

PEMBUATAN PROTOTIPE KACAMATA ELEKTRONIK UNTUK TUNA NETRA BERBASIS MIKROKONTROLER MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

^[1]Muhammad Nur Meizani, ^[2]Abdul Muid, ^[3]Tedy Rismawan

^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail:

^[1]meizani1220@gmail.com, ^[2]muid@physics.untan.ac.id,

^[3]tedyrismawan@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Para penyandang tuna netra pada umumnya menggunakan tongkat sebagai alat bantu untuk mendeteksi adanya obyek disekitarnya. Tongkat digunakan pada saat berada diluar ruangan, tetapi pada saat di dalam ruangan tongkat jarang digunakan karena dapat merusak barang pecah belah yang berada di ruangan. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat bantu berupa prototipeacamata elektronik berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik dengan keluaran berupa petunjuk arah dalam bentuk suara. Alat ini dilengkapi dengan tiga buah sensor ultrasonik SRF04 yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak antara pengguna dengan obyek yang berada di sekitarnya. Untuk mengetahui jarak tersebut, data sensor ultrasonik akan diolah oleh mikrokontroler ATmega16. Mikrokontroler ATmega16 selanjutnya akan memberikan perintah kepada rangkaian perekam dan putar ulang suara ISD2560 untuk mengeluarkan informasi suara berupa petunjuk arah dari obyek disekitar pengguna. Hasil dari penelitian ini adalah alat ini mampu mendeteksi obyek dengan keluaran berupa peringatan suara yang menunjukkan arah depan, kanan dan kiri melalui speaker/headset apabila sensor ultrasonik mendeteksi obyek pada jarak kurang dari 100 cm.

Kata kunci: Tuna Netra, Mikrokontroler, Sensor Ultrasonik, ISD2560

1. PENDAHULUAN

Indera pengelihatan memiliki peranan yang sangat penting dalam proses memperoleh informasi yang dibutuhkan oleh manusia untuk dapat berjalan dan beraktifitas. Sebagian besar informasi yang diterima manusia berasal dari indera pengelihatan, sedangkan sisanya diperoleh manusia dari panca indera lainnya seperti indera pendengaran, indera peraba dan indera perasa. Bagi para penyandang tuna netra tentunya hal ini menjadi sebuah kendala untuk dapat berjalan dan beraktifitas seperti orang normal lainnya, karena mereka tidak bisa memanfaatkan indera pengelihatannya untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan agar dapat berjalan secara leluasa dan menentukan jarak obyek suatu benda yang berada disekitarnya.

Pada umumnya para penyandang tuna netra menggunakan tongkat sebagai alat bantu untuk mendeteksi adanya benda/obyek disekitarnya. Tongkat digunakan pada saat berada diluar ruangan, tetapi pada saat di dalam ruangan tongkat jarang digunakan karena dapat merusak barang pecah belah yang berada diruangan.

Saat ini sudah ada beberapa teknologi yang dibuat khusus untuk membantu para penyandang tuna netra agar dapat memudahkan mereka dalam beraktifitas. Pada penelitian yang dilakukan oleh Subandi pada tahun 2009 dengan judul “Alat Bantu Mobilitas Untuk Tuna Netra Berbasis Elektronik” dihasilkan sebuah alat bantu elektronik yang mampu memberikan informasi jarak benda yang ada di depannya dengan output suara [1]. Pada penelitian yang dilakukan Heryanto pada tahun 2011

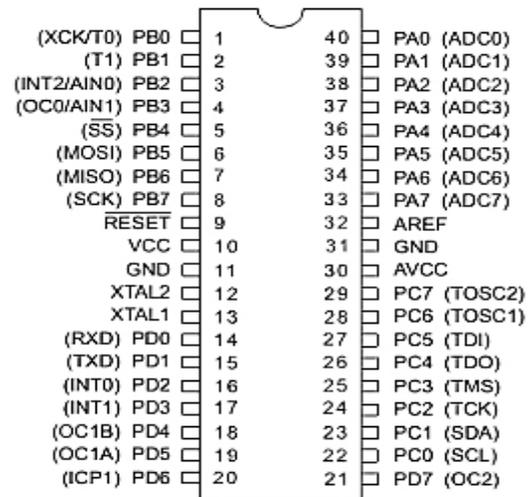
dengan judul “Aplikasi Gelombang Ultrasound Pada Tongkat Putih Untuk Peringatan Dini Bagi Penyandang Tuna Netra” dihasilkan sebuah alat bantu berupa tongkat elektronik yang mampu mendeteksi benda yang ada di depan pengguna dengan *output* getar pada tongkat [2]. Kedua sistem yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik untuk dijadikan alat bantu alternatif bagi para penyandang tuna netra, akan tetapi pada kedua sistem yang telah dibuat perlu dilakukan pengembangan dengan menambahkan sensor ultrasonik agar arah deteksi obyek lebih luas dan *output* yang dihasilkan berupa suara untuk lebih memanfaatkan indera pendengaran dalam memperoleh informasi.

Pada penelitian ini alat yang dibuat berupa kacamata elektronik untuk tuna netra berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik yang mengadopsi cara kerja robot *wall follower* yang menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi dinding yang berada di depan, kanan dan kiri. Perbedaannya yaitu pada sistem pengendalinya, jika pada robot *wall follower* yang bertugas mengambil keputusan adalah mikrokontroler yang sudah diprogram, sedangkan pada penelitian ini yang bertugas mengambil keputusan yaitu manusia sebagai *user* yang memperoleh informasi suara dari IC perekam dan putar ulang suara ISD2560.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler AVR ATmega16

Mikrokontroler ATmega16 merupakan mikrokontroler jenis AVR yang di produksi oleh *Atmel Corporation*. Mikrokontroler ATmega16 memiliki 40 buah pin dimana 32 pin dapat digunakan sebagai saluran I/O, kecepatan eksekusi mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz, memiliki ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 *channel*, 3 buah timer/counter, memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 byte, SRAM 512 byte, komunikasi serial menggunakan port USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps dan tegangan operasi 4,5 VDC s/d 5,5 VDC [3].

