

## ALAT PEMINDAI BENTUK BANGUN GEOMETRI UNTUK ANAK USIA DINI

R W Harjono<sup>1\*</sup>, M F Wicaksono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia  
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

<sup>2</sup>)Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia  
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

\*email: risqiwindu@mahasiswa.unikom.ac.id

**ABSTRAK** – Masih banyak model pembelajaran tentang bentuk geometri di jaman sekarang yang kurang optimal dan masih secara konvensional. Dimana masih menggunakan media gambar dipapan tulis atau buku. Hal ini dapat menyebabkan rasa antusias anak dalam mengikuti pembelajaran bentuk bangun geometri menjadi berkurang. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuatlah alat yang dapat berfungsi sebagai alat untuk bermain sambil belajar tentang dasar bentuk bangun geometri yang menyenangkan. Alat pemindai bentuk bangun geometri untuk anak usia dini ini bekerja dengan cara mengukur tiap sisi bentuk bangun geometri sederhana oleh sensor infra merah. Data per-tiap sisi benda yang didapat dari sensor selanjutnya diproses oleh mikrokontroler. Kemudian dibandingkan dengan data yang sudah disediakan di mikrokontroler. Apabila hasilnya sesuai maka alat akan mengeluarkan output berupa tampilan ke LCD disusul dengan output berupa suara ke speaker yang menyebutkan jenis/nama dari bangun geometri yang sedang dideteksi. Hasilnya adalah alat dapat membaca bentuk kubus, tabung, kerucut, dan bola sebesar 100%. Selain itu, alat dapat membaca bentuk balok, limas sebesar 90% dan membaca bentuk prisma segi delapan sebesar 80%.

**Kata Kunci** – Infra Merah, Obstacle Detection, Bangun Ruang, Geometri, Pengenalan, Mikrokontroler.

## GEOMETRY SHAPE SCANNER FOR EARLY CHILDHOOD

**ABSTRACT** – There are still many learning models about geometric shapes today that are less than optimal and are still conventional. Where still using media images on a board or book. This can cause children's enthusiasm to participate in learning geometric shapes to be reduced. To overcome this problem, made a tool that can function as a tool to play while learning about the basic shapes of geometric shapes that are fun. This geometry shape scanner for early childhood works by measuring each side of a simple geometric shape by infrared sensors. Data per each side of the object obtained from the sensor is then processed by a microcontroller. Then compared with the data that has been provided in the microcontroller. If the results match, the device will output an output in a display to the LCD followed by an output sound to the speaker stating the type / name of the geometry being detected. The result is a tool that can read the shapes of cubes, tubes, cones and balls by 100%. In addition, the tool can read beam shapes, pyramid by 90% and octagonal prism shapes by 80%.

**Keywords** - Infra Red, Obstacle Detection, Geometry, Introduction, Microcontroller.

### 1. PENDAHULUAN

Bentuk geometri merupakan satu dari beberapa cabang pembelajaran matematika yang ditempuh mulai dari pendidikan anak usia dini sampai universitas/perguruan tinggi. Pembelajaran bangun geometri sangatlah penting untuk anak usia dini agar dapat melakukan observasi dan eksplorasi. Pembelajaran bentuk geometri untuk anak usia dini

masih secara konvensional [1]. Dimana pembelajaran pengenalan bentuk geometri masih menggunakan media gambar dipapan tulis atau buku. Materi yang begitu banyak mengenai bentuk geometri dan kurangnya alat peraga atau contoh benda berbentuk geometri menyebabkan berkurangnya rasa antusias anak usia dini dalam mengikuti pembelajaran. Oleh sebab itu diperlukan penelitian mengenai pengenalan bentuk geometri agar anak lebih antusias

dalam pembelajaran dan pemahaman tentang bentuk geometri dengan cara bermain sambil belajar.

Pada penelitian sebelumnya tahun 2018 dengan judul "alat pengenalan bentuk bangun geometri berbasis mikrokontroler untuk anak usia dini", telah dibuat alat berupa mainan yang dapat mengasah otak anak usia dini dengan memanfaatkan sensor inframerah untuk membaca bentuk pola dari bentuk geometri asli dengan mikrokontroler sebagai otak utama alat tersebut dimana setiap keluaran akan dikeluarkan melalui LCD (*liquid crystal display*) sebagai petunjuk keterangan setiap bentuk pola geometri dan speaker sebagai keluaran dalam bentuk suara. Pada penelitian sebelumnya masih terdapat kekurangan diantaranya masih menggunakan banyak sensor dan mengeluarkan biaya yang banyak. Oleh karenanya untuk penelitian sekarang akan menggunakan sedikit sensor dan tentunya mengeluarkan biaya yang lebih murah.

