
PENGEMBANGAN *BRILLE TALKING CALCULATOR* BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI MEDIA BANTU HITUNG BAGI PENYANDANG TUNANETRA DI SLB A YAKETUNIS

Minarti, Very Erwina Safitri, Ritaudin Isnaini, dan Andhika Lady Maharsi

Mahasiswa FIP Universitas Negeri Yogyakarta

Abstract

The research is aimed at developing a calculator integrated with the microcontroller facilitated with talking and Braille keypad for the blind.

The method used in the research was Research and Development which consisted of the following steps proposed by Sugiono (2011): identifying potential and problems, collecting data, designing the product, validating the product, revising the design, trying out the design, revising the product, trying out, revising the product.

The result of the research was *Braille Talking Calculator* which was considered to be feasible as a functional calculating aid for the blind. In addition, it was also effective to improve the efficiency of the calculating activity of the blind.

Keywords: the blind, calculating aid, Braille Talking Calculator

PENDAHULUAN

Anak tunanetra adalah anak yang karena sesuatu hal, indra penglihatannya mengalami luka atau kerusakan, baik struktural dan atau fungsional sehingga penglihatannya mengalami kondisi tidak berfungsi sebagaimana mestinya (Rudiyati, 2002: 25). Kerusakan pada organ penglihatan menyebabkan anak tunanetra mengalami gangguan dalam fungsi visualnya. Hal tersebut menyebabkan anak tunanetra memiliki keterbatasan informasi dan bahkan sama sekali tidak mendapatkan informasi yang diperoleh melalui indera penglihatannya. Dengan tidak berfungsinya indera penglihatan, maka anak tunanetra cenderung memaksimalkan fungsi indera

pendengaran dan perabaannya untuk memperoleh informasi dari lingkungan.

Melalui berbagai latihan, ketajaman kemampuan indra pada anak tunanetra, lebih dominan diperoleh melalui indera pendengaran dan perabaan. Oleh karena itu anak tunanetra lebih menguasai hal-hal yang bersifat verbal daripada hal-hal yang bersifat nonverbal. Dalam bidang pendidikan, anak tunanetra juga cenderung lebih menguasai bidang ilmu-ilmu sosial dibandingkan dengan ilmu-ilmu eksak. Hal ini dikarenakan, di dalam ilmu eksak ada banyak simbol angka dan lambang hitungan yang membutuhkan pengamatan visual yang baik. Lemahnya kemampuan anak tunanetra dalam bidang ilmu eksak, tidak berarti anak tunanetra tidak

bisa mempelajari ilmu eksak dan lepas dari tanggung jawab dalam mempelajari ilmu eksak. Ilmu esak yang memuat pelajaran berhitung merupakan hal yang penting bagi kehidupan, termasuk bagi anak tunanetra.

Trisnowati (2011: 4) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pada kenyataannya siswa tunanetra memiliki kemampuan berhitung yang kurang baik. Guru di SLB A Yaketunis cenderung masih menggunakan metode ceramah yang kurang menarik serta media pembelajaran berhitung yang justru menyulitkan anak tunanetra seperti sempoa dan lidi yang kurang praktis dengan anak tunanetra. Selain media tersebut, pembelajaran berhitung juga menggunakan teknik menghitung bersusun dengan *cubaritme*. Hal ini dirasa kurang praktis karena anak tuna netra harus mencari angka sesuai soal dalam kubus-kubus dan memasukkan dalam petak-petak *cubaritme*. Hal tersebut membutuhkan waktu yang lama. Keadaan ini mengakibatkan anak tunanetra mengalami hambatan dalam proses keterampilan berhitung terutama bagi siswa tunanetra tingkat sekolah dasar. Pembelajaran dengan metode yang kurang menarik tersebut mengakibatkan siswa bosan terhadap mata pelajaran matematika. Keterbatasan proses kognitif dari siswa tunanetra juga mengakibatkan beban memori otak yang tinggi, karena kebiasaan menghitung dengan hafalan dan menyimpan angka-angka operasi hitung dalam ingatan. Hal tersebut selain karena keterbatasan kognitif juga karena adanya teknik bersusun.

