

**RANCANG BANGUN GELANG TUNANETRA *MULTI VOICE* DENGAN
SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR KOMPAS BERBASIS ARDUINO
UNO**

SKRIPSI

Oleh:
SA'AD UBAIDILLAH
NIM. 16640041



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**RANCANG BANGUN GELANG TUNANETRA MULTI VOICE DENGAN
SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR KOMPAS BERBASIS ARDUINO
UNO**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)**

Oleh:

**SA'AD UBAIDILLAH
NIM. 16640041**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN GELANG TUNANETRA MULTI VOICE DENGAN
SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR KOMPAS BERBASIS ARDUINO
UNO

SKRIPSI

Oleh:
Sa'ad Ubaidillah
NIM. 16640041

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 14 Desember 2020

Dosen Pembimbing I



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 2003121001

Dosen Pembimbing II



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN GELANG TUNANETRA MULTI VOICE DENGAN
SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR KOMPAS BERBASIS ARDUINO
UNO

SKRIPSI

Oleh:
Sa'ad Ubaidillah
NIM. 16640041

Telah diperiksa dan disahkan
Pada tanggal, 30 Desember 2020

Penguji Utama	: <u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	: <u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sa'ad Ubaidillah

NIM : 16640041

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul Penelitian : Rancang Bangun Gelang Tunanetra *Multi Voice* dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kompas Berbasis Arduino Uno

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutip dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 9 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan



Sa'ad Ubaidillah
NIM. 16640041

MOTTO

“Buatlah dirimu lelah setelah lelahnya, karena lelah mu akan dibayar dengan ilmu dan lelah mu akan terkenang dalam sejarah mu”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pencipta, Penguasa Alam jagat raya yang mengatur kehidupan
di Langit dan di Bumi yang terindah, serta Pemberi Hidup dan Rahmat
“Alhamdulillah hirobbil alamiin”, Semoga Lembaran-Lembaran ini menjadikan Amal
Sholeh dan selalu bersama ridho-Mu

Junjunganku Nabi Muhammad SAW yang memberikan pelita dihati dan membawa
kesejahteraan dalam bentuk cahaya ilmu pengetahuan dan memberikan Suri Tauladan
serta Syafaatnya di Hari Kiamat

Bapak Umar dan Ibu Nur Na'imah serta segenap keluarga besar-ku untuk kasih sayang
dan dukungan serta doa yang telah diberikan selama ini sehingga saya dapat kuat
menjalani hidup jauh dari keluarga demi menggapai cita-cita

Para Dosen dan Pembimbing yang telah menunjukkan kebesaran Tuhan melalui
keindahan dan keluasan ilmu yang tak terhingga nilainya semoga berkah dan
bermanfaat di Dunia dan di Akhirat

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Gelang Tunanetra *Multi Voice* dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kompas Berbasis Arduino Uno”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakhiah, yakni Addinul Islam Wal Iman.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan proposal skripsi.
5. Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing II skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan proposal skripsi khususnya terkait integrasi penelitian dengan Al-Qur’an.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Bapak, Ibu, Kakak serta keluarga besar di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan, baik riil maupun materiel selama proses penelitian.

8. Teman-teman angkatan 2016 yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 14 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tunanetra	7
2.1.1 Definisi Tunanetra	7
2.1.2 Klasifikasi Tunanetra	8
2.1.3 Tunanetra Menurut Pandangan Islam	9
2.2 Sensor Ultrasonik	10
2.2.1 Gelombang Ultrasonik	11
2.2.2 Sistem Operasi Sensor Ultrasonik	13
2.2.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik	15
2.2.4 Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04	16
2.3 Sensor Kompas	17
2.3.1 Arah Mata Angin	18
2.3.2 Modul Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L	19
2.4 Arduino	21
2.4.1 <i>Hardware</i> Arduino	22
2.4.2 <i>Software</i> Arduino IDE	23
2.4.3 Arduino Uno	27
2.5 MP3 <i>Shield</i> VS1053	32
2.6 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16 x 2 I2C	34
BAB III METODE PENELITIAN	37

3.1	Jenis Penelitian.....	37
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.3	Alat dan Bahan.....	37
3.3.1	Alat Penelitian.....	37
3.3.2	Bahan Penelitian.....	38
3.4	Prosedur Penelitian.....	39
3.5	Tahap Perancangan Alat.....	39
3.5.1	Perancangan Perangkat Keras.....	39
3.5.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	41
3.6	Pengujian Alat.....	46
3.7	Tahap Pengambilan Data.....	47
3.8	Teknik Analisis Data.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Penelitian.....	51
4.1.1	Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno.....	51
4.1.2	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	52
4.1.3	Pengujian Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L.....	55
4.1.4	Pengujian MP3 <i>Shield</i> VS1053.....	57
4.1.5	Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16 x 2 I2C.....	60
4.1.6	Perancangan Alat Keseluruhan.....	61
4.1.7	Pengujian Karakteristik Sensor.....	65
4.1.8	Pengujian Respons <i>Time</i> Alat.....	69
4.1.9	Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	69
4.2	Pembahasan.....	71
4.3	Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an.....	75
BAB V PENUTUP		77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sensor Ultrasonik (Al-Hasan, 2017)	11
Gambar 2.2	Skema Pemantulan	13
Gambar 2.3	Proses Kerja Sistem Sensor (Sakti, 2014)	14
Gambar 2.4	Diagram Waktu Sinyal (<i>High</i> dan <i>Low</i>).....	14
Gambar 2.5	Rangkaian Dasar <i>Transmitter</i> (Sakti, 2014).....	16
Gambar 2.6	Gambar Rangkaian Dasar <i>Receiver</i> (Sakti, 2014).....	16
Gambar 2.7	Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Ardutech, 2019)	17
Gambar 2.8	Arah Mata Angin (Wikipedia, 2020).....	19
Gambar 2.9	Modul Sensor GY 271 QMC 5883L (Rassoft, 2020).....	19
Gambar 2.10	Pin pada Modul Sensor.....	21
Gambar 2.11	Blok Diagram Arduino <i>Board</i> (Ramadhan, 2017)	23
Gambar 2.12	Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE.....	25
Gambar 2.13	Tombol <i>Toolbar</i> pada Arduino IDE (Syahwil, 2013)	26
Gambar 2.14	Arduino Uno (Ramadhan, 2017)	27
Gambar 2.15	Konfigurasi Pin pada Arduino Uno (Mahalaxmi, 2019)	31
Gambar 2.16	MP3 <i>Shield</i> VS1053 (Acoptex, 2018)	33
Gambar 2.17	IC VS1053 (Acoptex, 2018).....	33
Gambar 2.18	Skema Rangkaian Arduino dengan VS1053 (Acoptex, 2018).....	34
Gambar 2.19	<i>Liquid Crystal Display</i> 16 x 2 I2C (Odunlade, 2020)	35
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 3.2	Diagram Blok Perancangan Alat	40
Gambar 3.3	Perancangan Mekanik Alat (Tampak dari Atas)	41
Gambar 3.4	Perancangan Mekanik Alat (Tampak dari Depan)	41
Gambar 3.5	Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak	43
Gambar 3.6	Diagram Alir Gerbang Logika Sensor Ultrasonik.....	44
Gambar 3.7	Diagram Alir Gerbang Logika Sensor Kompas	45
Gambar 3.8	Rentang Nilai Derajat Arah Mata Angin pada Gerbang Logika Program	46
Gambar 4.1	<i>Sketch</i> Pengujian Arduino Uno	52
Gambar 4.2	Rangkaian pengujian sensor ultrasonik	54
Gambar 4.3	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	55
Gambar 4.4	Rangkaian Skematik Pengujian Sensor Kompas.....	57
Gambar 4.5	Hasil Pengujian Sensor Kompas	57
Gambar 4.6	Pemasangan MP3 <i>Shield</i> VS1053 pada Arduino Uno	58
Gambar 4.7	Rangkaian skematik MP3 <i>Shield</i>	59
Gambar 4.8	<i>Sketch</i> Pengujian MP3 <i>Shield</i> VS1053.....	60
Gambar 4.9	Rangkaian Skematik Pengujian LCD 16 x 2 I2C	61
Gambar 4.10	<i>Sketch</i> pengujian LCD	61
Gambar 4.11	Skema Rangkaian Rancang bangun	62

Gambar 4.12	Perakitan Seluruh Komponen pada Kotak Hitam	64
Gambar 4.13	Hasil Akhir Rancang Bangun Gelang Tunanetra	64
Gambar 4.14	Grafik Regresi Linier Sensor Ultrasonik Kiri	67
Gambar 4.15	Grafik Regresi Linier Sensor Ultrasonik Depan	67
Gambar 4.16	Grafik Regresi Linier Sensor Ultrasonik Kanan	68
Gambar 4.17	Grafik Regresi Linier Sensor Kompas	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kecepatan Bunyi Berbagai Medium pada Tekanan 1 atm dan 20°C	12
Tabel 3.1	Hasil Pengambilan Data Sensor Ultrasonik HC-SR04	47
Tabel 3.2	Hasil Pengambilan Data Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L	48
Tabel 3.3	Hasil Pengujian Respons <i>Time</i> Alat	48
Tabel 3.4	Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem	48
Tabel 4.1	Hasil Pengambilan Data Sensor Ultrasonik	66
Tabel 4.2	Hasil Pengambilan Data Sensor Kompas	66
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Respons <i>Time</i> Alat	69
Tabel 4.4	Hasil Uji Fungsionalitas Sistem	69

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kode Pemrograman
- Lampiran 2. Gambar Pengujian Sensor Ultrasonik
- Lampiran 3. Gambar Pengujian Sensor Kompas
- Lampiran 4. Gambar Pengisian Ulang Baterai Rancang Bangun
- Lampiran 5. Gambar Pemakaian Rancang Bangun Tunanetra

ABSTRAK

Ubaidillah, Sa'ad. 2020. **Rancang Bangun Gelang Tunanetra *Multi Voice* dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kompas Berbasis Arduino Uno**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Tunanetra, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, Sensor Kompas, MP3 *Shield*

Seiring perkembangan teknologi mikrokontroler, alat bantu tunanetra dapat dibuat lebih canggih untuk memberi banyak informasi pada penyandang tunanetra. Tujuan dari penelitian ini ialah membuat rancang bangun gelang tunanetra *multi voice* berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik dan sensor kompas. Alat yang dirancang menghasilkan *output* berupa suara MP3 yang bervariasi meliputi suara waspada halang rintang dan suara arah mata angin. Komponen yang digunakan untuk menerjemahkan file ialah MP3 *Shield*. Hasil pengujian tiga buah sensor ultrasonik mempunyai rata-rata eror keseluruhan sebesar 0,33 %. Sensor kompas mempunyai rata-rata eror sebesar 0,13 %. Berdasarkan hasil perhitungan nilai eror, sensor mempunyai tingkat akurasi tinggi. Sensitivitas sensor ultrasonik kiri 1,0047 cm/cm; sensor ultrasonik depan dan kanan 1,0064 cm/cm; dan sensor kompas 0,9995 °/°. Sensitivitas seluruh sensor mendekati angka 1, pengambilan nilai *output* sensor mempunyai satuan yang sama dengan nilai masukannya sehingga nilai sensitivitas tersebut menunjukkan nilai masukan dan keluaran yang hampir sama. Koefisien korelasi yang ditunjukkan dari hasil pengujian ialah 1. Nilai tersebut menunjukkan hubungan yang kuat antara dua variabel pada penelitian. Hasil uji *response time* alat membutuhkan waktu 0,77 detik untuk merespons objek penghalang. Berdasarkan hasil pengujian, alat dapat bekerja sesuai perancangan dan mampu memberi informasi untuk mobilitas tunanetra.

ABSTRACT

Ubaidillah, Sa'ad. 2020. **Design a Blind Bracelet Building Multi Voice with Ultrasonic Sensor and Compass Sensor Based on Arduino Uno**. Essay. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (I) Farid Samsu Hananto, MT, (II) Erna Hastuti, M.Si

Keywords: Blind, Arduino Uno, Ultrasonic Sensor, Compass Sensor, MP3 Shield

As the development of microcontroller technology, tools can be made more sophisticated blindh to give a lot of information to the blind. The purpose of this research is to designblind bracelet multi-voice an Arduino-based Uno with ultrasonic sensor and compass sensor. Tools designed to produce The output are in the form of various MP3 sounds including obstacle alert sounds and cardinal directions. The component used to translate Mp3 files is MP3 Shield. The test results of three ultrasonic sensors have an average error overall by 0.33%. The compass sensor has an average error of 0.13 %. Based on the results of the calculation of the value error, the sensor has a high degree of accuracy. Sensor sensitivity ultrasonic left 1.0047 cm / cm; front and right ultrasonic sensors 1.0064 cm/cm; and sensors compass 0.9995 °/°. The sensitivity of the entire sensor is close to 1, taking the value the output sensor has the same unit as the input value so that the value the sensitivity shows the input and output values are almost the same. The correlation coefficient shown from the test results is 1. This value indicates a strong relationship between the two variables in the study. The result of the response time of the tool takes 0.77 seconds to respond to obstructions. Based on the test results, the tool can work according to the design and is able to provide information for the mobility of the blind.

مستخلص البحث

عبيد الله، سعد. 2020. تصميم بناء سوار أعمى متعدد الأصوات مع مستشعر بالموجات فوق الصوتية ومستشعر بوصلة **Arduino Uno**. مقال. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. مشرف: (1) فاريدي شمس هانانتو الماجستير، (2) ارنا هستوتي الماجستير.

الكلمات الرئيسية : أعمى، فئة، مستشعر فوق صوتي، مستشعر بوصلة، *MP3 Shield*

كما تطور التكنولوجيا متحكّم، وأدوات يمكن أن تكون أكثر تطوراً أعمى ساعة لإعطاء الكثير من المعلومات عن المكفوفين. الهدف من هذا البحث هو تصميم سوار متعدد الأصوات مع جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية ومستشعر البوصلة اردوينو أونو. الأدوات المصممة للإنتاج الإخراج في شكل صوت والتي تتنوع تشمل أصوات تنبيه عقبة واتجاهات أساسية. المكونات المستخدمة في ترجمة الملفات الصوتية هو أداة مشغل الموسيقى. نتائج الاختبار من ثلاثة أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية لديهما متوسط الخطأ الكلي بنسبة 0.33%. مستشعر البوصلة لديهما متوسط خطأ 0.13%. مرتكز على نتيجة حساب قيمة الخطأ، يتمتع المستشعر بدرجة عالية من الدقة. حساسية المستشعر اليسار بالموجات فوق الصوتية 1.0047 سم/سم؛ مجسات الموجات فوق الصوتية الأمامية واليمنى 1.0064 سم/سم؛ وأجهزة الاستشعار 0.9995 بوصة/°. تقترب حساسية المستشعر بالكامل من 1، مع أخذ القيمة مستشعر الإخراج له نفس وحدة قيمة الإدخال بحيث تكون القيمة الحساسية تشير إلى أن قيم الإدخال والإخراج متطابقة تقريباً. معامل الارتباط الموضح من نتائج الاختبار هو 1. تشير هذه القيمة إلى وجود علاقة قوية بين المتغيرين في الدراسة. نتائج اختبار الاستجابة الوقت الأداة يأخذ 0.77 ثانية للرد على الكائن الصورة. حاجز بناءً على نتائج الاختبار، يمكن أن تعمل الأداة وفقاً للتصميم وتكون قادرة على توفير معلومات لتقلل المكفوفين.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indera penglihatan merupakan sensor alami berupa mata yang dimiliki manusia sejak lahir. Sensor alami ini memiliki peranan penting terhadap informasi citra yang dibutuhkan manusia untuk melakukan segala aktivitasnya. Informasi citra yang dibutuhkan manusia dapat diperoleh dengan baik apabila memiliki organ penglihatan yang normal. Namun, tidak semua manusia dianugerahi indera penglihatan yang normal. Ada sebagian manusia yang mengalami gangguan penglihatan sejak lahir. Manusia yang mengalami disfungsi indera penglihatan tersebut diistilahkan sebagai penyandang tunanetra. Kondisi yang mereka alami ialah mata yang sedikit bisa melihat atau tidak bisa melihat sama sekali (buta total). Hal tersebut membuat mereka terkendala untuk berjalan dan beraktivitas sebagaimana orang normal lainnya.

Kuantitas tunanetra dari waktu ke waktu di dunia terus meningkat, jumlah penyandang tunanetra di Indonesia tahun 2010 ±3,5 Juta (Wiyono, 2012). Data terbaru dari kementerian kesehatan RI tahun 2017, jumlah penyandang tunanetra di Indonesia mencapai 1,5 % dari 250 juta penduduk, yakni sekurang-kurangnya ada 3,75 juta penyandang tunanetra (Pertuni, 2017). Dari data jumlah tersebut menandakan bahwa perlunya tindak lanjut untuk membantu penyandang tunanetra dalam beraktivitas. Salah satu tindak lanjut dalam bidang teknologi ialah menciptakan alat bantu tunanetra yang mampu memberi informasi-informasi dasar untuk berjalan ataupun kebutuhan yang lainnya.

Pada umumnya, penyandang tunanetra menggunakan alat bantu konvensional untuk beraktivitas. Untuk berjalan mereka menggunakan alat bantu berupa anjing

terlatih dan tongkat. Penggunaan anjing terlatih masih kurang fleksibel untuk bergerak sesuai arah dari kebutuhan penyandang tunanetra tersebut. Penggunaan alat bantu tongkat masih kurang praktis digunakan dan ketika di dalam ruangan tongkat rawan untuk digunakan, karena ketidak sengajaan penyandang tunanetra dalam menggunakan tongkat dapat merusak barang yang mudah pecah. Adapun untuk mengetahui informasi arah mata angin, penyandang tunanetra bertanya pada orang sekitar, seperti ketika mau beribadah atau menghafal suatu lokasi. Sehingga ketergantungan tersebut berpengaruh ketika tidak ada seorang pun di sekitar mereka.

Seiring perkembangan zaman, manusia dengan kemampuan inderanya terus melakukan penelitian terhadap peristiwa-peristiwa hukum alam yang terjadi, baik dalam hal fisika, kimia, maupun biologi. Banyak hal pengetahuan yang telah diperoleh manusia dalam memahami ciptaan Allah, salah satunya dalam bidang fisika yang berhubungan dengan listrik. Semua pengetahuan yang telah didapat tersebut kemudian dipadukan sehingga mampu membuat teknologi semakin berkembang pesat. Dalam hal ini Allah SWT. Berfirman Surat An-Nahl ayat 78 yang menjelaskan tentang karuni-Nya pada manusia sebagai bekal mencari ilmu pengetahuan, adapun ayat yang dimaksud ialah:

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُم مِّن بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ ۗ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu bersyukur” (Q.S. An-Nahl/16: 78) (Al-Qur’an, 2009).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah mengeluarkan manusia dari rahim ibunya dalam keadaan yang tidak mengetahui apapun tentang sekelilingnya. Kemudian Allah memberi manusia pendengaran, penglihatan dan mata hati sebagai bekal dalam mencari ilmu pengetahuan, agar manusia beriman kepada-Nya atas

dasar keyakinan dan bersyukur atas segala karunia-Nya (Shihab, 2002). Dari tafsir ayat tersebut, menunjukkan bahwa manusia berawal dari ketidaktahuan sehingga Allah memberi karunia indra pada manusia. Dengan kemampuan indra yang telah dikaruniakan, banyak ilmu pengetahuan yang telah berkembang. Dan indra yang telah dikaruniakan oleh Allah tersebut tak lain agar mereka beriman dan bersyukur atas ilmunya dengan saling memberi manfaat.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberi pengaruh terhadap manusia untuk bereksperimen membuat alat yang mampu menjadi *problem solver* dan menolong orang lain yang mempunyai kebutuhan khusus. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini adalah mikrokontroler. Mikrokontroler adalah keluarga mikroprosesor, yaitu sebuah chip yang dapat melakukan pemrosesan data secara digital sesuai dengan perintah bahasa *assembly* atau bahasa rakitan yang diberikan. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ini dapat diciptakan suatu alat cerdas yang bisa mengontrol komponen-komponen sesuai perancangan alat dan pemrogramannya. Salah satu aplikasi mikrokontroler yang berhubungan dengan kebutuhan penyandang tunanetra ialah, sistem pendeteksi halang rintang dan navigasi arah.

Saat ini sudah ada beberapa teknologi yang dibuat khusus untuk membantu para penyandang tunanetra agar dapat memudahkan mereka dalam beraktivitas. Pada penelitian yang dilakukan oleh Al-Hasan dkk. Pada tahun 2017 dengan judul “Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler” dihasilkan sebuah alat bantu berupa sabuk yang mampu memberikan informasi jarak benda yang ada di depannya dengan output getar (Al-Hasan dkk., 2017). Pada penelitian yang dilakukan Fergiyawan dkk. Pada tahun

2018 dengan judul “Alat Pemandu Jalan untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino” dihasilkan sebuah prototipe alat bantu tunanetra yang mampu memberikan peringatan berupa getar ketika terdapat halangan (Fergiyawan dkk., 2018). Kedua sistem yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik untuk dijadikan alat bantu alternatif bagi para penyandang tunanetra, akan tetapi pada kedua sistem yang telah dibuat perlu dilakukan pengembangan dengan menambah jumlah sensor ultrasonik agar arah deteksi objek lebih luas, sensor kompas agar penyandang tunanetra mengetahui sedang menghadap ke arah mana, dan *output* berupa suara yang bervariasi sesuai keberadaan objek penghalang .