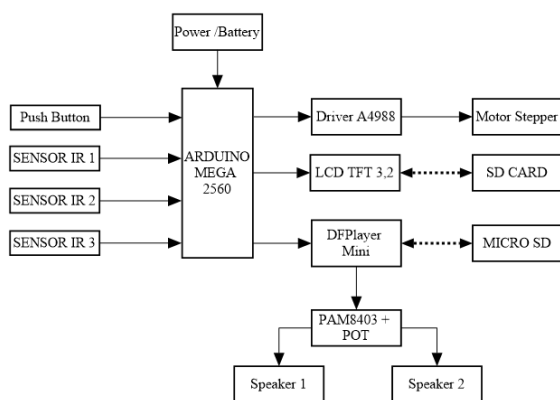
Tujuan pembuatan alat pemindai bentuk bangun geometri untuk anak usia dini agar anak usia dini dapat bermain sambil belajar, sehingga diharapkan lebih memudahkan dan merangsang otak anak usia dini untuk mengenali bentuk dasar bangun ruang.

## 2. METODE DAN BAHAN

Metode perancangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Terdapat dua bagian dalam perancangan yang dilakukan diantaranya yaitu perancangan perangkat lunak dan perangkat keras.

### 2.1. Diagram Blok Sistem

Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan blok sistem secara keseluruhan. Gambar 2.1 adalah diagram blok penelitian perangkat keras keseluruhan sistem.



Gambar 2.1 Diagram Blok Penelitian

Berdasarkan gambar 2.1, Penjelasan lengkap blok sistem secara keseluruhan sebagai berikut:

- Arduino Mega 2560, merupakan suatu mikrokontroler dengan chip ATmega2560 yang memiliki 54 buah pin digital input/output, dimana 15 pin untuk PWM, 16 pin untuk input analog, 14 pin untuk UART (Port serial Hardware), dan didalamnya memiliki 16 Mhz osilator kristal, power jack DC, sebuah port USB, ICSP header, dan tombol reset [2]. Arduino Mega 2560 sebagai otak/pemroses utama dari alat ini, yang berfungsi untuk membandingkan data dari sensor inframerah dan dikeluarkan dalam bentuk tampilan LCD dan *Speaker*.
- Sensor Inframerah, adalah sebuah komponen elektronika yang bisa mengidentifikasi jenis cahaya infra merah [3]. *Output* dari sensor ini adalah sinyal analog yang berupa tegangan [3]. Pada alat ini sensor inframerah berfungsi untuk mendeteksi bangun geometri.
- LCD TFT 3,2, LCD merupakan kepanjangan dari (*Liquid Cristal Display*) adalah jenis layar yang terbentuk menggunakan teknologi CMOS logic yang memiliki cara kerja memantulkan cahaya disekelilingnya. Model seri LCD yang digunakan adalah TFT LCD 3,2 atau QDM320DBXNT8357RA yang bekerja dengan 262 K warna dengan resolusi 480 x 320 [4]. Fungsi LCD pada penelitian ini untuk menampilkan keluaran dalam bentuk gambar benda yang sudah dibaca oleh sensor infra merah.
- Power/Battery, merupakan sumber daya yang menggerakkan alat ini
- Motor Stepper, adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan cara mengubah pulsa-pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit yang berdasarkan urutan pulsa yang diberikan ke motor stepper [5]. Oleh karena itu, untuk dapat menggerakkan motor stepper diperlukan perangkat yang berfungsi sebagai pengendali motor stepper yang dapat membangkitkan pulsa secara periodik [5]. Pada alat ini motor stepper berfungsi untuk menggerakkan bidang tumpuan agar bangun geometri berputar.
- Driver A4988, berfungsi untuk mengendalikan rotasi dan kecepatan dari motor *stepper* [6].
- DFPlayer Mini, merupakan modul khusus Arduino yang berfungsi mengolah keluaran suara sesuai dengan perintah dari mikrokontroler [7].
- PAM8403 + POT, berfungsi sebagai penguat/*amplifier* yang dapat mengendalikan suara yang dikeluarkan oleh speaker [8].
- Speaker, adalah salah satu piranti elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi suara

[9]. Speaker digunakan sebagai output/keluaran berupa suara yang memberikan penjelasan mengenai bangun geometri yang sedang dibaca sensor.