Adanya persoalan di atas, maka nampak bahwa siswa tunanetra sangat mengalami

kesulitan dalam proses menghitung. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat bantu yang dapat memudahkan anak tunanetra dalam melakukan berhitung tanpa harus melibatkan proses kognitif yang menyulitkan yaitu dengan kalkulator. Jika bagi orang normal, kalkulator merupakan salah satu media penting yang digunakan untuk memudahkan proses berhitung, maka anak tunanetra juga sangat membutuhkan media bantu hitung sejenis kalkulator yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan anak. Kalkulator yang ada di pasaran adalah jenis kalkulator biasa yang kurang dapat dimanfaatkan oleh anak tunanetra. Padahal, anak tunanetra membutuhkan jenis kalkulator dengan spesifikasi yang lebih menekankan pada fungsi pendengaran dan perabaan. Terkait dengan hal tersebut, perkembangan teknologi yang nyata mampu memfasilitasi munculnya sebuah kalkulator *Braille* berbicara yang memang dikhususkan untuk anak tunanetra. Hanya saja, dengan pertimbangan mahalannya harga kalkulator *Braille* berbicara, maka tidak semua anak tunanetra memiliki kesempatan untuk mengakses alat bantu hitung tersebut.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah *Braille-talking calculator* berbasis *microcontroller* yang dapat digunakan sebagai alat bantu hitung bagi anak tunanetra dengan harga yang lebih terjangkau dan fasilitas yang lebih sesuai dengan karakteristik anak tunanetra karena tidak hanya disertai dengan huruf *Braille*, tetapi juga instrumen suara. Dengan begitu, kebutuhan anak tunanetra dalam memperoleh informasi berupa hasil

perhitungan akan lebih mudah didapatkan. Secara tidak langsung, keterampilan siswa tunanetra dalam melakukan proses menghitung bertambah.

Permasalahannya adalah bahwa *Braille-talking calculator* berbasis *microcontroller* belum atau kurang dikenal oleh siswa tunanetra di SLBA Yaketunis Yogyakarta. Oleh karena itu, penelitian berjudul “Pengembangan *Braille Talking Calculator* Berbasis *Microcontroller* sebagai Media Bantu Hitung bagi Penyandang Tunanetra di SLB A Yaketunis” penting untuk dilakukan. Apabila penelitian ini dilakukan, maka dapat membantu siswa atau anak tunanetra dan penyandang tunanetra dewasa melakukan aktivitas berhitung dalam kehidupan sehari-hari dan meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran dalam mata pelajaran berhitung. Di samping itu, penelitian ini juga menambah khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang pendidikan khusus bagi anak berkebutuhan khusus.

KAJIAN TEORI

Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara, atau pengantar. Gerlach & Ely (Azhar Arsyad, 2007) menyatakan bahwa media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap.

Media pembelajaran merupakan segala

sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan atau isi pembelajaran, dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan siswa sehingga dapat mendorong proses pembelajaran (<http://elearning.unesa.ac.id/pdf-archive/alat-bantu-anak-tunanetra.pdf>).

Media pembelajaran juga mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indra. Media pembelajaran dapat merupakan media yang sengaja dibuat oleh guru, tetapi dapat juga berupa benda-benda yang ada di lingkungan sekitar. Pembuatan media harus disesuaikan dengan kebutuhan anak dan sesuai dengan teknologi modern yang berkembang pada saat ini. Media mempunyai fungsi yang sangat besar dalam kegiatan pembelajaran, diantaranya yaitu media pembelajaran sebagai perantara penyampai atau menyebarkan ide, gagasan, ataupun pendapat dalam belajar sehingga yang dikemukakan tersebut sampai pada penerima yang dituju yaitu anak-anak berkebutuhan khusus.

Media bantu hitung

Media bantu adalah media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

Media bantu hitung adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menghitung suatu besaran dalam proses perhitungan. Media bantu hitung mengalami

perkembangan sejak pertama ditemukan, dari yang paling sederhana yaitu jari tangan hingga tercipta komputer untuk mengerjakan perhitungan yang lebih kompleks. Jenis-jenis media hitung antara lain abacus, sempoa, jari-jari, kalkulator, computer, dan sebagainya.

Kalkulator

Mesin hitung atau kalkulator adalah alat untuk menghitung dari perhitungan sederhana seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian sampai kepada kalkulator sains yang dapat menghitung rumus matematika tertentu.

Braille Talking Calculator Sistem Microcontroller

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroler merupakan komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektivitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah di modifikasi
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak
Pengendali mikro (*microcontroller*) adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah *PC*, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O.

