

# MEDIA PEMBELAJARAN BRAILLE TANPA KERTAS

Anggarjuna Puncak Pujiputra, Dr. Tri Arief Sardjono, S.T.,M.T. dan Ir. Tasripan, M.T.  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111  
E-mail: anggarjuna12@mhs.ee.its.ac.id, sardjono@bme.its.ac.id, tasripan@ee.its.ac.id

**Abstrak**—Media pembelajaran tunanetra yang ada saat ini bergantung pada mesin pencetak huruf braille. Mesin pencetak huruf braille menggunakan media kertas dimana media tersebut hanya sekali pakai dan membutuhkan proses yang kompleks agar dapat digunakan kembali. Semakin banyak media pembelajaran, dibutuhkan semakin banyak kertas. Banyaknya kertas yang digunakan mengakibatkan biaya operasional yang dibutuhkan untuk menghasilkan media pembelajaran bagi tunanetra menjadi mahal. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat meminimalkan biaya operasional tersebut.

Dalam tugas akhir ini, dirancang sebuah media pembelajaran braille tanpa kertas, sehingga biaya operasional pencetakan media pembelajaran braille berkurang. Alat ini berupa *user interface* yang dapat menampilkan karakter braille seperti pada kertas namun dapat berubah-ubah sesuai karakter braille yang akan ditampilkan. Alat ini menggunakan *solenoid* sebagai pendorong *tactile* pada sistem. Mikrokontroler digunakan untuk memproses data masukan dan mengontrol *solenoid*. Data masukan berupa karakter huruf dan angka yang sudah dikonversi sesuai dengan kebutuhan sistem.

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sistem dapat memunculkan karakter huruf dan karakter angka. Siswa tunanetra sudah dapat mengenali huruf braille tanpa kertas, tetapi butuh waktu yang lama untuk beradaptasi. Sistem keseluruhan masih memiliki *error rate* tinggi dengan angka 27%.

**Kata Kunci**—Braille tanpa kertas, Mikrokontroler, *Solenoid*, Tunanetra.

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi, komunikasi dan informasi sudah mulai masuk ke Era digital, tak terkecuali pada penyandang cacat / tunanetra. Seorang tunanetra mendapatkan informasi dengan cara membaca huruf braille. Huruf braille adalah huruf-huruf yang terbentuk dari titik-titik timbul yang dapat dirasakan dengan indra peraba manusia. Dengan media inilah seorang tunanetra dapat membaca seperti manusia normal.

Media pembelajaran tunanetra yang ada saat ini bergantung pada mesin pencetak huruf braille. Mesin pencetak huruf braille menggunakan media kertas dimana media tersebut hanya sekali pakai dan membutuhkan proses yang kompleks agar dapat digunakan kembali. Semakin banyak media pembelajaran, dibutuhkan semakin banyak kertas. Banyaknya kertas yang digunakan mengakibatkan biaya operasional yang dibutuhkan untuk menghasilkan media pembelajaran bagi tunanetra menjadi mahal. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat meminimalkan biaya operasional tersebut.

Dalam tugas akhir ini, dirancang sebuah media pembelajaran braille tanpa kertas, sehingga biaya operasional pencetakan media pembelajaran braille berkurang. Alat ini berupa *user interface* yang dapat menampilkan karakter braille seperti pada kertas namun dapat berubah-ubah sesuai karakter braille yang akan ditampilkan. Alat ini menggunakan *solenoid* sebagai pendorong *tactile* pada sistem. Mikrokontroler digunakan untuk memproses data masukan dan mengontrol *solenoid*. Data masukan berupa karakter huruf dan angka yang sudah dikonversi sesuai dengan kebutuhan sistem.

