



TUGAS AKHIR - TE 141599

MEDIA PEMBELAJARAN BRAILLE TANPA KERTAS

Anggarjuna Puncak Pujiputra
NRP 2212100045

Dosen Pembimbing
Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
Ir. Tasripan, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TE 141599

PAPERLESS BRAILLE LEARNING SYSTEM

Anggarjuna Puncak Pujiputra
NRP 2212100045

Supervisor
Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
Ir. Tasripan, MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

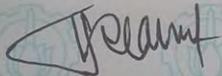
**MEDIA PEMBELAJARAN BRAILLE TANPA
KERTAS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

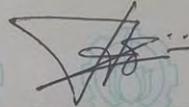
Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Dr. Tri Arief Sardiono, ST., MT.
NIP. 197002121995121001

Dosen Pembimbing II



Ir. Tasripan, MT.
NIP. 196204181990031004



MEDIA PEMBELAJARAN BRAILLE TANPA KERTAS

Nama : Anggarjuna Puncak Pujiputra
Pembimbing I : Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
Pembimbing II : Ir. Tasripan, MT.

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.

Halaman ini sengaja dikosongkan

PAPERLESS BRAILLE LEARNING SYSTEM

Name : Anggarjuna Puncak Pujiputra
Supervisor : Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
Co-Supervisor : Ir. Tasripan, MT.

ABSTRACT

Blind instructional media that exists today rely on Braille printing machines. Braille printing machines uses paper as media that is disposable and requires a complex process to be reused. The more learning media, more and more paper is needed. The amount of used paper causes operational costs needed to produce learning media for the blind to be expensive. Therefore, we need a solution that can minimize the operational costs.

In this final project, a medium of learning braille paperless is designed, so the operating costs of learning braille printing media is reduced. This tool is a user interface that can display Braille characters like on paper, but can be changed according to braille characters to be displayed. This tool uses a solenoid as a driver tactile system. The microcontroller is used to process the input data and control solenoid. Data input are alphabet and numeric characters that have been converted as the needs of the system.

The results of tests performed in this final project is the system can pull out the different character and numeric characters. The blind students are able to recognize the Braille characters, but it tooks a long time to adapt. Overall system still has a high error rate about 27%.

Keywords: Paperless Braille, Microcontroller, Solenoid, Blind People

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

Media Pembelajaran Braille Tanpa Kertas

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan program Strata-Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini dibuat berdasarkan teori-teori yang didapat selama mengikuti perkuliahan, berbagai literatur penunjang dan pengarahannya dosen pembimbing dari awal hingga akhir pengerjaan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini, penulis ingin berterima kasih kepada pihak-pihak yang membantu pembuatan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Ibu, adik serta seluruh keluarga yang memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Dr. Tri Arief Sardjono, ST, MT selaku dosen pembimbing 1 atas bimbingan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
3. Ir. Tasripan, MT. selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika dan dosen pembimbing 2 atas bimbingan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
4. Dr.Eng. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya.
5. Seluruh dosen bidang studi elektronika.
6. Teman-teman laboratorium Elektronika yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, telah membantu proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna dan masih banyak hal yang dapat diperbaiki. Saran, kritik dan masukan baik dari semua pihak sangat membantu penulis untuk pengembangan lebih lanjut.

Surabaya, 10 Juni 2016

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Relevansi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG	7
2.1 Sistem Huruf Braille	7
2.2 Aktuator <i>Solenoid</i> Electric	9
2.2.1 <i>Solenoid</i>	10
2.2.2 <i>Solenoid</i> Elektromekanik	11
2.3 Mikrokontroler AVR ATMega 32.....	12
2.3.1 Pengertian AVR.....	12
2.3.2 Arsitektur AVR ATMega 32.....	14
2.3.3 Konfigurasi Pin AVR ATMega 32	15
2.4 Modul USB to RS232 TTL	18
2.5 <i>Qt Creator</i>	20
2.6 Driver Motor.....	21
2.7 Braille Tanpa Kertas	22
2.7.1 Penelitian Terkait.....	22
2.7.2 Produk Komersial	23
BAB III PERANCANGAN SISTEM	25
3.1 Perancangan Sistem	25
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	26
3.2.1 Modul Rangkaian Mikrokontrol	26

3.2.2	Modul RS-232 Serial <i>Interface</i>	27
3.2.3	Rangkaian Penyuplai Tegangan	28
3.2.4	Rangkaian driver Modul <i>Solenoid</i>	29
3.2.5	Modul <i>Solenoid</i>	30
3.3	Perancangan <i>Software</i>	33
3.3.1	Program Interface pada Komputer.....	33
3.3.2	Program Komunikasi Serial	34
3.3.3	Program Mikrokontroler	35
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	37
4.1	Pengujian Hardware	37
4.1.1	Pengujian Rangkaian Penyuplai Tegangan	37
4.1.2	Pengujian Rangkaian Modul ATmega 32.....	38
4.1.3	Pengujian Rangkaian Driver Solenoid.....	39
4.2	Pengujian <i>Software</i>	41
4.2.1	Pengujian Komunikasi Serial dengan Komputer.....	41
4.3	Pengujian Sistem Keseluruhan	41
4.3.1	Pengujian Sistem dengan Satu Karakter	39
4.3.2	Pengujian Sistem pada Siswa Tunanetra	55
4.3.3	Hasil dan Analisa	56
BAB V	PENUTUP.....	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63
BIODATA PENULIS	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Desain Braille Tanpa Kertas	3
Gambar 2.1 Huruf Braille	7
Gambar 2.2 Sel Braille	8
Gambar 2.3 Aktuator <i>Solenoid</i>	9
Gambar 2.4 Simbol dan rangkaian di dalam <i>solenoid</i>	10
Gambar 2.5 Contoh <i>solenoid</i>	10
Gambar 2.6 Penampang melintang <i>solenoid</i>	11
Gambar 2.7 AVR ATmega 32	13
Gambar 2.8 Arsitektur ATmega 32.....	14
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin AVR ATmega 32.....	16
Gambar 2.10 Modul USB to RS232 TTL.....	19
Gambar 2.11 Serial PORT COM5	20
Gambar 2.12 Logo <i>Qt Creator</i>	20
Gambar 2.13 Konfigurasi Rangkaian H-Bridge.....	21
Gambar 2.14 Sel Braille menggunakan piezoelektrik	22
Gambar 2.15 <i>SyncBraille-Portable 20-Cell Braille</i>	23
Gambar 3.1 Detail Blok Diagram Sistem	25
Gambar 3.2 Skematik Rangkaian Modul Mikrokontroler	27
Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Modul RS-232	28
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Power Supply</i>	29
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Driver</i> Modul <i>Solenoid</i>	30
Gambar 3.6 Modul <i>Solenoid</i> dengan matrix 3x2	31
Gambar 3.7 <i>Tactile Braille</i> dan <i>Solenoid</i>	31
Gambar 3.8 Susunan Angka pada Modul <i>Solenoid</i>	32
Gambar 3.9 Bentuk Form <i>Interface</i> pada <i>Qt Creator</i>	34
Gambar 4.1 Penyuplai Tegangan Baterai Lippo	37
Gambar 4.2 Penyuplai Tegangan Regulator 5 volt pada L298	38
Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroler ATmega 32	39
Gambar 4.4 Rangkaian <i>Driver</i> Modul <i>Solenoid</i>	40
Gambar 4.5 Pengujian Komunikasi Serial.....	41
Gambar 4.6 Logic yang Diberikan pada Pengujian Modul <i>Solenoid</i>	42
Gambar 4.7 Pengujian Sistem pada Subjek A	55
Gambar 4.8 Pengujian Sistem pada Subjek B.....	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi khusus port A	16
Tabel 2.2 Fungsi khusus port B	17
Tabel 2.3 Fungsi khusus port C	17
Tabel 2.4 Fungsi khusus port D	18
Tabel 3.1 Hubungan modul solenoid dengan mikrokontroler	32
Tabel 4.1 Data pengujian rangkaian <i>driver</i> modul <i>Solenoid</i>	40
Tabel 4.2 Pengujian Karakter Huruf abc	43
Tabel 4.3 Pengujian Karakter Huruf def	44
Tabel 4.4 Pengujian Karakter Huruf ghi	45
Tabel 4.5 Pengujian Karakter Huruf jkl	46
Tabel 4.6 Pengujian Karakter Huruf mno.....	47
Tabel 4.7 Pengujian Karakter Huruf pqr	48
Tabel 4.8 Pengujian Karakter Huruf stu.....	49
Tabel 4.9 Pengujian Karakter Huruf vwx.....	50
Tabel 4.10 Pengujian Karakter Huruf yz.....	51
Tabel 4.11 Pengujian Karakter Huruf 123.....	52
Tabel 4.12 Pengujian Karakter Huruf 456.....	53
Tabel 4.13 Pengujian Karakter Huruf 789.....	54
Tabel 4.14 Pengujian Karakter Huruf 0	55
Tabel 4.15 Pengujian Sistem pada Siswa Tunanetra.....	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang *solenoid-solenoid* menjadi titik-titik pada huruf braille?
2. Bagaimana mengkonversi huruf latin menjadi huruf braille?
3. Bagaimana mengkonversi kata menjadi deretan huruf braille?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Karakter braille terdiri dari karakter huruf kecil dan karakter angka.
2. Karakter braille yang dapat muncul adalah karakter yang dimasukkan melalui *interface* dalam laptop atau komputer.
3. Pembuatan mekanik menggunakan tangan manusia.
4. Modul *solenoid* yang dibuat maksimal hanya mampu memunculkan 2 karakter braille.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan *solenoid* dengan mengadaptasi mesin ketik sehingga dapat terbentuk huruf braille.
2. Pembuatan *database* huruf latin menjadi huruf braille.
3. Penambahan *interface* untuk menampilkan karakter braille dari suatu kata.