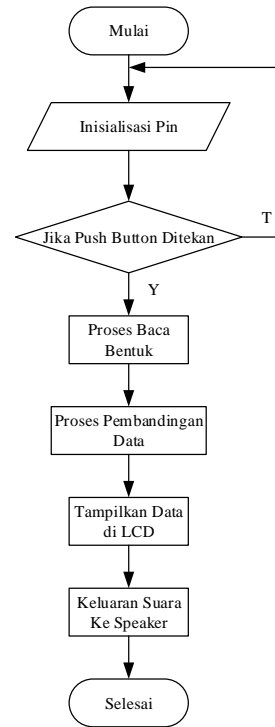
- j. SD Card dan Micro SD, merupakan tempat penyimpanan data file suara dan file gambar bangun geometri untuk keluaran LCD dan Speaker.

## 2.2. Cara Kerja Alat

Cara kerja alat yang dibuat pada penelitian ini sebagai berikut: langkah pertama adalah memasukan benda bangun geometri yang telah disediakan ke dalam lubang pendeteksi, dalam meletakkan bentuk harus berada ditengah bidang berbentuk lingkaran. Setelah itu tombol ditekan untuk memulai proses membaca benda geometri. Kemudian motor stepper akan berputar dari  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $315^\circ$  dan kembali ke  $0^\circ$ . Setiap derajat yang telah dijelaskan pada kalimat sebelumnya, motor stepper akan berhenti dan membaca data dari sensor infrared kemudian disimpan dalam variabel, selanjutnya data yang sudah dijumlahkan akan dibandingkan dengan data yang sudah ada. Jika data yang telah dibaca sensor inframerah sesuai dengan data yang sudah tersedia maka mikrokontroler akan memproses keluaran ke LCD dan DFPlayer secara bersamaan. LCD akan mengeluarkan gambar dan teks dan DFPlayer akan mengeluarkan suara melalui speaker.

## 2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak sistem ini digambarkan dalam bentuk *flowchart*/diagram alir pada gambar 2.2 Diagram Alir Sistem secara keseluruhan.



Gambar 2.2 Diagram Alir Sistem secara keseluruhan

Sistem dimulai dengan inisialisasi pin, kemudian jika bangun geometri sudah diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan, maka langkah selanjutnya adalah menekan *push button* untuk memulai proses baca bentuk. Setelah proses baca bentuk sesuai, proses selanjutnya adalah mengolah data yang sudah diambil dari sensor kemudian dibandingkan dengan data yang sudah disediakan. Jika data yang telah diolah sama dengan data yang sudah disediakan maka alat akan mengeluarkan berupa tampilan pada LCD dan suara ke Speaker.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada alat yang dibuat ini, dalam menentukan ukuran benda geometri yang digunakan tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. Selanjutnya, benda tersebut mampu dibaca oleh sensor dengan akurat. Berikut adalah spesifikasi bangun geometri yang digunakan :

1. Kubus ukuran ( Panjang : 8 cm, Lebar : 8 cm, dan Tinggi : 8 cm ) dan terbuat dari kayu.
2. Limas Segi Empat dengan ukuran ( Sisi alas : 7,8 cm/sisi, Tinggi : 7 cm ) dan terbuat dari kayu.
3. Balok ukuran ( Panjang : 13 cm, Lebar : 8 cm, dan Tinggi : 7 cm ) dan terbuat dari kayu.
4. Tabung ukuran ( Diameter : 6,8 cm, Tinggi : 8,2 cm ) dan terbuat dari kayu.
5. Kerucut ukuran ( Diameter : 6,8 cm, Tinggi : 9,1 cm ) dan bahan dari kayu.

6. Bola ukuran (Diameter : 8 cm) dan bahan dari akrilik.
7. Prisma Segi Delapan ukuran 4,5 cm di setiap sisinya dan bahan dari kayu.

