

Alat Bantu Belajar Berhitung Menggunakan Kode *Braille* Bagi Penyandang Tunanetra Dengan Fitur *Self Correction* Berupa *Output* Suara

Albert Sudaryanto

Perkeretaapian
Politeknik Negeri Madiun, PNM
Kota Madiun, Indonesia
Albert.success@pnm.ac.id

Sulfan Bagus Setyawan

Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun, PNM
Kota Madiun, Indonesia
sulfan@pnm.ac.id

Hanum Arrosida

Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun, PNM
Kota Madiun, Indonesia
hanumarrosida@pnm.ac.id

Abstrak--“Alat Bantu Belajar Menghitung Menggunakan Kode Braille Bagi Penyandang Tunanetra Dengan Fitur *Self Correction* Berupa *Output* Suara” yang diberi nama *BECAK* merupakan sebuah alat yang bertujuan untuk membantu belajar menghitung kode braille para penyandang tunanetra dengan dilengkapi dengan *self correction*. Alat bantu menghitung untuk tunanetra masih belum banyak dikembangkan. Alat yang sudah ada belum dilengkapi dengan *self correction* yaitu mengoreksi jawaban secara otomatis tanpa bantuan manusia. Oleh karena itu, penulis akan mengembangkan alat bantu menghitung kode braille yang dilengkapi dengan *self correction*. Dengan *self correction* alat *BECAK* dapat mengoreksi secara otomatis jawaban yang sudah diberikan berupa suara dan *input* angka dari kalkulator. Jawaban yang berupa suara akan diubah menggunakan *speech to text* yang digunakan untuk mengubah suara menjadi angka agar dapat diolah di mikrokontroler. Sedangkan jawaban berupa *input* dari kalkulator akan langsung diolah di mikrokontroler. *BECAK* juga dapat mengeluarkan suara berdasarkan *input* dari tombol mode dan tombol pada kalkulator menggunakan *text to speech*. Berdasarkan jawaban yang sudah diberikan baik melalui suara atau *input* dari tombol maka *BECAK* akan memproses jawaban benar atau salah dan akan mengeluarkan suara berdasarkan jawaban. Mode menghitung dibagi menjadi hitungan dasar dan hitungan lanjut. Target yang ingin dicapai dari alat *BECAK* adalah dapat membantu tunanetra dalam proses belajar membaca dan menghitung.

Kata kunci -- *Braille*; *self correction*; kalkulator; tunanetra.

I. PENDAHULUAN

Bagi anak penyandang tunanetra tentu merasa kesulitan dalam memanfaatkan fasilitas-fasilitas tersebut sehingga menghambat mereka dalam mendapatkan informasi. Berdasarkan data pada tahun 2004 dapat diketahui jumlah penyandang cacat sesuai hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (Sosenas) di Indonesia adalah 6.047.008 jiwa, yang terdiri dari tuna netra 1.749.981 jiwa (29%), tuna daksa 1.652.741 jiwa (27%), eks penderita penyakit kronis 1.282.881 jiwa (21%), tuna grahita 777.761 jiwa (12.8%), dan

tuna rungu wicara mencapai angka 602.784 (9.9%) (Sosenas, 2004) [1]. Matematika adalah salah satu pelajaran yang sangat penting bagi manusia.

Matematika begitu kompleks yang harus dipelajari sejak kecil karena matematika adalah dasar dari beberapa pelajaran yang sangat diperlukan untuk kehidupan manusia.

Penelitian yang sudah ada saat ini, terdapat beberapa alat yang dapat membantu penyandang tunanetra dalam mempelajari kode braille untuk membaca, mengetik, dan berhitung. “*Edu Braille*” yang dikembangkan oleh Mahasiswa ITS (Rahmat Bambang Wahyu ari, dkk; 2016) memiliki fitur yang dapat digunakan untuk membaca dan berhitung menggunakan kode Braille [2]. Namun *Edu Braille* ini belum dilengkapi dengan berhitung seperti kalkulator hanya berhitung mulai angka 1-9 dan belum dilengkapi dengan *self correction*.