1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dasar teori yang menunjang dalam penulisan Tugas Akhir. Dasar teori ini dapat diambil dari buku-buku, jurnal, dan artikel-artikel di internet dan forum-forum diskusi internet.

2. Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan *hardware* ini, terdapat 2 tahap, yaitu: penyusunan *solenoid* dengan *tactile* dan penyusunan sel braille. Penyusunan *solenoid* dengan *tactile* bertujuan agar ketika *solenoid* diberi arus listrik, maka *tactile* akan terdorong keatas. Selanjutnya hasil penyusunan *solenoid* dengan *tactile* akan dilanjutkan dengan penyusunan sel braille. Satu sel braille terdiri

dari 6 titik dengan konfigurasi 3 x 2, sehingga dibutuhkan 6 *solenoid* yang dikopel dengan *tactile*.



Gambar 1.1 Desain Braille Tanpa Kertas

3. Perancangan *Software*

Dalam perancangan *software* ini dibutuhkan pembuatan *database* untuk mengkonversi huruf braille. Selain itu *software* yang dibuat harus dapat menampilkan kata menjadi deretan huruf braille.

4. Pengujian Sistem

Pengujian alat dilakukan untuk menentukan keandalan dari sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah *software* dan *hardware* dapat bekerja secara baik.

Pengujian dilakukan dengan dua tahap, yang pertama, menampilkan satu huruf yang akan dibaca oleh tunanetra. Yang kedua, dilakukan untuk pengkonversian kata menjadi deretan huruf braille.

5. Analisa

Analisa dilakukan terhadap hasil dari pengujian sehingga dapat ditentukan karakteristik dari *software* dan *hardware* yang telah dibuat. Apabila karakteristik dari *software* dan *hardware* masih belum sesuai, maka perlu dilakukan perancangan ulang pada sistem.

6. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Tahap penulisan laporan tugas akhir adalah tahapan terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka dan teori penunjang, perancangan sistem, pengujian, dan penutup.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

➤ BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini meliputi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

➤ BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG

Bab ini menjelaskan tentang teori penunjang dan *literature* yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Dasar teori yang menunjang meliputi huruf braille, *solenoid*, Mikrokontroler ATMega32A, *driver solenoid*, penelitian braille tanpa kertas dan produk komersial braille tanpa kertas. Bagian ini memaparkan mengenai beberapa teori penunjang dan beberapa literatur yang berguna bagi pembuatan Tugas Akhir ini.

➤ **BAB III : PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) untuk sistem media pembelajaran braille tanpa kertas.

➤ **BAB IV : PENGUJIAN**

Pada bab ini akan menjelaskan hasil uji coba sistem beserta analisisnya.

➤ **BAB V : PENUTUP**

Bagian ini merupakan bagian akhir yang berisikan kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan Tugas Akhir ini, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7 Relevansi

Hasil yang diharapkan dari tugas akhir ini diharapkan :

1. Mengurangi penggunaan kertas dalam pencetakan buku bacaan braille sehingga dapat mengurangi sampah kertas.
2. Menyediakan media baru bagi tunanetra untuk membaca buku digital.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG

Teori penunjang dalam bab ini menjelaskan tentang teori penunjang yang berhubungan dengan keseluruhan sistem yang akan dibuat pada tugas akhir ini. Sedangkan tinjauan pustaka dalam bab ini menjelaskan tentang sistem-sistem yang berhubungan dengan tugas akhir ini dan pernah diimplementasikan oleh penulis-penulis sebelumnya.

2.1 Sistem Huruf Braille

Sistem tulisan Braille mencapai taraf kesempurnaan di tahun 1834^[1]. 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 2.1 Huruf Braille^[2]

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. 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.

1	4
2	5
3	6

Gambar 2.2 Sel Braille^[3]

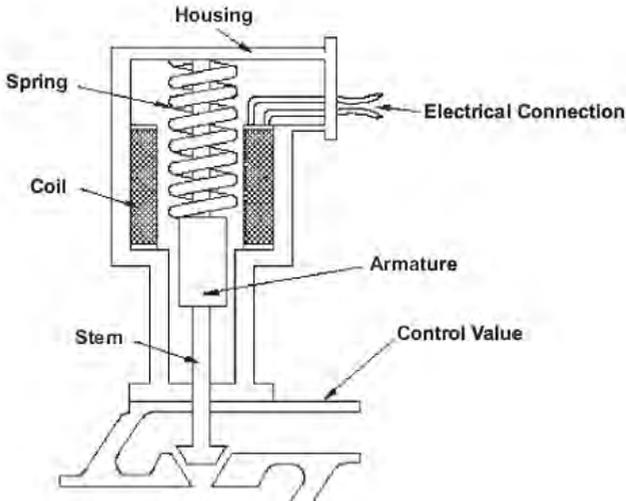
Huruf Braille juga telah diperkaya sehingga dapat digunakan untuk membaca nota musik dan matematik. Kini Braille telah diubah dan disesuaikan dengan menambah dua lagi titik menjadikan Braille menjadi kode 8 titik. Ini memudahkan pembaca Braille mengetahui huruf tersebut adalah huruf besar atau kecil. Selain itu, penukaran ini membolehkan huruf-huruf ASCII dipertunjukkan dan kombinasi 8 titik ini dikodekan dalam standard Unicode.

Braille boleh dihasilkan menggunakan batuan loh (slate) dan stilus (stylus) di mana titik dihasilkan daripada belakang muka kertas, menulis dengan gambar cermin, menggunakan tangan, atau menggunakan mesin taip Braille yang dikenali sebagai Perkins Braille. Braille juga dapat

dihasilkan menggunakan mesin cetak Braille yang disambung kepada komputer.

2.2 Aktuator *Solenoid* Elektrik

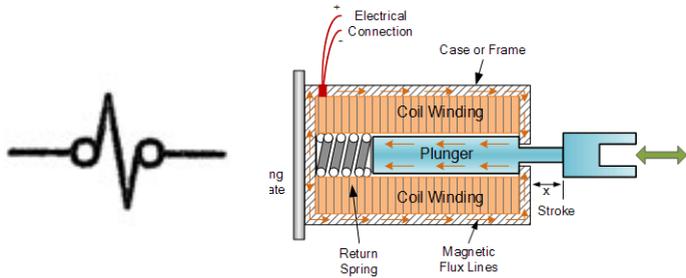
Di bawah adalah gambar aktuator *solenoid* elektrik yang terdiri dari *coil* (lilitan kawat), *armature* (jangkar), pegas dan *stem* (batang/gagang).



Gambar 2.3 Aktuator *Solenoid*

Coil terhubung dengan *supply* arus *external*. Pegas bersandar dengan *armature* untuk menekannya bergerak maju. *Armature* bergerak secara vertikal di dalam *coil* dan mengirimkan gerakannya melalui *stem* menuju ke *valve*.

Ketika arus mengalir melalui *coil*, sebuah gaya magnetik terbentuk di sekitar *coil*. Gaya magnet menarik *armature* melalui pusat *coil*. Ketika *armature* bergerak ke bawah, pegas jatuh dan *valve* open. Ketika rangkaian open dan arus berhenti mengalir ke *coil*, gaya magnetik menjadi hilang. Ini menjadikan pegas mengembang dan menutup *valve*.



Gambar 2.4 Simbol dan rangkaian di dalam *solenoid*



Gambar 2.5 Contoh *solenoid*

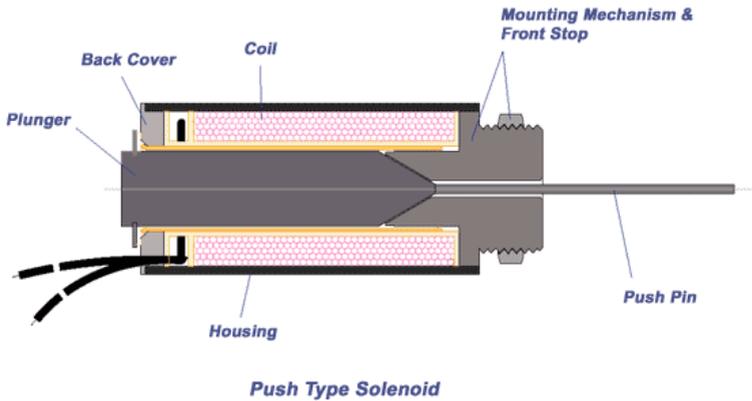
2.2.1 *Solenoid*

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.