Pada alat ini diperlukan kalibrasi nilai perhitungan agar dapat menentukan bentuk benda yang dimasukkan. Berikut adalah rumus kalibrasi yang dipakai :

$$F_x = (\text{nilai data analog inframerah} * 0.00488) \dots(1)$$

Dengan keterangan, pada rumus (1) nilai data analog yang keluar dari sensor inframerah yang dikalikan dengan 0.00488. 0.00488 didapat dari pembagian (5 / 1024) dimana nilai 5 didapat dari nilai total maksimal input arus sensor dan 1024 didapatkan dari total jumlah data digital yang diterima 0 sampai 1023 jika ditotalkan menjadi 1024.

Berdasarkan rumus (1) tersebut menghasilkan jarak yang kita inginkan dalam satuan centimeter (cm). Selanjutnya nilai jarak yang sudah didapat kemudian diolah oleh mikrokontroler agar dapat menentukan benda yang telah di baca oleh sensor.

Setelah melakukan analisis data untuk nilai pembandingan, selanjutnya adalah melakukan pengujian alat yang dilakukan selama 10 kali percobaan. Pengujian alat ini berfungsi untuk mengetahui apakah alat dapat berjalan sesuai dengan perancangan atau tidak.

### 3.1. Hasil Pengujian Bentuk Balok

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk balok diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.2 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk balok.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Bentuk Balok

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Tidak	Tidak	Tidak	0
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				90

Berdasarkan tabel 3.1, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk balok sebesar **90%**.

### 3.2. Hasil Pengujian Bentuk Kubus

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk kubus diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.2 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk kubus.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Bentuk Kubus

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Ya	Ya	Ya	100
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				90

Berdasarkan tabel 3.2, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk kubus sebesar **100%**.

### 3.3. Hasil Pengujian Bentuk Limas

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk limas diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.3 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk limas.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Bentuk Limas

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Tidak	Tidak	Tidak	0
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Ya	Ya	Ya	100
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				90

Berdasarkan tabel 3.3 presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk limas sebesar **90%**.

### 3.4. Hasil Pengujian Bentuk Bola

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk bola diletakkan di tengah-

tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.4 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk bola

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Bentuk Bola

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Ya	Ya	Ya	100
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				100

Berdasarkan tabel 3.4, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk bola sebesar 100%.

### 3.5. Hasil Pengujian Bentuk Tabung

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk tabung diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.5 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk tabung.

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Bentuk Tabung

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Ya	Ya	Ya	100
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				100

Berdasarkan tabel 3.5, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk tabung sebesar 100%.

### 3.6. Hasil Pengujian Bentuk Kerucut

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk kerucut diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.6 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk kerucut.

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Bentuk Kerucut

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Ya	Ya	Ya	100
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Ya	Ya	Ya	100
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				90

Berdasarkan tabel 3.6, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk kerucut sebesar 100%.

### 3.7. Hasil Pengujian Bentuk Prisma Segi Delapan

Hasil pengujian dilakukan selama 10 kali percobaan ketika bentuk prisma segi delapan diletakkan di tengah-tengah bidang tumpuan. Pada tabel 3.7 menjelaskan hasil pengujian alat untuk bentuk prisma segi delapan.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Bentuk Prisma Segi Delapan

Percobaan Ke-	Sesuai Dengan Bentuk (Ya/Tidak)	Suara Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	LCD Sesuai Bentuk (Ya/Tidak)	Persentase (%)
1	Ya	Ya	Ya	100
2	Tidak	Tidak	Tidak	0
3	Ya	Ya	Ya	100
4	Ya	Ya	Ya	100
5	Ya	Ya	Ya	100
6	Ya	Ya	Ya	100
7	Tidak	Tidak	Tidak	0
8	Ya	Ya	Ya	100
9	Ya	Ya	Ya	100
10	Ya	Ya	Ya	100
Rata-rata				80

Berdasarkan tabel 3.7, presentase hasil pengujian alat dalam mendeteksi bentuk prisma segi delapan sebesar 80%.

Dari ke-tujuh hasil pengujian bentuk geometri dapat dicari rata-rata untuk tingkat keberhasilan alat dalam mendeteksi bentuk yang dijelaskan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Rata-rata Keberhasilan Alat

No	Bentuk	Persentase (%)
1	Balok	90
2	Kubus	100

No	Bentuk	Persentase (%)
3	Limas	90
4	Bola	100
5	Tabung	100
6	Kerucut	100
7	Prisma Segi Delapan	80
	Rata-rata	94,286

Berdasarkan tabel 3.8, Keberhasilan alat dalam membaca 7 bentuk (kubus, balok, limas, prisma segi delapan, bola, kerucut, tabung) memperoleh persentase rata-rata sebesar 94.286%. Proses pengukuran bentuk geometri memakan waktu selama 30,40 detik. Setelah proses pengukuran, waktu untuk proses mengeluarkan output ke LCD dan speaker memakan waktu selama 10,05 detik. Jadi total waktu keseluruhan alat ini beroperasi mulai dari menekan tombol sampai keluarnya output ke LCD dan speaker yaitu 40,45 detik.. Ada beberapa bangun geometri (seperti Balok, Limas, dan Prisma Segi Delapan) yang hasilnya tidak 100% disebabkan karena bentuk bangun geometri yang tidak diletakkan ditengah-tengah bidang tumpuan (misalnya di tengah cenderung ke kanan maupun kekiri) yang menghasilkan total dari pengukuran masuk ke *range* dari bentuk geometri yang lain. Beberapa bentuk geometri seperti Kubus, Bola, Tabung, dan Kerucut mendapatkan persentase keberhasilan sebesar 100% dalam membaca bentuk dikarenakan bentuk yang diletakkan ditengah-tengah bidang tumpuan berbentuk lingkaran.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap perangkat lunak dan perangkat keras yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa Alat Pemindai Bentuk Bangun Geometri Untuk Anak Usia Dini dapat berkerja dengan baik, dimana:

- Benda yang dikenali oleh alat ini adalah bentuk geometri beraturan yang telah ditentukan dengan tinggi 8 cm, diantaranya kubus, balok, limas, tabung, kerucut, bola, dan prisma segi delapan.
- Alat akan berhasil membaca bentuk geometri yang telah disediakan apabila diletakkan di tengah-tengah bidang geometri.
- Proses mulai dari menekan tombol sampai keluarnya output LCD dan speaker memakan waktu selama 40,45 detik.

- Tingkat keberhasilan 10 kali percobaan alat dalam membaca bentuk kubus, tabung, kerucut, dan bola sebesar 100%.
- Tingkat keberhasilan 10 kali percobaan alat dalam membaca bentuk balok, limas sebesar 90%.
- Tingkat keberhasilan 10 kali percobaan alat dalam membaca bentuk prisma segi delapan sebesar 80%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Qhadafhi, "ALAT PENGENALAN BENTUK BANGUN GEOMETRI BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK ANAK USIA DINI," 2018.
- [2] M. F. Wicaksono and A. S. Rohman, "Backup Security Pada Gedung Perkantoran Berbasis Arduino Dan Android," vol. 2017, pp. 19-26, 2017.
- [3] D. Adrian Eka Permana, "Sistem Buka Tutup Pintu Otomatis Menggunakan Jam Tangan Berbasis Mikrokontroler," *J. Ilm. Go Infotech*, vol. 21, no. 1, pp. 13-17, 2015.
- [4] "3.2" TFT 480x320 For Arduino Mega2560. Model:QDM320DBXNT8357RA." [Online]. Available: [http://www.ekt2.com/pdf/412\\_ARDUINO\\_SHIELD\\_LCD\\_TOUCH\\_3.2inch\\_320x480.pdf](http://www.ekt2.com/pdf/412_ARDUINO_SHIELD_LCD_TOUCH_3.2inch_320x480.pdf). [Accessed: 15-Nov-2018].
- [5] Syahrul, "MOTOR STEPPER: TEKNOLOGI, METODA DAN RANGKAIAN KONTROL," vol. 6, no. 2, pp. 187-202.
- [6] F. R and M. F. Wicaksono, "Alat Pengukur Ukuran Kaki untuk Pencarian Sepatu Berbasis Raspberry Pi."
- [7] M. F. Wicaksono and Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroller Arduino*. Bandung: Informatika, 2017.
- [8] Diodes, "FILTERLESS 3W CLASS-D STEREO AUDIO AMPLIFIER," 2012. [Online]. Available: [www.diodes.com](http://www.diodes.com).
- [9] dkk Sri Waluyanti, "Teknik Audio Video," 2008. [Online]. Available: [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/AB\\_I\\_DASAR\\_SINYAL\\_AUDIO-EDIT.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/AB_I_DASAR_SINYAL_AUDIO-EDIT.pdf). [Accessed: 15-Nov-2018].