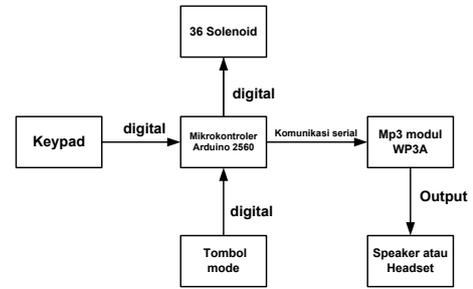
Mengingat pentingnya tulisan braille dan matematika terhadap penyandang tunanetra maka dilakukan penelitian suatu alat yang mampu memudahkan proses belajar membaca dan berhitung menggunakan kode braille bagi tunanetra dengan desain mekanik yang praktis dan efisien[3]. Alat bantu belajar membaca dan berhitung menggunakan kode braille bagi penyandang tunanetra dengan fitur *self correction* berupa *output* suara (dinamakan *BECAK*) dirancang untuk mempermudah pengguna dalam belajar membaca dan mengetik kode braille. Alat ini terdiri dari beberapa solenoid yang muncul bergantian berdasarkan kode-kode braille dan dilengkapi fitur *self correction* berupa suara dengan menggunakan teknologi *text to speech* dan *speech to text* yang dihubungkan dengan android agar dapat mengoreksi secara otomatis jawaban dari pengguna[4][5]. Alat bantu “*BECAK*” memiliki 2 mode, yaitu membaca dan berhitung. “*BECAK*” mempunyai desain yang dapat dibawa kemana saja dan berbasis android yang akan memudahkan pengguna dan pembelajar kode braille menjadi lebih efektif. Dengan adanya alat “*BECAK*” ini diharapkan dapat mempermudah anak

penyandang tunanetra dalam belajar membaca dan berhitung mulai dari dasar. "BECAK" diharapkan juga dapat berkontribusi terhadap penelitian dengan memberikan inovasi teknologi *self correction* menggunakan *text to speech* yang disesuaikan dengan kode braille.

II. METODOLOGI

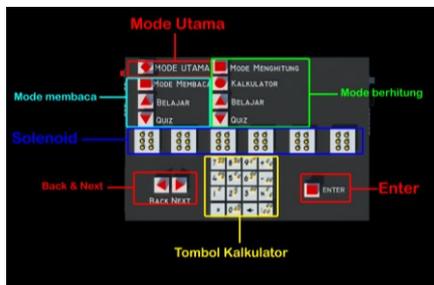
A. Penjelasan isi

Pada Bab ini adalah desain dan diagram sistem dan perancangan alat. Dibawah ini adalah perancangan BECAK.

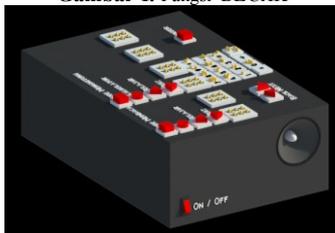


Gambar 4. Diagram kerja BECAK berhitung

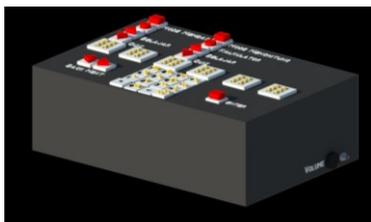
BECAK mode berhitung dilengkapi dengan fitur *self correction* yaitu fitur mengoreksi jawaban kuis secara otomatis. *Self correction* menentukan jawaban yang dimasukkan benar atau salah.



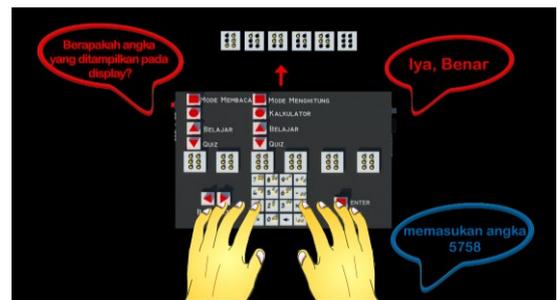
Gambar 1. Fungsi BECAK



Gambar 2. BECAK tampak isometri



Gambar 3. Desain BECAK



Gambar 5. Fitur *self correction*

2.1 Diagram kerja BECAK

Diagram kerja yang digunakan pada "Alat Bantu Belajar Membaca Kode Braille Bagi Penyandang Tunanetra dengan Fitur *Self Correction*. Dilengkapi *Output Suara*". Dapat dilihat pada Gambar 2.