## II. TEORI PENUNJANG

### A. Sistem Huruf Braille

Sistem tulisan Braille mencapai taraf kesempurnaan di tahun 1834. Huruf-huruf Braille menggunakan kerangka penulisan seperti kartu domino. Satuan dasar dari sistem tulisan ini disebut sel Braille, di mana tiap sel terdiri dari enam titik timbul yaitu tiga baris dengan dua titik. Keenam titik tersebut dapat disusun sedemikian rupa hingga menciptakan 64 macam kombinasi. Huruf Braille dibaca dari kiri ke kanan dan dapat melambangkan abjad, tanda baca, angka, tanda musik, simbol matematika dan lainnya. Ukuran huruf Braille yang umum digunakan adalah dengan tinggi sepanjang 0,5 mm, serta spasi horizontal dan vertikal antar titik dalam sel sebesar 2,5 mm

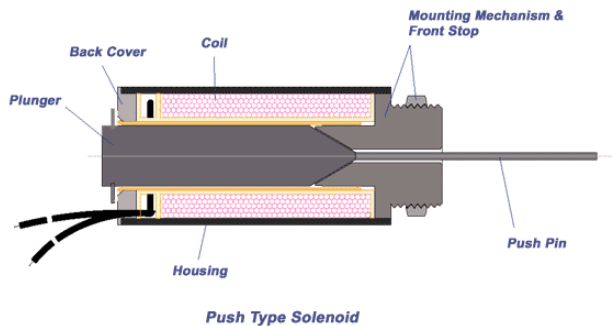
	⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩	⠪	⠫	⠬	⠭	⠮	⠯
	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_	

Gambar 1. Huruf Braille[1]

Braille terdiri dari sel yang mempunyai 6 titik timbul yang dinomorkan seperti berikut dan kehadiran atau ketiadaan titik itu akan memberi kode untuk simbol tersebut [3]. Huruf Braille Bahasa Melayu adalah hampir sama dengan kode huruf Braille Inggris. Perkataan, simbol (seperti tanda seru dan tanda soal), beberapa perkataan dan suku kata bisa didapat secara terus. Contohnya, perkataan orang disingkat menjadi org. Ini membolehkan buku Braille yang lebih tipis dicetak.

## B. Solenoid

*Solenoid* adalah sebuah alat electromechanical yang mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik linear atau rotary. Semua jenis *solenoid* terdiri atas sebuah koil yang berfungsi menghantarkan arus dan menghasilkan medan magnet, sebuah besi atau stell shell atau case untuk menutup rangkaian magnetic, sebuah plunger untuk mentranslasikan gerakan. *Solenoid* dapat di aktifkan baik dengan arus DC atau arus AC yang sudah disearahkan [4].



Gambar 2. Penampang melintang *Solenoid*[2]

*Solenoid* dapat dikontrol secara langsung menggunakan rangkaian kontroler dan memiliki waktu reaksi rendah. Gaya yang diaplikasikan ke armature proposional dengan perubahan di dalam lilitan induktansi berdasarkan perubahan proposi dari armature, dan juga arus yang mengalir melalui lilitan. Gaya yang mengalir melalui armature selalu menggerakkan armature ke suatu arah yang dapat meningkatkan induktansi lilitan.

Medan magnet di dalam *solenoid* diperoleh dari:

$$B = \mu_0 n I = \mu_0 \frac{NI}{h}$$

Di mana  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  henries per meter.

B adalah magnitudo medan magnet dalam teslas, n adalah jumlah turns per meter, I adalah arus dalam Ampere, N adalah jumlah turns dan h adalah panjang *solenoid* dalam meter.

## C. Mikrokontroler AVR ATmega 32

Nama AVR sendiri berasal dari "Alf (Egil Bogen) and Vegard (Wollan) 's Riscprocessor" dimana Alf Egil Bogen dan Vegard Wollan adalah dua penemu berkebangsaan Norwegia yang menemukan mikrokontroler AVR yang kemudian diproduksi oleh atmel.

Mikrokontroler adalah piranti elektronik berupa IC (Integrated Circuit) yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program). Dalam sebuah struktur mikrokontroler akan kita temukan juga komponen-komponen seperti: processor, memory, clock, dll.

Salah satu arsitektur mikrokontroler yang terdapat di pasaran adalah jenis AVR (Advanced Virtual RISC). Arsitektur mikrokontroler jenis AVR ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh dua orang mahasiswa Norwegian Institute of Technology yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan. Dalam perkembangannya, AVR dibagi menjadi beberapa varian yaitu

AT90Sxx, ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing varian adalah kapasitas memori dan beberapa fitur tambahan saja.