Pada penelitian ini alat yang dirancang ialah gelang tunanetra sebagai navigator untuk mengetahui objek penghalang yang ada di sekitar dan mengetahui sedang menghadap ke arah mana. Rancang bangun alat ini menggunakan sinyal masukan dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L yang diproses oleh Arduino Uno dengan keluaran berupa suara yang bervariasi dari MP3 *shield* VS1053. Dengan diciptakannya alat ini diharapkan mampu mempermudah para penyandang tunanetra untuk melakukan aktivitasnya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana rancang bangun gelang tunanetra berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L dengan output suara dari MP3 *Shield* VS1053?

2. Bagaimana akurasi dan sensitivitas sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L yang digunakan pada gelang tunanetra serta unjuk kerja fungsi alat secara keseluruhan?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui rancang bangun gelang tunanetra berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L dengan output suara dari MP3 *shield* VS1053.
2. Untuk mengetahui akurasi dan sensitivitas sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L yang digunakan pada gelang tunanetra serta unjuk kerja fungsi alat secara keseluruhan.

1.4 Batasan Masalah

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno.
2. Sensor ultrasonik yang digunakan bertipe HC-SR04 dan berjumlah 3.
3. Sensor kompas yang digunakan bertipe GY 271 QMC 5883L.
4. Arah mata angin yang ditunjukkan oleh alat ialah empat arah angin utama (Utara, Timur, Selatan, Barat).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui perancangan alat dan pemrograman pada gelang tunanetra berbasis Arduino Uno.
2. Mengetahui tingkat akurasi dan sensitivitas data dari sensor ultrasonik dan sensor kompas pada gelang tunanetra berbasis Arduino Uno.

3. Mengetahui unjuk kerja alat dalam mengontrol data input dari sensor kemudian mengontrol output yang berupa suara notifikasi halang rintang dan notifikasi arah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tunanetra

2.1.1 Definisi Tunanetra

Definisi tunanetra menurut para ahli mempunyai beragam makna. Menurut Pemerintah Indonesia (2016) berdasarkan peraturan yang dibuatnya yakni, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 disampaikan bahwa tunanetra atau penyandang disabilitas tergolong pada penyandang disabilitas sensorik. Penyandang disabilitas sensorik ialah kondisi seseorang yang mempunyai gangguan dalam menggunakan fungsi panca indra. Persatuan Tunanetra Indonesia / Pertuni (2004) mengartikan tunanetra ialah orang yang tidak mempunyai penglihatan / buta total sampai mereka yang memiliki sedikit penglihatan tapi tidak bisa memakainya untuk membaca tulisan berukuran 12 *point* pada pencahayaan normal meskipun dengan kacamata. Menurut Wikasanti (2014) dalam bukunya yang berjudul “Pengembangan *Life Skills* untuk Anak Berkebutuhan Khusus” menyatakan bahwa Tunanetra mempunyai asal kata tuna yang berarti rusak atau rugi dan netra yang berarti mata. Jadi, tunanetra ialah orang yang mempunyai kerusakan pada organ mata. Nakata (2003) menyatakan tentang tunanetra ialah orang yang memiliki kemampuan penglihatan hampir kurang 0.3 (60/200) atau mereka yang memiliki tingkat disfungsi penglihatan yang lebih tinggi, mereka yang tidak bisa atau sulit membaca tulisan atau ilustrasi awas meskipun telah menggunakan alat bantu kaca pembesar. Efendi (2006) menyatakan bahwa tunanetra sebagai keadaan penglihatan individu yang mempunyai *visus sentralis* kurang dari 6/60 atau mereka yang tidak

memungkinkan lagi menggunakan media pembelajaran yang biasa dipergunakan oleh orang normal.

Berdasarkan uraian para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa tunanetra merupakan suatu kondisi pada individu yang memiliki kekurangan pada fungsi indra penglihatannya. Kondisi tunanetra pada umumnya ialah mereka yang tidak biasa melihat sebagian atau mereka yang secara total tidak bisa melihat. Keadaan tersebut yang menuntut para penyandang tunanetra menggunakan alat bantu dalam beraktivitas sehari – hari, seperti rancang bangun yang akan dibuat pada penelitian ini.

2.1.2 Klasifikasi Tunanetra

Klasifikasi tunanetra bisa uraikan berdasarkan tingkat fungsi dari alat indra penglihatan. Seperti yang dikatakan oleh Hallahan, Kaufman, dan Pullen (2009) bahwa tunanetra secara hukum (*Legally Blind*) diklasifikasikan menjadi dua macam, yakni buta total dan kurang penglihatan (*Low Vision*). Adapun istilah *Legally Blind* jika diartikan secara langsung dalam Bahasa Indonesia ialah buta secara hukum. *Legally blind* merupakan status kebutaan seseorang yang memerlukan proses pengukuran kemampuan penglihatan dengan menggunakan *international chat* yang disebut *Eyesight – Test*.

Kondisi buta total ialah dimana individu mempunyai penglihatan dengan ketajaman 20/200 dan memiliki jangkauan penglihatan kurang lebih 20 derajat. *Low Vision* ialah penyebutan secara pendidikan yang diartikan keadaan seseorang yang memiliki kerusakan dengan tingkatan yang tidak tergolong berat. Seseorang dengan kondisi kurang penglihatan (*Low Vision*) masih bisa menggunakan indra penglihatannya untuk membaca meskipun dengan bantuan lup atau kaca

pembesar ataupun membaca tulisan yang dicetak dengan huruf yang besar. Adapun secara medis, kondisi *Low Vision* memiliki ketajaman penglihatan diantara 20/70 – 20/200 (Hallahan, 2009).

Adapun berdasarkan penjelasan diatas dapat diketahui bahwa secara hukum kondisi kebutaan seseorang bisa diklasifikasikan menjadi buta total dan kurang penglihatan. Kondisi buta total ialah kondisi kebutaan yang sudah parah dan hanya mempunyai jangkauan penglihatan yang sempit, yakni tidak lebih dari 20 derajat. Keadaan kebutaan yang kedua ialah *Low Vision* atau individu dengan penglihatan yang kurang, namun kondisi ini tidak separah yang dialami oleh individu yang mengalami kebutaan total. Hal tersebut karena kondisi *Low Vision* masih memungkinkan penyandang tunanetra untuk membaca meskipun dengan bantuan alat pembesar.

2.1.3 Tunanetra Menurut Pandangan Islam

Muntaha (2017) menuliskan hasil bahtsul masail PWNU yang membahas tentang penyandang disabilitas bahwa mereka ialah orang-orang yang mempunyai keterbatasan, berkebutuhan khusus, atau mempunyai uzur. Tentu yang dimaksud penyandang disabilitas juga meliputi mereka yang mengalami kerusakan pada indra penglihatannya atau disebut tunanetra. Dalam pembahasannya bahwa islam meniscayakan keberadaan para penyandang disabilitas dan menyatakan keberpihakannya dengan menegasi sikap ataupun tindakan diskriminatif terhadap penyandang tunanetra (disabilitas). Seperti yang dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat An-Nur Ayat 61 yang berbunyi:

لَيْسَ عَلَى الْأَعْمَى حَرَجٌ وَلَا عَلَى الْأَعْرَجِ حَرَجٌ وَلَا عَلَى الْمَرِيضِ حَرَجٌ وَلَا عَلَى أَنْفُسِكُمْ أَنْ تَأْكُلُوا مِنْ بُيُوتِكُمْ أَوْ بُيُوتِ آبَائِكُمْ أَوْ بُيُوتِ أُمَّهَاتِكُمْ ... (النور: 61)

“Tidak ada halangan bagi tunanetra, tunadaksa, orang sakit, dan kalian semua untuk makan bersama dari rumah kalian, rumah bapak kalian atau rumah ibu kalian ...” (Q.S. An-Nur/24: 61) (Al-Qur’an, 2009).

Ayat Al – Quran di atas secara jelas menunjukkan atas ketegasan dalam konsep kesetaraan sosial antara penyandang disabilitas dan bukan penyandang disabilitas. Seperti yang dijelaskan oleh Syekh Ali As-Shabuni dalam Tafsir Ayatul Ahkam (I/406) dalam sebuah artikel yang ditulis oleh Muntaha (2017):

يَقُولُ اللهُ جَلَّ ذِكْرُهُ مَا مَعْنَاهُ: لَيْسَ عَلَى أَهْلِ الْأَعْذَارِ وَلَا عَلَى ذَوِي الْعَاهَاتِ (الْأَعْمَى وَالْأَعْرَجَ وَالْمَرِيضِ) حَرَجٌ أَنْ يَأْكُلُوا مَعَ الْأَصِحَّاءِ، فَإِنَّ اللَّهَ تَعَالَى يَكْرَهُ الْكِبْرَ وَالْمُتَكَبِّرِينَ وَيُحِبُّ مِنْ عِبَادِهِ التَّوَّاضِعَ

“Substansi firman Allah Ta’ala (Surat An-Nur ayat 61) adalah bahwa tidak ada dosa bagi orang-orang yang punya uzur dan keterbatasan (tunanetra, pincang, sakit) untuk makan bersama orang-orang yang sehat (normal), sebab Allah Ta’ala membenci kesombongan dan orang-orang sombong dan menyukai kerendahhatian dari para hamba-Nya”.

Berdasarkan penafsiran dari Syekh Ali As – Shabuni tersebut menjadi jelas bahwa tindakan diskriminasi terhadap para penyandang disabilitas merupakan sebuah kesombongan yang dikecam dalam islam sebab Allah SWT menyukai kerendahan hati dari para hamba-Nya.

2.2 Sensor Ultrasonik

Menurut Budiharto (2015) sensor ultrasonik merupakan jenis sensor yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang bunyi untuk mengetahui benda yang ada di depannya. Gelombang yang digunakan pada sensor ialah gelombang ultrasonik yang mampu merambat pada medium cair, padat, dan gas. Adapun menurut Sakti (2014) sensor ultrasonik ialah sensor yang berfungsi mengubah besaran fisis berupa gelombang bunyi (ultrasonik) menjadi besaran listrik ataupun

sebaliknya. Berdasarkan uraian tersebut, sensor ultrasonik ialah salah satu perangkat elektronika yang mempunyai fungsi kerja untuk memancarkan gelombang ultrasonik dan menerimanya kembali jika gelombang terpantul oleh benda, kemudian memproses selang waktu antara gelombang dipancarkan dan diterima untuk mengetahui nilai jarak sensor ke benda yang memantulkan gelombang tersebut.



Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik
(Al-Hasan, 2017)

2.2.1 Gelombang Ultrasonik

Menurut Sahala (2004) bahwa gelombang bunyi ialah momentum mekanik dan rambatan energi yang bergerak dan berinteraksi dengan sifat inersia dan molekul dari medium yang dilaluinya. Adapun gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi diatas 20 kHz. Disebut gelombang mekanik karena membutuhkan medium untuk merambat sedangkan yang dimaksud gelombang longitudinal ialah karena mempunyai gelombang yang bergerak sejajar dengan arah rambat nya, membentuk rapatan dan renggangan.

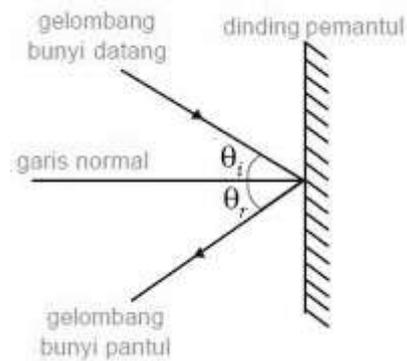
Gelombang ultrasonik bergerak dengan kecepatan tertentu. Menurut Giancoli (1996) kecepatan bunyi ditentukan oleh media perambatannya, pada medium udara (gas) dengan suhu 0°C dan tekanan 1 atm gelombang bunyi mempunyai kecepatan rambat sebesar 331 m/s. Dan kecepatan tersebut bertambah seiring dengan kenaikan suhu di setiap derajatnya. Adapun data kecepatan bunyi berdasarkan medium bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kecepatan Bunyi Berbagai Medium pada Tekanan 1 atm dan 20°C

No	Bahan	Kecepatan (m/s)
1	Udara	343
2	Udara (0° C)	331
3	Helium	1005
4	Hidrogen	1300

Gelombang bunyi berdasarkan frekuensinya dapat dibedakan menjadi tiga macam, yakni gelombang infrasonik, gelombang audiosonik, dan gelombang ultrasonik. Gelombang dengan rentang frekuensi diantara 20 Hz hingga 20.000 Hz ialah gelombang audiosonik, yang mana rentang frekuensi tersebut manusia dapat mendengarkannya. Adapun gelombang dengan frekuensi dibawah 20 Hz ialah gelombang yang dihasilkan oleh gempa bumi, gunung meletus, dan halilintar. Gelombang yang mempunyai frekuensi diatas 20 kHz ialah gelombang ultrasonik yang mana gelombang dengan frekuensi ini meskipun sampai pada telinga manusia tidak dapat mendengarnya. Gelombang dengan frekuensi tinggi hanya dapat didengar oleh hewan – hewan tertentu, seperti kelelawar dan Anjing. Dan gelombang ultrasonik sering digunakan oleh manusia pada teknologi sensor untuk mendeteksi jarak.

Salah satu sifat bunyi ialah bisa dipantulkan (refleksi). Gelombang bunyi yang merambat dari medium renggang menuju medium yang lebih rapat maka sebagian dari gelombang bunyi akan dipantulkan dan sebagian akan diteruskan (*transmisi*). Hukum yang berlaku ketika terjadi pemantulan gelombang bunyi yakni: bunyi yang datang dan dipantulkan serta garis normal terletak pada bidang yang sama, sudut pantul sama dengan sudut datang. Hal tersebut bisa dilihat seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Skema Pemantulan Gelombang Bunyi (Rizki, 2016)

Berdasarkan hukum pemantulan gelombang, jarak tempuh yang dialami gelombang berlaku dua kali lipat dari jarak sumber ke bidang pemantul. Apabila jarak antara sumber bunyi ke bidang adalah s , maka jarak tempuh gelombang ialah $2s$.

$$2s = vt \dots\dots\dots (2.1).$$

$$s = \frac{vt}{2} \dots\dots\dots (2.2).$$

Dimana: s = jarak tempuh antara sumber bunyi dan dinding pemantul (m);

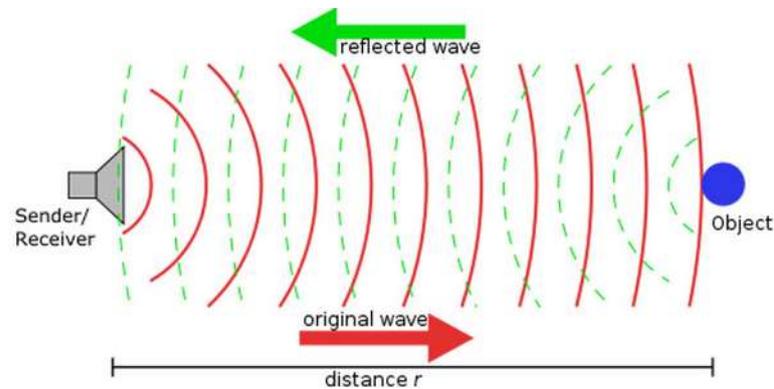
v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

t = waktu (s).

2.2.2 Sistem Operasi Sensor Ultrasonik

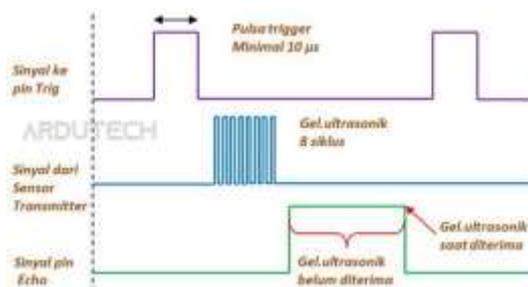
Sakti (2014) dalam artikelnya mengatakan bahwa gelombang ultrasonik yang dihasilkan dari sensor dibangkitkan dari *piezoelectric*. Pada dasar prinsip kerjanya sensor memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz. Sinyal yang ditembakkan sensor merambat di udara dengan kecepatan 344 m/s. Apabila sinyal yang dipancarkan menemui sebuah halangan/benda maka sinyal akan dipantulkan kembali menuju sensor. Seperti yang dikatakan Budiharto (2006) bahwa setelah sensor menerima sinyal maka sinyal tersebut akan diproses oleh pengontrol (mikrokontroler) untuk menghitung waktu tempuh gelombang dipancarkan hingga gelombang diterima, sehingga ditemukan nilai

waktu dan untuk menentukan jarak menggunakan rumus 2.2. Berikut ilustrasi dari kerja sensor:



Gambar 2.3 Proses Kerja Sistem Sensor (Sakti, 2014)

Adapun secara detail proses kerja sistem bisa diperhatikan pada diagram waktu sistem ketika memancarkan dan menerima kembali gelombang ultrasonik, yang mana pada perangkat pemancar (*transmitter*) terhubung dengan pin *trig* dan penerima (*receiver*) terhubung dengan pin *echo*:



Gambar 2.4 Diagram Waktu Sinyal (*High* dan *Low*) pada Sensor (Ardutech, 2019)

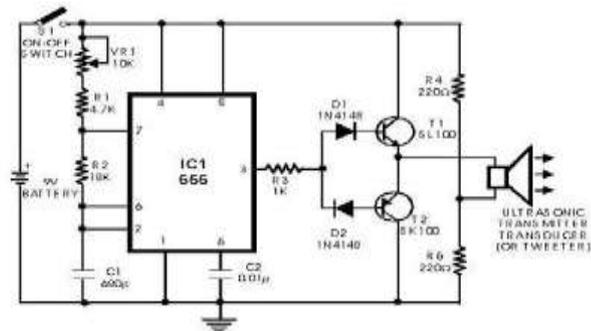
Berdasarkan gambar diatas, pin *trig* diberi sinyal *high* oleh mikrokontroler selama $10\ \mu\text{s}$ kemudian diberi sinyal *low*, yang mana pin *trig* berfungsi sebagai *trigger* (pemicu). Setelah pin dipicu dengan sinyal *high* maka bagian pemancar sensor akan menembakkan gelombang ultrasonik sebanyak 8 siklus dengan frekuensi 40 kHz dan kecepatan 344 m/s yang merambat melalui udara. ketika gelombang ultrasonik dipancarkan dan selama merambat di udara logika pada pin

echo bernilai 1 atau kondisi *high*. Ketika sinyal terpantul oleh benda, sinyal akan kembali menuju sensor dan diterima oleh penerima yang terhubung dengan pin *echo*. Pin *echo* akan berlogika 0 atau *low* ketika gelombang ultrasonik diterima dan lebar pulsa atau lama nya pin *echo* berlogika *high* sama dengan waktu tempuh gelombang dipancarkan, terpantul, hingga diterima kembali oleh sensor.

2.2.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

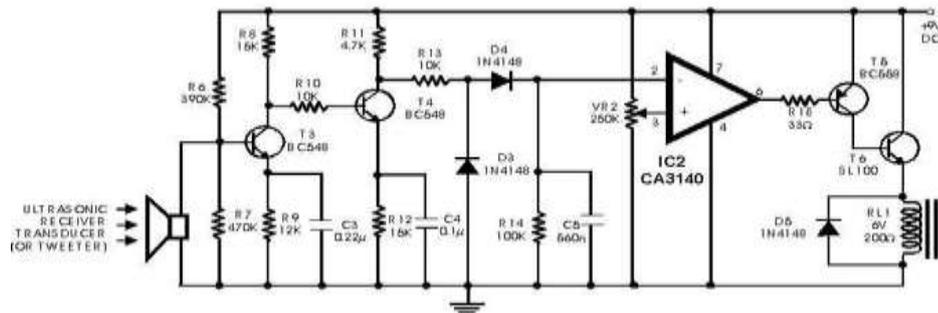
Sesuai artikel yang ditulis sakti (2014) bahwa *piezoelectric* merupakan bagian yang penting pada sensor. *Piezoelectric* merupakan bahan yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Ketika bahan *piezoelectric* diberikan regangan atau tekanan mekanis maka akan memproduksi energi listrik. Sebaliknya, ketika diterapkan energi listrik maka akan timbul regangan dan tekanan mekanis pada bahan *piezoelectric*. Bahan ini dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver* gelombang jika mempunyai mode pulsa elemen *piezoelectric* yang sama. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilator yang disesuaikan pada frekuensi yang sama pada masing-masing *transducer*-nya (*transmitter* dan *receiver*).