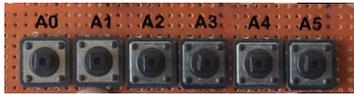
III. HASIL DAN ANALISA

Pada tahap pengujian ini dilakukan terhadap "Alat Bantu Belajar Menghitung Menggunakan Kode Braille Bagi Penyandang Tunanetra Dengan Fitur *Self Correction* Berupa *Output Suara*". Dengan adanya pengujian tersebut maka diperoleh data yang dapat di analisa untuk menentukan kelayakan alat yang telah dibuat. Beberapa bagian yang diperlukan untuk pengujian antara lain sebagai berikut:

1. Pengujian setiap bagian
 - a. Pengujian *push button*
 - b. Pengujian *keypad*
 - c. Pengujian mp3 modul DFPlayer
 - d. Pengujian solenoid
 - e. Pengujian angka
2. Pengujian keseluruhan
 - a. Mode kalkulator
 - b. Mode belajar berhitung
 - c. Mode kuis berhitung

3.1 Pengujian *push button*

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ketika *push button* ditekan. Masuk pada mode menghitung, mode belajar, mode kuis, mode kalkulator, *back*, *next*, dan *enter*.



Gambar 6. Push button

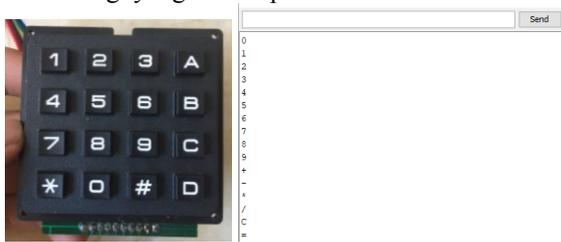
Tabel 1. Hasil pengujian push button

No	Push button	Hasil	Serial monitor
1	A0	Bisa	Mode menghitung
2	A1	Bisa	Mode belajar
3	A2	Bisa	Mode kuis
4	A3	Bisa	Back
5	A4	Bisa	Next
6	A5	Bisa	Enter

Berdasarkan hasil pengujian push button. Diketahui bahwa push button mulai dari pin A1 sampai dengan A6 berfungsi sesuai dengan perintah.

3.2 Pengujian Keypad

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ketika keypad ditekan dapat memasukan angka dan operasi hitung yang akan diproses di arduino.

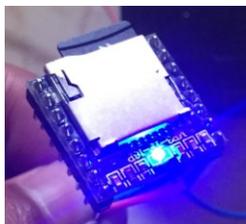


Gambar 7. Pengujian keypad

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada keypad didapatkan hasil bahwa semua berjalan dengan baik. Sesuai dengan hasil yang sama dengan perencanaan.

3.3 Pengujian Modul Mp3 DFPlayer

Tujuan pengujian ini adalah untuk memproses file mp3 yang ada di dalam memory. Agar dapat dirubah dalam bentuk suara agar dapat lebih mudah dimengerti oleh penyandang tunanetra.



Gambar 8. Modul Mp3 DFPlayer

Berdasarkan pengujian didapatkan mp3 modul DFPlayer dapat berfungsi dengan baik. Dan bila lagu diputar maka indikator led akan menyala.

3.4 Pengujian Solenoid

Tujuan dari pengujian solenoid dilakukan untuk mengetahui apakah setiap solenoid pada setiap blok bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan pada setiap solenoid pada setiap blok dilakukan dengan cara bergantian.

Berdasarkan pengujian dari setiap solenoid pada setiap blok yang telah dilakukan didapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan. Solenoid yang aktif akan naik dan solenoid yang tidak aktif maka tidak akan naik.

3.5 Pengujian angka satuan

Tujuan pengujian angka satuan adalah untuk mengetahui apakah solenoid dapat menampilkan kode Braille angka satuan sesuai angka satuan yang diinginkan atau dimasukkan berdasarkan input yang telah dimasukan. Angka satuan yang dikeluarkan oleh blok solenoid 1 yang terletak paling kiri



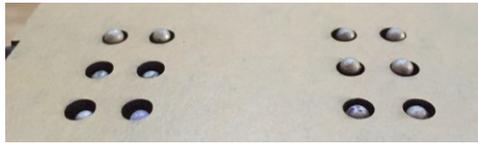
Gambar 9. Solenoid satuan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan kali yang dimulai dari angka 1,2,3,4, ...,9 telah didapatkan hasil ketika keypad ditekan angka 1 maka solenoid 1 menampilkan kode Braille angka 1. Ketika ditekan angka 2 maka solenoid 1 menampilkan angka 2. Hingga keypad ditekan angka 9 solenoid 1 akan menampilkan angka 9.