Pemrograman mikrokontroler AVR dapat menggunakan low level language (assembly) dan high level language (C, Basic, Pascal, JAVA, dll) tergantung compiler yang digunakan. Salah satu yang banyak dijumpai di pasaran adalah AVR tipe ATmega, yang terdiri dari beberapa versi, yaitu: ATmega8535, ATmega16, ATmega162, ATmega32, ATmega324P, ATmega644, ATmega644P dan ATmega128.



Gambar 3. Penampang melintang *Solenoid*

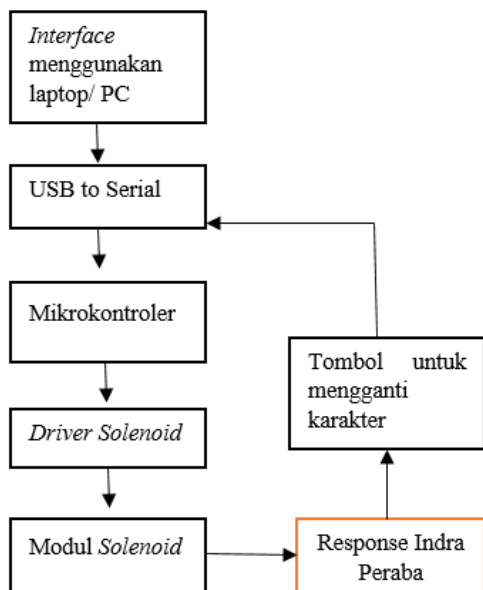
Fitur-fitur yang dimiliki ATmega32 sebagai berikut:

1. Frekuensi clock maksimum 16 MHz
2. Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam PortA, PortB, PortC dan PortD
3. Analog to Digital Converter 10 bit sebanyak 8 input, 4 channel PWM
4. Timer/Counter sebanyak 3 buah
5. CPU 8 bit yang terdiri dari 32 register
6. Watchdog Timer dengan osilator internal
7. SRAM sebesar 2K Byte
8. Memori Flash sebesar 32K Byte dengan kemampuan read while write
9. Interrupt internal maupun eksternal
10. Port komunikasi SPI
11. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
12. Analog Comparator
13. Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps

### III. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan alat dibahas secara keseluruhan, baik *hardware* maupun *software*. Tiap-tiap modul penyusun alat ini yang dijelaskan terdiri dari rangkaian *driver solenoid*, rangkaian penyuplai tegangan dan rancangan mekanik dari modul *solenoid*

Pada gambar 4 adalah blok diagram sistem secara keseluruhan yang membentuk alat visualisasi untuk media pembelajaran braille tanpa kertas menggunakan modul *solenoid*. Penjelasan sistem dimulai dari program pembuatan *interface* untuk memasukkan karakter di komputer dan mengirimkan data karakter melalui modul USB to Serial ke mikrokontroler, kemudian mikrokontroler memberikan inputan logic ke rangkaian *driver solenoid*. *Driver* ini menentukan *solenoid* mana saja yang aktif pada modul *solenoid* berdasarkan data logic dari mikrokontroler. *Solenoid* yang aktif pada blok modul *solenoid* memberikan gerakan linear keatas pada *tactile* yang dapat dirasakan jari tangan manusia. Gerakan *tactile* yang dirasakan jari tangan dapat memberikan gambaran visual dari karakter yang muncul.



Gambar 4. Detail Blok Diagram Sistem

#### A. Modul Solenoid

Modul *Solenoid* di sini adalah *solenoid* sebanyak 6 buah yang tersusun sebagai matrix 3x2. *Solenoid* penyusun modul *solenoid* disusun seperti gambar 5.