Transmitter merupakan alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sesuai osilator yang didesain. Gelombang ultrasonik yang dihasilkan tergantung rangkaian osilator pada alat, yang mana keluaran dari rangkaian osilator akan diteruskan ke penguat sinyal. Besar frekuensi keluaran dipengaruhi oleh komponen RLC sesuai desain osilator tersebut. Gelombang ultrasonik akan mulai dipancarkan setelah penguat sinyal memberi umpan berupa sinyal listrik pada *piezoelectric* sehingga terjadi regangan dan tekanan mekanis. Rangkaian dasar *transmitter* bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Rangkaian Dasar
Transmitter (Sakti, 2014)

Receiver merupakan alat yang digunakan untuk menerima gelombang ultrasonik dari gelombang pantulan atau gelombang langsung (*Line of Sight*) dari *transmitter*. Proses yang terjadi ialah pada saat *receiver* menerima gelombang ultrasonik dengan frekuensi yang resonan maka akan terjadi regangan dan tekanan mekanis pada elemen keramik *piezoelectric* sehingga menghasilkan sinyal listrik. Adapun rangkaian dasar dari *receiver* bisa dilihat pada gambar berikut:

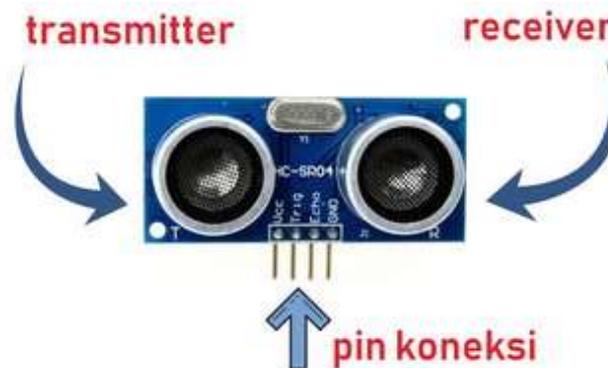


Gambar 2.6 Gambar Rangkaian Dasar
Receiver (Sakti, 2014)

2.2.4 Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04

Modul sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan salah satu modul sensor pembaca jarak di pasaran yang mempunyai harga murah dan mudah dioperasikan dengan mikrokontroler. Menurut Ardutech (2019) sensor ultrasonik dengan type HC-SR04 mempunyai kemampuan pengukuran jarak berkisar antara 3 cm sampai

300 cm. Sensor ini mempunyai beberapa bagian penting, yaitu kaki pin, *transmitter*, dan *receiver*. Adapun lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Ardutech, 2019)

Berdasarkan gambar di atas dapat diuraikan beberapa keterangan dari komponen sensor tersebut. *Transmitter* berfungsi memancarkan sinyal dan *receiver* berfungsi menerima sinyal pantulan dari *transmitter*. Terdapat empat pin, yakni pin *trig*, pin *echo*, pin *vcc*, pin *ground*. Pin *vcc* merupakan jalur koneksi untuk *power supply* +5v, pin *ground* sebagai jalur koneksi ke *power supply ground*, pin *trig* berfungsi sebagai pin pemicu (*trigger*) *transmitter* untuk memancarkan gelombang, dan pin *echo* berfungsi sebagai pin untuk mendeteksi gelombang pantul dari *transmitter*.

2.3 Sensor Kompas

Sensor kompas merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk membaca arah mata angin. Sensor ini bisa dikatakan sebagai kompas elektronik yang komponen penyusunnya tentu beda dengan kompas konvensional pada umumnya. Sensor kompas biasanya digunakan pada sistem navigasi robot untuk menentukan arah pergerakan robot. Sensor yang digunakan merupakan sensor magnetometer yang adaptif dengan medan magnet rendah seperti yang utarakan pada artikel

Sunfounder (2019) bahwa sensor kompas elektronik mampu mengubah medan magnet apapun menjadi keluaran berupa tegangan diferensial 3 sumbu (x, y, dan z). Pergeseran dari tegangan nilai output menjadi nilai mentah yang kemudian akan diproses untuk menghitung derajat dari arah sensor ataupun merasakan arah medan magnet dengan memutar sensor ke segala arah.

2.3.1 Arah Mata Angin

Arah mata angin ialah bagian penting sebagai konsepsi awal munculnya kompas, yang mana dengan adanya arah mata angin menjadi standar seseorang atau sebuah alat menghadap ke arah mana. Seperti yang disampaikan pada artikel Wikipedia (2020) bahwa arah mata angin merupakan sebuah pedoman yang digunakan untuk menentukan arah atau membaca arah. Pada umumnya arah mata angin digunakan dalam peta, kompas, dan sebuah navigasi GPS.

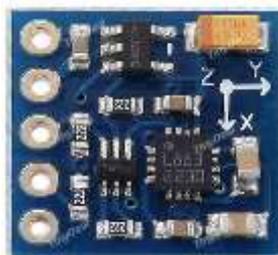
Adapun pusat mata angin mempunyai 8 arah yang urutannya sesuai dengan arah jarum jam. Delapan arah mata angin tersebut ialah utara (0°), timur laut (45°), timur (90°), tenggara (135°), selatan (180°), barat daya (225°), barat (270°), dan barat laut (315°). Dari 8 arah mata angin tersebut yang menjadi arah utama ialah utara, timur, selatan, dan barat. Adapun arah utara dan selatan menunjukkan kutub bumi sedangkan arah barat dan timur menentukan perputaran rotasi bumi (Wikipedia, 2020).



Gambar 2.8 Arah Mata Angin
(Wikipedia, 2020)

2.3.2 Modul Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L

Menurut datasheet sensor dari QST Corporation (2016) bahwa modul sensor kompas merupakan sensor magnetik dengan multi chip 3 axis. Modul sensor dirancang untuk mempunyai tegangan keluaran berupa nilai dari 3 sumbu yang masih mentah. Target dari penggunaan sensor ialah untuk aplikasi presisi tinggi seperti kompas, navigasi, robot, drone, dan smartphone. Teknologi dari sensor ini merupakan produk yang didistribusikan dari Honeywell AMR Technology. Modul sensor ini menawarkan kelebihan pada tingkat akurasi yang tinggi, *noise* yang rendah, dan konsumsi energi yang rendah. Adapun tingkat akurasi atau tingkat eror dari pembacaan sensor ialah 1 derajat hingga 2 derajat. Sensor yang mempunyai paket ukuran chip 3 x 3 x 0,9 mm ini menggunakan komunikasi I2C untuk antarmuka sensor ke mikrokontroler.



Gambar 2.9 Modul Sensor GY 271
QMC 5883L (Rassoft, 2020)

Modul sensor kompas dengan type GY 271 mempunyai 2 varian yang mana sulit untuk dibedakan secara fisik dari 2 varian tersebut. seperti yang katakan oleh

beberapa *programmer* dalam forum pemrograman di internet Dthain (2018) mengatakan bahwa type GY 271 mempunyai dua jenis chip yang berbeda yakni, QMC 5883L dan HMC 5883L. Kedua chip tersebut pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama. Hal yang membedakan diantara kedua chip tersebut ialah pada kode pemrogramannya. Chip QMC 5883L ketika digunakan dengan *library* HMC 5883L maka nilai keluarannya akan nol. Hal tersebut yang membuat *programmer* harus melakukan banyak uji coba untuk mengetahui jenis chip yang digunakan pada modul GY 271 nya. Terkait kualitas dari kedua chip tersebut Ocean Hydro (2019) pada forum *programmer* mengatakan bahwa chip QMC jauh lebih berkualitas dari pada HMC dalam hal sensitivitas sensor dan *noise*-nya. Adapun untuk menghasilkan nilai keluaran yang cukup akurat, Lechner (2019) mengatakan bahwa modul perlu dijaga se horizontal mungkin, karena sudut ke medan magnet ditentukan dari nilai baca x dan y.

Spesifikasi dari modul sensor GY 271 QMC 5883L ialah bekerja pada daya 3 volt – 5 volt DC. Sesuai namanya modul ini menggunakan chipset QMC 5883L. Komunikasi yang digunakan ialah protokol I2C. Rentang pengukuran yang dicapai ialah $\pm 1,3 - 8$ Gauss. Modul bekerja pada temperatur $-40^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$. Modul mempunyai dimensi 14,8 x 13,5 x 3,5 mm (Robotpark, 2015).

Adapun pin yang ada pada modul ialah sebanyak 5 pin. Pin VCC berfungsi sebagai pin penghubung ke anoda catu daya. Pin GND berfungsi sebagai pin penghubung ke katoda catu daya. Pin SCL berfungsi sebagai koneksi jam I2C. Pin SDA berfungsi sebagai koneksi data I2C. Pin DRDY pada perancangan tidak digunakan atau dibiarkan tidak terkoneksi (Sunfounder, 2019).



Gambar 2.10 Pin pada Modul Sensor GY 271
QMC 5883L (Rassoft, 2020)

2.4 Arduino

Arduino merupakan perangkat elektronik praktis yang banyak digunakan oleh para *programmer* baik pemula maupun profesional untuk mengontrol perangkat *input* dan *output* yang didesain. Seperti yang dipaparkan Syahwil (2013) bahwa Arduino ialah papan rangkaian elektronik atau kit elektronik yang bersifat *open source* yang mana para pengguna bisa secara bebas atau gratis mengakses perangkatnya. Arduino merupakan pengontrol yang di dalamnya ada sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Chip mikrokontroler tersebut merupakan komponen utama yang berfungsi untuk menanamkan sebuah program agar Arduino bisa membaca *input*, memproses *input*, dan menghasilkan *output* sesuai perancangannya.

Arduino mempunyai dua bagian pokok, yakni perangkat keras Arduino (*Board Arduino*) dan perangkat lunak Arduino (*Arduino IDE*). Perangkat keras Arduino merupakan bagian yang wujud berupa papan Arduino yang di dalamnya terdapat susunan perangkat elektronik dan chip mikrokontroler. *Hardware* Arduino digunakan untuk menjalankan kode pemrograman yang sudah diunggah pada chip. Perangkat lunak Arduino atau Arduino IDE ialah *software* yang dijalankan di komputer, yang mana berfungsi untuk membuat *sketch*. *Sketch* sendiri ialah susunan program kecil komputer yang diunggah pada chip mikrokontroler sehingga

Arduino dapat bekerja mengendalikan perangkat-perangkat yang terhubung dengannya sesuai kode pemrogramannya (Banzi, 2009).

Fungsi Arduino dipengaruhi oleh program yang dibuat. Bahasa pemrograman Arduino yang digunakan mempunyai kemiripan dengan bahasa pemrograman C++. Namun bahasa tersebut telah dipermudah memakai fungsi-fungsi sederhana sehingga pemula mudah untuk mempelajarinya (Maulin, 2008).

Adapun Arduino mempunyai kelebihan dibanding jenis mikrokontroler yang lain. Kelebihan dari Arduino yaitu sudah terdapat *boot loader* yang mengeksekusi terhadap proses *upload* program dari komputer sehingga perangkat tidak memerlukan chip programmer. Arduino menggunakan komunikasi USB yang mana USB sudah umum/banyak digunakan dibanding Port serial. Perangkat lunak Arduino dilengkapi dengan banyak *library* sehingga pengguna akan lebih mudah dalam membuat kode pemrograman. Arduino mempunyai banyak modul yang siap digunakan dengan menancapkan pada *board* Arduino. Seperti MP3 *shield*, *Shield* GPS, *Shield Ethernet*, *Shield* SD card dan sebagainya (Efendi, 2014).

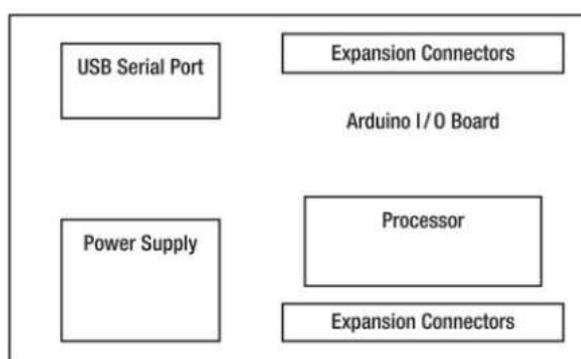
2.4.1 Hardware Arduino

Board Arduino merupakan *board* mikrokontroler kecil yang memiliki kemampuan komputer dalam chip pengontrolnya. Chip tersebut sekitar 1000 lebih hebat dari MacBook, meskipun Arduino memiliki rentang harga yang jauh lebih murah dan bermanfaat untuk membangun perangkat menarik (Banzi, 2009).

Menurut Banzi (2009) tim perancang Arduino telah menempatkan komponen-komponen yang diperlukan mikrokontroler untuk terkoneksi dan berkomunikasi dengan PC. Chip atau IC mikrokontroler yang tertanam pada Arduino mempunyai jenis yang berbeda-beda sesuai jenis Arduino tersebut. Salah

satu chip yang banyak digunakan ialah ATmega328, jantung dari *board* Arduino berwarna hitam yang mempunyai kaki 28.

Menurut Ramadhan (2017) Arduino pada mulanya dibuat dan dikembangkan di Italia tepatnya di Ivria. *Platform* tersebut terdiri dari Arduino *board*, bahasa pemrograman Arduino, shield, dan Arduino development environment. Adapun Blok Diagram Arduino *board* secara sederhana bisa dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Blok Diagram Ardino Board (Ramadhan, 2017)

2.4.2 Software Arduino IDE

Menurut Banzi (2009) bahwa Arduino IDE merupakan singkatan dari (*Intergrated Development Environment*). Software ini yang digunakan untuk membuat kode pemrograman atau *sketch*. *Sketch* dapat berfungsi untuk mengendalikan mikrokontroler setelah proses *upload* melewati *avr-gcc compiler* yang pada akhirnya bahasa pemrograman dapat dimengerti dan dijalankan oleh mikrokontroler.

Software Arduino IDE mempunyai beberapa bagian penting pada tampilannya. Bagian-bagian tersebut ialah *editor text* yang berfungsi untuk menulis kode, area pesan, area konsol, toolbar dengan tombol-tombol yang digunakan untuk fungsi umum, dan beberapa menu. Arduino *Integrated*

Development Environment terhubung dengan *Arduino board* menggunakan USB untuk mengunggah *sketch* dan untuk berkomunikasi dengan *Arduino board* (Simanjuntak, 2012).

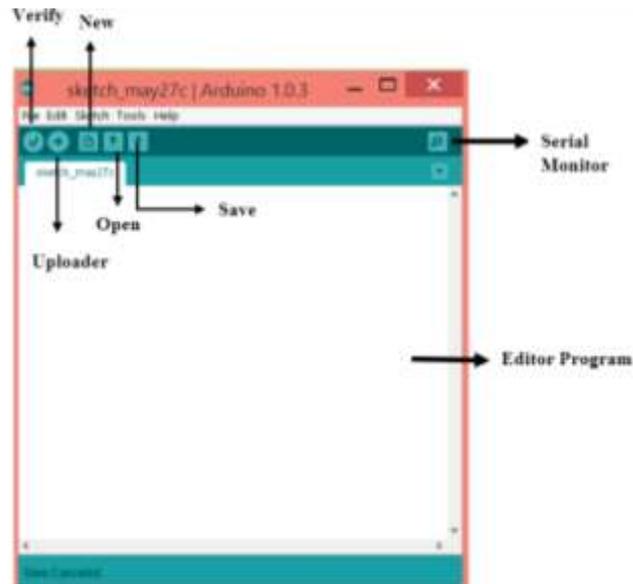
Sketch atau kode pemrograman ditulis pada editor teks, disimpan dengan file berekstensi “.ino”. ketika menyimpan atau membuka *sketch* terdapat area pesan yang menampilkan informasi atau pesan error. Pada area konsol pengguna dapat melihat pesan error jika kode program yang di-*compile software* terdapat kesalahan dan area konsol juga berfungsi menampilkan output teks dari *Arduino Integrated Development Environment*. Pada sudut kanan bawah dari jendela *software* menunjukkan jenis *board* dan *Port serial* yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* pada tampilan *software* mempunyai beberapa fungsi, yakni untuk mengecek dan mengupload *sketch*, membuat, membuka dan menyimpan *sketch*, serta menampilkan *serial monitor* (Simanjuntak, 2012).



Gambar 2.12 Tampilan *Software* Arduino IDE

Adapun secara urut fungsi tombol-tombol *toolbar* pada *software* tersebut ialah:

- a. Tombol *verify* berfungsi untuk mengecek eror pada code program.
- b. Tombol *upload* berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke Arduino *board*.
- c. Tombol *new* berfungsi untuk membuat *sketch* baru.
- d. Tombol *open* berfungsi untuk menampilkan *list* dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.
- e. Tombol *save* berfungsi untuk menyimpan *sketch*.
- f. Tombol *serial monitor* berfungsi untuk membuka *serial monitor* (Simanjuntak, 2012).



Gambar 2.13 Tombol *Toolbar* pada Arduino IDE (Syahwil, 2013)

Adapun dalam *software* Arduino mempunyai struktur dasar bahasa pemrograman yang mudah dan sederhana. Terdapat dua bagian penting dalam struktur pemrograman Arduino, yakni *Setup()* dan *Loop()*. Secara mendasar kedua bagian tersebut harus ada dalam pembuatan *sketch*. Karena keduanya mempunyai fungsi masing-masing. Berikut contoh bentuk penulisan struktur pemrograman Arduino:

```

Void setup(){
  //Statement;
}
Void loop(){
  //Statement;
}

```

Berdasarkan bentuk struktur diatas Artanto (2012) memberikan penjelasan bahwa fungsi *setup()* merupakan bagian kode pemrograman yang pada implementasinya hanya dipanggil satu kali ketika program mulai berjalan. Fungsi *setup()* berguna dalam melakukan inisialisasi mode pin, memulai komunikasi *serial*, dan melakukan *setting* awal pada kode pemrograman. *Setup()* merupakan bagian struktur pemrograman yang harus ada meskipun tidak ada kode program

yang dieksekusi. Setelah kode pemrograman pada bagian *setup()* sudah selesai dieksekusi maka proses akan lanjut ke bagian *loop()*. Adapun fungsi *loop()* ialah sebagai bagian pemrograman yang proses eksekusinya dilakukan secara berulang-ulang hingga perangkat *off*. Pada bagian *loop()* inilah yang secara aktif mengontrol *board* Arduino karena eksekusinya yang terus-menerus diulang mampu meng-update nilai input dari perangkat untuk mengendalikan output yang diinginkan dari *prototype*.

2.4.3 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan Arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Djuandi (2011) mengatakan bahwa Arduino Uno memiliki beberapa komponen penyusun, yakni terdapat 6 pin analog input, 14 pin digital *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, koneksi USB, *jack power*, *crystal* osilator 16 MHz, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Cara mengaktifkan Arduino yaitu dengan menghubungkan ke komputer melalui USB atau memberikannya tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC.



Gambar 2.14 Arduino Uno
(Ramadhan, 2017)

Berdasarkan gambar di atas Arduino Uno mempunyai bagian-bagian penting. Bagian penting tersebut ialah sebagai berikut:

- a. *USB Port* ialah bagian yang digunakan sebagai tempat mencolokkan USB untuk melakukan *upload sketch* ataupun memberikan tegangan ke *board* Arduino Uno.
- b. *DC Input* ialah bagian yang digunakan sebagai tempat untuk men-*supply* tegangan ke *board* Arduino.
- c. *Input/Output Digital* ialah *port* yang digunakan sebagai *input* dan *output* dari data *digital*.
- d. *Reset Button* merupakan tombol yang berfungsi untuk me-*restart* program yang berjalan pada *board* Arduino Uno.
- e. ATmega328 ialah *chip* mikrokontroler yang digunakan sebagai otak dari Arduino Uno.
- f. *Input Analog* ialah *port* yang digunakan sebagai input dari data analog.

Adapun pada versi Arduino yang mempunyai IC ATmega328 mempunyai nama “Uno” pada akhirnya. Kata “Uno” merupakan bahasa Italia yang berarti satu. Nama uno tersebut digunakan sebagai penanda peluncuran Arduino Uno versi 1.0 yang mana versi tersebut akan menjadi model referensi dari Arduino karena mempunyai serangkaian *board* USB Arduino yang terbaru (Simanjuntak, 2012).

1. Pin *Input* dan *Output* pada Arduino Uno

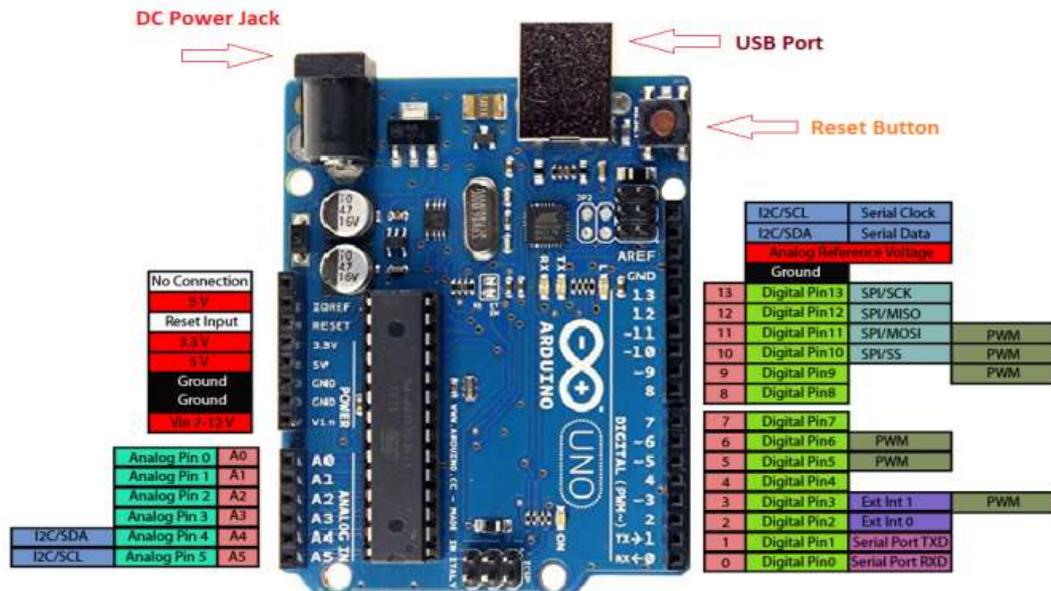
Arduino Uno mempunyai pin-pin yang fungsionalnya vital untuk mengeksekusi program dan menjalankan prototipe. Pada Arduino Uno terdapat 20 pin yang berfungsi sebagai koneksi data untuk input dan output. Terdapat 14 pin yang berfungsi sebagai pin data *digital* dan 6 pin yang berfungsi sebagai pin data *analog*.