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan pada pengujian angka satuan didapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan awal. Hasil dari solenoid 1 sesuai dengan input yang dimasukan dari keypad.

3.6 Pengujian angka puluhan

Tujuan pengujian angka puluhan adalah untuk mengetahui apakah blok solenoid dapat menampilkan angka puluhan yang akan ditampilkan oleh 2 blok solenoid yaitu blok solenoid 1 dan blok solenoid 2. Pengujian dilakukan dengan cara menekan keypad sebanyak 2 kali yaitu ketika keypad ditekan sekali akan menampilkan angka puluhan atau angka pada digit yang pertama dan ketika keypad ditekan lagi akan menampilkan angka satuan atau menampilkan digit yang kedua pada bilangan puluhan.



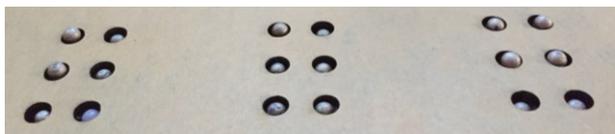
Gambar 10. Solenoid

Berdasarkan pengujian pada angka puluhan 25, 37, 46, 81, dan 73. Ketika pengujian angka 25 ditekan pertama angka 2 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 2 dan ketika angka 5 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 5, Ketika pengujian angka 37 ditekan pertama angka 3 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 7 dan ketika angka 7 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 7, Ketika pengujian angka 46 ditekan pertama angka 4 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 4 dan ketika angka 6 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 6, Ketika pengujian angka 81 ditekan pertama angka 8 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 8 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 1, dan Ketika pengujian angka 73 ditekan pertama angka 7 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 7 dan ketika angka 3 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 3.

Hasil yang didapatkan dari pengujian angka puluhan adalah hasil yang ditampilkan oleh blok 1 dan blok 2 solenoid sesuai dengan *input* yang telah dimasukan. Dan sesuai dengan perencanaan awal.

3.7 Pengujian angka ratusan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah blok solenoid dapat menampilkan angka ratusan yang akan ditampilkan oleh 3 blok solenoid yaitu blok solenoid 1, solenoid 2, dan blok solenoid 3. Pengujian akan dilakukan dengan cara menekan keypad sebanyak 3 kali yaitu ketika keypad ditekan pertama akan menampilkan angka ratusan atau angka pada digit yang pertama, ketika keypad ditekan kedua akan menampilkan angka puluhan atau menampilkan digit yang kedua pada bilangan ratusan dan ketika keypad ditekan ketiga akan menampilkan angka satuan atau menampilkan digit yang ketiga pada bilangan ratusan.



Gambar 11. Solenoid ratusan

Berdasarkan pengujian pada angka puluhan 217, 425, 523, 347, dan 681. Ketika pengujian angka 217 ditekan pertama angka 2 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 2 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 1 dan ketika angka 7 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 7. Ketika pengujian angka 425 ditekan pertama

angka 4 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 4 dan ketika angka 2 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 2 dan ketika angka 5 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 5. Ketika pengujian angka 523 ditekan pertama angka 5 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 5 dan ketika angka 2 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 2 dan ketika angka 3 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 3. Ketika pengujian angka 327 ditekan pertama angka 3 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 3 dan ketika angka 4 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 4 dan ketika angka 7 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 7. dan Ketika pengujian angka 681 ditekan pertama angka 6 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 6 dan ketika angka 8 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 8 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 1.

Dari pengujian ratusan didapatkan hasil solenoid 1,2, dan 3 sesuai dengan *input* yang dimasukan melalui keypad. *Output* sesuai dengan perencanaan awal.