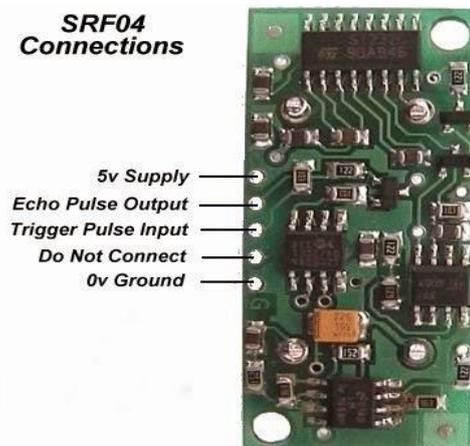


Gambar 1. Konfigurasi Pin ATmega16 (Atmel Corporation, 2010)

Mikrokontroler ATmega16 mempunyai empat buah *port* yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*. Keempat buah *port* ini dirancang sebagai jalur *bidirectional* yang dapat mengirimkan sinyal keluaran dan masukan dengan pilihan internal *pull up*. Konfigurasi pin pada mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan pada Gambar 1.

2.2 Sensor Ultrasonik SRF04

Sensor ultrasonik SRF04 adalah sensor ultrasonik yang diproduksi oleh devantech. Sensor ultrasonik SRF04 merupakan sensor jarak yang presisi. Sensor ultrasonik SRF04 dapat melakukan pengukuran jarak 3 cm sampai 3 m dan sangat mudah untuk dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan pin I/O[4]. Sensor ultrasonik SRF04 ditunjukkan pada Gambar 2.

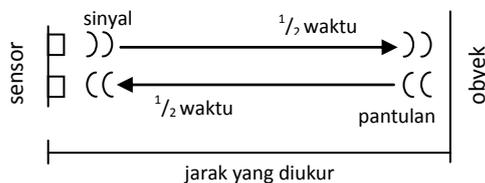


Gambar 2. Sensor Ultrasonik SRF04 (Parallax inc., 2003)

Karakteristik sensor ultrasonik SRF04 adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan 4 pin I/O
2. Kisaran pengukuran dari 3cm-3m
3. Aktif pada tegangan 5V DC

Sensor ultrasonik SRF04 bekerja dengan cara memancarkan sinyal ultrasonik sesaat. Hasil dari pemancaran sinyal ultrasonik berupa pulsa *output* yang sesuai dengan waktu pantul sinyal ultrasonik yang kembali menuju sensor. Dengan mengukur lebar pulsa pantulan tersebut maka jarak target didepan sensor dapat diketahui. Prinsip pengukuran jarak sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jarak Ukur Sensor Ultrasonik

Jarak sensor ke obyek dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \frac{(t_{IN} \times V)}{2} \quad (1)$$

Dimana:

S = Jarak sensor ke obyek yang dideteksi

T_{IN} = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)

2.3 IC ISD2560

ISD2560 merupakan sebuah *chip recorder* yang mampu melakukan perekaman dan putar ulang suara selama 60 detik. Di dalam IC ISD2560 juga sudah terdapat perlengkapan CMOS, *microphone preamplifier*, *automatic gain control (AGC)*, *antialiasing filter*, *smoothing filter*, dan *speaker amplifier* [5].

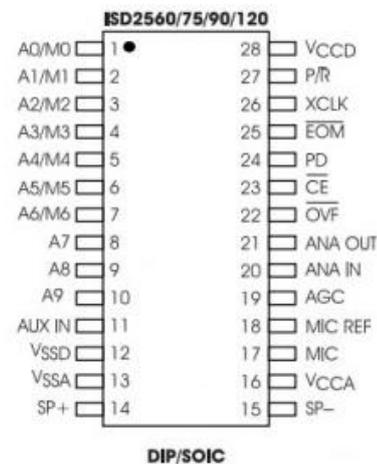
ISD2560 bisa dihubungkan dengan mikrokontroler. Jalur alamat dan jalur kendali bisa dihubungkan dengan *input/output* pada mikrokontroler dan dapat dimanipulasi untuk menampilkan variasi dari tugas. Termasuk didalamnya kumpulan pesan yang terekam, urutan pesan suara, serta pengelolaan pesan suara yang ada di dalam ISD2560. Untuk kualitas suara,

ISD2560 memiliki masukan *sampling frequency* sekitar 8.0 KHz. Contoh suara akan disimpan secara langsung ke dalam IC pada bagian *nonvolatile memory* tanpa proses digitalisasi dan kompresi.

Fitur yang dimiliki ISD2560 sebagai berikut:

1. ISD2560 mudah digunakan sebagai perekam dan putar ulang suara.
2. Memiliki kualitas yang bagus pada suara asli ataupun suara tiruan.
3. Saklar manual ataupun mikrokontroler bisa digunakan pada saat putar ulang, yaitu dengan memberikan pulsa aktivasi.
4. Memiliki durasi rekam atau putar ulang selama 60 detik.
5. Jika membutuhkan durasi yang lebih panjang, IC bisa disambungkan secara seri.
6. Jika pesan suara yang direkam ada banyak, bisa digunakan alamat-alamat yang terdapat pada ISD2560.

Konfigurasi pin pada IC perekam dan putar ulang suara ISD2560 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi pin ISD2560 (Winbond Electronics Corp.,2003)

Pada penelitian ini jenis pengoperasian yang digunakan yaitu mode pengalamatan/*address mode* maka pin A8 dan pin A9 di set rendah dengan cara menghubungkannya ke *ground*.