Menurut Simanjuntak (2012) bahwa dari 14 pin digital pada Arduino Uno bisa digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalRead()*, dan *digitalWrite()*. Pada *board* Arduino Uno, 14 pin tersebut ditunjukkan dengan nomor 0 sampai 13. Adapun setiap pin tersebut beroperasi pada tegangan 5 *volt* dan mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40mA. Setiap pin memiliki resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 Kohm. Selain sebagai pin input dan output digital, 14 pin tersebut mempunyai beberapa fungsi lain sebagai berikut:

- a. Komunikasi serial: pada pin 0 digunakan sebagai penerima (RX) dan pin 1 digunakan sebagai pengirim (TX) data secara serial.
- b. External interrupt: pada pin 2 dan pin 3 bisa di konfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- c. *Pulse-Width Modulation* (PWM): pada Pin *digital* bernomor 3,5,6,9,10 dan 11 menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*. Dengan kata lain 6 pin *digital* tersebut bisa diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuatnya pada program IDE.
- d. *Serial Peripheral Interface* (SPI): pada pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK). Pin tersebut mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI library*.
- e. LED: pada pin 13 terdapat *built-in* LED yang terhubung ke pin *digital* tersebut. Ketika pin berlogika *HIGH* maka LED akan menyala, sebaliknya ketika pin berlogika *LOW* maka LED akan padam.

Arduino Uno mempunyai 6 pin *analog input* yang diberi label A0 sampai A5. Adapun setiap pin *analog* tersebut menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin *analog* tersebut akan mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga (5V), akan tetapi bisa diganti nilai batas atasnya menggunakan pin AREF dengan fungsi *analogReferences()* (Simanjuntak, 2012).

Menurut Artanto (2012) bahwa pada 6 pin *analog* Arduino Uno dapat difungsikan sebagai pin *digital output* tambahan selain 14 pin *digital* yang sudah ada. Adapun untuk mengubah pin *analog* menjadi pin *digital output* cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Pada *board* Arduino Uno pin *digital* bernomor 0 – 13 sehingga 6 pin *analog input* (A0 – A5) diubah menjadi pin 14 - 19 untuk menjadi pin *digital output*. Dengan kata lain pin *analog input* A0 – A5 dapat berfungsi sebagai pin *digital output* 14 – 19.



Gambar 2.15 Konfigurasi Pin pada Arduino Uno (Mahalaxmi, 2019)

2. Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Board Arduino Uno dapat bekerja dengan sumber daya dari komputer melalui USB port atau menggunakan AC adaptor 9 volt yang dicolokkan ke *power jack*. Apabila tidak ada daya yang melalui *power jack* maka papan Arduino Uno akan mengambil daya dari USB port yang terhubung. Akan tetapi jika secara bersamaan USB *port* dan AC adaptor terkoneksi maka papan Arduino Uno akan memilih sumber daya dari AC adaptor secara otomatis (Istiyanto, 2014).

Papan Arduino Uno bisa bekerja dengan tegangan mulai dari 6 volt sampai 20 volt. Apabila Arduino diberikan tegangan dibawah 7 volt maka pin 5V akan memberikan tegangan dibawah 5 volt, namun Arduino akan bekerja tidak maksimal atau tidak stabil. Jika Arduino diberikan tegangan di atas 12 volt maka Arduino Uno akan cepat panas untuk proses penstabilan tegangan dan hal tersebut dapat membuat Arduino cepat rusak. Adapun tegangan yang

direkomendasikan untuk papan Arduino Uno ialah berkisar antara 7 *volt* sampai 12 *volt* dengan tegangan yang paling stabil ialah 9 *volt* (Simanjuntak, 2012).

Pada papan Arduino terdapat beberapa pin yang berfungsi sebagai pin tegangan, pin-pin tersebut sebagai berikut (Simanjuntak, 2012):

- a. Vin merupakan pin yang berfungsi mengalirkan sumber tegangan ke Arduiono Uno ketika memakai sumber daya luar. Sumber tegangan bisa disediakan melalui pin tersebut apabila sumber daya yang dipakai untuk Arduino Uno dialirkan melalui soket *power*.
- b. 5V ialah pin yang berfungsi menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 *volt* yang berasal dari regulator tegangan pada Arduino Uno.
- c. 3V3 merupakan pin yang berfungsi menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 *volt* yang berasal dari regulator tegangan pada Arduino Uno.
- d. GND ialah pin yang berfungsi sebagai *ground*.

2.5 MP3 Shield VS1053

Modul MP3 *Shield* merupakan sebuah perangkat yang berfungsi membuat Arduino Uno mampu memutar *file* musik. Modul tersebut memungkinkan pengguna untuk menjadikan Arduino sebagai MP3 *player* sehingga bisa digunakan untuk membuat *project* mikrokontroler yang memiliki *output* suara. Adapun contoh *project* yang bisa digunakan dengan Modul MP3 *shield* ini ialah jam dinding berbunyi, ucapan selamat pada pengunjung swalayan, sensor parkir dengan informasi jarak yang lebih spesifik, alarm jam sholat, dan bel sekolah otomatis.



Gambar 2.16 MP3 *Shield* VS1053
(Acoptex, 2018)

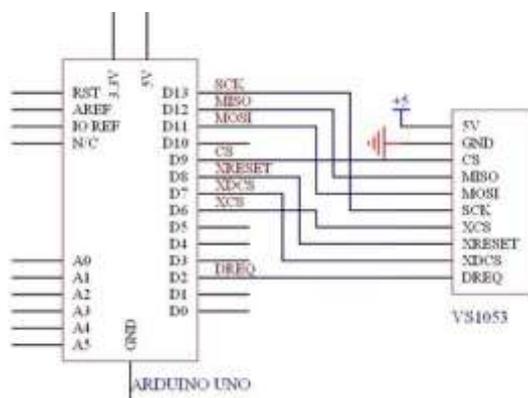
MP3 *Shield* merupakan perangkat yang dirancang dengan basis IC VS1053 yang diproduksi oleh VLSI *Solution*. *Chip* VS1053 merupakan *prosesor codec* MP3 yang dapat mendekodekan banyak format musik, diantaranya audio Ogg Vorbis, MP3, MPEG 1 & 2, AAC, WMA, FLAC Audio Lossless, WAF, dan MIDI. Selain bisa memecahkan banyak kode format suara, VS1053 bisa melakukan perekaman dalam 3 jenis format audio, yakni dari PCM 16-bit lossless, IMA ADPCM, dan Ogg Vorbis yang sangat terkompresi, akan tetapi masih berkualitas bagus. Adapun VS1053 memiliki beberapa fitur, yakni mampu melakukan pemrosesan spasial *Ear Speaker* yang digunakan untuk menyimulasikan pengeras suara stereo dalam sebuah ruangan, menggunakan antarmuka SPI secara *real-time*, mempunyai perangkat mikrofon untuk merekam, indikator daya, *slot* kartu mikro SD, dan catu daya tunggal +5 VDC (Acoptex, 2018).



Gambar 2.17 IC VS1053
(Acoptex, 2018)

Menurut Rawashdeh (2014) modul mp3 shield ini berkerja sebagai pemutar musik dengan menambahkan kartu mikro SD pada MP3 *Shield*. Modul tersebut mampu menggunakan mikro SD yang berkapasitas hingga 32 GB. Pada prinsip

kerjanya Modul MP3 *Shield* VS1053 akan dikontrol oleh Arduino dengan kode pemrograman yang sudah dirancang sehingga perangkat dapat memanggil *file* musik yang ada dalam kartu mikro SD. Cara penggunaan modul ini cukup dengan memasangnya di atas papan Arduino Uno, hal tersebut cukup simpel dibanding menggunakan papan *breakout* mp3 kecil yang harus menggunakan banyak kabel *jumper*. Adapun beberapa pin yang terhubung antara VS1053 dengan mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.18 sebagai berikut:



Gambar 2.18 Skema Rangkaian Arduino dengan VS1053 (Acoptex, 2018)

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2 I2C*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu perangkat elektronika yang berfungsi sebagai penampil kerja sistem. Seperti yang dikatakan Albert (1999) LCD ialah jenis media *display* yang memakai kristal cair sebagai penampil utama. Pada perkembangannya LCD telah digunakan untuk berbagai alat elektronik, misalnya kalkulator, jam tangan digital, ponsel genggam zaman dulu.

Liquid Crystal Display 16 x 2 merupakan modul LCD yang banyak digunakan oleh para *programmer* untuk menampilkan hasil kerja *project*-nya. tipe LCD 16 x 2 ialah LCD yang memiliki 2 baris dan 16 kolom untuk menampilkan karakternya, sehingga ada 32 karakter yang secara bersamaan bisa ditampilkan pada

layar LCD tersebut. Untuk mengendalikan kinerja LCD, perangkat menggunakan *chipset* HD44780 sebagai mikrokontrolernya.



Gambar 2.19 *Liquid Crystal Display* 16 x 2 I2C (Odunlade, 2020)

Pada pemasangan LCD dengan Arduino Uno, pin-pin yang ada pada LCD 16 x 2 bisa secara langsung dipasang sesuai *datasheet* dari alat ataupun menggunakan modul tambahan berupa modul I2C. Penggunaan modul I2C pada LCD dinilai lebih efisien terhadap penggunaan pin Arduino Uno. Hal tersebut dikarenakan modul I2C hanya membutuhkan 4 buah pin, yakni pin VCC, GND, SDA, SCL. Model pemasangan modul I2C dengan LCD 16 x 2 bisa dilihat pada gambar 2.19. Adapun terkait pemrograman pada LCD, *programmer* tidak dituntut untuk memahami secara mendalam karakteristiknya. *Programmer* bisa menggunakan *library* khusus untuk pemrograman LCD. *Library* tersebut secara mudah bisa diperoleh pada banyak situs *web* yang membahas terkait pemrograman Arduino IDE.

LCD mempunyai banyak *pixel* pada satu buah kristal cair sehingga perangkat mampu menampilkan karakter ASCII yang berupa campuran huruf dan angka secara sekaligus baik berwarna ataupun tidak berwarna. Adapun modul LCD 16 x 2 I2C mempunyai spesifikasi sebagai berikut (Manik, 2015):

- a. Mempunyai 16 x 2 karakter yang bisa ditampilkan.
- b. Mempunyai 5 x 7 *dot-matrix cursor*.
- c. Mempunyai 192 macam karakter.
- d. Mempunyai 80 x 8 bit *display* RAM (Maksimal 80 karakter).
- e. LCD mampu melakukan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- f. LCD dibangun oleh osilator lokal.
- g. Sumber tegangan 5 *volt*.
- h. Saat tegangan dihidupkan LCD akan otomatis *reset*.
- i. LCD bekerja pada suhu 0°C hingga 55 °C.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah rancang bangun. Rancang bangun yang dibuat adalah gelang tunanetra berbasis mikrokontroler (Arduino Uno) menggunakan sensor jarak (ultrasonik HC-SR04) dan sensor kompas (GY 271 QMC 5883L) dengan keluaran suara dari MP3 *Shield* VS1053. Hasil akhir yang diharapkan dari rancang bangun ini adalah sebuah alat yang dapat memberi informasi dan atau notifikasi ketika terdapat benda (halangan) yang ada di depan, di kanan, dan di kiri pengguna (tunanetra) serta memberi informasi empat arah mata angin sesuai realitas arah ketika alat ini digunakan dengan informasi berupa suara.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan September sampai bulan Oktober tahun 2020. Adapun tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi (Gedung BJ. Habibie) Kampus UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

1. Solder
2. Glue Gun
3. Gunting
4. Pisau cutter
5. Penggaris
6. *Roll* Meter

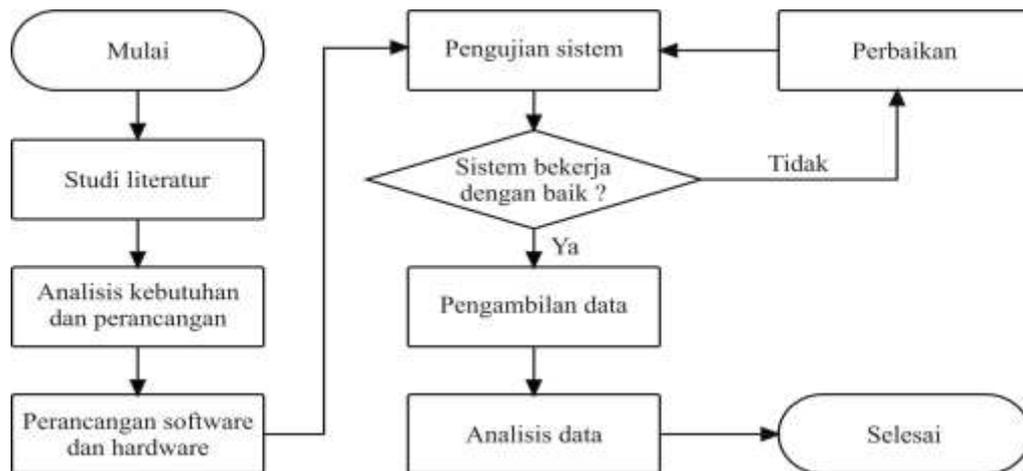
7. Kompas Android
8. Kabel USB
9. Laptop (Windows 10)
10. *Software* IDE Arduino 1.8.13
11. *Software* Fritzing

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Arduino Uno
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04
3. Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L
4. MP3 *Shield* VS1053
5. *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 I2C
6. Kabel Jumper
7. Timah
8. Glue Stick
9. Baterai ICR 18650
10. Saklar
11. Modul *charger* TP4056
12. Speaker (*Headset*)
13. Gelang jam
14. *Box* X3 (10 cm x 7 cm x 4 cm)
15. Memori *micro* SD
16. Sekrup

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun penelitian rancang bangun gelang tunanetra berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kompas GY 271 QMC 5883L dengan *output* suara dari MP3 *Shield* VS1053 ini meliputi beberapa tahap yang dipaparkan pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Tahap Perancangan Alat

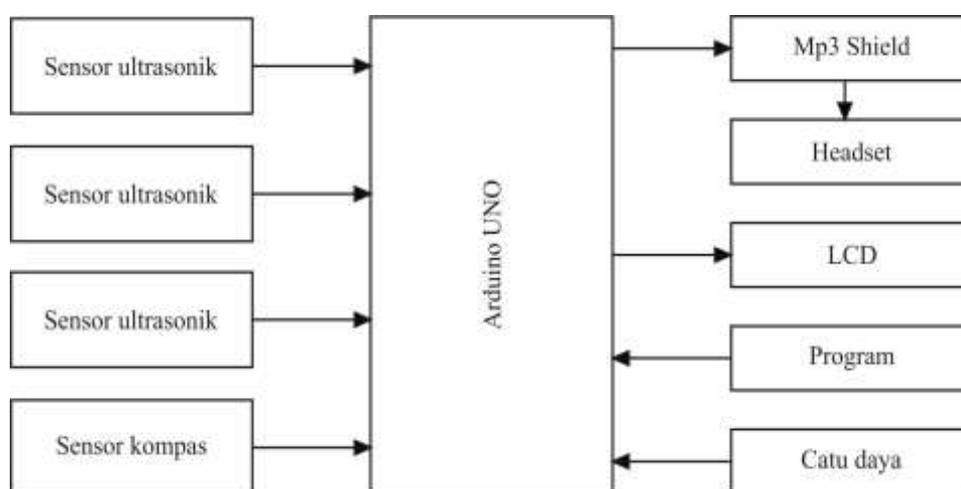
Adapun tahap perancangan alat ini meliputi dua tahap, yakni tahap perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) kemudian tahap pembuatan sistem perangkat lunak (*software*).

3.5.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini merupakan proses mewujudkan hasil studi literatur dan analisis kebutuhan dari rancang bangun gelang tunanetra. Perancangan perangkat keras terdiri dari dua tahap yakni, tahap perancangan sistem perangkat keras dan tahap perancangan mekanik alat.

Perancangan sistem perangkat keras pada penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yakni sistem perangkat *input*, kontrol, dan *output*. Sistem perangkat *input*

meliputi tiga buah sensor ultrasonik HC-SR04, sensor kompas GY271 QMC 5883L, dan catu daya. Sistem perangkat kontrol yang digunakan ialah Arduino Uno. Sistem perangkat *output* meliputi *liquid crystal display* (LCD) dan MP3 *Shield* VS1053 yang kemudian diteruskan ke *headset*. Sistem kerja perangkat keras didukung oleh program yang di-*input*-kan pada Arduino Uno dan seluruh perancangan tahapan sistem kerja perangkat bisa dilihat pada diagram blok perancangan alat berikut:

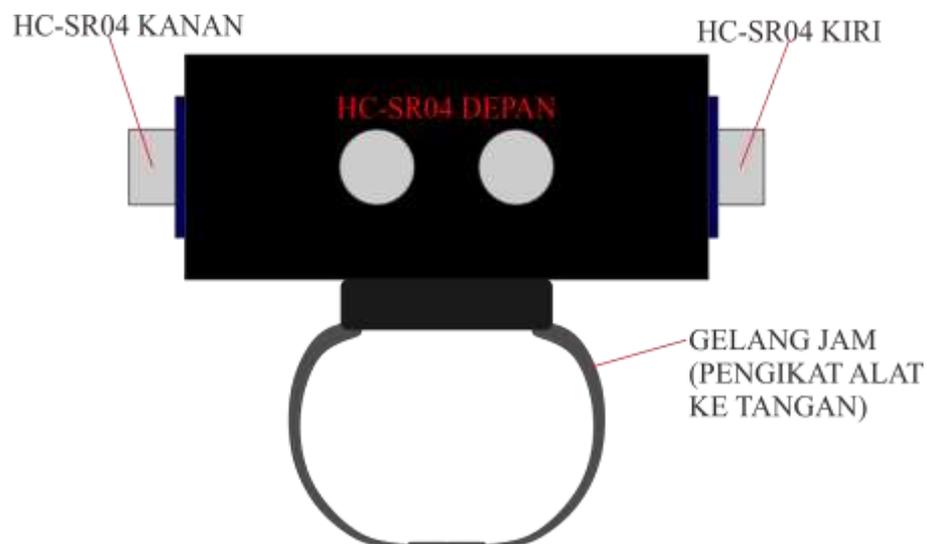


Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Perancangan mekanik alat adalah proses pembuatan kerangka sebagai media pemasangan sistem perangkat keras sehingga rancang bangun gelang tunanetra bisa digunakan. Adapun desain perancangan mekanik alat dapat dilihat pada gambar 3.3 dan gambar 3.4 ini.



Gambar 3.3 Perancangan Mekanik Alat
(Tampak dari Atas)



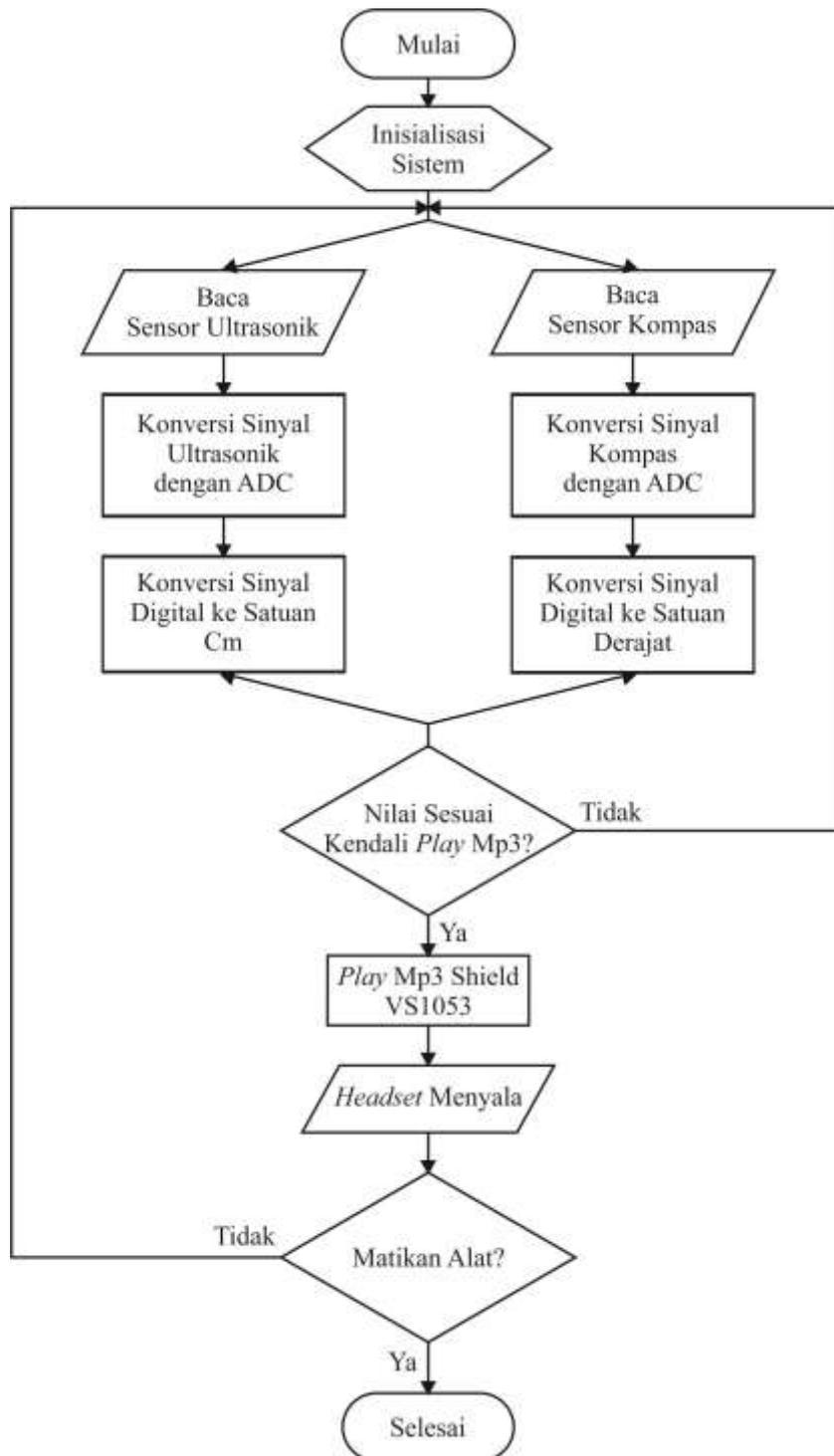
Gambar 3.4 Perancangan Mekanik Alat
(Tampak dari Depan)

3.5.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada Penelitian rancang bangun gelang tunanetra ini menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk tahap perancangan perangkat lunak. Aplikasi atau *software* tersebut merupakan bawaan dari pabrik Arduino yang bisa di akses melalui *website* “www.Arduino.com”. Aplikasi ini digunakan untuk merancang sistem kerja kontrol dengan susunan kode pemrograman berbahasa C. Pada tahap

pengoperasian aplikasi ini membutuhkan beberapa *library* sesuai perangkat keras yang digunakan. Secara *default software* Arduino IDE yang di-*instal* sudah terdapat *library* umum yang bisa langsung digunakan, namun untuk perangkat unik yang tidak ditemukan *library*-nya bisa didapatkan pada banyak *website* yang membahas pemrograman Arduino.