3.8 Pengujian angka ribuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah blok solenoid dapat menampilkan angka ribuan yang akan ditampilkan oleh 4 blok solenoid yaitu blok solenoid 1, solenoid 2, solenoid 3, dan blok solenoid 3. Pengujian akan dilakukan dengan cara menekan keypad sebanyak 4 kali yaitu ketika keypad ditekan pertama akan menampilkan angka ribuan atau angka pada digit yang pertama, ketika keypad ditekan kedua akan menampilkan angka ratusan atau menampilkan digit yang kedua pada bilangan ratusan, ketika keypad ditekan ketiga akan menampilkan angka puluhan atau menampilkan digit yang ketiga pada bilangan ratusan. dan ketika keypad ditekan keempat akan menampilkan angka satuan atau menampilkan digit yang keempat pada bilangan ratusan.



Gambar 12. Solenoid ribuan

Berdasarkan pengujian pada angka puluhan 1001, 2174, 3564, 9187, dan 7412. Ketika pengujian angka 1001 ditekan pertama angka 1 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 1 dan ketika angka 0 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 0 dan ketika angka 0 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 0 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 4 dapat menampilkan kode braille angka 1. Ketika pengujian angka 2174 ditekan pertama angka 2 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 2 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 1 dan ketika angka 7 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 7 dan ketika angka 4

ditekan solenoid 4 dapat menampilkan kode braille angka 4. Ketika pengujian angka 3564 ditekan pertama angka 3 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 3 dan ketika angka 5 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 5 dan ketika angka 6 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 6 dan ketika angka 4 ditekan solenoid 4 dapat menampilkan kode braille angka 4. Ketika pengujian angka 9187 ditekan pertama angka 9 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 9 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 1 dan ketika angka 8 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 8 dan ketika angka 7 ditekan solenoid 4 dapat menampilkan kode braille angka 7. Ketika pengujian angka 7412 ditekan pertama angka 7 solenoid 1 dapat menampilkan kode Braille angka 7 dan ketika angka 4 ditekan solenoid 2 dapat menampilkan kode braille angka 4 dan ketika angka 1 ditekan solenoid 3 dapat menampilkan kode braille angka 1 dan ketika angka 2 ditekan solenoid 4 dapat menampilkan kode braille angka 2. Dari pengujian ribuan didapatkan hasil solenoid 1,2,3, dan 4 sesuai dengan *input* yang dimasukan melalui keypad. *Output* sesuai dengan perencanaan awal.

3.9 Pengujian Kalkulator

Tujuan pengujian mode kalkulator adalah untuk mengetahui apakah mode kalkulator berfungsi sama sesuai perencanaan. Pada pengujian ini mode kalkulator mempunyai masukan dari keypad dan keluaran berupa kode Braille dan suara dari speaker.

Tabel 2. Hasil pengujian kalkulator

No	Angka pertama	Operasi	Angka kedua	Hasil	Keterangan
1	3379	+	3793	7274	Bisa
2	254	-	186	68	Bisa
3	26	*	31	806	Bisa
4	8	/	2	4	Bisa

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada mode kalkulator. Ketika dilakukan percobaan $3379+3793=7274$ hasil yang didapat adalah sesuai dan benar, ketika dilakukan percobaan $254-186=68$ hasil yang didapat adalah sesuai dan benar, ketika dilakukan percobaan $26*31=806$ hasil yang didapat adalah sesuai dan benar, dan ketika dilakukan percobaan $8/2=4$ hasil yang didapat adalah sesuai dan benar.

Pada Mode Kalkulator didapatkan hasil yang sesuai dan benar. Pada *output* suara pada speaker hasil yang didapat sesuai dengan masukan.

3.10 Pengujian Mode belajar berhitung

Pengujian Mode belajar berhitung untuk mengetahui mode belajar berhitung sesuai dengan perencanaan. Mode belajar berhitung menampilkan kode Braille angka 1 sampai dengan 9.