Berbeda dengan CPU serba-guna, mikrokontroler tidak selalu memerlukan memori eksternal, sehingga *microcontroller* dapat dibuat lebih murah dalam kemasan yang lebih kecil dengan jumlah pin yang lebih sedikit.

Sebuah chip *microcontroller* umumnya memiliki fitur:

1. *Central Processing Unit* – mulai dari prosesor 4-bit yang sederhana hingga proses kinerja tinggi 64-bit.
2. *input/output* antar muka jaringan seperti port serial (UART) antar muka komunikasi serial lain seperti I²C, *Serial Peripheral Interface and Controller Area Network* untuk sambungan *system perifer*al seperti *timer* dan *watchdog*.
3. RAM untuk penyimpanan data.
4. ROM, EPROM, EEPROM atau *Flash*

memory untuk menyimpan program komputer

5. pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC pengubah analog kedigital

Penyandang Tunanetra dan Pembelajarannya

Barraga (1976), mengartikan tunanetra sebagai suatu cacat penglihatan sehingga mengganggu proses belajar dan pencapaian belajar secara optimal sehingga diperlukan metode pengajaran, pembelajaran, penyesuaian bahan pelajaran dan lingkungan belajar. Pendapat lain juga menyebutkan bahwa anak tidak dapat menggunakan penglihatannya sehingga dalam proses belajar akan bergantung kepada indera pendengaran (auditif), perabaan (taktual), dan indera lain yang masih berfungsi (Hardman dalam Purwaka Hadi, 2005: 38).

Kebanyakan anak tunanetra memerlukan media yang khusus untuk dapat mengakses informasi, misalnya dalam bentuk tulisan yang dicetak besar, menggunakan huruf Braille atau menggunakan rekaman audio (Sunanto, 2005). Sejauh ini, media khusus untuk mengakses informasi yang diperuntukkan bagi anak tunanetra diantaranya *talking computer* dan *talking handphone*. Padahal, masih ada banyak media yang sebenarnya diperlukan oleh anak tunanetra untuk mempermudah kehidupannya.

Salah satu media penting yang dirasa perlu untuk dikembangkan sesuai dengan karakteristik anak tunanetra adalah

kalkulator. Dengan adanya kalkulator yang disesuaikan dengan karakteristik anak tunanetra diharapkan dapat mempermudah aktivitas anak khususnya dalam ketrampilan berhitung. Keterampilan berhitung merupakan kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh setiap manusia termasuk anak tunanetra.

Sesuai dengan observasi di SLB A Yaketunis terutama siswa tunanetra kelas lima, anak tunanetra memiliki kesulitan dalam proses berhitung terutama dalam hal kecepatan menghitung. Hal tersebut, ditengarai oleh perlunya peran indera penglihatan dalam proses menghitung, sedangkan anak tunanetra memiliki keterbatasan dalam indera visualnya. Disamping itu, keterbatasan proses kognitif dari siswa tunanetra juga mengakibatkan beban memori otak yang tinggi, karena kebiasaan menghitung dengan hafalan dan menyimpan angka-angka operasi hitung dalam ingatan. Oleh sebab itu, adanya alat bantu hitung seperti kalkulator sangat dibutuhkan anak tunanetra.

Sayangnya, meskipun saat ini sudah ada kalkulator Braille, ternyata kalkulator tersebut tidak sepenuhnya dapat diakses oleh anak tunanetra. Hal tersebut disebabkan oleh mahalnya harga kalkulator berbicara yang ada selama ini. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengembangkan sebuah *Braille-talking calculator* berbasis *microcontroller* yang tidak hanya dilengkapi dengan *keypad Braille*, tetapi juga dilengkapi dengan suara sehingga dapat lebih membantu anak tunanetra dalam berhitung layaknya orang normal.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan atau disebut *Research and Development*. Menurut Sugiono (2011; 297) metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Adapun langkah-langkah penelitian yang digunakan adalah langkah-langkah metode penelitian pengembangan menurut Sugiono (2011:298) sebagai berikut:



Gambar 1 : Langkah-langkah Metode Penelitian Pengembangan R&D

Berdasarkan permasalahan yang ada di lapangan, diketahui bahwa anak tunanetra memiliki kemampuan berhitung yang kurang baik, terutama dalam hal kecepatan berhitung. Dari potensi dan masalah tersebut, dilakukan pengumpulan data mengenai solusi yang dapat diberikan atas permasalahan yang ada.