Gambar 2.2 mengilustrasikan fungsi pull-in dan pull-out pada *solenoid* linier. Ketika koil tersebut teraliri listrik, plunger menarik masuk melawan spring dan bisa ditranslasikan sebagai gerakan pull-in atau pull-out. Semua *solenoid* pada dasarnya adalah aktuator bertipe pull-in tetapi

lokasi dari perpanjangan dari plunger terhadap koil dan pegas menentukan fungsinya.

Sebagai contoh, perpanjangan plunger pada ujung kiri (ujung A) menyediakan gerakan push-out melawan beban, sementara ujung yang lain akan mengakibatkan gerakan pull-in. Kebanyakan dari *solenoid* komersial hanya mempunyai salah satu dari fungsi di atas. *Solenoid* komersial mempunyai kutub positif dan negatif.



Gambar 2.6 Penampang melintang *solenoid*

2.2.2 *Solenoid* Elektromekanik

Solenoid elektromekanik terdiri dari suatu lilitan induktif yang bersifat elektromagnetik, yang menutupi sebuah besi yang dapat digerakan (disebut armature). Lilitan dibuat sedemikian rupa sehingga armature dapat bergerak maju atau mundur dari pusatnya, mengubah induktansi lilitan sehingga menjadi sebuah electromagnet. Armature digunakan untuk memberikan suatu gaya mekanik terhadap beberapa jenis mekanisme (misalnya mengontrol sebuah pneumatik valve).

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 magnitude 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.

2.3 Mikrokontroler AVR ATmega 32

2.3.1 Pengertian AVR

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 mikrokontroller 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 mikrokontroller 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.



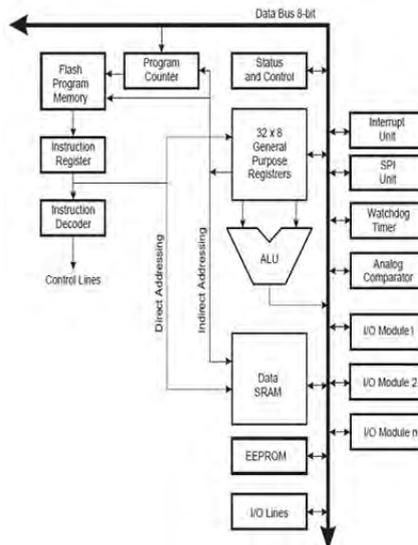
Gambar 1.7 AVR ATmega 32^[4]

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

2.3.2 Arsitektur AVR ATmega 32

Untuk meningkatkan kemampuan, mikrokontroler AVR ATmega32 menggunakan teknologi RISC(Reduced Instruction Set Computer) di mana set instruksi dikurangi lebarnya sehingga semua instruksi mempunyai panjang 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam single clock,serta pengurangan kompleksitas pengalaman.Mikrokontroler AVR menggunakan arsitektur harvard dengan memisahkan memori dan jalur bus untuk program dan data agar meningkatkan kemampuan karena dapat mengakses program memori dan data memori secara bersamaan.Mikrokontroler AVR memiliki fast accessregister file dengan 32 register x 8 bit.Dengan 32 register AVR dapat mengeksekusi beberapa instruksi sekali jalan (single cycle).6 dari 32 register yang ada dapat di gunakan sebagai indirect address register pointer 16 bit untuk pengalaman data space,yang memungkinkan penghitungan alamat yang efisien.Arsitektur mikrokontroler AVR ATmega32 yaitu seperti berikut:

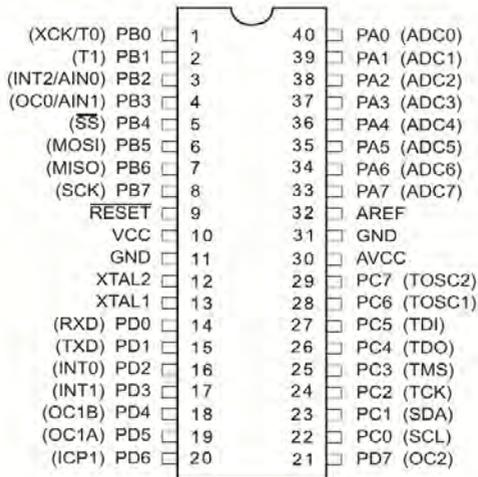


Gambar 1.8 Arsitektur ATmega 32

2.3.3 Konfigurasi Pin AVR ATmega 32

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega32 secara umum:

- a. Pin 1 sampai 8 (port B) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional), yang dapat di gunakan untuk general purpose dan special feature.
- b. Pin 9 (riset) jika terdapat minimum pulse pada saat active low.
- c. Pin 10 (VCC) di hubungkan ke Vcc (2,7-5,5 Volt).
- d. Pin 11 dan 31 (GND) di hubungkan ke Vss atau ground.
- e. Pin 12 (XTAL 2) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal. sebuah osilator kristal atau sumber osilator luar dapat di gunakan.
- f. Pin 13 (XTAL 1) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. pin ini di pakai bila menggunakan osilator kristal.
- g. Pin 14 sampai 21 (port D) adalah 8 bit dua arah (bi-directional I/O) port dengan internal pull-up resistors di gunaka untuk general purpose dan special feature.
- h. Pin 22 sampai 29 (port C) adalah 8 bit dua arah (bi-directional I/O) port dengan internal pull-up resistors di gunaka untuk general purpose dan special feature.
- i. Pin 30 adalah Avcc pin penyuplai daya untuk port A dan A/D converter dan di hubungkan ke Vcc. jika ADC di gunakan maka pin ini di hubungkan ke Vcc.
- j. Pin 32 adalah A REF pin yang berfungsi sebagai referensi untuk pin analog jika A/D converter di gunakan.
- k. Pin 33 sampai 40 (port A) adalah 8 bit dua arah arah (bi-directional I/O) port dengan internal pull-up resistors di gunaka untuk general purpose.



Gambar 1.9 Konfigurasi Pin AVR ATmega 32

Tabel 2.1 Fungsi khusus port A

PA0	Input ADC PA0
PA1	Input ADC PA1
PA2	Input ADC PA2
PA3	Input ADC PA3
PA4	Input ADC PA4
PA5	Input ADC PA5
PA6	Input ADC PA6
PA7	Input ADC PA7

Tabel 2.2 Fungsi khusus port B

PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input /Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1(Analog Comparator Negative Input),OC0(Timer/Counter0 Output Compare Match Output).
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input),INT2(External Interrup 2 Input)
PB1	TI (Timer/Counter 1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input),XCK(USART External Clock Input/Output).

Tabel 2.3 Fungsi khusus port C

PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-Wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-Wire Serial Bus Clock Line)

Tabel 2.4 Fungsi khusus port D

PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICPI (Timer/Couter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output pin)
PD0	RXD (USART Input pin)

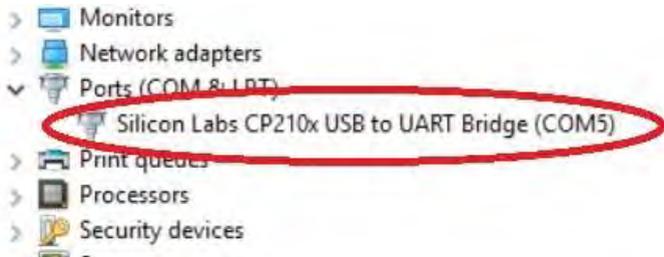
2.4 Modul USB to RS232 TTL

Komputer atau laptop saat ini hanya dilengkapi dengan port USB (Universal Serial Bus) untuk berkomunikasi dengan peralatan di luar. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan modul USB to Serial. Modul USB to Serial berfungsi sebagai Virtual Serial Port pada komputer menggunakan port USB. Bila modul USB to Serial dikoneksikan pada komputer maka akan muncul sebuah port serial yang baru. Hampir semua peralatan yang dikoneksikan menggunakan USB dengan kecepatan rendah menggunakan komunikasi serial. Modul USB to Serial ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 2.10 Modul USB to RS232 TTL

Modul ini memiliki 4 kaki yang terhubung pada USB dan 3 kaki untuk berkomunikasi secara serial dengan mikrokontroler. Karena komunikasi serial pada modul USB to Serial ini menggunakan komunikasi serial RS-232 maka pada sisi mikrokontroler tidak perlu ditambah konverter level tegangan RS-232 karena sudah ada dalam modul. Pada sisi mikrokontroler hanya memakai pin tx dan pin rx saja. Saat awal modul ini dikoneksikan dengan komputer, akan muncul tanda found new *hardware* pada layar windows. Kemudian komputer akan meminta *driver* dari modul USB to Serial. Setelah *driver* modul terinstal, akan muncul sebuah port baru yaitu serial port COM5 seperti pada gambar dibawah ini. Serial port tersebut dapat diatur pada setting port dari modul USB to Serial. Keunggulan dari modul USB to Serial ini adalah mudah digunakan karena menggunakan protokol serial dan dapat dikoneksikan pada semua komputer yang memiliki port USB.