Diagram alir perangkat lunak pada penelitian ini merupakan alur kerja sistem mikrokontroler dengan seluruh perangkat I/O. Mikrokontroler digunakan untuk mengatur alur kerja sistem setelah kode pemrograman diunggah pada *chip* mikrokontroler. Adapun alur program dimulai dari proses inisialisasi *library* dan variabel-variabel umum program, kemudian secara teknis kerja mikrokontroler membaca sinyal *analog* yang diperoleh dari tiga sensor ultrasonik dan sensor kompas. Sinyal *analog* yang terbaca akan dikonversi menjadi sinyal *digital* dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang terdapat pada mikrokontroler. Sinyal *digital* dari sensor ultrasonik dirubah menjadi satuan jarak cm dan sinyal *digital* dari sensor kompas dirubah menjadi satuan derajat, kemudian hasil baca sensor ditampilkan pada LCD. Jika nilai yang diperoleh dari sensor sesuai dengan gerbang logika yang dirancang maka mikrokontroler akan menjalankan MP3 *Shield* dan mengeluarkan suara melalui perangkat *headset*. Jika nilai yang keluar dari sensor tidak ada yang sesuai dengan gerbang logika program maka MP3 *Shield* akan *Off* dan sensor akan terus *looping* atau bekerja selama mikrokontroler masih aktif atau diberi *supply* daya.

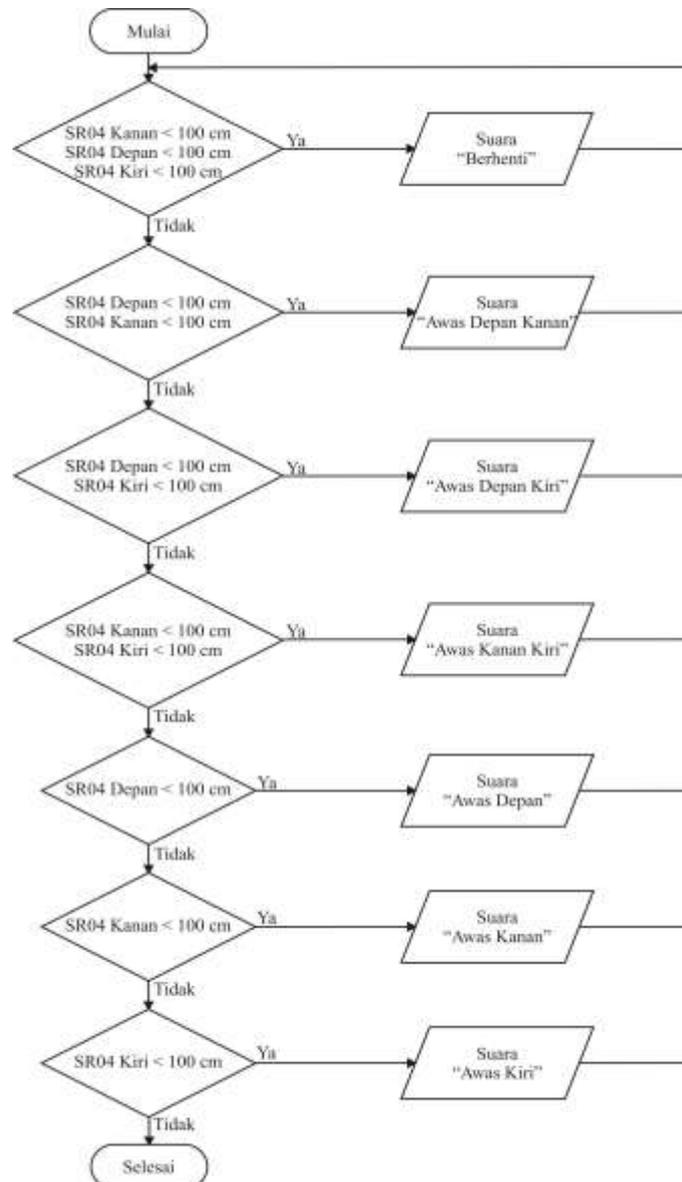


Gambar 3.5 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak terdapat dua jenis gerbang logika yang mengatur kinerja perangkat *output* oleh mikrokontroler, yakni gerbang logika sensor ultrasonik dan sensor kompas. Gerbang logika yang dirancang bertujuan

untuk mempermudah penulisan kode program pada *software* Arduino IDE.

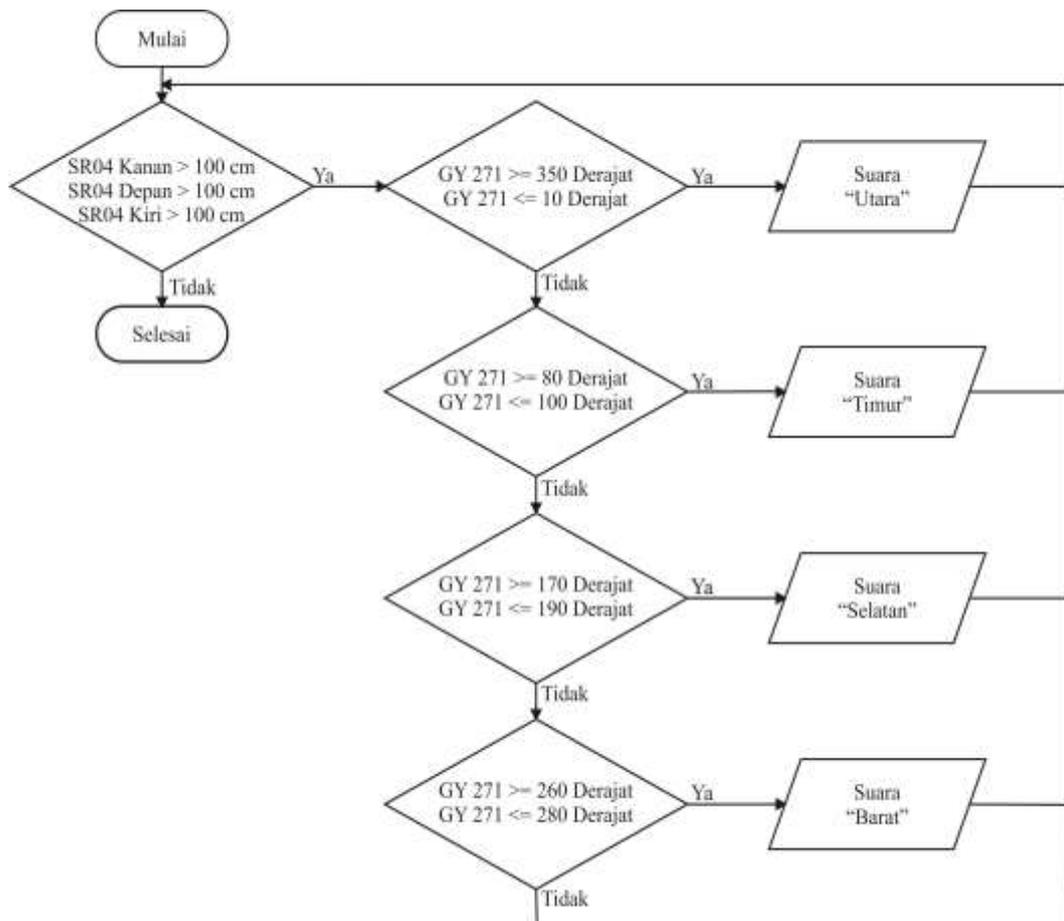
Adapun gerbang logika yang dimaksud bisa dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Alir Gerbang Logika Sensor Ultrasonik

Diagram alir gerbang logika diatas menyatakan bahwa mikrokontroler akan mengaktifkan perangkat MP3 *Shield* ketika nilai sensor ultrasonik yang terbaca menunjukkan nilai kurang dari 100 cm. Jumlah variasi suara yang digunakan pada rancang bangun ini ada tujuh, yakni suara berhenti, awas depan kanan, awas depan kiri, awas kanan kiri, awas depan, awas kanan, dan awas kiri. *File* suara

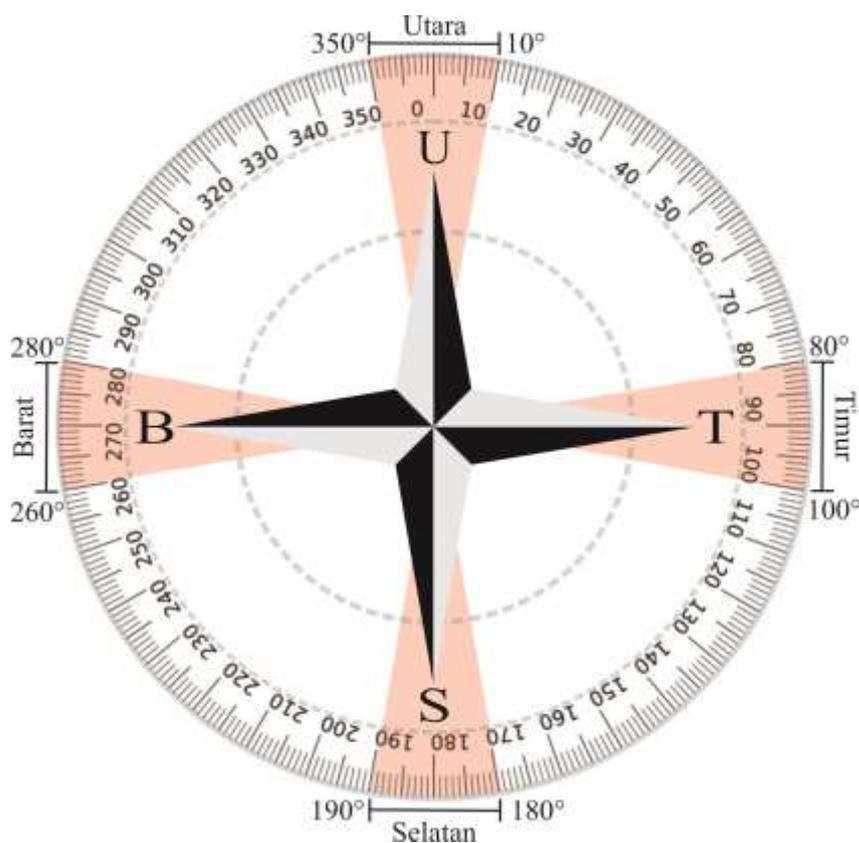
yang digunakan program disimpan pada *Micro SD* yang dipasang pada *MP3 Shield*. Adapun jarak waspada *user* ditentukan dengan cara menguji sendiri, menganalisa, dan menetapkan bahwa jarak waspada *user* ialah kurang dari 100 cm.



Gambar 3.7 Diagram Alir Gerbang Logika Sensor Kompas

Diagram alir di atas menunjukkan perancangan gerbang logika sensor kompas dimana mikrokontroler akan mengaktifkan kinerja *MP3 Shield* jika nilai yang terbaca sensor kompas memenuhi logika program. Dari diagram alir diatas menjelaskan bahwa gerbang logika sensor kompas akan bekerja jika nilai *output* dari seluruh sensor ultrasonik lebih dari 100 cm, hal tersebut bertujuan agar informasi suara terkait arah mata angin tidak bertubrukan dengan informasi jarak

dari sensor ultrasonik. *File* suara yang terdapat pada program ialah empat arah mata angin utama pada kompas, yakni arah Utara, Timur, Selatan, dan Barat. Rentang nilai derajat kompas pada gerbang logika ditentukan dengan cara menguji dan menganalisa sendiri rentang nilai idealnya, yakni simpang 10° ke kanan dan ke kiri dari derajat asli arah mata angin tersebut. Lebih mudahnya bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3.8 Rentang Nilai Derajat Arah Mata Angin pada Gerbang Logika Program

3.6 Pengujian Alat

Pengujian alat pada penelitian ini digunakan untuk proses *validasi* dari kinerja perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat rancang bangun gelang tunanetra. Pengujian dilakukan dengan dua tahap, yakni pengujian tiap bagian dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian tiap bagian dilakukan

dengan cara menghubungkan perangkat keras sesuai perancangannya kemudian memberi kode pemrograman dan mengamati kinerja alat tersebut. pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menguji fungsionalitas instrumen terhadap kesesuaian perancangan sistem.

3.7 Tahap Pengambilan Data

Tahap pengambilan data ialah proses dokumentasi hasil uji alat yang meliputi kinerja dari sensor ultrasonik dalam membaca jarak dan kinerja sensor kompas dalam membaca derajat arah mata angin. Pengambilan data dilakukan berdasarkan uji akurasi, uji sensitivitas, respons *time* alat dan uji fungsionalitas sistem. Pengambilan data pada uji akurasi dan uji sensitivitas dilakukan berdasarkan nilai hasil baca sensor dan nilai sebenarnya. Pengambilan data respons *time* alat berdasarkan selang waktu alat merespons objek penghalang. Pengambilan data uji fungsionalitas sistem dilakukan berdasarkan parameter kesiapan fungsi alat dalam mengambil data, mengolah data, dan memberi informasi. Adapun pengambilan data bisa dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 3.1 Hasil Pengambilan Data Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pembacaan Sensor					
		Kiri (cm)	Error (%)	Depan (cm)	Error (%)	Kanan (cm)	Error (%)
1	50						
2	75						
3	100						
4	125						
5	150						
6	200						
7	250						
8	300						
Rata-Rata Error Tiap Sensor (%)							
Rata-Rata Error Keseluruhan (%)							

Tabel 3.2 Hasil Pengambilan Data Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L

No	Derajat Kompas Konvensional (°)	Jarak Pembacaan Sensor (°)	Error (%)
1	0		
2	45		
3	90		
4	135		
5	180		
6	225		
7	270		
8	315		
Rata-Rata Error (%)			

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Respons *Time* Alat

No	Sensor Ultrasonik	Uji Respons <i>Time</i> Ke- (s)					Rata-Rata Respons <i>Time</i> (s)
		1	2	3	4	5	
1	Kiri						
2	Depan						
3	Kanan						

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

No	Pengujian	Masukan Sensor		Keluaran		Ket
				LC D	Headset	
1	1	SR04 Kiri	75 cm			
		SR04 Depan	75 cm			
		SR04 Kanan	75 cm			
		Kompas	45 °			
2	2	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	75 cm			
		SR04 Kanan	75 cm			
		Kompas	45 °			
3	3	SR04 Kiri	75 cm			
		SR04 Depan	75 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	45 °			
4	4	SR04 Kiri	75 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	75 cm			
		Kompas	45 °			
5	5	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	75 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	45 °			
6	6	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	75 cm			

		Kompas	45 °			
7	7	SR04 Kiri	75 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	45 °			
8	8	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	45 °			
9	8	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	0 °			
10	9	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	90 °			
11	10	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	180 °			
12	11	SR04 Kiri	125 cm			
		SR04 Depan	125 cm			
		SR04 Kanan	125 cm			
		Kompas	270 °			

3.8 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menelaah dan menjabarkan hasil penelitian berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan. Analisis nilai eror pada uji akurasi hasil baca sensor ultrasonik dan sensor kompas dilakukan setelah perhitungan nilai eror selesai. Akurasi merupakan ukuran seberapa dekat nilai keluaran sensor terhadap nilai sebenarnya. Akurasi dinyatakan oleh nilai ketakakuratannya, dalam hal ini ialah nilai erornya. Dengan demikian semakin kecil nilai eror dari sensor maka semakin akurat sensor tersebut. Adapun perhitungan nilai eror dicari dengan rumus:

$$Error (\%) = \left| \frac{(\text{Jarak Sensor} - \text{Jarak Sebenarnya})}{\text{Jarak Sebenarnya}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (3.1).$$

Dimana: Jarak sensor = nilai jarak pembacaan sensor
 Jarak sebenarnya = nilai pengukuran aktual dengan alat terkalibrasi

Rata-rata eror pengujian sensor dihitung dengan rumus:

$$Rata - Rata Error = \frac{\sum \text{Nilai Error}}{\text{Jumlah Percobaan}} \dots \dots \dots (3.2).$$

Data-data yang telah dikumpulkan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 kemudian dibuat grafik untuk mengetahui nilai regresi linier. Hasil regresi akan diperoleh persamaan linier (fungsi tranfer) dan koefisien korelasi. Dari fungsi transfer dapat diketahui terkait sensitivitas dan nilai offset sensor. Dari koefisien korelasi dapat di analisis hubungan antara dua variabel yang ada pada penelitian, yakni nilai sebenarnya dari alat ukur sebagai variabel independen (bebas) dan nilai pembacaan sensor sebagai variabel dependen (terikat). Terkait analisis uji respons time alat, dilakukan berdasarkan hasil rata-rata dari seluruh pengujian respons *time*. Pada penelitian ini juga dilakukan teknik analisis deskriptif kualitatif untuk membahas uji respons *time* alat dan uji fungsionalitas dari rancang bangun gelang tunanetra yang telah dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

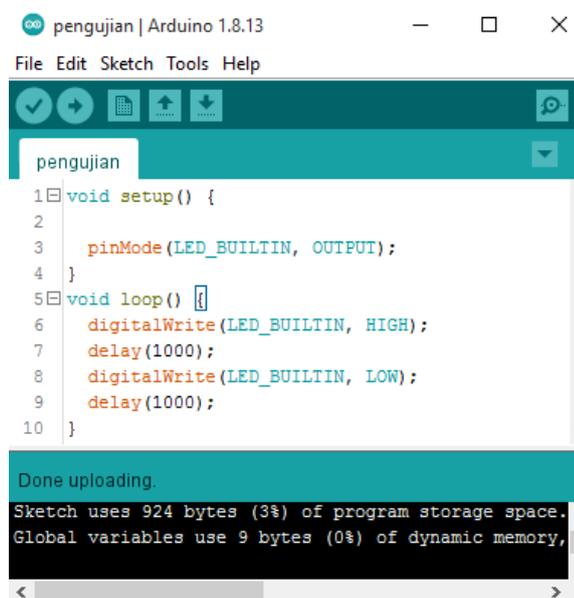
Penelitian rancang bangun gelang tunanetra berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik dan sensor kompas terdapat beberapa unsur yang diuji. Beberapa hal yang diuji meliputi, pengujian awal terhadap tiap komponen yang digunakan pada rancang bangun, pengujian karakteristik dari sensor yang digunakan, pengujian respons *time* alat, dan pengujian fungsionalitas atau unjuk kerja dari rancang bangun. Penelitian ini juga mencakup bagaimana perancangan *hardware* dan *software* gelang tunanetra.

4.1.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno

Penelitian rancang bangun ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno merupakan kit elektronik bersifat *open source* yang di dalamnya terdapat serangkaian komponen elektronik dan *chip* mikrokontroler. Mikrokontroler pada rancangan bangun ini mempunyai peran sebagai otak. Proses berkomunikasi dengan komponen *input*, mengolah data dari sensor, dan memberi perintah pada komponen *output* merupakan tugas dari mikrokontroler. *Chip* mikrokontroler yang digunakan Arduino Uno ialah ATmega328.

Software yang digunakan untuk membuat kode pemrograman ialah Arduino IDE. Arduino IDE ialah *software cross-platform* untuk macOS, Windows, dan Linux yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Arduino IDE bersifat *open source* yang mana mudah untuk digunakan oleh semua kalangan. Arduino IDE memakai program *avrdude* untuk mengubah kode yang dikerjakan menjadi sebuah *text file* dalam *hexadecimal encoding*.