Pembuatan desain produk media bantu

hitung *Braille Talking Calculator* berbasis *Microcontroller* berupa desain rangkaian *calculator* dan desain tampilan kulit muka. Desain produk yang telah dibuat diujikan pada ahli dalam bidang elektronika. Setelah melewati uji (validasi) desain, dimulailah perangkaian komponen-komponen penyusunan *Braille Talking Calculator* hingga terbentuk sebuah *Calculator* yang mampu melakukan operasi hitung tambah, kurang, bagi, dan kali serta mampu memunculkan *output* perhitungan berupa *display* pada layar LCD dan *output* berupa suara.

Uji coba produk *Braille Talking Calculator* dilakukan oleh dosen ahli media pembelajaran dan dinyatakan bahwa media bantu hitung *Braille Talking Calculator* layak untuk digunakan dengan revisi berupa pembuatan pengaturan volume output suara. Setelah melakukan revisi produk dengan penambahan aplikasi program pengaturan volume suara, dilakukan uji coba pemakaian pada anak tunanetra di SLB A Yaketunis dan penyandang tunanetra dewasa di desa Muja-Muju Yogyakarta.

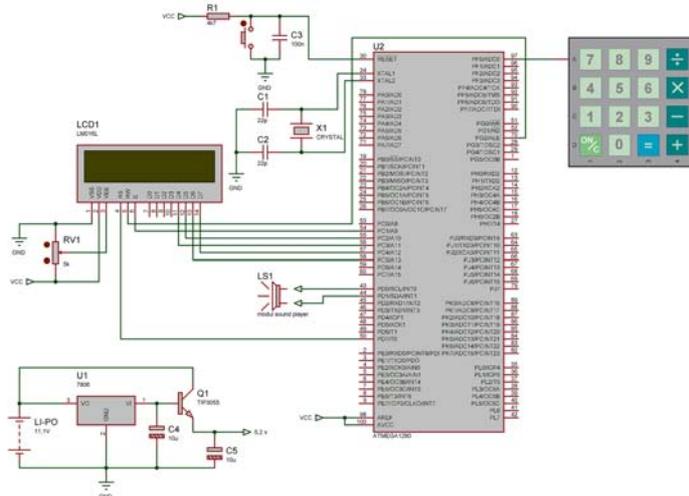
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian yang kami laksanakan menghasilkan sebuah alat bantu hitung berupa *Braille Talking Calculator* sesuai dengan target luaran. *Braille Talking Calculator* telah melalui uji validasi oleh ahli media pembelajaran dan dinyatakan layak untuk digunakan. Adapun skema rangkaian *Braille Talking Calculator* dan tampilan fisik

**Pengembangan *Braille Talking Calculator* Berbasis *Microcontroller* sebagai
Media Bantu Hitung bagi Penyandang Tunanetra di SLB A Yaketunis**

depan *Braille Talking Calculator* sebagai berikut :



Gambar2 : Skema Rangkaian *Braille Talking Calculator*



Gambar3 : Tampilan Tampak Depan *Braille Talking Calculator*

Setelah dinyatakan layak untuk digunakan sebagai alat bantu hitung fungsional bagi penyandang tunanetra, baik tunanetra dewasa maupun dalam pembelajaran oleh dosen ahli media Pembelajaran, *Braille Talking Calculator* diujikan kepada siswa tunanetra SLB A Yaketunis Yogyakarta kelas lima sebanyak 10 siswa. Hasil penelitian, memperoleh data mengenai skor hasil tes berhitung anak tanpa menggunakan *Braille Talking Calculator* dan skor ketika menggunakan *Braille Talking Calculator*. Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa *Braille Talking Calculator* efektif untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam aktivitas berhitung.