Gambar 2.11 Serial PORT COM5

1.5 *Qt Creator*

QT Creator merupakan *cross-platdorm IDE (Integrated Development Environment)* yang lengkap untuk pengembangan aplikasi dengan target berbagai *platform desktop* dan berbagai *platform mobile*. *QT Creator* dapat diinstall pada Linux, OS X dan Micosrosoft Windows.



Gambar 2.12 Logo Qt Creator

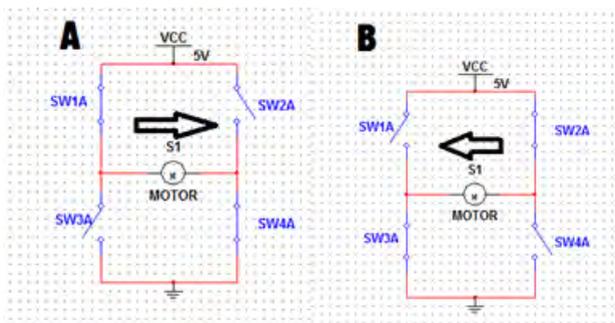
QT Creator merupakan IDE yang menyediakan *tools* untuk mendisain dan mengembangkan aplikasi menggunakan *framework* aplikasi Qt. QT merancang tampilan dan mengembangkan aplikasi sekali kemudian menyebarkan aplikasi tersebut ke berbagai *platform desktop* dan *platform mobile*. *QT Creator* menyediakan *tool-tool* menyeluruh

dalam mengembangkan aplikasi dimulai dari memulai *project* dan menyebarkan aplikasi ke berbagai target *platform*.

Salah satu kelebihan *QT Creator* adalah memungkinkan sebuah team pengembang aplikasi bekerja sama mengembangkan aplikasi dari berbagai *platform* dengan menggunakan *tool-tool* dan *debugging* yang sama.

2.6 Driver Motor

Driver motor yang biasa digunakan adalah konfigurasi *H-Bridge* dimana arah pergerakan motor dapat dikendalikan sesuai dengan arah arum jam atau berlawanan dengan jarum jam. Pada prinsipnya, rangkaian ini terdiri dari empat buah saklar yang disusun sedemikian rupa sehingga motor DC dapat dialiri arus dengan arah yang berkebalikan. Berikut gambar untuk menjelaskan prinsip tersebut:



Gambar 1.1 Konfigurasi rangkaian *H-Bridge*

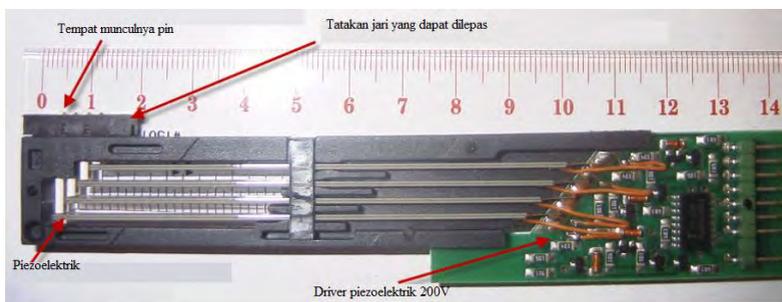
Prinsip kerja dari rangkaian H-bridge adalah mengatur arah alir arus pada motor dengan cara membuka atau menutup switch yang ada sehingga motor dapat diatur untuk bergerak searah jarum jam atau berlawanan dengan jarum jam. Ketika SW1A dan SW4A tertutup sedangkan SW2A dan SW3A terbuka maka sisi kiri dari motor akan tersambung dengan VCC dan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan ground sehingga kondisi ini akan membuat arah pergerakan

motor kekanan atau searah dengan jarum jam. Begitupun juga dengan kondisi sebaliknya, pada saat SW2A dan SW3A tertutup sedangkan SW1A dan SW4A terbuka, maka arah alir arus akan bergerak dari sisi kanan motor menuju ke sisi kiri motor karena sisi kanan motor terhubung dengan VCC sedangkan sisi kiri motor terhubung dengan ground sehingga motor akan bergerak kearah kiri atau berlawanan dengan jarum jam. Pada penerapannya, switch ini biasanya diganti dengan saklar otomatis, salah satunya adalah dengan komponen transistor dimana untuk mengalirkan arus dari sisi kolektor kesisi emitor (*short*), kita hanya perlu memberikan arus forward pada basis, sehingga fungsi transistor tersebut akan berperan sebagai saklar.

2.7 Braille Tanpa Kertas

2.7.1 Penelitian Terkait

Hampir semua *display* braille yang dapat di-*refresh* yang terjual saat ini dibentuk dari modul braille sel tunggal yang terdiri dari 8 titik yang membentuk matrik 2×4 ^[5]. Kebanyakan modul braille yang ada saat ini menggunakan keramik piezoelektrik untuk menggerakkan titik-titik braille. Piezoelektrik membutuhkan *driver* untuk menggerakkan titik-titik braille tersebut dan membutuhkan tegangan hingga 200V. Gambar 5 menunjukkan sel braille yang menggunakan keramik piezoelektrik.



Gambar 2.14 Sel Braille menggunakan piezoelektrik

2.5.2 Produk Komersial

Produk komersial braille tanpa kertas ini sudah banyak dipasarkan. Contohnya adalah *SyncBraille- Portable 20-Cell Braille Display*. Produk ini dijual dengan harga 1.995 Dolar Amerika atau senilai Rp 27.331.500. Produk ini terbilang cukup mahal oleh karena itu harus dibuat produk baru yang harganya lebih terjangkau.



Gambar 2.15 *SyncBraille- Portable 20-Cell Braille*^[6]

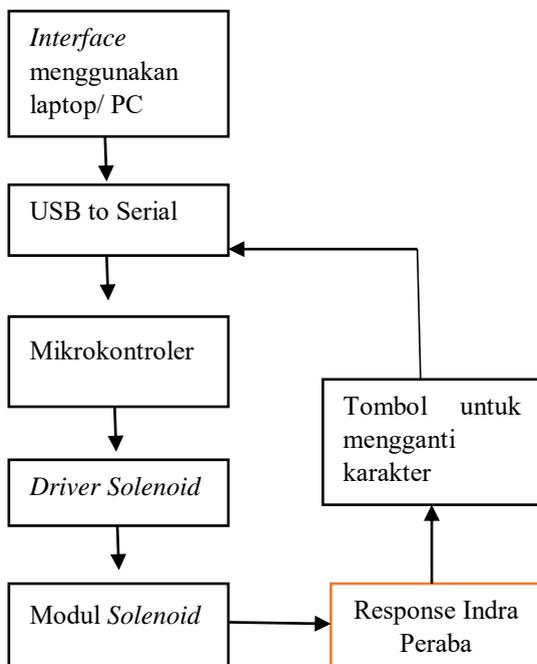
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini, 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*

3.1 Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Detail Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.1 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.

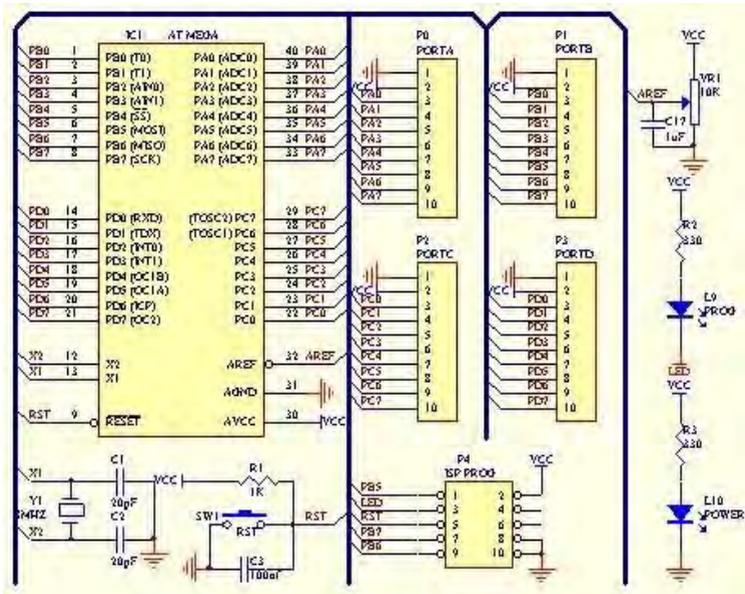
3.2 Perancangan *Hardware*

Hardware yang digunakan dalam tugas akhir ini ada beberapa bagian. Bagian-bagian tersebut adalah:

1. Modul Rangkaian Mikrokontroler
2. Modul RS-232 Serial *Interface*
3. Rangkaian Penyuplai Tegangan
4. Rangkaian *Driver* Modul *solenoid*
5. Modul *Solenoid*

3.2.1 Modul Rangkaian Mikrokontroler

Dalam tugas akhir ini mikrokontroler digunakan sebagai komponen untuk komunikasi serial dengan komputer, selain itu mikrokontroler juga digunakan untuk memberikan data logic ke *driver* modul *solenoid*. Data logic yang diberikan ke *driver* modul *solenoid* berasal dari data serial komputer. Data serial ini diterjemahkan oleh mikrokontroler kemudian diubah menjadi pulsa. Hasil data terjemahan ini dikirimkan ke rangkain *driver* modul *solenoid* yang kemudian akan digunakan untuk menggerakkan modul *solenoid*. Modul rangkaian mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega 32 frekuensi clock menggunakan crystal 8.000 MHz. Berikut gambar 3.2 adalah rangkaian skematik dari mikrokontroler yang digunakan:



Gambar 1.1 Skematik Rangkaian Modul Mikrokontroler

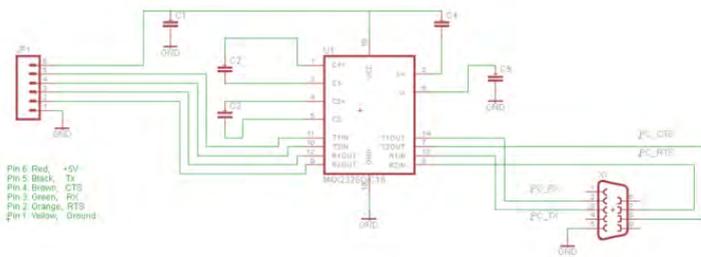
Penggunaan masing – masing port I/O mikrokontroler ATmega 32 dalam sistem ini adalah sebagai berikut:

- Port A.0 hingga A.7 : sebagai Output ke *driver* modul *solenoid*
- Port B.0 hingga B.7 : sebagai Output ke *driver* modul *solenoid*
- Port C.0 hingga C.7 : sebagai Output ke *driver* modul *solenoid*
- Port D.2 dan D.3 : sebagai Input tombol untuk mengganti karakter
- Port D 0 dan D.1 : sebagai Komunikasi serial dengan komputer

3.2.2 Modul RS-232 Serial Interface

Agar dapat berkomunikasi serial dengan computer, maka logika serial antara mikrokontroler dan komputer harus sama. Keluaran serial dari komputer adalah pada level RS232. Artinya logika '1' sebagai -3 volt

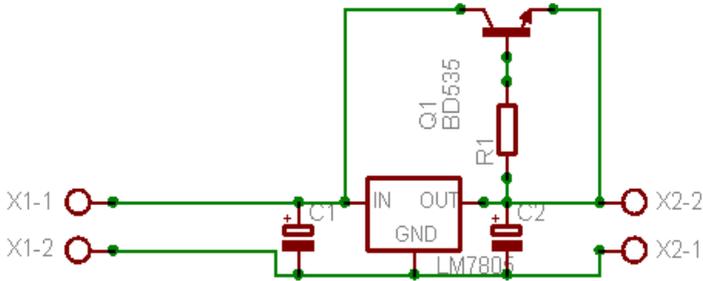
hingga -25 volt dan logika '0' sebagai +3 volt hingga +25 volt. Sedangkan keluaran serial pada mikrokontroler adalah pada level TTL. Oleh karena itu pada mikrokontroler diperlukan konverter untuk merubah level TTL menjadi RS232 dan juga sebaliknya dari level RS232 ke level TTL. Dan dalam rangkaian ini digunakan IC MAX232, IC konverter TTL -RS232. Adapun rangkaian dari RS232 Serial *Interface* bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 1.2 Skematik Rangkaian Modul RS-232

3.2.3 Rangkaian Penyuplai Tegangan

Pada tugas akhir ini digunakan rangkaian penyuplai tegangan yang digunakan untuk mensuplai rangkaian modul *solenoid*. Pada perancangan *power supply* untuk mensuplai rangkaian modul *solenoid* dibuat dengan tegangan output 12 volt dan suplai mikrokontroler menggunakan tegangan output 5 volt terdapat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian Power Supply

Macam-macam komponen yang dibutuhkan yaitu: Baterai lippo 3 sel 2200 mah 1 buah, regulator 5 volt dan led sebagai indikator.

3.2.4 Rangkaian *Driver Modul Solenoid*

Rangkaian *driver* modul *solenoid* terhubung dengan 6 *solenoid* atau 1 karakter braille. Rangkaian *driver* mendapat supply tegangan 12 volt dari rangkaian penyuplai tegangan. Rangkaian memiliki 12 input dan output. Input berasal dari rangkaian mikrokontroler PORT A dan PORT B. Masing-masing output terhubung dengan 6 *solenoid*.

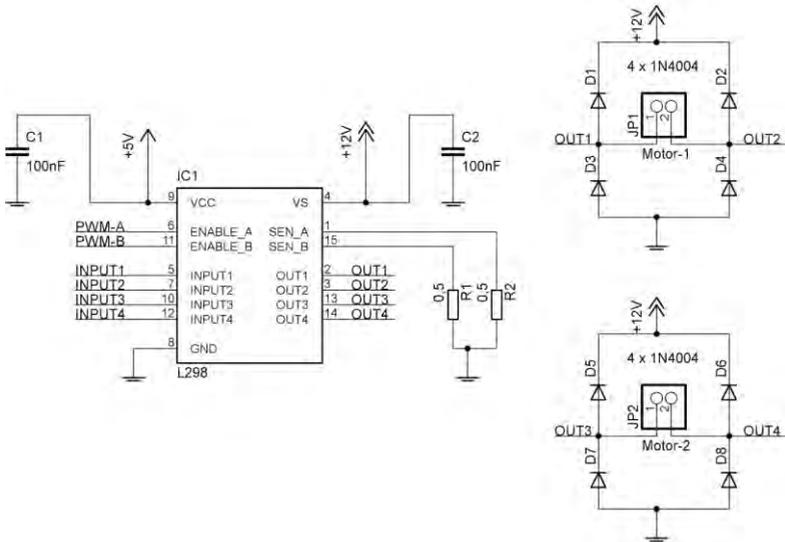
Solenoid yang digunakan berjumlah 6 buah, maka dari itu digunakan 1 buah IC L298 yaitu IC *H-bridge* dengan kapasitas 2 beban. Dalam Rangkaian modul ini terdapat regulator 5 volt yang digunakan untuk suplai IC L298 dan suplai mikrokontroler. Tegangan 12 volt digunakan untuk mensuplai beban. Dioda 1N4004 sejumlah 8 buah digunakan untuk melindungi driver motor dari arus balik yang diberikan oleh modul *solenoid*. Pada sistem ini pin PWM diberikan tegangan 5 volt konstan karena pulsa tegangan yang dipakai pada sistem ini tidak menggunakan lebar pulsa dari PWM. Komponen yang dipakai pada modul driver ini adalah sebagai berikut:

- 1 buah IC L298
- 1 buah regulator 5 volt
- 8 buah dioda 1N4004
- 2 buah resistor 0,5k ohm
- 2 buah led sebagai indikator

- 2 buah kapasitor 100nF

Skematik rangkaian *driver* modul *solenoid* diperlihatkan pada gambar 3.5.

Rangkaian *driver* modul *solenoid* menggunakan 1 buah IC L298 disebut dengan IC1. IC1 mendapat input dari PORTA.0 sampai PORTA.7 mikrokontroler dan output terhubung dengan 4 node pada beban.



Gambar 1.5 Rangkaian *Driver* Modul *Solenoid*

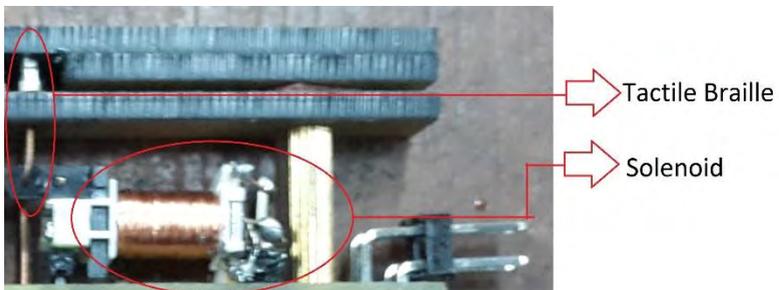
3.2.5 Modul *Solenoid*

Modul *Solenoid* di sini adalah *solenoid* sebanyak 6 buah yang tersusun sebagai matrix 3x2. *Solenoid* penyusun modul *solenoid* disusun seperti gambar 3.6.