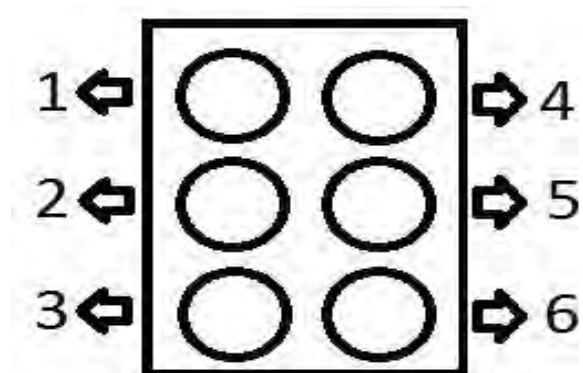
Gambar 2. Modul Solenoid dengan matrix 3x2

Modul *solenoid* tersusun dari *solenoid* / kumparan yang di-coupling dengan *tactile braille*. Jika *solenoid* diberi arus listrik, *solenoid* akan memberikan gaya dorong keatas sehingga *tactile* juga akan ikut terdorong keatas. Jika *solenoid* diberi arus listrik berlawanan, *solenoid* akan memberikan gaya dorong kebawah sehingga *tactile* juga akan ikut terdorong kebawah.



Gambar 6. Tactile Braille dan Solenoid

Modul *solenoid* ini dinyatakan dengan angka sesuai dengan angka pada sel braille. Angka *solenoid* terdiri dari angka 1 sampai dengan angka 6. Angka-angka *solenoid* terdapat pada gambar 8.



Gambar 8. Susunan Angka pada Modul Solenoid

**B. Interface pada komputer menggunakan qt creator**

Program *Interface* dibuat dengan menggunakan *software qt creator* dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Pembuatan *interface* ini digunakan untuk memasukkan data berupa data karakter huruf dan karakter angka dari komputer ke mikrokontroler. Didalam *interface* ini terdapat banyak sekali fitur-fitur yang digunakan, seperti *GroupBox*, *ComboBoxes*, *Label*, *Buttons*, *TextBox*, *Scrollbars*. Tiap fitur-fitur yang digunakan memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan kebutuhan pemakai. Tampilan *interface* terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. Bentuk *Form Interface* pada *Qt Creator*

**IV. HASIL PENGUJIAN**

Pada sistem ini, data yang paling penting adalah modul *solenoid* dapat membentuk karakter huruf dan karakter angka sesuai dengan aturan braille. Pengujian modul *solenoid* dengan cara memasukkan karakter huruf dan karakter angka dari komputer. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Karakter Huruf

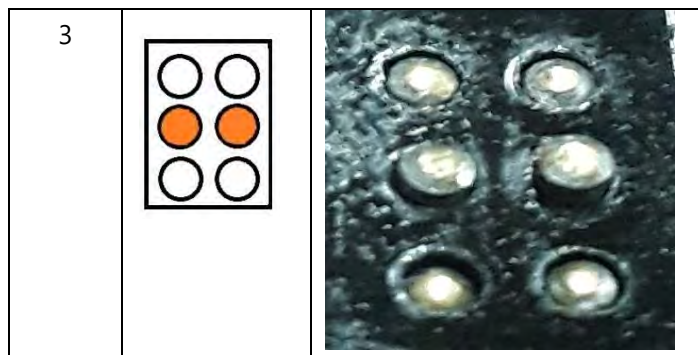
Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
A		

B		
C		

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian braille tanpa kertas. Karakter huruf yang dimasukkan adalah huruf A,B dan C. Modul solenoid dapat memunculkan karakter huruf ABC sesuai dengan aturan huruf braille. Huruf-huruf inilah yang dapat dibaca oleh seorang tunanetra.