Pengujian mikrokontroler dilakukan dengan menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer menggunakan kabel USB. Lampu LED Indikator *power* menyala menandakan *hardware* Arduino berkerja. Kemudian pengujian *software* Arduino IDE dilakukan dengan menggunakan program sederhana yakni, membuat kode pemrograman untuk menyalakan dan mematikan LED *built in* dari Arduino Uno secara terus menerus. Jika *sketch* di-*upload* dan muncul tulisan “*done uploading*” maka *sketch* yang *upload* sudah benar dan berhasil di-*compile* ke bahasa mikrokontrol. LED *built in* menyala berkedip menandakan program sudah diterima oleh chip mikrokontrol dan *Board* Arduino Uno berfungsi dengan Baik. Adapun program sederhana yang berhasil di-*upload* dapat dilihat pada gambar 4.1.



```
1 void setup() {
2
3   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
4 }
5 void loop() {
6   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
7   delay(1000);
8   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
9   delay(1000);
10 }
```

Done uploading.
Sketch uses 924 bytes (3%) of program storage space.
Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory,

Gambar 4.1 *Sketch* Pengujian Arduino Uno

4.1.2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

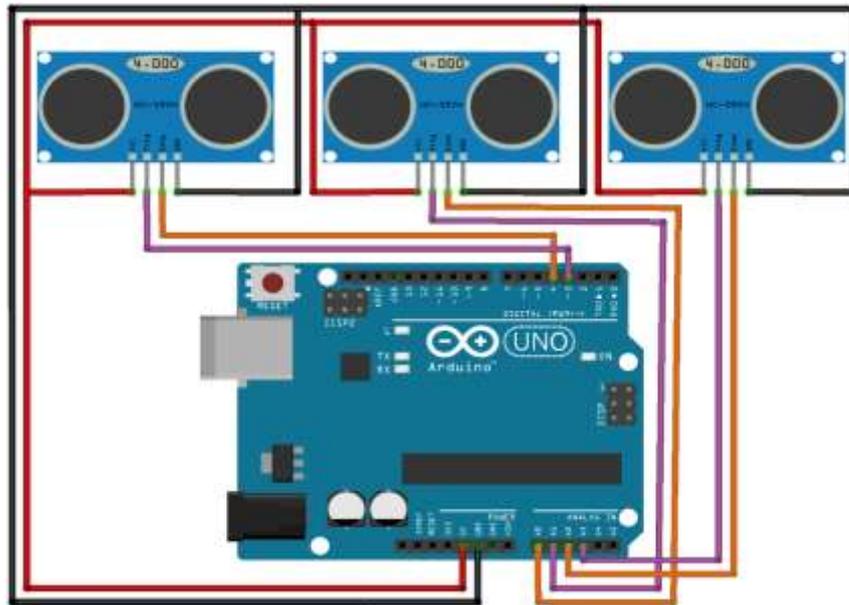
Gelang tunanetra menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek berdasarkan jarak. Dengan sensor ini membuat tunanetra mengetahui halang rintang yang ada di sekitarnya. Sensor yang digunakan bertipe HC-SR04,

Menurut Ardutech (2019) sensor ultrasonik dengan type HC-SR04 mempunyai kemampuan pengukuran jarak berkisar antara 3 cm sampai 300 cm. Pada proses memperoleh *output* nilai jarak, sensor ini bekerja seperti radar atau sonar yakni, dengan menembakkan sinyal dan menerima sinyal yang terpantul kembali kemudian menghitung jeda waktu proses keduanya. Nilai jarak diperoleh dari setengahnya waktu tempuh sinyal dikali cepat rambat bunyi di udara. Komponen yang berperan dalam membangkitkan sinyal ialah *piezoelectric* yang ada di bagian *transmitter* dan komponen yang berperan menerima sinyal ialah *piezoelectric* yang ada di bagian *receiver*.

Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik sebanyak 3 buah dengan konfigurasi peletakan menghadap ke depan, ke kanan, dan ke kiri. Penentuan jumlah berdasarkan pada fungsi dari rancang bangun, yakni, semakin banyak sensor maka alat akan semakin informatif terhadap halang rintang di sekitar serta peletakan sensor juga membuat pengguna mengetahui kondisi depan, kanan, dan kiri dalam waktu yang bersamaan. Pada pengujiannya, tiga buah sensor dirangkai sekaligus pada mikrokontroler dan diamati terhadap parameter kenormalan alat, meliputi rangkaian pada pin tegangan, rangkaian pada pin pemicu sinyal, dan kemampuan membaca perintah dari mikrokontroler berdasarkan kode pemrograman yang telah di-*upload*.

Proses pengujian dimulai dengan merangkai alat sesuai pada gambar 4.2. Terkait konfigurasi pin-pin pada tahap pengujian, komponen dirangkai sesuai dengan perancangan pada kode pemrograman (*software*) dan perancangan akhir alat (*hardware*). Pada perancangannya mikrokontroler dengan sensor ultrasonik

sudah mengonsumsi pin I/O sebanyak 6 (pin digital 3, pin *digital* 4, dan pin *analog* 0-3).



Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Sensor Ultrasonik

Berdasarkan gambar 4.2 pin *trig* di-*setting* sebagai *output* dan pin *echo* di-*setting* sebagai *input*. Terkait pemrograman pada pin *trig* diberi perintah *digitalWrite (high/low)* karena pada pin tersebut hanya membutuhkan dua kondisi yaitu, hidup dan mati. Pada pin *echo* diberi perintah *pulseIn* untuk menghitung lama waktu sinyal terpancar dan diterima kembali karena terpantul. Pada proses pengujian, setelah rangkaian semua terpasang dan kode pemrograman selesai dibuat, selanjutnya mikrokontroler dihubungkan pada komputer dengan kabel USB. *Sketch* di-*compile* untuk menerjemahkan dari bahasa komputer ke bahasa mikrokontrol. Jika proses *compile* berhasil maka *sketch* bisa diunggah ke mikrokontrol. Untuk melihat kinerja sensor dalam membaca jarak, pada *software* Arduino IDE bisa diaktifkan tampilan *serial monitor*. Adapun hasil pengujian komponen sensor ultrasonik HC-SR04 bisa dilihat pada gambar 4.3.

```

COM3
Send
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 395   sensor depan = 68   sensor kiri = 12
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 12
sensor kanan = 394   sensor depan = 61   sensor kiri = 13
sensor kanan = 393   sensor depan = 68   sensor kiri = 12
sensor kanan = 366   sensor depan = 62   sensor kiri = 12
sensor kanan = 394   sensor depan = 68   sensor kiri = 13
sensor kanan = 394   sensor depan = 68   sensor kiri = 12
sensor kanan = 365   sensor depan = 69   sensor kiri = 12
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 401   sensor depan = 68   sensor kiri = 12
sensor kanan = 366   sensor depan = 69   sensor kiri = 13
sensor kanan = 394   sensor depan = 62   sensor kiri = 14
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 393   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 401   sensor depan = 68   sensor kiri = 12
sensor kanan = 365   sensor depan = 62   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 60   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 64   sensor kiri = 11
sensor kanan = 366   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 400   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 365   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 395   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 395   sensor depan = 69   sensor kiri = 10
sensor kanan = 366   sensor depan = 61   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 366   sensor depan = 68   sensor kiri = 11
sensor kanan = 365   sensor depan = 68   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 60   sensor kiri = 10
sensor kanan = 366   sensor depan = 69   sensor kiri = 11
sensor kanan = 394   sensor depan = 60   sensor kiri = 11
sensor kanan = 414   sensor depan = 69   sensor kiri = 10
sensor kanan = 394   sensor depan = 63   sensor kiri = 11
sensor kanan = 395   sensor depan =

```

Gambar 4.3 Hasil Pengujian
Sensor Ultrasonik

4.1.3 Pengujian Sensor Kompas GY 271 QMC 5883L

Rancang bangun gelang tunanetra menggunakan sensor kompas untuk kebutuhan navigasi penggunanya, dengan sensor kompas memberi keuntungan pada pengguna dalam mengetahui arah, misalnya ketika mau sholat dan hendak mencari arah kiblat. Selain itu pengguna juga bisa menghafal denah ruangan dengan mengingat arah mata angin dan jumlah langkah kaki. Pada penelitian rancang bangun ini sensor kompas yang dipilih bertipe GY 271 QMC 5883L. Modul sensor yang diproduksi oleh Honeywell AMR Technology tersebut menawarkan kelebihan pada tingkat akurasi yang tinggi, *noise* yang rendah, dan konsumsi energi yang rendah. Sensor kompas dengan type GY 271 mempunyai 2 varian berdasarkan jenis *chip*-nya yakni, QMC 5883L dan HMC 5883L. Kedua *chip* tersebut pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama. Terkait kualitas dari kedua *chip* tersebut OceanHydro (2019) pada forum *programmer* mengatakan

bahwa *chip* QMC jauh lebih berkualitas dari pada HMC dalam hal sensitivitas sensor dan *noise*-nya.

Spesifikasi Modul sensor GY 271 QMC 5883L ialah bekerja pada daya 3 *volt-5 volt* DC. Komunikasi sensor dengan mikrokontroler menggunakan protokol I2C. Pin yang terdapat pada modul sensor ada 5 buah yakni pin VCC, GND, SDA, SCL, dan DRDY. Pin VCC dan GND merupakan pin tegangan. Pin SDA dan SCL ialah pin yang digunakan untuk komunikasi I2C, SDA untuk koneksi data I2C dan SCL untuk koneksi jam I2C. Pin DRDY pada perancangan tidak digunakan atau dibiarkan tidak terkoneksi.

Pengujian sensor kompas dilakukan dengan merangkai alat seperti gambar 4.4. Pin SCL dan SDA sensor dihubungkan pada pin A4 dan A5 Arduino Uno, yang mana A4 mendukung untuk komunikasi SDA dan A5 mendukung untuk komunikasi SCL. Arduino dihubungkan ke komputer dengan kabel USB untuk proses komunikasi serial dan meng-*upload sketch* pemrograman. *Sketch* pemrograman dibuat untuk mendapatkan *output* nilai derajat arah mata angin. *Sketch* yang sudah sukses terverifikasi dan di-*compile* kemudian diunggah ke mikrokontrol. Hasil pembacaan sensor kompas dilihat dengan membuka serial monitor. Nilai derajat yang muncul pada serial monitor bisa dilihat pada gambar 4.5.

mudah yakni, dengan menancapkan seluruh pin dari modul MP3 di atas *board* Arduino UNO, hal tersebut sesuai namanya “*Shield*” yang berarti “tameng” yang menutupi *body* Arduino. Adapun pemasangan MP3 *Shield* VS1053 pada Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pemasangan MP3 *Shield* VS1053 pada Arduino Uno

MP3 *Shield* VS1053 berfungsi sebagai pemutar *file* musik. Dalam memproses *file-file* dengan format musik, modul ini diprosesori oleh IC VS1053. Proses komunikasi antara modul MP3 dengan Arduino menggunakan protokol SPI (*Serial Peripheral Interface*) secara *real-time*. Rangkaian skematik MP3 *Shield* dengan Arduino dapat dilihat pada gambar 4.7.



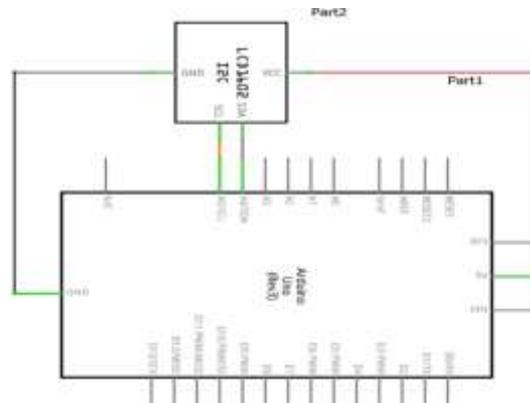
```

pengujian_mp3_shield | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

pengujian_mp3_shield
1 #include <SPI.h>
2 #include <SD.h>
3 SD card;
4 #include <MP3Shield.h>
5 MP3Shield MP3player;
6
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);
10  card.begin(SD_SCK, SPI_HALF_SPEED);
11  MP3player.begin();
12  MP3player.setVolume(70, 70);
13 }
14
15 void loop() {
16   MP3player.playTrack(1);
17 }
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641

```

upload, pada monitor LCD 16 x 2 menampilkan karakter sesuai perancangan program. Hal tersebut menandakan komunikasi I2C dapat berjalan dengan lancar.



Gambar 4.9 Rangkaian Skematik Pengujian LCD 16 x 2 I2C

```

pengujian_LCD | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
pengujian_LCD
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
4 void setup() {
5   Wire.begin();
6   Serial.begin(9600);
7   lcd.init();
8   lcd.backlight();
9 }
10 void loop() {
11   lcd.setCursor(0, 0);
12   lcd.print("    GELANG    ");
13   lcd.setCursor(0, 1);
14   lcd.print("    TUNA NETRA    ");
15   delay(1000);
16   lcd.setCursor(0, 0);
17   lcd.print("    MADE BY    ");
18   lcd.setCursor(0, 1);
19   lcd.print("SA'AD UBAIDILLAH");
20   delay(1000);
21 }
Uploading
Sketch uses 4230 bytes (13% of program storage space)
Global variables use 501 bytes (24% of dynamic memory)
Arduino Uno on COM5

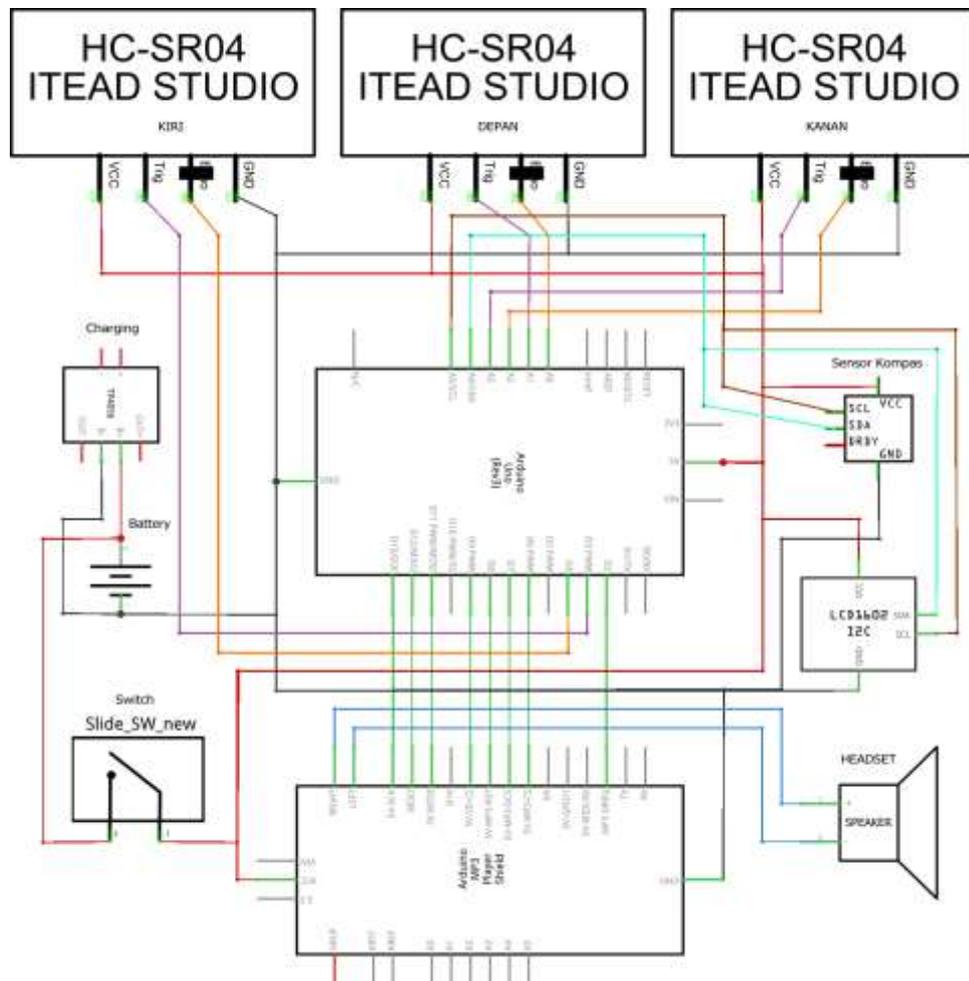
```

Gambar 4.10 *Sketch* pengujian LCD

4.1.6 Perancangan Alat Keseluruhan

Tahap perancangan alat meliputi perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan alat menggunakan komponen-komponen yang telah diuji dan layak digunakan. Perancangan alat dilakukan sesuai diagram blok perancangan alat seperti pada gambar 3.2. Perancangan perangkat keras terdiri dari dua bagian yakni, sistem perangkat keras dan mekanik alat (kotak perangkat yang didesain

dengan gelang jam). Skema rangkaian sistem perangkat keras dirancang seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Skema Rangkaian Rancang bangun Gelang Tunanetra

Proses perancangan sistem perangkat keras dimulai dengan membuat skema keseluruhan komponen menggunakan aplikasi Fritzing. Hal tersebut untuk mempermudah dalam perakitan alat. Berdasarkan gambar 4.11 bahwa alat terdiri dari 3 blok bagian yakni, *input*, kontrol, dan *output*. Bagian *input* terdiri dari sumber tegangan, tiga buah sensor ultrasonik, dan sensor kompas. Bagian kontrol menggunakan Arduino Uno. Bagian *output* terdiri dari LCD dan MP3 *Shield* yang diteruskan ke *headset*. Adapun pada rancang bangun dilengkapi dengan modul *charger* dengan tipe TP4056 untuk mempermudah pengisian ulang daya karena

pada perakitannya baterai dibuat paten atau sistem baterai internal. Selain itu, alat juga dilengkapi tombol *switch* untuk memutuskan daya ketika perangkat tidak digunakan.

Berdasarkan gambar 4.11 memperlihatkan skema rangkaian alat yang saling terhubung dengan kabel. Kabel warna merah dan hitam pada skema rangkaian untuk menghubungkan seluruh pin tegangan dari komponen (VCC dan GND). Kabel warna ungu dan orange masing-masing menghubungkan pin *trig* dan pin *echo* dari sensor ultrasonik ke Arduino. Kabel warna cyan dan coklat masing-masing menghubungkan pin SDA dan SCL untuk komunikasi I2C antara sensor kompas dan LCD dengan Arduino. Kabel warna biru menghubungkan MP3 *Shield* ke *headset*.

Perancangan mekanik alat pada penelitian ini ialah pembuatan wadah untuk seluruh komponen yang didesain agar bisa dipasang pada pergelangan tangan sehingga menjadi gelang tunanetra. Wadah komponen menggunakan kotak hitam tipe X3 dengan ukuran 10 cm x 7 cm x 4 cm. Ukuran kotak hitam dipilih berdasarkan kebutuhan ruang untuk seluruh perangkat agar hasil akhir dari rancang bangun lebih kecil untuk digunakan. Kotak hitam tersebut diberi beberapa lubang untuk sensor ultrasonik, *port audio*, LCD, tombol *switch*, *port DC* Mikrokontroler, dan *port USB* mikrokontroler. Pada bagian bawah kotak dipasang pengait untuk pergelangan tangan yang berupa gelang jam. Setelah perancangan mekanik alat selesai, semua perangkat dirakit di dalam kotak hitam dan dihubungkan semua komponen sesuai perancangan sistem perangkat keras. Perakitan seluruh komponen pada kotak dapat dilihat pada gambar 4.12. Hasil akhir dari *hardware* rancang bangun dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.12 Perakitan Seluruh Komponen pada Kotak Hitam



Gambar 4.13 Hasil Akhir Rancang Bangun Gelang Tunanetra

Perancangan *software* pada penelitian rancang bangun ini ialah pembuatan kode pemrograman atau *sketch* sesuai perancang alat agar Arduino dapat mengontrol seluruh perangkat *input* dan *output*. Pembuatan *sketch* dilakukan dengan *software* Arduino IDE. Perancangan *sketch* dimulai dengan membuat Arduino agar dapat mengontrol 3 buah sensor ultrasonik sehingga dapat membaca jarak penghalang yang ada di depan sensor. Kemudian membuat *sketch* untuk sensor kompas sehingga memberi keluaran nilai derajat. Setelah Arduino dapat mengontrol perangkat *input* dan memperoleh nilai keluaran dari seluruh sensor, dilanjutkan pada pembuatan *sketch* gerbang logika untuk mengatur keluaran dari perangkat *output*. *Sketch* gerbang logika dibuat berdasarkan diagram alir dari gerbang logika perancangan sistem. Sesuai perancangannya, MP3 *Shield*

mendapatkan perintah memutar file mp3 ketika nilai sensor ultrasonik kurang dari 100 cm. File mp3 yang diputar bervariasi berdasarkan keadaan dari ketiga sensor ultrasonik yang terhalang oleh objek. Untuk informasi arah mata angin, MP3 *Shield* akan memutar file mp3 ketika nilai ketiga sensor ultrasonik bernilai lebih dari 100 cm dan nilai derajat dari sensor kompas berada pada rentang arah mata angin sesuai perancangan. Selanjutnya membuat *sketch* untuk LCD 16 x 2 sehingga seluruh hasil pembacaan sensor dapat diamati secara langsung. Informasi yang ditampilkan pada LCD ialah, hasil baca dari tiga buah sensor ultrasonik, hasil baca sensor kompas, dan arah mata angin. Adapun hasil akhir dari perancangan program ialah gelang tunanetra mampu memberi peringatan ketika ada halang rintang kurang dari 100 cm dan memberi informasi arah mata angin.