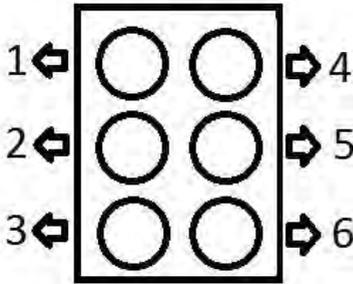
Gambar 1.6 Modul *Solenoid* dengan matrix 3x2

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 3.7 *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 3.8.



Gambar 3.8 Susunan Angka pada Modul *Solenoid*

Pada modul *solenoid* ini, *solenoid* memiliki angka-angka yang sesuai dengan urutan angka pada sel braille, *solenoid* yang terletak di pojok kiri atas memiliki angka 1 disebut *solenoid1* dan terhubung ke PORTB.0. *Solenoid* terletak dibawah *solenoid1* memiliki angka 2 dan terhubung ke PORTB.1. Tabel 3.1 memperlihatkan hubungan antara mikrokontroler dan modul *solenoid*.

Tabel 3.1 Hubungan modul *solenoid* dan mikrokontroler

Nama <i>Solenoid</i>	Angka	PORT Mikrokontroler
<i>Solenoid1</i>	1	B0, B1
<i>Solenoid2</i>	2	B2,B3
<i>Solenoid3</i>	3	B4,B5
<i>Solenoid4</i>	4	A2,A3
<i>Solenoid5</i>	5	A0,A1
<i>Solenoid6</i>	6	B6,B7

Nama <i>Solenoid</i>	Angka	PORT Mikrokontroler
<i>Solenoid2</i>	1	A4,A5
<i>Solenoid2</i>	2	A6,A7
<i>Solenoid2</i>	3	C0,C1
<i>Solenoid2</i>	4	C6,C7
<i>Solenoid2</i>	5	C4,C5
<i>Solenoid2</i>	6	C2,C3

3.3 Perancangan *Software*

Perancangan *Software* pada sub bab ini dibagi menjadi dua bagian yaitu yang pertama adalah program *interface* untuk memasukkan data karakter melalui komputer. Program *interface* ini dibuat menggunakan *software* Qt Creator, merupakan program yang digunakan untuk komunikasi serial dengan mikrokontroler. Komunikasi dengan mikrokontroler ini dilakukan secara serial dan melaksanakan tugas untuk mengirimkan data ke mikrokontroler. Program yang kedua yaitu program mikrokontroler, program mikrokontroler ini berfungsi untuk menerima data input dari Qt Creator dan kemudian menerjemahkannya untuk memberikan data logic ke modul *solenoid*.

3.3.1 Program *Interface* pada Komputer

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 3.9.

The image shows a software interface titled "Media Pembelajaran Braille Tanpa Kertas". It has a main text area on the left labeled "Kalimat" and a smaller area on the right labeled "Ejaan". Below the "Kalimat" area is a "HAPUS" button. At the bottom, there is an "Input Kalimat" field with a "KIRIM" button, and a "Serial Info" section with a "Connect" button.

Gambar 3.9 Bentuk Form *Interface* pada *Qt Creator*

3.3.2 Program Komunikasi Serial

Komunikasi serial dari mikrokontroler ke komputer pada tugas akhir ini menggunakan modul USB to RS-232 TTL. Mode komunikasi serial yang digunakan adalah komunikasi serial asinkron dengan setting sebagai berikut:

- Baud Rate : 9600 Bit per detik
- Data Bit : 8 Bit
- Parity : Tidak ada
- Stop Bit : 1 Bit

Baud rate yang dapat digunakan adalah paling rendah 110 dan paling tinggi 256000. Baud rate yang digunakan pada sistem ini adalah 9600 sesuai dengan pengaturan baud rate dari dari modul USB to RS-232 TTL.

3.3.3 Program Mikrokontroler

Software pada ATmega 32 ditulis dalam bahasa C menggunakan compiler codevision. Fungsi-fungsi yang digunakan dalam program diantaranya adalah komunikasi serial, fungsi I/O port mikrokontroler. Mikrokontroler diprogram untuk membaca data serial yang dikirim dari komputer dan kemudian menerjemahkan data character yang diterima dan untuk mengaktifkan PORT mana yang aktif sesuai data character tersebut. Dalam hal ini apabila data yang diterima adalah “a”, maka PORTB.0 dan PORTB.1 akan aktif dan mengirimkan data “1” dan “0” ke rangkaian *driver* yang selanjutnya akan menggerakkan *solenoid1*. Apabila data yang diterima adalah “b”, maka PORTB.0, PORTB.1, PORTB.2 dan PORTB.3 akan aktif dan mengirimkan data “1” dan “0” ke rangkaian *driver* yang selanjutnya akan menggerakkan *solenoid1* dan *solenoid2*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada Tugas Akhir ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem ini terdiri pengujian *Hardware*, pengujian *Software* dan pengujian sistem keseluruhan.

4.1 Pengujian *Hardware*

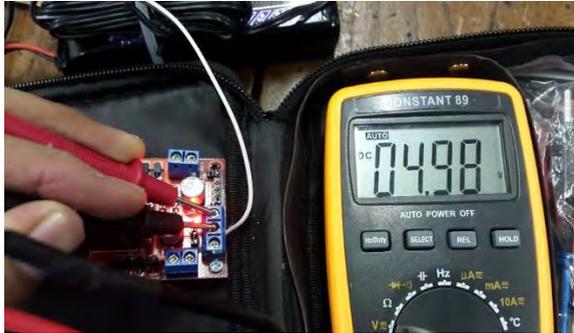
Pengujian *hardware* dilakukan di tiap bagian yakni pada rangkaian penyuplai tegangan, mikrokontroler dan rangkaian *driver solenoid*. Dengan menggunakan avometer sebagai alat bantu untuk mengukur tegangan, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan dari rangkaian tersebut.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Penyuplai Tegangan

Rangkaian penyuplai tegangan berupa satu baterai lippo 3 sel dengan kemampuan menyediakan arus hingga 2,2 ampere dan regulator 5 volt dari modul driver L298. Rangkaian ini menghasilkan output tegangan + (plus) volt. Bentuk fisik rangkaian penyuplai tegangan diperlihatkan pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 2.1 Penyuplai Tegangan Baterai Lippo

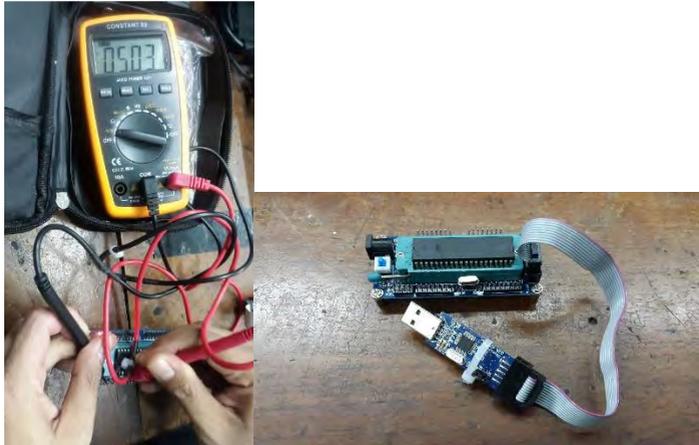


Gambar 2.2 Penyuplai Tegangan Regulator 5 volt pada L298

Sebagaimana yang diharapkan, bahwa penyuplai tegangan ini menyediakan tegangan output 12 volt dan 5 volt. LED digunakan untuk indikator *power supply* aktif dan tidak aktif. Tegangan yang dihasilkan 12 volt dan 5 volt hampir mendekati tegangan yang dikeluarkan, yakni 12,53 volt dan 4,98 volt.

4.1.2 Pengujian Modul ATmega 32

Pengujian rangkaian dilakukan dengan memberikan program sederhana dimana seluruh port pada Atmega 32 mengeluarkan logika “1” melalui program yang dibuat melalui CodeVision AVR dan didownload melalui ISP port mikrokontroler. Tegangan supply untuk rangkaian mikrokontroler adalah sebesar 5 volt dari USB laptop atau power bank. Bentuk fisik dari rangkaian mikrokontroler pada alat berikut terdapat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroler ATmega 32

Tegangan keluaran dari tiap-tiap port sesuai dengan perintah pemrograman untuk mengeluarkan logika “1”, dalam hal ini menunjukkan nilai tegangan sebesar 5,03 volt. Hal ini menunjukkan bahwa port-port pada rangkaian mikrokontroler bekerja dengan baik.