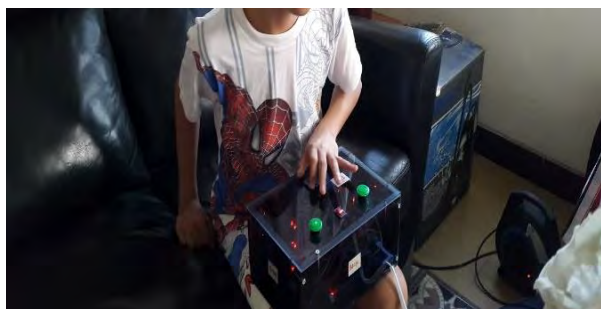
Tabel 2. Pengujian Karakter Angka

Angka Latin	Angka Braille	Angka pada Braille Tanpa Kertas
1		
2		

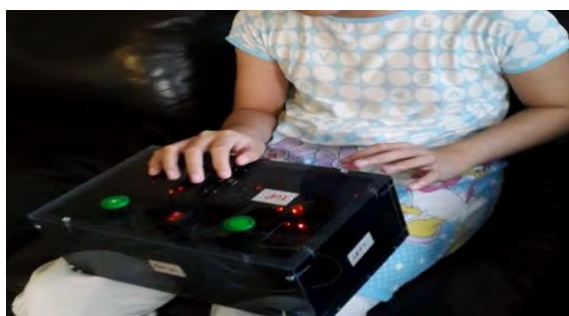


Dari tabel 2 bisa didapatkan hasil pengujian angka braille tanpa kertas. Karakter angka yang dimasukkan adalah angka 1,2 dan 3. Modul solenoid dapat memunculkan karakter angka 123 sesuai dengan aturan braille. Angka-angka inilah yang dapat dibaca oleh seorang tunanetra.

Pengujian sistem pada siswa tunanetra dilakukan dengan cara memberikan karakter huruf mulai dari huruf “a” hingga huruf “z”. Siswa tunanetra ini berumur 13 tahun dan duduk di kelas 6 SD. Sebut saja nama siswa ini subjek A dan subjek B.



Gambar 10. Pengujian Sistem pada Subjek A



Gambar 11. Pengujian Sistem pada Subjek B

Hasil yang diperoleh dari kedua siswa tunanetra ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Sistem pada Siswa Tunanetra

Karakter Huruf	Subjek A	Subjek B
a	✓	✓
b	✓	✓
c	✓	✓
d	✓	✓
e	✓	✓

f	✓	✓
g	✓	•
h	✓	•
i	•	✓
j	•	✓
k	•	✓
l	✓	✓
m	•	•
n	✓	•
o	✓	✓
p	✓	✓
q	•	•
r	•	•
s	✓	✓
t	✓	✓
u	✓	✓
v	✓	✓
w	✓	✓
x	✓	✓
y	✓	•
z	✓	•
<i>Error Rate</i>	23%	31%

Pada pengujian sistem keseluruhan, terdapat *error rate* yang tinggi pada kedua siswa tunanetra. Hasil percobaan pada subjek A memiliki *error rate* 23% yaitu *error* pada pembacaan huruf I,J,K,M,Q,R. Hasil percobaan pada subjek B memiliki *error rate* 31% yaitu *error* pada pembacaan huruf G,H,M,N,Q,R,Y,Z

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang bisa diambil oleh penulis dari tugas akhir ini adalah:

1. *Error rate* yang terjadi diakibatkan adanya perbedaan kontur dan bahan antara kertas mesin braille dan *tactile* braille tanpa kertas.
2. Karakter yang dapat muncul pada solenoid terbatas pada mekanik yang ada dan yang digunakan.

Beberapa saran yang penulis bisa berikan untuk pengembangan tugas akhir adalah:

1. Penambahan modul suara diperlukan untuk membantu tunanetra memahami dan mengoperasikan braille tanpa kertas
2. Mekanik yang pakai harus lebih banyak, sehingga karakter yang dapat dimunculkan dapat banyak juga.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kartha, Vineeth, dkk. 2012 *DRISHTI-A Gesture Controlled Text to Braille Converter*. Thiruvananthapuram.
- [2] Kulkarni, Abhinav dan Bhurchandi, Kishor. 2015. *Low Cost E-Book Reading Device for Blind People*. Nagpur.
- [3] Schmidt, Marcelo B., dkk.. 2012. *Single Braille Cell*. Brazil.
- [4] Runyan, Noel. 2013. *EAP Braille Display Needs and Requirements*. USA
- [5] Nurcahyo, Sidik. 2012. *Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel*. Indonesia