4.1.7 Pengujian Karakteristik Sensor

Pengujian karakteristik sensor pada penelitian ini meliputi uji akurasi dan uji sensitivitas. Akurasi ialah ukuran seberapa dekat nilai keluaran sensor terhadap nilai sebenarnya. Akurasi dinyatakan oleh nilai ketakakuratannya, dalam hal ini ialah nilai erornya. Dengan demikian semakin kecil nilai eror dari sensor maka semakin akurat sensor tersebut. Adapun perhitungan nilai eror dicari dengan rumus 3.1. Sensitivitas ialah masukan minimum parameter fisis yang akan mengakibatkan perubahan pada nilai keluaran. Sensitivitas disebut juga slope atau kemiringan kurva yang diketahui dengan membuat grafik regresi dari nilai keluaran dan masukan sehingga muncul fungsi transfer dari grafik regresi tersebut. Fungsi transfer yang muncul pada penelitian ini berupa hubungan linier sederhana dengan rumus fungsi $y = a + bx$. Nilai b dari fungsi transfer tersebut

ialah sensitivitas hasil penelitian sedangkan nilai *a* ialah *offset* atau nilai awal dari sensor ketika nilai masukan masih nol. Selain fungsi transfer, dari hasil regresi juga muncul nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan antara dua variabel pada penelitian yakni, masukan dan keluaran.

Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Sensor Ultrasonik

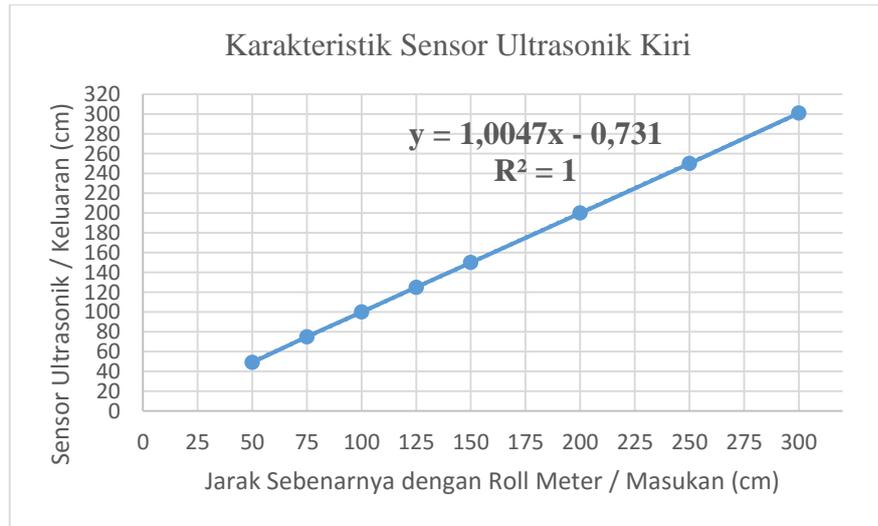
No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pembacaan Sensor					
		Kiri (cm)	Error (%)	Depan (cm)	Error (%)	Kanan (cm)	Error (%)
1	50	49	2	49	2	49	2
2	75	75	0	75	0	75	0
3	100	100	0	100	0	100	0
4	125	125	0	125	0	125	0
5	150	150	0	150	0	150	0
6	200	200	0	200	0	200	0
7	250	250	0	251	0,4	251	0,4
8	300	301	0,33	301	0,33	301	0,33
Rata – Rata Error Tiap Sensor (%)		0,29		0,34		0,34	
Rata – Rata Error Keseluruhan (%)		0,33					

Berdasarkan tabel 4.1 ketiga sensor ultrasonik mempunyai akurasi yang tinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai rata-rata eror keseluruhan yang berada di bawah 1%. Ketiga sensor mampu memberikan keluaran nilai jarak yang stabil dan akurat pada rentang diatas 50 cm sampai 300 cm.

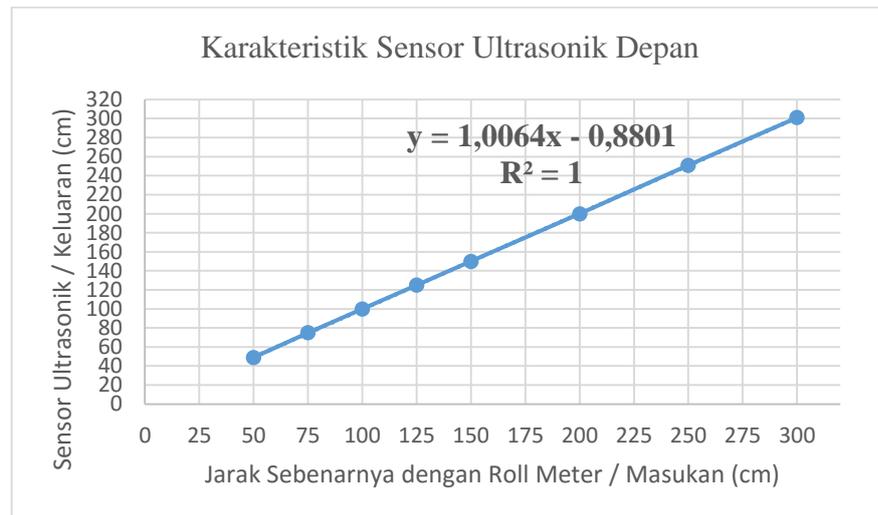
Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Sensor Kompas

No	Derajat Kompas Konvensional (°)	Jarak Pembacaan Sensor (°)	Error (%)
1	0	0	0
2	45	45	0
3	90	90	0
4	135	135	0
5	180	181	0,56
6	225	224	0,44
7	270	270	0
8	315	315	0
Rata – Rata Error (%)			0,13

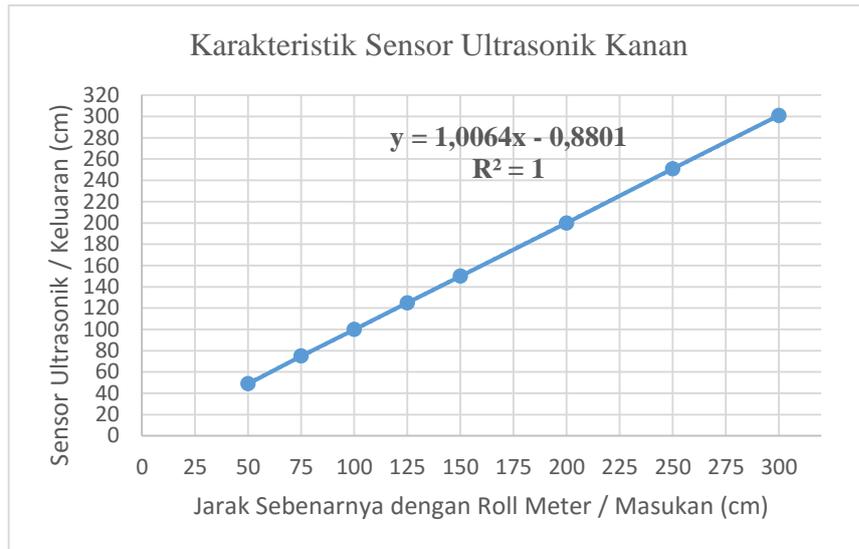
Berdasarkan tabel 4.2 sensor kompas yang digunakan pada penelitian rancang bangun ini mempunyai rata-rata eror yang kecil dibawah 1%. Kecilnya nilai eror menunjukkan bahwa sensor mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Dari 8 kali pengambilan data terdapat 2 kali nilai keluaran yang tidak stabil dan akurat.



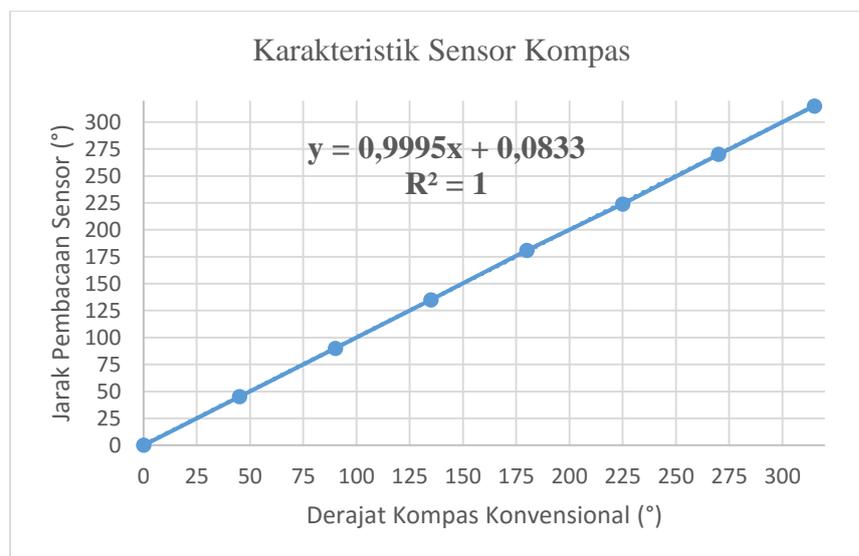
**Gambar 4.14 Grafik Regresi Linier
Sensor Ultrasonik Kiri**



**Gambar 4.15 Grafik Regresi Linier
Sensor Ultrasonik Depan**



**Gambar 4.16 Grafik Regresi Linier
Sensor Ultrasonik Kanan**



**Gambar 4.17 Grafik Regresi
Linier Sensor Kompas**

Berdasarkan grafik regresi seluruh sensor yang telah diuji, sensor mempunyai sensitivitas di sekitar angka 1. Pada pengambilan nilai keluaran, sensor telah di-*setting* dengan satuan yang sama seperti nilai masukan. Dengan demikian, nilai sensitivitas tersebut menunjukkan perubahan nilai keluaran yang hampir sama dengan perubahan terkecil pada nilai masukan. Sensor yang diuji mempunyai *offset* yang kecil, pada sensor ultrasonik nilainya mendekati – 1 cm

dan pada sensor kompas mempunyai nilai *offset* yang mendekati 0 cm. Adapun terkait koefisien korelasi diperoleh dari mengakar kuadratkan koefisien determinasi $R^2 = 1$. Rentang nilai koefisien korelasi pada suatu penelitian berada di angka -1 sampai 1. Sehingga dari hasil penelitian rancang bangun ini, kedua variabel mempunyai hubungan yang kuat.

4.1.8 Pengujian Respons Time Alat

Respons *time* alat merupakan selang waktu antara sensor mendeteksi objek penghalang sampai munculnya respons berupa suara peringatan dari MP3 *Shield*. Adapun hasil pengujian respons *time* alat sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Respons Time Alat

No	Sensor Ultrasonik	Uji Respons Time Ke- (s)					Rata-Rata Respons Time (s)
		1	2	3	4	5	
1	Kiri	0,62	0,50	0,55	0,61	0,76	0,61
2	Depan	0,80	0,63	0,73	0,85	0,82	0,77
3	Kanan	0,53	0,49	0,64	0,55	0,57	0,56

4.1.9 Pengujian Fungsionalitas Sistem

Uji fungsionalitas Sistem pada penelitian ini ialah proses pengujian hasil rancang bangun yang mencakup kinerja dari *hardware* dan *software* sistem. Parameter keberhasilan pengujian diukur dari kinerja alat dalam memberi informasi berdasarkan beberapa perubahan fisis. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Fungsionalitas Sistem

No	Uji Ke-	Masukan Sensor		Keluaran		Ket
				LCD	Headset	
1	1	SR04 Kiri	75 cm	75 cm	Aktif suara "Berhenti"	Berhasil
		SR04 Depan	75 cm	75 cm		
		SR04 Kanan	75 cm	75 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
2	2	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara "Awas"	Berhasil
		SR04 Depan	75 cm	75 cm		
		SR04 Kanan	75 cm	75 cm		

		Kompas	45 °	45 °	Depan Kanan”	
3	3	SR04 Kiri	75 cm	75 cm	Aktif suara “Awas Depan Kiri”	Berhasil
		SR04 Depan	75 cm	75 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
4	4	SR04 Kiri	75 cm	75 cm	Aktif suara “Awas Kanan Kiri”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	75 cm	75 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
5	5	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Awas Depan”	Berhasil
		SR04 Depan	75 cm	75 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
6	6	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Awas Kanan”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	75 cm	75 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
7	7	SR04 Kiri	75 cm	75 cm	Aktif suara “Awas Kiri”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
8	8	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	-	Tidak ada suara (Sesuai perancangan)
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	45 °	45 °		
9	9	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Utara”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	0 °	0 °		
10	10	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Timur”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	90 °	90 °		
11	11	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Selatan”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	180 °	181 °		
12	12	SR04 Kiri	125 cm	125 cm	Aktif suara “Barat”	Berhasil
		SR04 Depan	125 cm	125 cm		
		SR04 Kanan	125 cm	125 cm		
		Kompas	270 °	270 °		

Berdasarkan tabel 4.4 alat dapat bekerja dengan baik sesuai perancangannya. Sensor ultrasonik dan sensor kompas secara bersamaan dapat

memberikan nilai keluaran yang ditampilkan pada LCD. Logika pemrograman yang diunggah pada mikrokontroler dapat memilah dan memutar file mp3 berdasarkan keadaan fisis alat sesuai diagram alir perancangan program.

4.2 Pembahasan

Rancang bangun gelang tunanetra *multi voice* telah berhasil dibuat. Alat yang dirancang mempunyai spesifikasi *output* suara yang banyak. Terdapat 11 file mp3 yang ditanamkan pada alat. 7 file mp3 mengimplementasikan informasi dari sensor ultrasonik dan 4 file mp3 lainnya menginformasikan hasil pembacaan sensor kompas. Untuk mengaktifkan seluruh komponen, alat menggunakan 1 baterai bertipe ICR 18650 dan dilengkapi dengan modul *charger* TP4056. Rancang bangun mempunyai beberapa blok rangkaian yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno diantaranya, rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian sensor kompas, rangkaian mp3 shield, rangkaian LCD, dan rangkaian sumber tegangan.

Hasil pengujian pada tiap-tiap komponen menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Mikrokontroler Arduino Uno yang digunakan untuk mengontrol komponen *input* dan *output* bekerja dengan normal. Hal tersebut ditandai dengan LED power aktif, dapat berkomunikasi serial dengan komputer menggunakan kabel USB, dan dapat menerima kode pemrograman yang dibuat dari *software* Arduino IDE. Sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak dapat dikontrol oleh Arduino dan memberikan nilai keluaran. Sensor kompas dapat berkomunikasi dengan Arduino menggunakan protokol I2C (*Inter Integrated Circuit*) dan memberikan *output* berupa derajat arah mata angin. LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor juga dapat dikontrol Arduino dengan komunikasi I2C. MP3 *Shield* yang digunakan sebagai komponen

output untuk memutar file musik dapat bekerja dengan normal ditandai terdengarnya suara pada *headset*.

Prinsip kerja dari rancang bangun gelang tunanetra ialah mendeteksi perubahan fisis alat dan menginformasikan hasilnya melalui *headset*. Hal tersebut dimulai dari tiga buah sensor ultrasonik mendeteksi objek penghalang yang berada di depan, di kanan, dan di kiri pengguna. Jika sensor mendeteksi objek penghalang berada pada jarak kurang dari 100 cm, maka alat akan memberi informasi dengan memutar file mp3 sesuai dari arah mana objek penghalang tersebut. Pada waktu yang bersamaan, sensor kompas bekerja dan memberi informasi derajat arah mata angin. Jika tiga buah sensor ultrasonik dalam radius 100 cm tidak mendeteksi objek penghalang dan alat menghadap pada salah satu dari empat arah mata angin utama (utara, timur, selatan, dan barat), maka alat akan memberi informasi dengan memutar file mp3 sesuai arah mata angin tersebut. Adapun hasil pembacaan seluruh sensor ditampilkan pada LCD sehingga perancang dapat mengamati dan menguji kinerja dari sensor yang digunakan.

Hasil uji akurasi sensor ultrasonik dan sensor kompas pada penelitian ini, menunjukkan bahwa seluruh sensor mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Pada uji akurasi sensor ultrasonik, rentang pengambilan data dilakukan hingga batas terjauh sensor dapat membaca jarak. Berdasarkan hasil pengujian, ketiga buah sensor mampu membaca jarak dengan stabil dan akurat hingga 300 cm. Hal tersebut seperti yang disampaikan Ardutech (2019) bahwa sensor ultrasonik dengan type HC - SR04 mempunyai kemampuan pengukuran jarak hingga 300 cm. terkait nilai eror dari pengujian sensor ultrasonik, diperoleh hasil rata-rata eror sebesar 0,29 % untuk sensor yang menghadap ke kiri sedangkan untuk sensor yang menghadap ke

depan dan ke kanan diperoleh nilai rata-rata eror yang sama yakni 0,34 %. Dari hasil rata-rata eror ketiga buah sensor diperoleh rata-rata eror keseluruhan sensor sebesar 0,33 %. Seperti yang disampaikan Meizani (2015) bahwa persentase nilai eror yang diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi atau ketepatan sensor dalam menghasilkan *output* yang sesuai dengan nilai faktanya. Semakin kecil nilai eror menunjukkan semakin akurat sensor tersebut. Sehingga alat yang telah diuji mempunyai tingkat akurasi tinggi berdasarkan nilai rata-rata eror yang mendekati 0 %. Adapun tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor ultrasonik dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari lingkungan maupun manusia. Hal tersebut seperti yang dikatakan Jwilans (2011) bahwa hasil pengukuran sensor ultrasonik dipengaruhi oleh kondisi cuaca, sifat material dari pemantul gelombang, arus listrik di sekitar, dan sudut tembak gelombang ultrasonik terhadap objek pemantul. Pada pengujian akurasi sensor kompas dilakukan pengambilan data dengan arah faktual sensor menghadap ke delapan arah mata angin. Dengan demikian pengujian dilakukan sebanyak 8 kali yang mana diperoleh nilai rata-rata eror sebesar 0,13 %. Tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor kompas dipengaruhi oleh posisi horizontal kompas. Seperti yang dikatakan Lechner (2019) bahwa modul perlu dijaga se horizontal mungkin, karena sudut ke medan magnet ditentukan dari nilai baca x dan y. Terkait koefisien korelasi, baik sensor ultrasonik maupun sensor kompas mempunyai nilai $R = 1$. Hal itu menunjukkan bahwa variabel *output* dan variabel *input* pada pengujian sensor mempunyai hubungan yang kuat dan linier. Adapun linieritas merupakan persyaratan umum bahwa sensor dapat digunakan untuk memperoleh informasi keluaran yang sesuai dengan perubahan keadaan fisisnya.

Berdasarkan fungsi transfer linier dari hasil pengujian seluruh sensor, diperoleh nilai sensitivitas sensor. Sensitivitas dari sensor ultrasonik yang menghadap ke kiri sebesar 1,0047 cm/cm sedangkan sensor ultrasonik yang menghadap ke depan dan ke kanan mempunyai nilai sensitivitas yang sama sebesar 1,0064 cm/cm. Nilai sensitivitas dari sensor kompas sebesar 0,9995 °/°. Nilai sensitivitas tersebut menunjukkan hasil keluaran alat dalam merespons perubahan terkecil dari keadaan fisiknya. Adapun sensitivitas juga disebut *slope* atau kemiringan kurva ($\Delta y/\Delta x$), sehingga nilai sensitivitas yang berada di sekitar angka 1 menunjukkan nilai variabel x (masukan) dan variabel y (keluaran) yang hampir sama. Selain sensitivitas, fungsi transfer linier juga menunjukkan nilai *offset* dari sensor. Nilai *offset* dari sensor ultrasonik yang menghadap ke kiri sebesar - 0,731 cm sedangkan sensor ultrasonik yang menghadap ke depan dan ke kanan mempunyai nilai *offset* yang sama sebesar - 0,8801 cm. Adapun nilai *offset* dari sensor kompas sebesar + 0,0833 °. Nilai *offset* tersebut merupakan penyimpangan yang menunjukkan hasil pembacaan sensor ketika nilai masukan masih nol.

Berdasarkan Hasil uji respons *time* alat, seperti pada pengujian sensor ultrasonik depan, diketahui bahwa alat membutuhkan waktu rata-rata 0,77 detik untuk merespons objek penghalang yang berjarak kurang dari 100 cm di depan alat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anwar (2012) bahwa penyandang tunanetra membutuhkan waktu rata-rata 7,3 detik untuk menempuh jarak 100 cm. Sehingga jika sensor ultrasonik depan merespons dalam waktu rata-rata 0,77 detik, maka masih sisa 6,53 detik untuk menghindari objek penghalang yang ada di depan. Dengan demikian rancang bangun dapat digunakan dengan aman oleh penyandang tunanetra.

Hasil uji fungsionalitas sistem menggambarkan kinerja dari alat secara keseluruhan. Pengujian tersebut dilakukan sebanyak 12 kali percobaan. Pada pengujian pertama, ketiga buah sensor mendeteksi halangan kurang dari 100 cm dan sensor kompas menunjukkan arah 45 ° sehingga pada headset terdengar suara “Berhenti”. Pada pengujian kesembilan, ketiga buah sensor mendeteksi halangan lebih dari 100 cm dan sensor kompas menunjukkan arah 0 ° sehingga pada headset terdengar suara “Utara”. Adapun seluruh hasil uji fungsionalitas sistem dapat dilihat pada tabel 4.4. Berdasarkan hasil tersebut, alat dapat berfungsi dengan baik sesuai perancangannya. Dengan demikian rancang bangun gelang tunanetra *multi voice* dengan sensor ultrasonik dan sensor kompas berbasis Arduino Uno telah berhasil dirancang dan diuji.

4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur’an

Hikmah dari perkembangan teknologi manusia dapat memanfaatkannya untuk saling tolong-menolong dalam hal kebaikan. Allah SWT berfirman dalam surah Al-Maidah ayat 2 yang menjelaskan tentang pentingnya saling tolong-menolong dalam kebaikan sesama umat manusia, ayat yang dimaksud adalah:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ

“Dan tolong - menolong lah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran” (Q.S. Al-Maidah/5: 2) (Al-Qur’an, 2009).