Berikut merupakan data hasil penelitian yang dilakukan di SLB A Yaketunis Yogyakarta:

Tabel Skor Hasil Tes Berhitung Siswa Kelas 5 SLB A Yaketunis Yogyakarta

Subjek	Skor tanpa <i>Braille Talking Calculator</i>	Waktu tanpa <i>Braille Talking Calculator</i>	Skor dengan <i>Braille Talking Calculator</i>	Waktu dengan <i>Braille Talking Calculator</i>
A	60	30	70	20
B	50	40	60	25
C	40	40	50	25
D	60	30	80	25
E	60	35	50	30
F	40	30	50	25
G	50	35	60	25
H	70	35	70	20
I	30	35	50	20
J	60	40	70	25

Keterangan tabel :

1. Skor tanpa *Braille Talking Calculator* merupakan skor yang diperoleh dari hasil tes berhitung tanpa menggunakan *Braille Talking Calculator*
2. Waktu tanpa *Braille Talking Calculator* merupakan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan soal tes berhitung tanpa menggunakan *Braille Talking Calculator*.
3. Skor dengan *Braille Talking Calculator* merupakan skor yang diperoleh dari hasil tes berhitung dengan menggunakan *Braille Talking Calculator*
4. Waktu dengan *Braille Talking Calculator*

merupakan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan soal tes berhitung dengan menggunakan *Braille Talking Calculator*.

Dalam penelitian ini, kami menentukan dua hipotesis penelitian, yaitu:

Ho : *Braille Talking Calculator* tidak efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu aktivitas berhitung siswa tunanetra kelas 5 SD di SLB A Yaketunis Yogyakarta.

Ha : *Braille Talking Calculator* efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu aktivitas berhitung siswa tunanetra kelas 5 SD di SLB A Yaketunis Yogyakarta.

Rekapitulasi perhitungan analisis efektifitas penggunaan *Braille Talking Calculator* terhadap efisiensi waktu berhitung pada anak tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta, yaitu:

Tabel Perhitungan Analisis Efektifitas Penggunaan *Braille Talking Calculator* terhadap Efisiensi Waktu Berhitung pada Anak Tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta

Subjek	Skor dengan <i>Braille Talking Calculator</i>	Skor tanpa <i>Braille Talking Calculator</i>	Selisih	Ranking di	Ranking tanda yang lebih kecil
A	70	60	10	5,5	
B	60	50	10	5,5	
C	50	40	10	5,5	
D	80	60	20	9,5	
E	50	60	0	1,5	
F	50	40	10	5,5	
G	60	50	10	5,5	
H	70	70	0	1,5	
I	50	30	20	9,5	
j	70	60	10	5,5	
					T = 0

Berdasarkan tabel T (Siegel, halaman 306), dengan T tabel pada $p = 0,05$ adalah 8, maka sangat dimungkinkan untuk menolak H_0 dan menerima H_a . Artinya, *Braille Talking Calculator* efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu aktivitas berhitung siswa tunanetra kelas 5 SD di SLB A Yaketunis Yogyakarta.

Pembahasan

Braille Talking Calculator dikembangkan dengan menggunakan berbagai komponen elektronika analog dan digital. Adapun bagian penyusun kalkulator yaitu : (1) Sistem *Microcontroller* AT Mega1280, (2) Sistem *display* menggunakan LCD 16x2 karakter, (3) *Key pad* numerik dan operator aritmatik, (4) *Modul sound player*, dan (5) Adaptor/ catudaya DC 5volt.

Dari daftar di atas, akan dipaparkan sebagai berikut :

1. *System microcontroller* AT Mega 1280

AT Mega 1280 adalah sebuah mikrokontroler dari *Atmel* yang didasarkan pada system AVR RISC 8 bit. Komponen ini terkenal dengan karakteristik performa tinggi tapi rendah pemakaian daya. Komponen ini terdiri dari 128KB ISP memory flash, 8KB SRAM, 4KB EEPROM, 86 soket input output, 32 soket working registers, *real time counter*, 6 konter yang fleksibel dengan mode perbandingan, PWM, 4 USARTs, byte oriented 2-wire serial interface, 16-channel 10-bit A/D konverter, dan sebuah JTAG antarmuka untuk pemrograman chip.

2. Sistem *display* menggunakan LCD 16x2 karakter

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD 16x2 adalah LCD paling sederhana untuk menampilkan informasi dalam ukuran 16 kolom dan 2 baris.

3. *Modul sound player*

Sebuah rangkaian elektronika yang terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi sebagai alat untuk memutar atau memainkan file berformat audio dari media penyimpanan (dalam kalkulator digunakan media penyimpan kartu memori *micro SD*)

4. *Adaptor/catudaya* DC 5 volt

Catudaya merupakan sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber

daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. DC (*direct current*) atau listrik arus searah adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Pada rangkaian kalkulator ini seluruh komponen di dalamnya dapat dijalankan dengan menggunakan energi listrik sebesar 5 volt.