Tabel 3. Hasil pengujian mode belajar

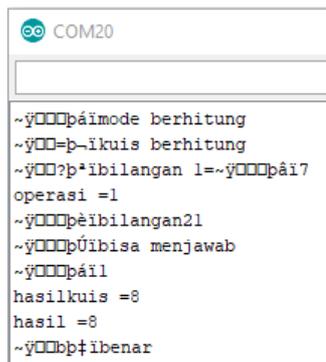
No	<i>next</i>	<i>Back</i>	Keterangan
1	1	9	Bisa
2	2	8	Bisa
3	3	7	Bisa
4	4	6	Bisa
5	5	5	Bisa
6	6	4	Bisa
7	7	3	Bisa
8	8	2	Bisa
9	9	1	Bisa

Berdasarkan pengujian Mode Belajar Berhitung didapatkan hasil ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 1. Ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 2, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 3, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 4, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 5, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 6, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 7, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 8, ketika ditekan tombol *next* angka menjadi 9. Ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 8, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 7, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 6, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 5, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 4, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 3, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 2, ketika ditekan tombol *back* angka menjadi angka 1.

Berdasarkan pengujian Mode Belajar Berhitung hasil yang diperoleh sesuai dengan perencanaan. Ketika ditekan tombol *next* angka akan bertambah dan ketika ditekan tombol *back* angka akan berkurang.

3.11 Pengujian mode kuis berhitung

Tujuan pengujian mode kuis berhitung adalah untuk mengetahui apakah mode kuis berhitung berfungsi sama sesuai perencanaan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah mode *self correction* sesuai dengan perencanaan. Mode kuis berhitung dilengkapi dengan *self correction* yaitu koreksi jawaban dari soal kuis



```

~y000páimode berhitung
~y000p-ikuis berhitung
~y000?p*ibilangan 1=~y000pái7
operasi =1
~y000pèibilangan21
~y000púibisa menjawab
~y000pái1
hasilkuis =8
hasil =8
~y000p‡ibenar

```

Gambar 13. Serial monitor kuis berhitung

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada mode kuis berhitung, soal akan muncul setelah ditekan mode berhitung dan mode kuis berhitung. Setelah soal muncul dapat memilih tombol *back* atau tombol *next*, tombol *back* untuk tidak bisa menjawab dan menuju soal selanjutnya. Setelah soal muncul untuk menjawab tekan tombol *next* dan memasukan jawaban sesuai dengan soal yang muncul dan tekan tombol *enter*. *Self correction* akan mengoreksi jawaban apakah benar atau salah, jika jawaban benar akan keluar suara benar dan jika salah akan muncul suara salah.

Pada pengujian yang telah dilakukan di dapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan yaitu soal akan keluar setelah mode kuis berhitung ditekan tombol *back* dan *enter* untuk bisa menjawab dan tidak bisa menjawab, ketika bisa menjawab *self correction* dapat menentukan apakah jawaban benar atau salah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada “Alat bantu belajar berhitung menggunakan kode Braille bagi penyandang tunanetra dengan fitur *self correction* berupa *output* suara”. Dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Keypad dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan sebagai masukan angka dan operasi matematika. Tombol dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan sebagai masukan untuk mengganti mode dan untuk tombol *back*, *next*, dan *enter*. Modul mp3 DFPlayer dan *speaker* dapat mengeluarkan suara sesuai dengan perencanaan dan dapat membaca file mp3 yang ada di dalam *memory*.
2. Setiap solenoid yang ada di dalam setiap blok dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Sebagai keluaran untuk kode Braille.
3. Mode berhitung, kalkulator, mode belajar, dan mode kuis dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan.
4. *Self correction* dapat mengoreksi jawaban benar atau salah pada mode kuis berhitung.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas Pendanaan Riset melalui Program Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2019.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Survei Sosial Ekonomi Nasional (Sosenas) Tahun 2004 Diperoleh pada tanggal 8 Maret 2018. <http://www.kesmas.kemkes.go.id/portal/konten/~rilis-berita/021414-olahraga-bagi-penyandang-cacat-sumbangsih-bagi-peningkatan-derajat-kesehatan-nasional> Diakses pada tanggal 8 Maret 2018.
- [2] Amalia, N., Ari, R.W., & Saifullah, E. H. 2016. *Edu Braille*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- [3] Ardianto, Heri, & Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [4] Kementerian Kesehatan RI. 2014. Buletin Jendela Data & Informasi Kesehatan: Situasi Penyandang Disabilitas. Kementerian Kesehatan RI
- [5] Muhammad. 2012. Kalkulator Suara Dwi Bahasa dengan Keypad Braille Berbasis Mikrokontroler ATmega128 Sebagai Alat Bantu Berhitung Bagi Tunanetra. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta