada Jarak Langkah 30 cm

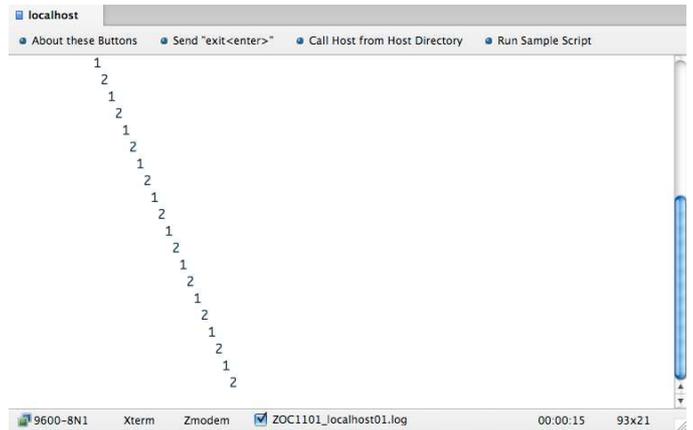
Pada percobaan kedua dengan pengguna yang berbeda didapatkan rata-rata langkah diperoleh pada detik ke-4. Hasil rata-rata yang diperoleh menunjukkan hasil dari kaki kiri yang digambarkan pada kurva berwarna merah sedikit melebihi jarak yang ditentukan.

Dari hasil percobaan diatas diketahui bahwa pembacaan jarak pada sensor ultrasonic sangat dipengaruhi oleh anatomi kaki dan kebiasaan berjalan dari pengguna. Dari percobaan di atas diketahui juga bahwa pembacaan rata-rata yang mendekati jarak yang ditentukan adalah pembacaan rata-rata terbesar sehingga data yang akan diolah lebih lanjut pada mikrokontroler utama adalah data rata-rata terbesar dari sensor jarak langkah.

Dari percobaan di atas pula diketahui pula sudut paling ideal dari sensor ultrasonic pada sensor jarak langkah adalah sekitar 30-45 derajat tergantung dari anatomi kaki dan cara berjalan dari masing-masing obyek percobaan.

3.2. Pengujian Komunikasi Dengan Serial Terminal

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui format data yang paling tepat untuk bias diolah lebih lanjut baik dalam mikrokontroler utama maupun proses *debugging* dengan mengirimkan data ke komputer untuk dianalisa lebih lanjut. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 3.5.



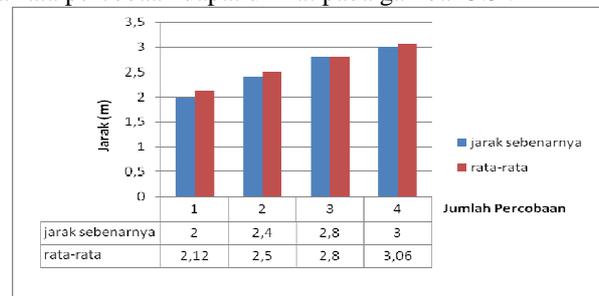
Gambar 3.5 Pengujian Komunikasi Data Pengiriman Data Terformat

Pada pengujian komunikasi dilakukan pengiriman data berupa angka terformat dengan *delimiter* karakter '\n'. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pengolahan data untuk keperluan analisa pada komputer. Analisa data yang didapat dari sensor jarak langkah pada komputer dilakukan dengan cara menangkap data yang dikirimkan sensor jarak langkah dengan menggunakan xbee yang terhubung dengan kabel RS232 ke komputer. *Delimiter* '\n' dibutuhkan karena perangkat lunak pySerial yang digunakan untuk menangkap data dari port serial hanya dapat membaca *delimiter* '\n' sebagai tanda pemisah antar data.

Data yang ditangkap dari port serial komputer akan dianalisa menggunakan perangkat lunak Gnuplot.py sehingga menghasilkan grafik yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

3.3. Pengujian Output Suara

Percobaan pertama untuk output suara dilakukan dengan menggunakan obyek orang normal yang ditutup matanya dan berjalan pada jarak yang ditentukan. Pada percobaan ini data rata-rata langkah yang didapatkan pada sensor jarak langkah akan dikirim ke mikrokontroler utama yang akan mengolah data tersebut menjadi sisa langkah dengan membagi data rata-rata jarak langkah dengan data hasil deteksi halangan yang terbaca pada sensor ultrasonic yang terpasang pada mikrokontroler utama. Percobaan dilakukan pada jarak 2-3 meter. Dengan lima obyek yang berbeda dengan jumlah percobaan pada masing-masing obyek adalah 4 kali. Hasil rata-rata percobaan dapat dilihat pada gambar 3.5 .



Gambar 3.5 Hasil Pengujian Output Suara Dengan Satuan Jarak

Gambar 3.5 di atas menggambarkan hasil pengujian dalam satuan meter, dari gambar 3.5 di atas dapat dilihat bahwa simpangan rata-rata pengukuran antara jarak sebenarnya dan jarak hasil percobaan adalah antara 0,12 meter pada jarak 2 meter, 0,1 meter pada jarak 2,4 meter dan 0,06 meter pada jarak 3 meter atau antara 6 % pada jarak 2 meter, 4,1 % pada jarak 2,4 meter dan 2 % pada jarak 3 meter. Dari percobaan di atas dapat disimpulkan rata-rata persentase kesalahan sistem dalam konversi output suara terhadap satuan jarak adalah 4,03 %. Dari percobaan di atas, system ini dapat menghitung jarak dengan simpangan yang relatif kecil sehingga sistem ini bisa digunakan dengan baik untuk membantu para penyandang tuna netra untuk melakukan aktifitas. Selanjutnya system akan diuji coba untuk proses konversi dari satuan meter menjadi satuan langkah yang menjadi topik utama pada proyek akhir ini. Percobaan ini dilakukan untuk membandingkan keluaran antara jarak deteksi dalam satuan meter dan dalam satuan langkah. Percobaan dilakukan pada 5 obyek yang berbeda dengan masing-masing obyek melakukan 4 kali percobaan. Hasil percobaan dalam satuan langkah dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Hasil Pengujian Output Suara Dengan Satuan Langkah

Gambar 3.6 di atas menggambarkan hasil pengukuran antara jarak sebenarnya dalam satuan meter dengan hasil konversi dari sistem. Dari gambar 3.6 di atas dapat dilihat bahwa hasil rata-rata langkah dari obyek percobaan adalah 0,4 meter. Pada percobaan ini dapat disimpulkan bahwa hasil konversi yang didapatkan sesuai dengan proses perhitungan secara manual dimana proses konversi langkah dilakukan dengan membagi jarak yang terdeteksi pada sensor jarak di mikrokontroler utama dengan rata-rata langkah yang didapatkan pada sensor jarak langkah yang terpasang di sepatu.

Percobaan kedua pada output suara dilakukan pada obyek yang menyandang tuna netra dengan jarak yang sama seperti pada percobaan pertama. Hasil yang didapatkan pada percobaan pada penyandang tuna netra yang tidak menderita kebutaan dari lahir sama dengan hasil percobaan pada obyek percobaan manusia normal yang ditutup matanya.

3.4. Pengujian Rangkaian Amplifier

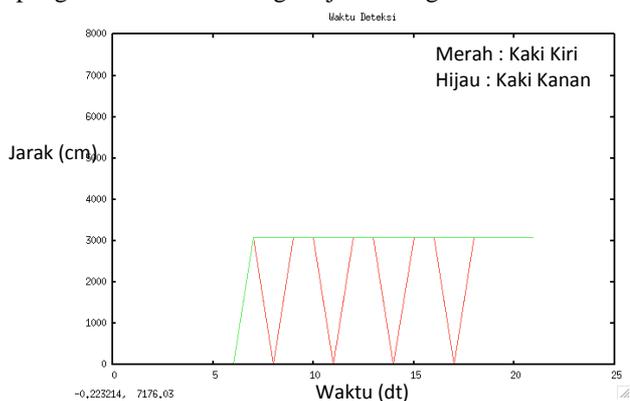
Fungsi dari rangkaian amplifier ini adalah untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh tone generator pada mikrokontroler utama sehingga dapat diterima oleh pengguna dengan baik. Rangkaian power amplifier dengan IC TDA7052

ini tidak memerlukan banyak komponen eksternal karena semua pengaturan dan proses penguatan telah dilakukan di dalam rangkaian internal IC. Dengan penguatan yang telah diset secara internal sebesar 40 dB IC ini cukup kuat untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh tone generator pada mikrokontroler utama. Komponen eksternal hanya digunakan hanya rangkain kopling berupa kapasitor kopling dan resistor untuk penyesuaian impedansi input serta resistor variabel untuk mengatur level masukan. Selain itu ditambahkan pula kapasitor dekoupling pada rangkain yang terhubung pada catu daya untuk mengisolasi sinyal AC agar tidak menerobos ke dalam rangkaian catu daya.

IC TDA7052 mengeluarkan disipasi daya yang kecil sehingga tidak diperlukan pendingin tambahan sehingga rangkaian dapat dibuat sekecil mungkin. Disipasi daya dari rangkaian amplifier ini pada tegangan input 6 volt dan impedansi output 8 ohm adalah 0,9 watt

3.5. Pengujian Performa Sistem

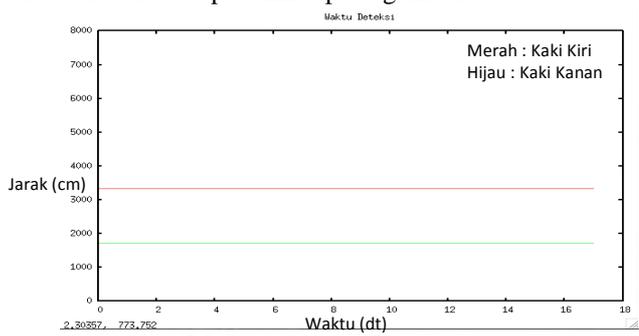
Pada pengujian performa ini perangkat diuji untuk mendeteksi jarak 15 cm dan 30 cm dengan kecepatan jalan diatas normal dan pengujian waktu yang diperlukan oleh sensor untuk mendeteksi suatu halangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan perangkat untuk dapat mengambil rata-rata jarak pada kecepatan jalan yang berbeda dan untuk mengetahui kemampuan sensor untuk mendapatkan jarak halangan pada obyek halangan yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan konverter xbee ke komputer dengan menggunakan bantuan rangkaian max232 dan kabel usb to serial Gambar 3.7 menunjukkan grafik kecepatan deteksi jarak langkah pada jarak 15 cm dengan kecepatan jalan di atas normal. *Noise* pada percobaan ini disebabkan perangkat lunak yang digunakan untuk proses pengambilan data yang belum sempurna. Sehingga proses akuisisi data dari perangkat keras xbee ke perangkat lunak yang digunakan untuk proses pengambilan data kurang berjalan dengan lancar.



Gambar 3.7 Percobaan Pertama Performa Sistem Pada Jarak Langkah 15 cm

Pada percobaan pertama dengan jarak langkah 15 cm dan kecepatan jalan di atas normal diperoleh jarak rata-rata pada detik ke-6 dengan hasil pembacaan jarak sedikit di atas jarak yang ditentukan. Pada gambar di atas terlihat juga bahwa pembacaan sensor kaki kiri dan kanan menghasilkan jarak

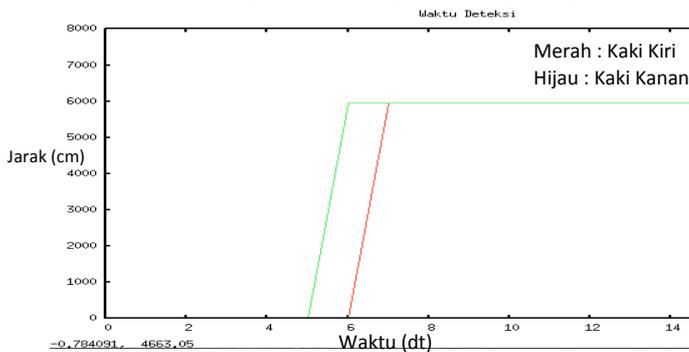
rata-rata yang sama. Percobaan kedua dengan pengguna yang berbeda pada jarak langkah 15 cm dengan kecepatan langkah di atas rata-rata dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Percobaan Kedua Performa Sistem Pada Jarak Langkah 15 cm

Pada gambar 3.8 di atas terlihat bahwa pembacaan sensor kaki kiri yang ditunjukkan dengan grafik berwarna merah sedikit di atas jarak yang di tentukan. Sedangkan pembacaan sensor pada kaki kanan berada di bawah jarak yang di tentukan.

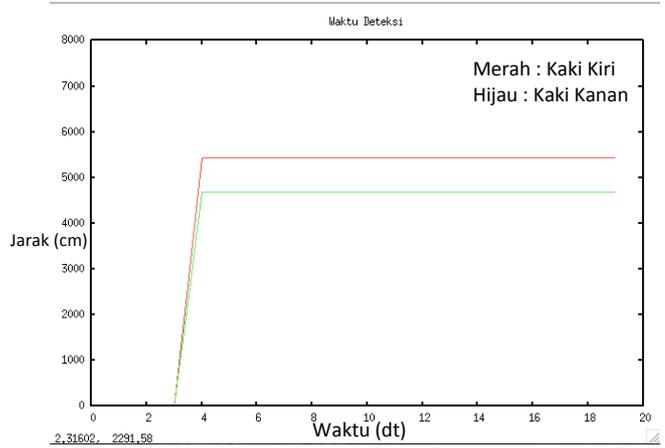
Percobaan selanjutnya adalah performa system dalam mendeteksi jarak langkah 30 cm dengan kecepatan jalan di atas rata-rata. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Percobaan Pertama Performa Sistem Pada Jarak Langkah 30 cm

Pada percobaan ini terlihat rata-rata jarak didapatkan pada detik ke 5 dan ke 6, jarak yang di dapatkan antara sensor yang terletak pada kaki kiri dan kaki kanan yang ditunjukkan dengan kurva berwarna merah dan hijau, menunjukkan pembacaan sesuai dengan jarak yang ditentukan seperti terlihat pada gambar 3.9 di atas.

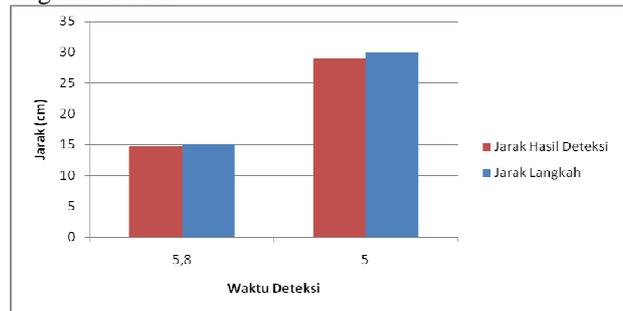
Pada percobaan selanjutnya performa system diuji pada jarak 30 cm dengan kecepatan jalan di atas rata-rata dengan pengguna yang berbeda. Hasil percobaan dapat di lihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Percobaan Kedua Performa Sistem Pada Jarak Langkah 30 cm

Pada gambar 3.10 di atas rata-rata jarak di dapatkan pada detik ke 3 baik pada sensor kaki kiri maupun sensor kaki kanan. Pembacaan sensor kaki kiri lebih mendekati jarak yang ditentukan dibanding dengan pembacaan sensor kaki kanan yang berada di bawah jarak yang di tentukan.

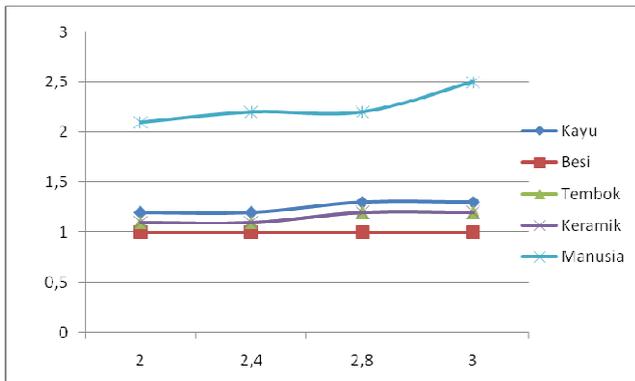
Dari hasil percobaan di atas terlihat sistem memerlukan waktu rata-rata deteksi jarak langkah 5,8 detik pada jarak 15 centimeter dan 5 detik pada jarak 30 centimeter seperti terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Waktu Rata-Rata Deteksi Langkah