4.1.3 Pengujian Rangkaian *Driver Modul Solenoid*

Driver modul solenoid menggunakan 1 buah IC L298 yaitu IC H-bridge dengan kapasitas 2 beban. Dalam Rangkaian modul ini terdapat regulator 5 volt yang digunakan untuk suplai IC L298 dan suplai mikrokontroler. Tegangan 12 volt digunakan untuk mensuplai beban. Dioda 1N4004 sejumlah 8 buah digunakan untuk melindungi driver motor dari arus balik yang diberikan oleh modul *solenoid*. Pada sistem ini pin PWM diberikan tegangan 5 volt konstan karena pulsa tegangan yang dipakai pada sistem ini tidak menggunakan lebar pulsa dari PWM



Gambar 4.4 Rangkaian *Driver* L298 Modul *Solenoid*

Hasil pengujian menunjukkan *solenoid* yang terhubung dengan IC L298 dapat bergerak maju-mundur tiap 1 detik selama 30 menit. Data pengujian juga disertakan besar tegangan pada masing-masing *solenoid* yang diukur menggunakan avometer untuk mengukur tegangan *solenoid*. Tegangan output ketika *solenoid* bergerak keatas dinyatakan dengan Vout(ON), untuk *solenoid* yang bergerak kebawah dinyatakan dengan Vout(OFF).

Tabel 4.1 Data pengujian rangkaian *driver* modul *solenoid*

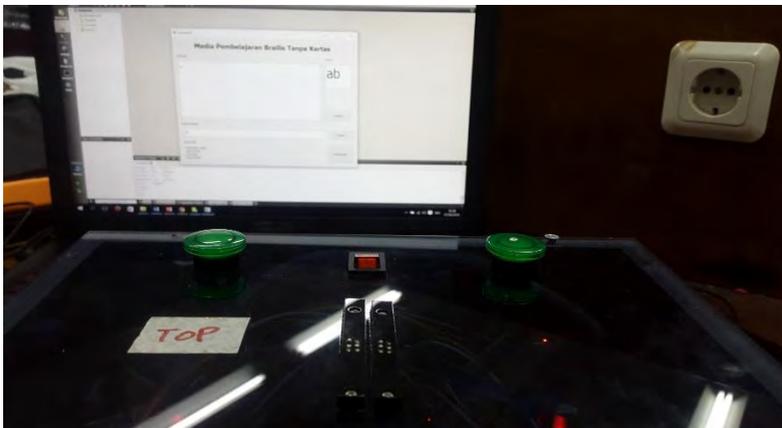
PORT ATMega 32	Vout(ON)	Vout(OFF)
A0,A1	12,30	-12,39
A2,A3	12,31	-12,33
A4,A5	12,37	-12,36
A6,A7	12,35	-12,32
B0,B1	12,39	-12,30
B2,B3	12,38	-12,36
B4,B5	12,33	-12,37
B6,B7	12,37	-12,35
C0,C1	12,39	-12,34
C2,C3	12,35	-12,32
C4,C5	12,36	-12,36
C6,C7	12,32	-12,31

4.2 Pengujian Software

Program yang telah dibuat dapat diuji dengan cara menggunakan compiler pada *software* yang digunakan. Kemudian apakah terdapat instruksi *error* pada program yang dibuat pada *command box*. Sandainya tidak ada maka program yang kita buat sudah benar dalam susunan dan *syntax*, kemudian dilakukan uji coba lanjut apakah sesuai dengan yang diarpakan.

4.2.1 Pengujian Komunikasi Serial dengan komputer

Pengujian serial ini dilakukan untuk membuktikan bahwa data yang dikirim dari mikrokontroler ke komputer dapat diterima dengan baik. Dengan menggunakan *software* yang sudah dibuat, dilakukan pengiriman data berupa data karakter “ab”. Hasil yang didapat pada modul *solenoid* adalah karakter braille yang menunjukkan karakter “ab”. Sehingga komunikasi serial dapat dikatakan berjalan dengan baik.



Gambar 4.5 Pengujian Komunikasi Serial

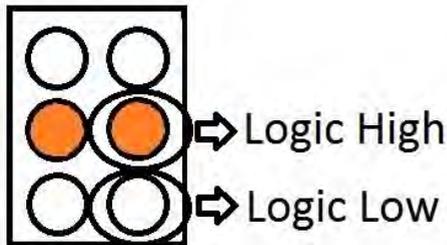
4.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan menggabungkan modul *solenoid* dengan program *interface* menggunakan komputer.

Pengujian dilakukan dengan dua tahap. Tahap yang pertama yaitu dengan cara mengirimkan satu per satu karakter huruf atau karakter angka ke mikrokontroler. Data pengujian yang diambil adalah data input dari interface di komputer dan output pada modul solenoid. Data output diambil dari solenoid di modul solenoid yang bergerak.

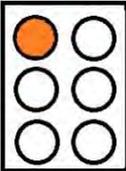
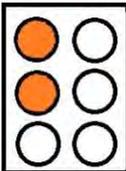
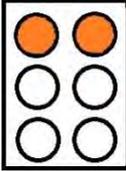
4.3.1 Pengujian Sistem dengan Satu Karakter

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan karakter berupa karakter huruf dan karakter angka satu per satu dari *interface* di komputer ke mikrokontroler. Karakter huruf yang dikirim berupa huruf alphabet mulai dari a sampai dengan z. Karakter angka yang dikirim berupa angka dasar dari 1 sampai dengan 0. Hasil yang didapat disajikan dalam bentuk gambar *tactile solenoid* dari atas. *Tactile* akan bergerak keatas dan kebawah sesuai dengan logic yang diberikan ke *driver solenoid* oleh mikrokontroler. Data yang didapat disajikan dalam bentuk table.

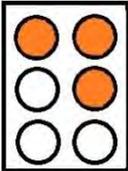
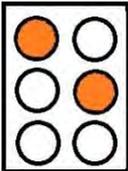
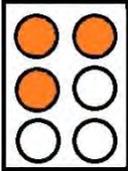


Gambar 4.6 Logic yang Diberikan pada Pengujian Modul Solenoid

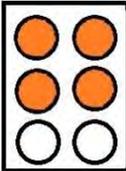
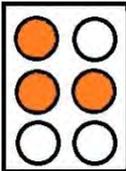
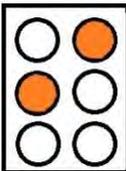
Tabel 4.2 Pengujian Karakter Huruf abc

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
a		
b		
c		

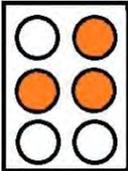
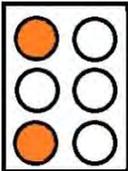
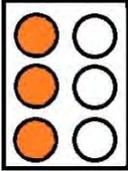
Tabel 4.3 Pengujian Karakter Huruf def

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
d		
e		
f		

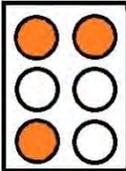
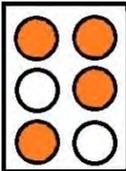
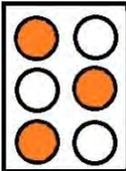
Tabel 4.4 Pengujian Karakter Huruf ghi

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
g		
h		
i		

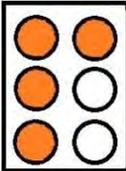
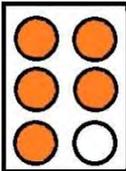
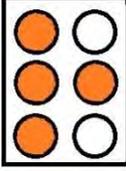
Tabel 4.5 Pengujian Karakter Huruf jkl

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
j		
k		
l		

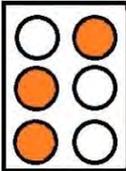
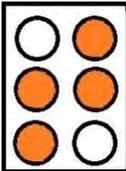
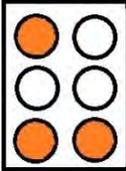
Tabel 4.6 Pengujian Karakter Huruf mno

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
m		
n		
o		

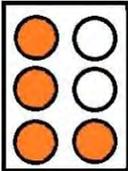
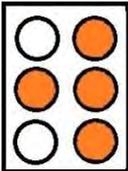
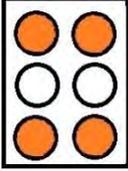
Tabel 4.7 Pengujian Karakter Huruf pqr

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
p		
q		
r		

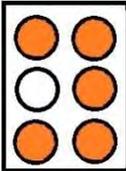
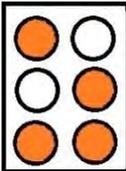
Tabel 4.8 Pengujian Karakter Huruf stu

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
s		
t		
u		

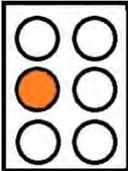
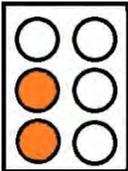
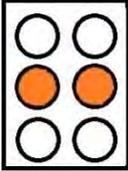
Tabel 4.9 Pengujian Karakter Huruf vwx