Braille talking calculator mempunyai beberapa keunggulan di antaranya:

1. *Keypad Braille* yang terbuat dari bahan akrilik, sehingga karakter *braille*nya tidak mudah rusak walaupun digunakan (ditekan) secara berulang-ulang.
2. Mampu mengoperasikan penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian sampai dengan 7 digit angka (0-9.999.999), sehingga sangat fleksibel penggunaannya untuk pembelajaran ataupun kehidupan sehari-hari (kalkulator dagang).
3. Hasil pembagian ditampilkan dengan kepresisian satu digit dibelakang koma, sehingga memudahkan pembulatan.
4. Semua operasi (penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian) ditampilkan dalam 2 mode yaitu display LCD dan suara, sehingga memudahkan dalam *cross check* data.

Cara Kerja *Braille Talking Calculator*

Sistem kerja dari kalkulator ini adalah *keypad* akan berikan sinyal masukan ke

microcontroller melalui fitur ADC (*analog to digital converter*). Data yang masuk ke pin ADC0 akan diterjemahkan oleh *microcontroller* menjadi angka tertentu ataupun operator aritmatik tertentu (tergantung tombol yang ditekan). Setelah data dari *key pad* selesai diolah, maka *microcontroller* akan menampilkan hasil pengolahan data ke *display* LCD dan *modul sound player*. *Display* LCD di-*drive* oleh mikrokontroler melalui sistem antar muka 4 bit. Sedangkan *modul sound player* dikendalikan oleh *microcontroller* melalui jalur komunikasi I2C.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dinyatakan bahwa *Braille Talking Calculator* layak untuk digunakan sebagai alat bantu hitung yang fungsional bagi anak tunanetra dan penyandang tunanetra dewasa. Kalkulator tersebut dapat dimanfaatkan sebagai media bantu berhitung dalam kegiatan pembelajaran di sekolah untuk siswa tunanetra. Alat ini juga dapat digunakan oleh penyandang tunanetra dewasa maupun anak tunanetra dalam kehidupan sehari-hari, misalnya untuk menghitung banyaknya barang belanja dan uang yang harus dikeluarkan untuk membayar. *Braille Talking Calculator* efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu berhitung yang dilakukan oleh anak tunanetra.

Saran

1. Penelitian mengenai pengembangan alat bantu hitung bagi anak tunanetra berupa *Braille Talking Calculator* sebaiknya terus dilakukan untuk meminimalisasi ukuran dari alat tersebut.
2. Guru sebaiknya tidak menggunakan *Braille Talking Calculator* pada setiap pelajaran berhitung, mengingat *Braille Talking Calculator* hanya sekedar alat bantu. Hal ini juga penting untuk menghindari terjadinya ketergantungan pemakaian pada siswa atau anak tunanetra.
3. *Braille Talking Calculator* sebaiknya digunakan pada pelajaran matematika yang melibatkan operasi hitung dengan angka operasi besar (perkalian ratusan, ribuan, puluhan ribu, atau puluhan dengan puluhan) yang sukar dilakukan secara manual oleh siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambar Dian Trisnowati. 2011. Penelitian Skripsi :*Peningkatan Kemampuan Berhitung Anak Tunanetra Melalui Metode Jarimatika Di SLB A Yaketunis Yogyakarta*. Yogyakarta : Program Studi Pendidikan Luar Biasa Jurusan Pendidikan Luar Biasa Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arsyad, Azhar. 2007. *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Mimin Haryati. 2007. *Sistem Penilaian Berbasis Kompetensi Teori dan Praktek*. Jakarta: Galing Persada Press.
- Purwaka Hadi. 2005. *Kemandirian Tunanetra (Orientasi Akademik dan Orientasi Sosial)*. Jakarta: Depertemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Dirjen Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan Tinggi.
- Rudiyati, Sari. 2002. *Pendidikan Anak Tunanetra*. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sukardi. 2005. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi Dan Prakteknya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan D&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunanto, Juang. 2005. *Mengembangkan Potensi Anak Berkelainan Penglihatan*. Jakarta: Depertemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Dirjen Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan Tinggi.