Ayat tersebut menjelaskan tentang prinsip dasar dalam menjalin kerja sama atau saling membantu dengan siapa pun, selama tujuannya adalah kebajikan dan ketakwaan (Shihab, 2002). Dalam kaitannya dengan ciri manusia sebagai makhluk sosial, mereka selalu berdampingan dan saling membutuhkan satu dengan yang

lainnya karena manusia mempunyai kemampuan dan kekurangan yang berbeda di setiap individunya.

Berdasarkan ayat-ayat Al-Quran yang telah dikutip pada penelitian ini, bahwa Allah SWT telah menganugerahi umat manusia dengan kemampuan berfikir hingga membawa pada kemajuan teknologi. Adapun hikmah dari kemajuan teknologi tersebut manusia dapat saling tolong menolong pada sesama. Seperti membantu penyandang disabilitas tunanetra yang mengalami kesulitan ketika beraktivitas. Dengan memahami urgensi dari mengamalkan ayat-ayat Allah SWT tersebut maka diciptakan alat bantu tunanetra dengan sensor ultrasonik dan sensor kompas berbasis Arduino Uno.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian rancang bangun gelang tunanetra *multi voice* dengan sensor ultrasonik dan sensor kompas berbasis Arduino Uno ialah:

1. Rancang bangun gelang tunanetra berbasis Arduino Uno telah berhasil dibuat. Rancang bangun yang dibuat dapat memberi informasi pada pengguna berupa suara mp3 yang bervariasi. Informasi tersebut meliputi peringatan waspada objek penghalang dan informasi arah mata angin.
2. Sensor ultrasonik yang digunakan mempunyai rata-rata eror keseluruhan 0,33 %. Sensor kompas mempunyai rata-rata eror 0,13 %. Berdasarkan hasil perhitungan nilai eror, sensor mempunyai tingkat akurasi tinggi. Adapun sensitivitas sensor ultrasonik kiri 1,0047 cm/cm; sensor ultrasonik depan dan kanan 1,0064 cm/cm; dan sensor kompas 0,9995 °/°. Hasil sensitivitas tersebut menunjukkan nilai masukan dan keluaran yang hampir sama. Hasil uji respons *time*, diketahui bahwa alat membutuhkan waktu rata-rata 0,77 detik untuk merespons objek penghalang yang berjarak kurang dari 100 cm di depan alat.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka peneliti memberi saran untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Alat didesain sekecil mungkin agar lebih praktis ketika digunakan. Seperti pada pemilihan mikrokontroler dapat menggunakan Arduino Nano atau Arduino Mikro serta modul MP3 *decoder* dapat mencari kit yang lebih kecil.

2. Informasi suara yang diberikan oleh alat dapat dibuat lebih bervariasi.
3. Diperlukan pengaplikasian sensor-sensor lain yang memiliki spesifikasi lebih tinggi agar rancang bangun yang dihasilkan lebih informatif.
4. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode terbaru lainnya dalam pengembangan internet guna menunjang tingkat IPTEK.

DAFTAR PUSTAKA

- Acoptex. 2018. *Dasar-dasar: Project 061a Geeetech VS1053 MP3 player shield dengan slot kartu TF*. <http://acoptex.com/project/281/basics-project-061a-geeetech-vs1053-mp3-player-shield-with-tf-card-slot-at-acoptexcom/>. Diakses pada tanggal 7 Mei 2020, pukul 17.23.
- Albert, Paul. 1999. *Prinsip-prinsip Elektronika jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Al-Hasan, Muhammad Namiruddin, dkk. 2017. *Rancang Bangun Pemandu Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler*. Teknologi Elektro. Vol. 16: 27.
- Al-Quran. 2009. *Al-Quran dan Terjemahnya*. Jakarta: Departemen Agama RI.
- Anwar, Asrar. 2012. *Kacamata Pendeteksi Benda untuk Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Atmega8*. Skripsi. Makassar :UIN Alauddin.
- Ardutech. 2019. *Pengukur jarak dengan Arduino dan Sensor Ultrasonik*. <https://www.ardutech.com/pengukur-jarak-dengan-Arduino-dan-sensor-ultrasonik/>. Diakses pada tanggal 4 Mei 2020, pukul 00.30.
- Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan LabVIEW*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Banzi, Massimo. 2009. *Getting Started with Arduino*. USA: Dale Doughety.
- Budiharto, Widodo. 2015. *10 Proyek Robot Spektakuler*. Jakarta: Elex media komputindo.
- Budiharto, Widodo. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*. Jakarta: Elex media komputindo.
- Djuandi, Feri. 2011. *Mikrokonktroler*. Yogyakarta: Andi.
- Dthain. 2018. *Perpustakaan Arduino untuk Magnetometer / Kompas QMC5883L*. <https://github.com/dthain/QMC5883La>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.35.
- Efendi, Ilham. 2014. *Pengertian dan Kelebihan Arduino*. <https://www.it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-Arduino/>. Diakses pada tanggal 7 Mei 2020, pukul 00.53.
- Efendi, Mohammad. 2006. *Pengantar Psikopedagogik Anak Berkelainan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fergiyawan, Vicky Alvian, dkk. 2018. *Alat Pemandu Jalan untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultra sonic Berbasis Arduino*. Seminar

Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2018. Yogyakarta: Universitas Amikom.

Giancoli, Douglas C. 1996. *Physic*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Hallahan, D.P., Kauffman, J. M., & Pullen, P. C. (2009). *Exceptional Learners* (11th ed). USA: Pearson Education, Inc.

Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika & Instrumentasi, Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta: Andi Publisher.

Jwilans. 2011. *Ultrasound*. <http://www.sensorwiki.org>. Diakses pada tanggal 21 Oktober 2020, pukul 13.48.

Lechner. 2019. *Kompas dengan GY-271 dan Arduino Nano*. <https://www.az-delivery.de/en/blogs/azdelivery-blog-fur-Arduino-und-raspberry-pi/kompass-mit-gy-271-und-Arduino-nano>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.45.

Mahalaxmi. 2019. *Arduino Uno R3*. <https://raipurproject.com/product/Arduino-uno-r3/>. Diakses pada tanggal 7 Mei 2020, pukul 01.28.

Manik, Sadarma. 2015. *Aplikasi Sensor Air Hujan dan LDR (Light Dependent Resistor) untuk Alat Pengereng Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Maulin, Sulvina. 2008. *Sistem Pengendalian Pintu dan Lampu Menggunakan Remote Control Berbasis AT89C51*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Meizani, Muhammad Nur. 2015. *Pembuatan Prototipe Kacamata Elektronik Untuk Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Ultrasonik*. Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan. Vol. 3(2). Hal. 88-99.

Muntaha, Ahmad. 2017. *Bahtsul Masail: Pandangan Islam Terhadap Penyandang Disabilitas*. <https://islam.nu.or.id/post/read/83401/pandangan-islam-terhadap-p-penyandang-disabilitas>. Diakses pada tanggal 27 April 2020, pukul 20.27.

Nakata, H. 2003. *Educational Cooperation Bases System Construction Project, Implementation Report, Center for Research on International Cooperation in Educational Development (CRICED)*. Jepang: Universitas Tsukuba.

OceanHydro. 2019. *[RESOLVED] Masalah dengan modul kompas GY-271 HMC5883L = QMC5883L*. <https://forum.Arduino.cc/index.php?topic=519387.0>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.40.

Odunlade, Emmanuel. 2020. *Using a 16x2 I2C LCD display with ESP32*. <https://www.electronics-lab.com/project/using-16x2-i2c-lcd-display-esp32/>. Diakses pada tanggal 7 Mei 2020, pukul 23.50.

- Pemerintah Indonesia. 2016. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Persatuan Tunanetra Indonesia (Pertuni). 2004. *Anggaran Rumah Tangga Persatuan Tunanetra Indonesia*. Jakarta: Pertuni.
- Pertuni. 2017. *Siaran Pers: Peran Strategis Pertuni Dalam Memberdayakan Tunanetra Di Indonesia*. <https://pertuni.or.id/siaran-pers-peran-strategis-pertuni-dalam-memberdayakan-tunanetra-di-indonesia/>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2020, pukul 19.13.
- QST Corporation. 2016. *3-Axis Magnetic Sensor QMC 5883L*. <https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet-QMC5883L-1.0%20.pdf>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.25.
- Ramadhan, Muammar Nota Reza. 2017. *Perancangan Robot Pembuat Biopori Berbasis Arduino Uno ATmega 328p dengan Sistem Kendali Smartphone Android*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Rassoft, 2020. *ARDUINO GY-271 3-Axis Magnetic Electronic Compass*. <http://rassoft.net/rassoftshop/en/Arduino/143-Arduino-gy-271-3-axis-magnetic-electronic-compass.html>. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.30.
- Rawashdeh, Mohannad. 2014. *Arduino MP3 Shield*. <http://www.instructables.com/id/Arduino-MP3-Shield/?ALLSTEPS>. Diakses pada tanggal 7 Mei 2020, pukul 17.39.
- Rizki. 2016. *Pemantulan Gelombang Bunyi*. <https://blogkrizki.blogspot.com/2016/08/pemantulan-gelombang-bunyi.html>. Diakses pada tanggal 2 Mei 2020, pukul 03.00.
- Robotpark. 2015. *GY-271 Kompas Elektronik*. http://www.robotpark.com/image/data/PRO/91457/GY_271_ELECTRONIC_COMPASS.pdf. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 04.15.
- Sahala, Stepanus. 2004. *Gelombang Ultrasonik Dan Terapannya*. Surabaya: UNAIR.
- Sakti, Elang. 2014. *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, dan Aplikasinya*. <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html#comment-form>. Diakses pada tanggal 1 Mei 2020, pukul 23.00.
- Simanjuntak, Matur. 2012. *Perancangan Prototype Smart Building Berbasis Arduino Uno*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Shihab, Quraish M. 2002. *Tafsir Al-Misbah Ayat 2*. Jakarta: Pustaka Panjimas.

- Sunfounder. 2019. *GY-271 HMC5883L Modul Kompas Elektronik Magnetik 3-Axis*. http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=GY-271_HMC5883L_3-Axis_Magnetic_Electronic_Compass_Module. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.15.
- Syahwil, Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi.
- Wikasanti, Esthy. 2014. *Pengembangan Life Skills untuk Anak Berkebutuhan Khusus*. Jogjakarta: Redaksi Maxima.
- Wikipedia. 2020. *Mata angin*. https://id.wikipedia.org/wiki/Mata_angin. Diakses pada tanggal 5 Mei 2020, pukul 03.20.
- Wiyono, Adrian Salam. 2012. *Jumlah Tunanetra di Indonesia Setara dengan Penduduk Singapura*. <https://www.merdeka.com/peristiwa/jumlah-tunanetra-di-indonesia-setara-dengan-penduduk-singapura.html>. Diakses pada tanggal 8 Mei 2020, pukul 06.38.

LAMPIRAN

Lampiran-Lampiran

Lampiran 1. Kode Pemrograman

Sketch Pengujian Arduino Uno

```
void setup() {  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
void loop() {  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

Sketch Pengujian Sensor Ultrasonik

```
int trigPinR = A3;  
int echoPinR = A2;  
int trigPinF = A1;  
int echoPinF = A0;  
int trigPinL = 3;  
int echoPinL = 4;  
void setup() {  
  pinMode(trigPinR, OUTPUT);  
  pinMode(echoPinR, INPUT);  
  pinMode(trigPinF, OUTPUT);  
  pinMode(echoPinF, INPUT);  
  pinMode(trigPinL, OUTPUT);  
  pinMode(echoPinL, INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}  
void loop() {  
  int durationR, distanceR;  
  int durationF, distanceF;  
  int durationL, distanceL;  
  digitalWrite (trigPinR, LOW);  
  delayMicroseconds (2);  
  digitalWrite (trigPinR, HIGH);  
  delayMicroseconds (10);  
  digitalWrite (trigPinR, LOW);  
  durationR = pulseIn (echoPinR, HIGH);  
  digitalWrite (trigPinF, LOW);  
  delayMicroseconds (2);  
  digitalWrite (trigPinF, HIGH);  
  delayMicroseconds (10);  
  digitalWrite (trigPinF, LOW);  
  durationF = pulseIn (echoPinF, HIGH);  
  digitalWrite (trigPinL, LOW);
```

```

delayMicroseconds (2);
digitalWrite (trigPinL, HIGH);
delayMicroseconds (10);
digitalWrite (trigPinL, LOW);
durationL = pulseIn (echoPinL, HIGH);
distanceR = (durationR / 2) / 29.1;
distanceF = (durationF / 2) / 29.1;
distanceL = (durationL / 2) / 29.1;
Serial.print ("sensor kanan = "); Serial.print(distanceR);
Serial.print ('\t');
Serial.print ("sensor depan = "); Serial.print(distanceF);
Serial.print ('\t');
Serial.print ("sensor kiri = "); Serial.println(distanceL);
}

```

Sketch Pengujian Sensor Kompas

```

#include <Wire.h>
#include <MechaQMC5883.h>
MechaQMC5883 qmc;
void setup() {
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  qmc.init();
}
void loop() {
  int x, y, z, derajat;
  qmc.read(&x, &y, &z, &derajat);
  Serial.print ("Arah Mata Angin = "); Serial.print (derajat); Serial.println ("
Derajat");
}

```

Sketch Pengujian MP3 Shield

```

#include <SPI.h>
#include <SdFat.h>
SdFat sd;
#include <SFEMP3Shield.h>
SFEMP3Shield MP3player;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sd.begin(SD_SEL, SPI_HALF_SPEED);
  MP3player.begin();
  MP3player.setVolume(70, 70);
}
void loop() {
  MP3player.playTrack(1);
}

```

Sketch Pengujian LCD

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup() {
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
}
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  GELANG  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  TUNA NETRA  ");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  MADE BY  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("SA'AD UBAIDILLAH");
  delay(1000);
}

```

Sketch Rancang Bangun

```

int trigPinR = A3;
int echoPinR = A2;
int trigPinF = A1;
int echoPinF = A0;
int trigPinL = 3;
int echoPinL = 4;
char bufWaktu[40];
byte jarakAwas = 100;
char arahMataAngin[][6] = {
  "UTARA",
  "TIMUR",
  "SLTAN",
  "BARAT",
  "-----"
};
int arah;
#include <Wire.h>
#include <MechaQMC5883.h>
MechaQMC5883 qmc;
#include <SPI.h>
#include <SdFat.h>
SdFat sd;
#include <SFEMP3Shield.h>
SFEMP3Shield MP3player;
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

```

```

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
  pinMode(trigPinR, OUTPUT);
  pinMode(echoPinR, INPUT);
  pinMode(trigPinF, OUTPUT);
  pinMode(echoPinF, INPUT);
  pinMode(trigPinL, OUTPUT);
  pinMode(echoPinL, INPUT);
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  qmc.init();
  sd.begin(SD_SEL, SPI_HALF_SPEED);
  MP3player.begin();
  MP3player.setVolume(70, 70);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  GELANG  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  TUNA NETRA  ");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  MADE BY  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("SA'AD UBAIDILLAH");
  delay(1000);
}

void loop() {
  int x, y, z, derajat;
  int durationR, distanceR;
  int durationF, distanceF;
  int durationL, distanceL;

  digitalWrite (trigPinR, LOW);
  delayMicroseconds (2);
  digitalWrite (trigPinR, HIGH);
  delayMicroseconds (10);
  digitalWrite (trigPinR, LOW);
  durationR = pulseIn (echoPinR, HIGH);

  digitalWrite (trigPinF, LOW);
  delayMicroseconds (2);
  digitalWrite (trigPinF, HIGH);
  delayMicroseconds (10);
  digitalWrite (trigPinF, LOW);
  durationF = pulseIn (echoPinF, HIGH);

```

```

digitalWrite (trigPinL, LOW);
delayMicroseconds (2);
digitalWrite (trigPinL, HIGH);
delayMicroseconds (10);
digitalWrite (trigPinL, LOW);
durationL = pulseIn (echoPinL, HIGH);

distanceR = (durationR / 2) / 29.1;
distanceF = (durationF / 2) / 29.1;
distanceL = (durationL / 2) / 29.1;
qmc.read(&x, &y, &z, &derajat);

if (distanceL <= jarakAwat && distanceF <= jarakAwat && distanceR <=
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(1); //berhenti
}
else if (distanceL > jarakAwat && distanceF <= jarakAwat && distanceR <=
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(2); //depan kanan
}
else if (distanceL <= jarakAwat && distanceF <= jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(3); //depan kiri
}
else if (distanceL <= jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR <=
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(4); //kanan kiri
}
else if (distanceL > jarakAwat && distanceF <= jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(5); //depan
}
else if (distanceL > jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR <=
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(6); //kanan
}
else if (distanceL <= jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) {
    MP3player.playTrack(7); //kiri
}
else if ((distanceL > jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) && (derajat <= 10 || derajat >= 350)) {
    MP3player.playTrack(8); //utara
}
else if ((distanceL > jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) && (derajat >= 80 && derajat <= 100)) {
    MP3player.playTrack(9); //timur
}

```

```

else if ((distanceL > jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) && (derajat >= 170 && derajat <= 190)) {
    MP3player.playTrack(10); //selatan
}
else if ((distanceL > jarakAwat && distanceF > jarakAwat && distanceR >
jarakAwat) && (derajat >= 260 && derajat <= 280)) {
    MP3player.playTrack(11); //barat
}
else {
    MP3player.stopTrack();
}

if ((derajat <= 10) || (derajat >= 350)) {
    arah = 0;
}
else if ((derajat >= 80) && (derajat <= 100)) {
    arah = 1;
}
else if ((derajat >= 170) && (derajat <= 190)) {
    arah = 2;
}
else if ((derajat >= 260) && (derajat <= 280)) {
    arah = 3;
}
else {
    arah = 4;
}

sprintf(bufWaktu, "L%003d F%003d R%003d", distanceL, distanceF,
distanceR);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(bufWaktu);
sprintf(bufWaktu, "KOMPAS=%003d %s", derajat, arahMataAngin[arah]);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(bufWaktu);
}

```

Lampiran 2. Gambar Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik Kiri



Sensor Ultrasonik Depan



Sensor Ultrasonik Kanan



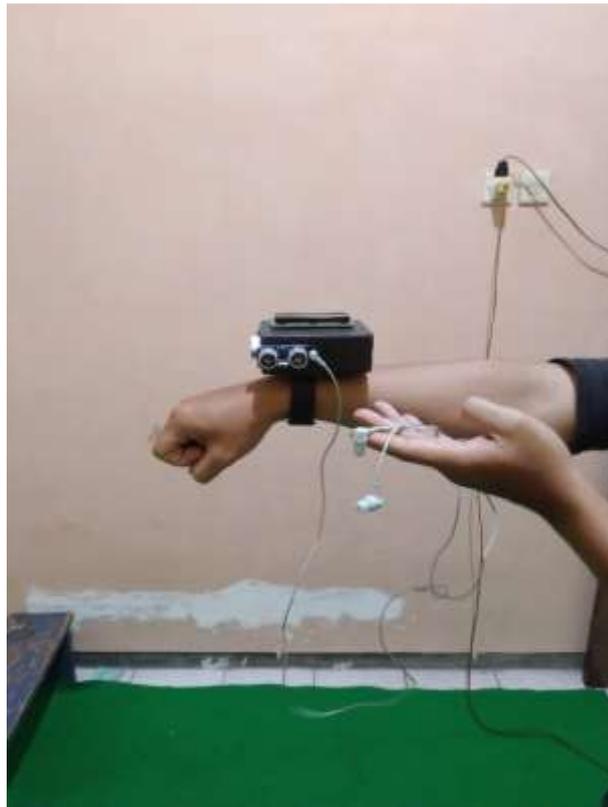
Lampiran 3. Gambar Pengujian Sensor Kompas



Lampiran 4. Gambar Pengisian Ulang Baterai Rancang Bangun



Lampiran 5. Gambar Pemakaian Rancang Bangun Tunanetra





**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Saintek Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

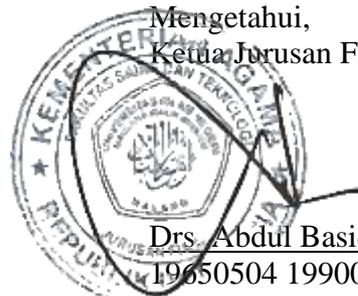
BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Sa'ad Ubaidillah
NIM : 16640041
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Gelang Tunanetra *Multi Voice* dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kompas Berbasis Arduino Uno
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

No.	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	Jum'at /8 Mei 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	Senin/18 Mei 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	Rabu/22 Juli 2020	Konsultasi Bab I, II, III, dan ACC	
4	Senin/31 Agustus 2020	Konsultasi Bab IV	
5	Sabtu/19 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6	Selasa/22 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
7	Rabu/21 Oktober 2020	Konsultasi Bab I, II, III, dan IV	
8	Senin/9 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
9	Selasa/10 November 2020	Konsultasi Bab I-IV, dan ACC	
10	Selasa/24 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
11	Rabu/25 November 2020	Konsultasi Semua BAB	
12	Jum'at/27 November 2020	Konsultasi Abstrak dan ACC	
13	Sabtu/28 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
14	Senin/21 Desember 2020	Konsultasi Semua BAB dan ACC	

Malang, 21 Desember 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
19650504 199003 1 003