2.5 Bahasa C

Bahasa C yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler tidak

memiliki perbedaan dengan bahasa C yang umum, hanya saja pemrograman untuk mikrokontroler lebih sederhana dari pada pemrograman untuk komputer *desktop*. Struktur penulisan program dalam bahasa C secara umum terdiri dari empat blok yaitu *header*, deklarasi konstanta global dan/atau variabel, fungsi dan/atau prosedur, dan program. *Header* pada bahasa C berfungsi untuk memanggil file *library*/pustaka yang berekstensi *.hex* dengan menambahkan *include* didepannya [6].

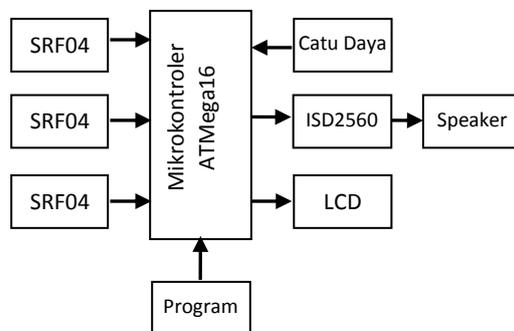
3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup identifikasi masalah, studi pustaka serta riset dan pengembangan rancangan, analisa kebutuhan, proses integrasi, pengujian, analisa hasil dan penarikan kesimpulan. Alat yang dibuat mengacu pada penelitian sebelumnya dan dilakukan pengembangan lebih lanjut.

4. PERANCANGAN

4.1 Perancangan Sistem Kerja Alat

Diagram blok sistem yang menunjukkan prinsip kerja sistem secara umum ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Alat yang dirancang pada penelitian ini dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega16, 3 buah sensor ultrasonik SRF04, IC ISD2560, LCD dan baterai (catu daya). Aplikasi yang digunakan *compiler* program yaitu CodeVision AVR, sedangkan untuk proses *upload* program ke dalam mikrokontroler menggunakan aplikasi SinaProg. Mikrokontroler ATmega16 bertugas sebagai pengendali sistem yang akan diprogram dengan menggunakan bahasa C agar dapat

menginstruksikan 3 buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi benda/obyek dan memberikan peringatan suara kepada *user* melalui *speaker/headset*. Alat yang digunakan sebagai tempat menyimpan atau perekam suara yaitu ISD2560 yang didalamnya sudah dilengkapi dengan *microphone* dan *speaker*. Sensor yang digunakan pada perancangan ini menggunakan 3 buah sensor ultrasonik SRF04 yang masing-masing mengarah ke depan, samping kiri dan samping kanan. Apabila sensor ultrasonik mendeteksi adanya suatu obyek/halangan berada di depan, di samping kiri dan di samping kanan pada jarak 100 cm dari pengguna maka *speaker* akan memberikan informasi suara berupa petunjuk arah yang terdapat obyek/halangan di sekitar pengguna. Jarak waspada ditetapkan dengan cara menguji sendiri, menganalisa dan menetapkan bahwa jarak waspada *user* terhadap obyek/benda adalah 100 cm. Sensitivitas pembacaan sensor terhadap obyek diatur dengan delay 100 μ s agar proses penyampaian informasi dapat diterima *user* lebih cepat.

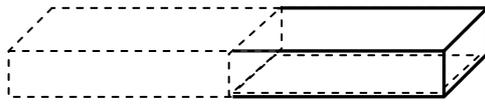
4.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahap pertama yaitu tahap perancangan mekanik alat atau membuat design alat. Tahap selanjutnya yaitu merancang 2 buah *minimum system*, pertama *minimum sistem* ISD2560 yang berfungsi sebagai alat perekam suara dan *minimum sistem* mikrokontroler ATmega16 yang berfungsi sebagai pengendali keseluruhan sistem.

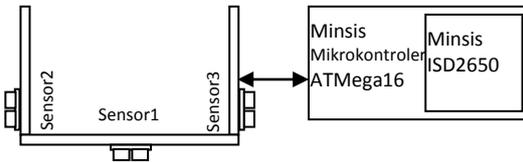
4.2.1 Perancangan Mekanik Alat

Prototipe kacamata yang dibuat menggunakan bahan yang terbuat dari plastik. Bahan tersebut di potong menjadi 2 bagian dan bagian alas juga di potong seperti terlihat pada Gambar 6. Setelah itu 3 buah sensor ultrasonik direkatkan pada bagian depan, kanan dan kiri menggunakan lem bakar. Modul mikrokontroler dan modul ISD2560 selanjutnya digabungkan hingga menjadi satu kesatuan sistem yang terhubung dengan 3 buah sensor ultrasonik yang terdapat pada kacamata. Gambar

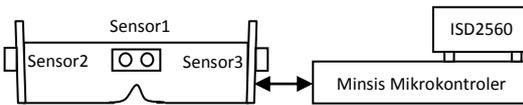
rancangan mekanik alat dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 6. Bagian dari bahan yang dijadikan prototipe kaca mata



Gambar 7. Rancangan mekanik alat (tampak dari atas)



Gambar 8. Rancangan mekanik alat (tampak dari depan)

4.2.2 Perancangan Rangkaian ISD2560

Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam proses perekaman suara menggunakan ISD2560 yaitu:

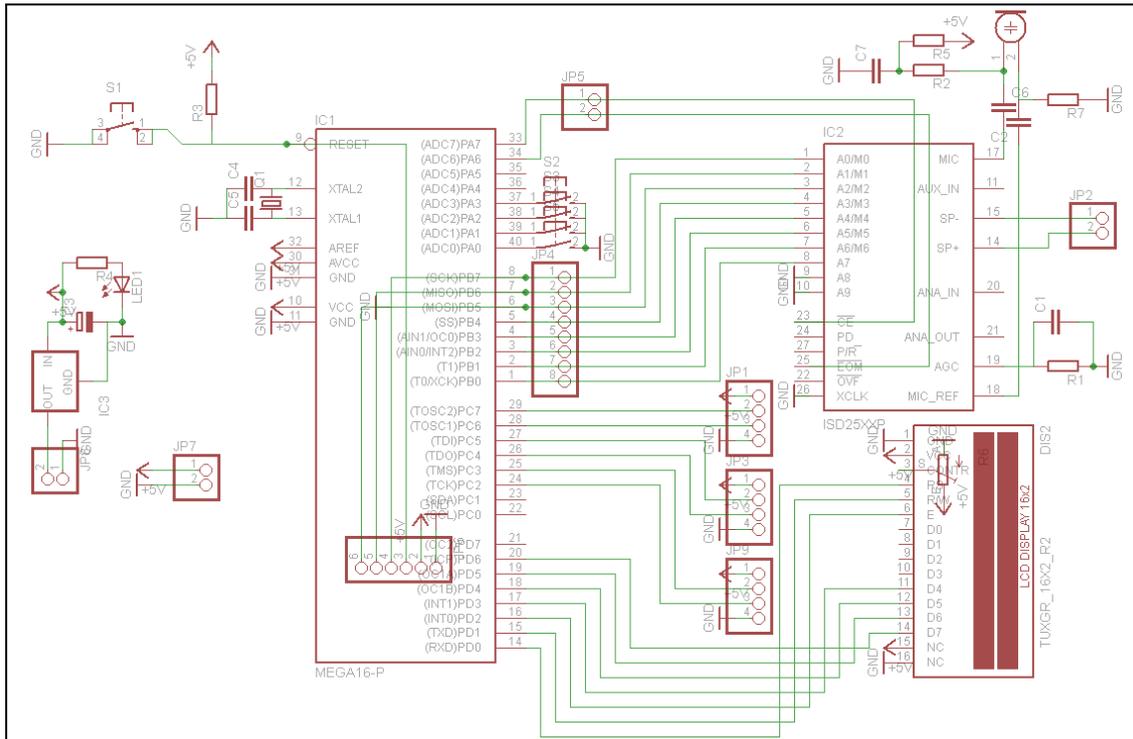
1. Menentukan jenis pengoperasian, karena pada penelitian ini jenis pengoperasian yang digunakan yaitu mode pengalamatan/*address mode* maka pin A8 dan pin A9 dihubungkan dengan ground.
2. Menentukan jenis suara dan alamat suara yang akan digunakan sebagai tempat menyimpan suara pada ISD2560 dengan cara mengatur dip switch pada pin A0–A7. Alamat perekaman suara dapat di lihat pada Tabel 1.
3. Melakukan proses perekaman. Kondisikan Pin CE dan Pin P/R berlogika tinggi sebagai aktif low dengan menekan tombol CE dan P/R secara bersamaan kemudian berikan masukan berupa suara melalui *micropophone* pada saat proses perekaman.
4. Lepas tombol P/R dan CE untuk mengakhiri proses perekaman.
5. Tekan tombol CE untuk mendengarkan suara yang sudah terekam.

6. Lakukan tahapan ke-2 sampai ke-5 secara berulang hingga semua suara yang akan direkam dapat terekam sesuai dengan alamat yang telah ditentukan.
7. Melakukan proses pengecekan suara yang terekam pada setiap alamat dengan mengatur dip switch dan menekan tombol CE untuk proses putar ulang/*playback*.

Tabel 1. Alamat perekaman pada ISD2560

No	Suara yang disimpan	Desimal	Biner
1	Depan , Kanan	0	00000000
2	Depan , Kiri	25	00011001
3	Kanan , Kiri	45	00101101
4	Depan	60	00111100
5	Kanan	75	01001011
6	Kiri	90	01011010
7	Berhenti	110	01101110

Tabel 1 menunjukkan alamat yang digunakan untuk proses penyimpanan suara pada ISD2560. Memori penyimpanan suara yang dimiliki oleh ISD2560 yaitu 256 bit alamat. 1 bit alamat mampu menyimpan suara dengan durasi 0,2 detik sehingga jika ingin menyimpan suara selama 1 detik dibutuhkan kapasitas memori sebesar 5 bit. Suara yang disimpan pada alamat desimal 0 yaitu informasi suara depan, kanan. Antara alamat suara satu dengan alamat suara lainnya diperlukan jarak/jeda waktu selama 1 detik agar tidak terjadi tumpang tindih terhadap suara yang disimpan. Untuk mempermudah penulisan program pada mikrokontroler maka data desimal dirubah menjadi data biner. Setelah proses perekaman suara selesai, selanjutnya mengintegrasikan rangkaian ISD2560 dan minimum sistem mikrokontroler menjadi satu kesatuan sistem seperti terlihat pada Gambar 9. Pin A0–A7 yang ada pada ISD2560 dihubungkan ke port PB.0–PB.7 yang ada pada mikrokontroler agar dapat memanggil suara yang sudah tersimpan sesuai dengan alamat yang telah ditentukan. Pin CE dihubungkan ke port PA.6 untuk proses *play*. Pin A8 dan pin A9 dihubungkan dengan *ground* karena menggunakan jenis pengoperasian mode pengalamatan/*address mode*.



Gambar 9. Rangkaian skematik alat

4.2.3 Perancangan Rangkaian ATmega16

Minimum sistem mikrokontroler merupakan rangkaian pengendali dari keseluruhan sistem yang dirancang. Mikrokontroler bertugas mengolah data yang diterima dari sensor ultrasonik Mikrokontroler yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu menggunakan mikrokontroler ATmega16.

Perencanaan konfigurasi pin pada minimum sistem ATmega16 dengan perangkat-perangkat I/O seperti terlihat pada Gambar 9 adalah sebagai berikut:

1. PORTA (A.7) akan dihubungkan ke PORT CE pada IC ISD2560
2. PORTB (B.0-B.7) akan dihubungkan ke PORT A0-A7 pada ISD2560 agar mengeluarkan *output* suara. Pada PORTB.5, PORTB.6 dan PORTB.7 juga akan digunakan sebagai jalur *downloader* untuk memasukkan program yang dibuat ke dalam mikrokontroler.
3. PORTC (C.2-C.7) akan digunakan sebagai jalur pengiriman dan penerimaan data dari 3 buah sensor ultrasonik SRF04.
4. PORTD (D.0-D.6) akan digunakan untuk LCD.

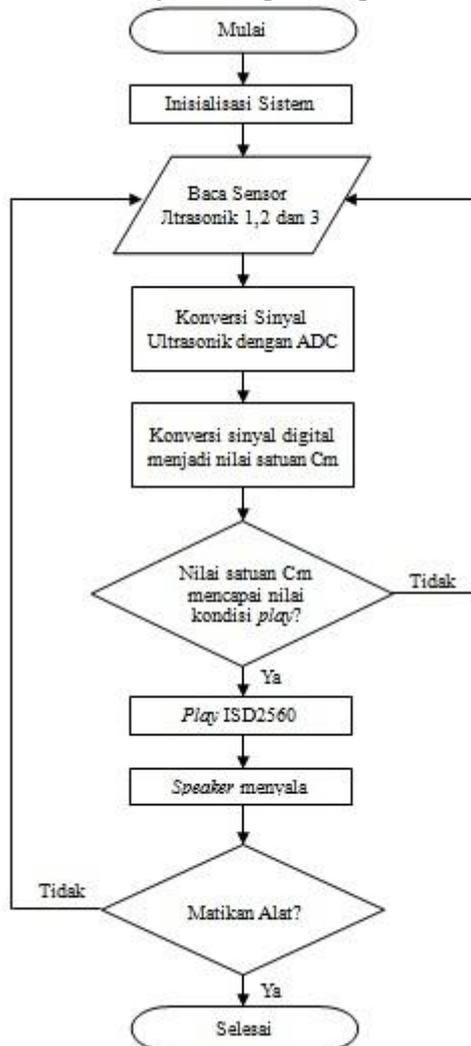
4.2.4 Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik SRF04 memiliki 4 kaki pin yang masing-masing akan terhubung dengan port yang ada pada mikrokontroler ATmega16. Pada rangkaian seperti terlihat pada Gambar 9, *pin trigger* dari tiga buah sensor ultrasonik SRF04 akan dihubungkan dengan port PC.3, PC.5 dan PC.7. *Pin echo* pada sensor ultrasonik SRF04 akan dihubungkan dengan port PC.2, PC.4 dan PC.6. Pin tegangan dan *ground* dapat disesuaikan dengan menghubungkan pin-pin tegangan dan *ground* yang tersedia di mikrokontroler.

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir perangkat lunak pada Gambar 10 menunjukkan alur kerja mikrokontroler dengan sensor ultrasonik SRF04 dan ISD2560 sebagai I/O. Mikrokontroler akan bekerja sebagai perangkat kendali sistem sesuai dengan program yang akan dituliskan melalui kode pemrograman bahasa C. Tahapan program ini dimulai dengan membaca sinyal yang diberikan oleh tiga buah sensor ultrasonik, kemudian mikrokontroler akan mengkonversi sinyal analog dari ultrasonik menjadi sinyal digital melalui ADC yang

dimiliki mikrokontroler. Selanjutnya pada program akan ditambahkan perintah untuk merubah sinyal digital yang masih berupa waktu cepat rambat gelombang dari *transmitter* ke *receiver* menjadi satuan cm yang akan ditampilkan di LCD, kemudian nilai tersebut akan di bandingkan oleh mikrokontroler dengan beberapa kondisi yang telah dituliskan pada program untuk memberikan perintah kepada ISD2560 agar memainkan suara yang telah tersimpan sesuai alamatnya masing-masing.



Gambar 10. Diagram alir perangkat lunak

4.4 Perancangan Algoritma Program

Perancangan algoritma program bertujuan untuk menentukan alur program agar mempermudah saat penulisan program dan membuat penulisan program lebih terarah. Algoritma program ini menggambarkan proses yang akan dilakukan oleh mikrokontroler pada saat menerima

sinyal masukan dari ultrasonik dan memberikan sinyal keluaran kepada ISD2560 untuk memainkan suara.

```

1. Masukkan Pin mikrokontroler yang dipakai
2. Masukkan jarak pembacaan sensor ultrasonik depan,kanan dan kiri
3. Loop
- Prosedur pilih keadaan logika sistem
- if (jarak_depan<100&&jrk_depan>0 && jarak_kanan<100&&jarak_kanan>0 && jarak_kiri<100&&jarak_kiri>0)
{
    PORTB=0B01110110;
    Play();} // "berhenti"
else if (jrk_kanan<100&&jrk_kanan>0 && jrk_kiri<100&&jrk_kiri>0)
{
    PORTB=0B10110100;
    Play();} // "kanan kiri"
else if
(jarak_depan<100&&jarak_depan>0&&jarak_kiri<100&&jarak_kiri>0)
{
    PORTB=0B10011000;
    Play();} // "depan kiri"
else if
(jarak_depan<100&&jarak_depan>0&&jarak_kanan<100&&jarak_kanan>0)
{
    PORTB=0B00000000;
    Play();} // "depan kanan"
else if
(jarak_depan<100&&jarak_depan>0)
{
    PORTB=0B00111100;
    Play();} // "depan"
else if
(jarak_kiri<100&&jarak_kiri>0)
{
    PORTB=0B01011010;
    Play();} // "kiri"
else if (jrk_kanan<100&&jrk_kanan>0)
{
    PORTB=0B11010010;
    Play();} // "kanan"
4. Apabila memenuhi kondisi yang telah ditentukan maka speaker akan aktif
5. Keluaran suara dari speaker berupa peringatan mengenai informasi arah yang terdapat halangan ataupun obyek disekitar pengguna.
    
```

Algoritma program di atas menyatakan suatu kondisi dimana mikrokontroler akan memanggil alamat suara yang tersimpan di dalam IC perekam dan putar ulang suara ISD2560 untuk mengaktifkan suara jika dari tiga buah sensor ultrasonik mendeteksi obyek/benda pada jarak kurang dari 100 cm dari *user*.

5. PENGUJIAN DAN ANALISIS

5.1 Pengujian Program

Pengujian dilakukan dengan menguji eksekusi program yang telah ditanamkan pada perangkat keras. Terdapat beberapa hal yang diujikan sebagai indikator bahwa program berjalan dengan baik yaitu sebagai berikut:

- Konfigurasi port I/O dimana port *input* pada port C, dan port output pada port B dan D.
- Tiga buah sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak obyek/halangan untuk ditampilkan di LCD.
- LCD menampilkan data berupa jarak masing-masing sensor dengan obyek/halangan dengan satuan cm.
- ISD2560 dapat memberikan informasi suara melalui *speaker/headset* sesuai dengan arah keberadaan benda/obyek.

Dari hasil pengujian program yang dilakukan, program yang dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Konfigurasi perangkat keras pada program sudah tepat. Perangkat keras seperti tiga buah sensor ultrasonik SRF04 yang berfungsi sebagai masukan pada *port C*, rangkaian IC perekam dan putar ulang suara ISD2560 yang berfungsi sebagai keluaran pada *port A* dan *port B*, serta LCD yang berfungsi sebagai keluaran pada *port D* dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler ATmega16 sesuai dengan perancangan yang sudah dibuat sebelumnya.

5.2 Pengujian Rangkaian ISD2560

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pengujian rangkaian perekaman suara menggunakan ISD2560 yaitu:

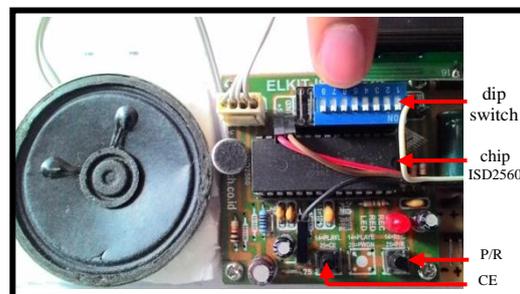
- Pin A8 dan pin A9 dihubungkan dengan *ground* karena jenis pengoprasian yang digunakan yaitu mode pengalamatan/*address mode*.
- Atur dip switch pada pin A0–A7 sesuai dengan alamat yang sudah ditentukan pada perancangan.
- Tekan tombol CE sebagai proses putar ulang/*playback* untuk mendengarkan suara yang sudah terekam.

- Lakukan tahapan ke-2 dan ke-3 secara berulang hingga semua alamat yang sudah di tentukan dapat di cek apakah suara yang keluar sesuai dengan alamat yang telah ditentukan pada saat proses perekaman.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian ISD2560

No	Pengujian	Masukan Dip Switch	Keluaran Speaker
1	Pengujian 1	00000000	Depan , Kanan
2	Pengujian 2	00011001	Depan , Kiri
3	Pengujian 3	00101101	Kanan , Kiri
4	Pengujian 4	00111100	Depan
5	Pengujian 5	01001011	Kanan
6	Pengujian 6	01011010	Kiri
7	Pengujian 7	01101110	Berhenti

Dari hasil pengujian pada rangkaian perekam dan putar ulang suara ISD2560 dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa suara dapat direkam dan diputar ulang sesuai dengan alamat yang telah ditentukan pada saat perancangan. Proses pengujian yang dilakukan dengan cara mengatur dip switch dan menekan tombol CE untuk memutar ulang suara dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Rangkaian ISD2560

5.3 Pengujian Rangkaian Sensor Ultrasonik

Tahap pengujian rangkaian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui kemampuan kinerja dari sensor ultrasonik SRF04 dalam mendeteksi obyek. Dari pengujian ini juga dapat diketahui tingkat akurasi pengukuran jarak yang dilakukan oleh sensor ultrasonik SRF04.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pengujian rangkaian sensor ultrasonik sebagai indikator bahwa sensor

ultrasonik dapat bekerja dengan baik adalah sebagai berikut:

1. Tiga buah sensor ultrasonik SRF04 dan LCD dihubungkan ke rangkaian mikrokontroler.
2. Program dimasukkan ke dalam mikrokontroler untuk mengaktifkan sensor ultrasonik SRF04 dan LCD.
3. Minimum sistem mikrokontroler dinyalakan dengan dihubungkan ke baterai
4. Melakukan pengujian pada 3 buah sensor ultrasonik SRF04 untuk mengukur jarak.
5. Melihat hasil pengukuran pada tampilan LCD dan mencatat hasil pengukuran ke dalam laporan penelitian.
6. Menghitung persentase *error*/kesalahan pengukuran dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan jarak sebenarnya untuk mengetahui tingkat akurasi atau ketepatan pengukuran jarak yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik. Untuk menghitung persentase *error*/kesalahan pengukuran sensor ultrasonik dapat dihitung dengan rumus:

$$Error(\%) = \frac{(jarak\ sebenarnya - jarak\ pembacaan\ sensor) \times 100}{jarak\ sebenarnya} \quad (2)$$

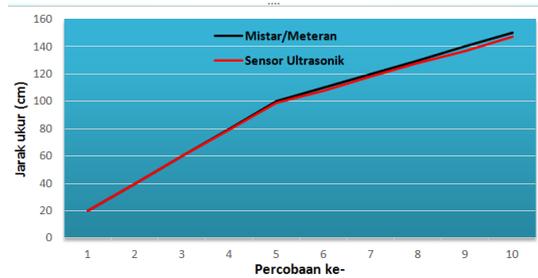
7. Menghitung rata-rata persentase *error*/kesalahan pengukuran dengan rumus:

$$Ratarata\ error(\%) = \frac{\sum nilai\ error}{jumlah\ percobaan\ yang\ dilakukan} \quad (3)$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04

No	Masukan			Keluaran			Error (%)
	Jarak Sebenarnya dengan Mistar (cm)			Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik (cm)			
	Sensor1	Sensor2	Sensor3	Sensor1	Sensor2	Sensor3	
1	20	20	20	20	20	20	0
2	40	40	40	40	40	40	0
3	60	60	60	60	60	60	0
4	80	80	80	79	79	79	1,25
5	100	100	100	99	99	99	1
6	110	110	110	108	108	108	1,82
7	120	120	120	118	118	118	1,67
8	130	130	130	128	128	128	1,54
9	140	140	140	137	137	137	2,14
10	150	150	150	147	147	147	2
Rata-rata Persentase Error							1,14

Proses analisa pembacaan sensor ultrasonic SRF04 akan lebih mudah dilakukan jika data hasil pengujian dituangkan ke dalam bentuk grafik. Dari data acuan pada Tabel 3 maka diperoleh grafik seperti berikut.



Gambar 12. Grafik hasil pengujian sensor ultrasonik SRF04

Dari grafik pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak pengukuran maka semakin besar selisih antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dibandingkan dengan jarak sebenarnya. Selisih pada hasil pengukuran merupakan nilai data *error*. Dari 10 kali percobaan didapatkan rata-rata persentase *error* sebesar 1,14%, yang mana besarnya *error* dibawah 2% sehingga masih dapat digunakan. Dokumentasi pada saat pengujian sensor ultrasonik SRF04 dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Proses pengujian sensor ultrasonik SRF04

5.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pengujian keseluruhan sistem:

1. Merakit minimum sistem dengan perangkat I/O dimana sensor1 adalah sensor ultrasonik yang mengarah ke depan, sensor2 adalah sensor ultrasonik yang mengarah ke samping kiri dan sensor3 adalah sensor ultrasonik yang mengarah ke samping kanan.
2. Menghidupkan alat yang telah di

3. Melakukan 10 kali percobaan dengan kombinasi data *random* untuk 3 buah sensor ultrasonik sebagai *input* data jarak sensor terhadap dinding.
4. Mengamati hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Pengujian	Masukan Jarak Obyek		Keluaran	
				Tampilan LCD	Kondisi Speaker
1	Pengujian 1	Sensor1	60 cm	60 cm	Aktif suara "Depan"
		Sensor2	110 cm	108 cm	
		Sensor3	110 cm	108 cm	
2	Pengujian 2	Sensor1	110 cm	108 cm	Tidak aktif
		Sensor2	110 cm	108 cm	
		Sensor3	110 cm	108 cm	
3	Pengujian 3	Sensor1	110 cm	108 cm	Aktif suara "Kanan"
		Sensor2	110 cm	108 cm	
		Sensor3	70 cm	60 cm	
4	Pengujian 4	Sensor1	110 cm	108 cm	Aktif suara "Kiri"
		Sensor2	70 cm	60 cm	
		Sensor3	110 cm	108 cm	
5	Pengujian 5	Sensor1	80 cm	79 cm	Aktif suara "Depan Kanan"
		Sensor2	110 cm	108 cm	
		Sensor3	80 cm	79 cm	
6	Pengujian 6	Sensor1	80 cm	79 cm	Aktif suara "Depan Kiri"
		Sensor2	80 cm	79 cm	
		Sensor3	120 cm	118 cm	
7	Pengujian 7	Sensor1	120 cm	118 cm	Aktif suara "Kanan Kiri"
		Sensor2	60 cm	60 cm	
		Sensor3	80 cm	79 cm	
8	Pengujian 8	Sensor1	60 cm	60 cm	Aktif suara "Berhenti"
		Sensor2	80 cm	79 cm	
		Sensor3	60 cm	60 cm	
9	Pengujian 9	Sensor1	110 cm	108 cm	Tidak aktif
		Sensor2	120 cm	118 cm	
		Sensor3	110 cm	108 cm	
10	Pengujian 10	Sensor1	70 cm	70 cm	Aktif suara "Depan"
		Sensor2	120 cm	118 cm	
		Sensor3	110 cm	108 cm	

Berdasarkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan, sistem pertama-tama akan membaca jarak ukur sensor ultrasonik terhadap obyek, kemudian jika 3 buah sensor ultrasonik mendeteksi obyek yang berada pada jarak kurang dari 100 cm maka *speaker/headset* akan menyala dan memberikan peringatan suara berupa arah dari obyek yang terdeteksi oleh sensor. Pada hasil pengujian 1 yang dapat dilihat pada Tabel 4, data jarak sensor1 = 60 cm, sensor2 = 108 cm dan sensor3 = 108 cm sehingga kondisi *speaker/headset* mengaktifkan suara "Depan". Pada hasil pengujian 3, data jarak sensor1 = 108, sensor2 = 108 dan sensor3 = 60 cm maka dihasilkan *output* suara "Kanan". Kemudian untuk pengujian 4 sampai seterusnya dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem yang mengacu pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya.

5.5 Analisis Hasil Pengujian

Dari keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakukan, prototipe kacamata elektronik untuk tunanetra berbasis mikrokontroler dengan sensor ultrasonik ini dapat berfungsi sesuai dengan perancangan sebelumnya. Alat ini dapat memberikan informasi suara berupa arah yang terdapat obyek atau halangan disekitar pengguna. Selain itu terdapat beberapa fungsi pendukung seperti LCD dan *headset* yang dapat berjalan dengan baik.

Adapun analisis pengujian sistem keseluruhan yaitu sebagai berikut:

1. **Pengujian:** Program untuk konfigurasi perangkat keras

Parameter: Perangkat keras seperti tiga buah sensor ultrasonik, ISD2560 dan LCD dapat dibaca oleh mikrokontroler sebagai perangkat masukan dan keluaran sesuai dengan fungsi masing-masing perangkat

Indikator:

- 1) Sensor ultrasonik memberikan masukan berupa data pengukuran jarak yang kemudian ditampilkan pada LCD.
- 2) LCD menampilkan data hasil pengukuran jarak dengan satuan cm.
- 3) ISD2560 merespon sinyal keluaran dari mikrokontroler dengan mengaktifkan suara yang telah tersimpan pada ISD2560 berdasarkan kondisi yang telah ditentukan.

Keterangan: Berhasil.

2. **Pengujian:** Pengujian rangkaian perekam dan putar ulang suara ISD2560

Parameter: Rangkaian perekam dan putar ulang suara ISD2560 dapat menyimpan suara sesuai dengan pengalaman yang ditentukan.

Indikator: Rangkaian perekam dan putar ulang suara ISD2560 dapat memainkan suara berupa informasi arah yang sudah tersimpan sesuai pengalaman pada ISD2560.

Keterangan: Berhasil

3. **Pengujian:** Pengujian sensor ultrasonik. **Parameter:** Sensor ultrasonik dapat memberikan data berupa hasil pengukuran jarak dari sensor ke obyek.

Indikator: Sensor ultrasonik dapat mendeteksi dan mengukur jarak obyek atau halangan dan menampilkan informasi jarak pada LCD dalam satuan cm.

Keterangan: Berhasil.

4. **Pengujian:** Pengujian keseluruhan sistem prototipe kacamata elektronik untuk tuna netra berbas mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik

Parameter: Sistem prototipe secara keseluruhan dapat berfungsi. Perangkat I/O dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan perancangan yang telah dibuat.

Indikator: Prototipe kacamata elektronik untuk tuna netra berbasis mikrokontroler dengan menggunakan sensor ultrasonik ini dapat memberikan informasi suara berupa arah yang terdapat halangan atau obyek disekitar pengguna. Secara keseluruhan alat ini bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan.

Keterangan: Berhasil.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tiap rangkaian dan pengujian sistem secara keseluruhan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Dihasilkan sebuah alat bantu berupa kacamata elektronik yang mampu mendeteksi adanya benda/halangan disekitar pengguna agar mempermudah penyandang tuna netra untuk berjalan di dalam ruangan.
- 2) Alat ini dapat melakukan pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik SRF04 dan menghasilkan suara berupa arah depan, kanan dan kiri ketika sensor ultrasonik mendeteksi benda pada jarak antara 0-100 cm di sekitar pengguna.
- 3) Suara yang dihasilkan dari alat ini dapat diatur *delay* nya melalui *coding* program.
- 4) Besarnya nilai *error* sensor ultrasonik SRF04 pada proses pengujian sebesar 1.14%, hal ini dipengaruhi oleh kualitas sensor ultrasonik yang digunakan. Besarnya nilai *error* tersebut masih dapat digunakan pada sistem atau alat.

6.2 Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan dari sistem. Saran-saran untuk penyempurnaan kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian minimum sistem sebaiknya didesain dan dibuat sekecil mungkin agar mudah dibawa dan disimpan di saku celana.
- 2) Menambah sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya lubang dan menambah sensor PIR untuk mendeteksi adanya manusia.
- 3) *Headset* dibuat 1 set dengan kacamata dan kabel *Headset* dibuat menyatu dengan kabel sensor ultrasonik.
- 4) Dalam program harus memperbanyak pustaka suara dalam ISD 2560 seperti informasi jarak dalam satuan cm sehingga informasi yang diterima pengguna dapat lebih baik.
- 5) Sensor ultrasonik yang di gunakan sebaiknya menggunakan sensor ultrasonik PING parallax karena dapat lebih meminimalisir penggunaan kabel dari minimum sistem ke kacamata karena sensor ultrasonik PING parallax hanya memerlukan 3 buah kaki pin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subandi.2009. *Alat Bantu Mobilitas Untuk Tuna Netra Berbasis Elektronik, Jurnal Teknologi Volume 2 Nomor 1*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- [2] Heryanto, M. A., & Suprijono, Herwin .2011. *Aplikasi Gelombang Ultrasound Pada Tongkat Putih Untuk Peringatan Dini Bagi Penyandang Tuna Netra, Jurnal Dian Vol.11*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro, Fakultas Teknik.
- [3] Atmel Corporation. 2010. *Atmel ATmega16 datasheet*. San Jose, California, USA.
- [4] Parallax, inc. 2003. *Devantech SRF04 Ultrasonic Range Finder*. Rocklin, California, USA.

- [5] Winbond Electronics Corp. 2003. *ISD2560/75/90/120 datasheet, revision 1.0*. Hsinchu, Taiwan.
- [6] Heryanto, M. A., & Prasetyanto, W. A. 2008. *Pemrograman bahasa C untuk mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.