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
v		
w		
x		

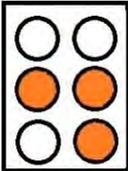
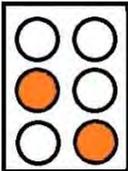
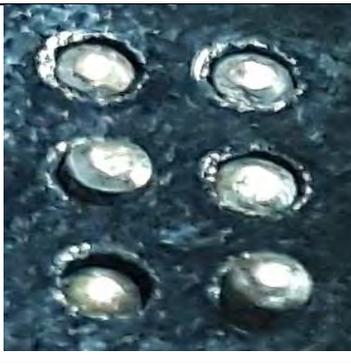
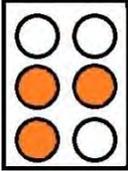
Tabel 4.10 Pengujian Karakter Huruf yz

Huruf Latin	Huruf Braille	Huruf pada Braille Tanpa Kertas
y		
z		

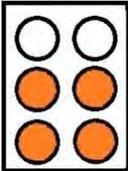
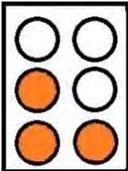
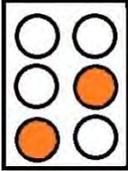
Tabel 4.11 Pengujian Karakter Angka 123

Angka Latin	Angka Braille	Angka pada Braille Tanpa Kertas
1		
2		
3		

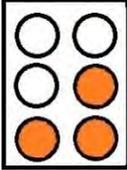
Tabel 4.12 Pengujian Karakter Angka 456

Angka Latin	Angka Braille	Angka pada Braille Tanpa Kertas
4		
5		
6		

Tabel 4.13 Pengujian Karakter Angka 789

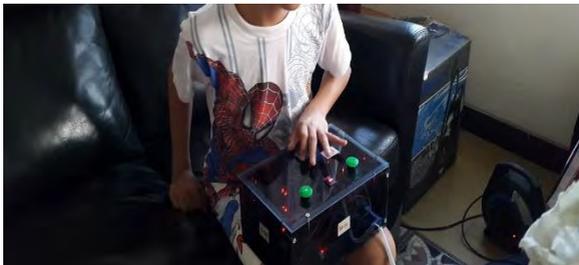
Angka Latin	Angka Braille	Angka pada Braille Tanpa Kertas
7		
8		
9		

Tabel 4.14 Pengujian Karakter Angka 0

Angka Latin	Angka Braille	Angka pada Braille Tanpa Kertas
0		

4.3.2 Pengujian Sistem pada Siswa 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 4.7 Pengujian Sistem pada Subjek A



Gambar 4.8 Pengujian Sistem pada Subjek B

4.3.3 Hasil dan Analisa

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

Tabel 4.15 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. *Error rate* yang tinggi disebabkan karena :

1. Banyak kesamaan bentuk huruf braille yang berdekatan, sehingga banyak yang tertukar.
2. Mekanik braille tanpa kertas tidak terlalu rata, sehingga pembacaannya banyak yang salah.
3. Perbedaan kontur dan bahan pada kertas braille dengan kontur dan bahan pada tactile braille tanpa kertas.
4. Siswa tunanetra membutuhkan pembelajaran lebih untuk dapat terbiasa menggunakan sistem braille tanpa kertas.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Berikut adalah listing program dari tugas akhir saya, Program pada Qt Creator

```
#include "kudanan1.h"
#include "ui_kudanan1.h"
#include <QSerialPort>
#include <QSerialPortInfo>
#include <QDebug>
#include <QMessageBox>
#include <stdio.h>

kudanan1::kudanan1(QWidget *parent) :
    QMainWindow(parent),
    ui(new Ui::kudanan1)
{
    ui->setupUi(this);
    atmega = new QSerialPort;

    port_name="";
    uyee="";
    pet="";
    serialavailable=false;
    count=0;

    foreach(const QSerialPortInfo &serialPort,
QSerialPortInfo::availablePorts()){
        qDebug()<<"Vendor ID: " <<
serialPort.vendorIdentifier();
        qDebug()<<"Product ID: " <<
serialPort.productIdentifier();
    }

    foreach(const QSerialPortInfo &serialport,
QSerialPortInfo::availablePorts()){
        if(serialport.vendorIdentifier()==4292 || serialpo
rt.vendorIdentifier()==1659){
```

```

if(serialport.productIdentifier()==60000||serial
port.productIdentifier()==8963){
    qDebug()<<"Port:
"<<serialport.portName();
    port_name =
serialport.portName();
    serialavailable=true;
}
}
}

connect(atmega, SIGNAL(readyRead()), this,
SLOT(Received()));
}

kudanan1::~~kudanan1()
{
    if(atmega->isOpen())atmega->close();
    delete ui;
}

void kudanan1::on_pushButton_clicked()
{
    if(ui->pushButton->text()=="Connect"){
        if(serialavailable){
            atmega->setPortName(port_name);
            atmega-
>open(QSerialPort::ReadWrite);
            atmega-
>setBaudRate((QSerialPort::Baud9600));
            atmega-
>setDataBits(QSerialPort::Data8);
            atmega-
>setParity(QSerialPort::NoParity);
            atmega-
>setStopBits(QSerialPort::OneStop);
            atmega-
>setFlowControl(QSerialPort::NoFlowControl);

```

```

        ui->pushButton-
>setText("Disconnect");
        ui->warningtext->setText("Baud Rate:
9600\nData 8 bits\nNo Parity\nOne Stp Bit");
    }
    else{
        QMessageBox::warning(this, "Port
Error", "Couldn't find this serial port");
    }
}
    else if(ui->pushButton-
>text()=="Disconnect"){
        if(atmega->isOpen()){
            atmega->close();
        }
        ui->pushButton->setText("Connect");ui-
>warningtext->setText(" ");
    }
}

void kudanan1::Received()
{
    QByteArray kudaterima = atmega->readAll();
    if(uyee.size()>=2){
        uyee=" ";
    }
    count++;

uyee=uyee+QString::fromStdString(kudaterima.toSt
dString());
    ui->textBrowser_2->setText(uyee);
    qDebug()<<kudaterima;
}

void kudanan1::on_sendButton_clicked()
{
    QString kalimatkuda;
    kalimatkuda = ui->lineEdit->text();
    pet=pet+QString("\n")+kalimatkuda;
    ui->textBrowser_3->setText(pet);
}

```

```

    kalimatkuda = QString("~")+kalimatkuda +
    QString("|");
    int hitungkuda = kalimatkuda.size();
    if(hitungkuda < 200){
        atmega-
>write(kalimatkuda.toStdString().c_str());
        qDebug()<<kalimatkuda;
    }
    //qDebug() << "jumlah huruf: " <<
    QString::number(hitungkuda);

    //QByteArray kudaterima = atmega->readAll();
    //ui->textBrowser_2-
>setText(QString::fromStdString(kudaterima.toStd
String()));
}

```

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

Setelah tahap pengujian sistem, dilakukan pengujian sistem untuk beberapa kondisi inputan.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Karakter yang dimasukkan hanya dapat berupa karakter huruf dan karakter angka, Jika karakter simbol yang dimasukkan solenoid tidak akan merespon.
2. Karakter yang dapat muncul pada solenoid terbatas pada mekanik yang ada dan yang digunakan.
3. Sistem yang dibuat masih memiliki *error rate* tinggi sebesar 27%.
4. *Error rate* yang terjadi diakibatkan adanya perbedaan kontur dan bahan antara kertas mesin braille dan *tactile* braille tanpa kertas.

5.2 Saran

Beberapa saran yang penulis dapat berikan untuk pengembangan tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Karakter yang dimasukkan harusnya dapat berupa karakter simbol-simbol, sehingga data yang dimasukkan dapat bermacam-macam
2. Mekanik yang dipakai harus lebih banyak, sehingga karakter yang dapat dimunculkan dapat diperbanyak juga.
3. Penambahan modul suara diperlukan untuk membantu tunanetra memahami dan mengoperasikan braille tanpa kertas

Halaman ini sengaja dikosongkan

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] Nurcahyo, Sidik. 2012. *Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel*. Indonesia
- [5] Runyan, Noel. 2013. *EAP Braille Display Needs and Requirements*. USA
- [6] Amazon, “Amazon.com: SyncBraille- Portable 20-Cell Braille Display: Health & Personal Care,” 9 Februari 2016. [Online]. Tersedia: http://www.amazon.com/SyncBraille--Portable-20-Cell-Braille-Display/dp/B003TM1AEQ/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1455029107&sr=8-1&keywords=SyncBraille-+Portable+20-Cell+Braille+Display

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Anggarjuna Puncak Pujiputra lahir di Nganjuk pada 03 Februari 1994. Anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Pujiono (Alm) dan Titik Nurhayati. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Klampis Ngasem 1 Surabaya, dilanjutkan dengan pendidikan menengah di SMPN 1 Surabaya dan SMAN 5 Surabaya. Pada tahun 2012, penulis memulai pendidikan di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama kuliah penulis aktif membantu penyelenggaraan kegiatan dan aktif sebagai asisten laboratorium Elektronika Dasar dan praktikum Elektronika pada semester ganjil dan genap 2015-2016.

Email :

anggarjuna@yahoo.com