Pada percobaan di atas juga terlihat rata-rata jarak langkah yang diperoleh sistem mendekati jarak yang ditentukan dengan rata-rata simpangan pada jarak 15 cm adalah 1,2 cm atau setara dengan 1,3 % dan pada jarak 30 cm dengan rata-rata simpangan 1 cm atau setara dengan 3,3 %. Dari pengujian-pengujian di atas diketahui kesalahan pada sistem adalah 4,03 % pada proses konversi deteksi jarak dan 4,3 % pada proses deteksi langkah.

Pada pengujian selanjutnya akan diuji kemampuan perangkat untuk mendeteksi tipe halangan yang berbeda-beda. Pada gambar 3.12 terlihat waktu yang dibutuhkan oleh perangkat untuk mendeteksi halangan dengan jenis yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan pada 5 obyek dan masing-masing obyek dengan 4 kali percobaan. Hasil rata-rata pengujian dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rata-Rata Waktu Deteksi Halangan

Gambar 3.12 menunjukkan waktu rata-rata yang dibutuhkan perangkat untuk mendeteksi jenis halangan yang berbeda. Dari grafik di atas terlihat bahwa waktu deteksi rata-rata yang dibutuhkan untuk mendeteksi adanya halangan bervariasi antara 1-2,5 detik tergantung pada jenis halangan. Waktu deteksi paling cepat adalah tipe halangan dari besi. Hal ini dikarenakan besi dapat memantulkan gelombang ultrasonik dengan lebih baik daripada media lain. Untuk waktu deteksi terlama adalah halangan berupa manusia. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat memantulkan gelombang ultrasonik sebaik media-media lain. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa perangkat dapat mendeteksi halangan dengan waktu yang relatif singkat sehingga perangkat dapat digunakan sebagai alat bantu yang dapat memudahkan aktifitas dari para penggunanya.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja dari sistem yang telah dibuat, sebagai berikut :

1. Proses perhitungan rata-rata jarak langkah memerlukan waktu rata-rata 5,8 detik atau sama dengan 4-5 langkah pada kecepatan langkah normal.

2. Kesalahan sistem adalah 4,03 % pada saat konversi deteksi jarak dan 4,3 % pada saat proses deteksi langkah.
3. Rata-rata langkah yang didapatkan pada pengujian output suara adalah 0,4 meter dan rata-rata simpangan jarak pada saat pengujian output suara adalah 0,4 meter dari jarak sebenarnya.
4. Rata-rata langkah pada obyek pengguna normal dan penyandang tuna netra yang tidak mengalami kebutaan dari lahir adalah sama.
5. Deteksi langkah menghasilkan keluaran rata-rata yang berbeda-beda pada tiap pengguna yang berbeda dikarenakan perbedaan anatomi kaki dan cara jalan dari masing-masing pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ram, Sunita, Sharf, Jennie. "The People Sensor: A Mobility Aid for the Visually Impaired", Paper On IEEE International Symposium, p. 166, Second International Symposium on Wearable Computers (ISWC'98), 1998.
- [2] Wada, Chikamune. "Basic Study on Presenting Distance Information to the Blind for Navigation", Paper On icicic, pp.405-408, 2009 Fourth International Conference on Innovative Computing, Information and Control, 2009.
- [3] <http://www.avrfreaks.net/index.php?name=PNphpBB2&file=viewtopic&t=68706> tanggal akses 15 Juli 2010, 03:27.
- [4] <http://www.cs.brown.edu/people/tld/courses/cs148/02/sonar.html> tanggal akses 15 Juli 2010, 03:27.
- [5] Datasheet SRF04.
- [6] Datasheet ATmega8.
- [7] Datasheet PIR35.
- [8] <http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html> tanggal akses 15 Juli 2010, 03:27.
- [9] Datasheet ZigBee Xbee-Pro.