

Rancang Bangun Modul Pembelajaran Berbasis *Raspberry Pi*

Kartika Dewi¹⁾, Sulaeman²⁾, Andi Varera Varadiba³⁾, Andi Fatiwara Michrun⁴⁾

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

kartikadewi@poliupg.ac.id¹⁾, sulaeman@poliupg.ac.id²⁾, andivarera@gmail.com³⁾, andifatiwara11@gmail.com⁴⁾

Abstrak

Era perkembangan global saat ini, perkembangan teknologi telah banyak berkembang dan memberikan manfaat dalam kehidupan manusia sehari-hari. Perkembangan teknologi yang berkembang secara signifikan harus diikuti dengan perkembangan sumber daya manusia. Oleh karena itu, untuk menghasilkan sebuah keseimbangan, ranah pendidikan sebagai tempat menuntut ilmu harus didukung pula dengan teknologi terbaru. *Raspberry Pi* adalah salah satu teknologi terbaru yang digunakan sebagai modul pembelajaran saat ini. Modul pembelajaran berbasis *raspberry pi* membutuhkan sebuah laptop ataupun *handphone* dalam pengimplementasian modul pembelajaran itu sendiri. Fitur-fitur yang terdapat pada modul pembelajaran berbasis *raspberry pi* adalah, *protoboard* tambahan, LED (*Light Emitting Diode*), *push button*, *keypad*, *motor servo*, *motor stepper*, *seven segment*, *relay*, *buzzer*, LCD I2C, sensor suhu DHT-22, dan *pin out raspberry pi*. Modul ini menggunakan Bahasa pemrograman *python* dalam pengoperasian program dan fitur pada modul pembelajaran berbasis *raspberry pi*. Modul pembelajaran berbasis *raspberry pi* beserta fitur yang digunakan ini dapat berfungsi sebagaimana semestinya menggunakan bahasa *python* dan fitur lainnya.

Keywords: Modul Pembelajaran, *Raspberry Pi*, Modul

I. PENDAHULUAN

Proses pembelajaran memerlukan fasilitas pendukung untuk membantu mahasiswa dalam memahami materi. Apabila fasilitas pendukung tersebut kurang, maka hal tersebut dapat menghambat pemahaman mahasiswa sehingga mempengaruhi nilai akademisnya. Untuk meningkatkan keefektifan dalam proses belajar mengajar, maka akan dirancang sebuah modul yang berguna sebagai alat bantu peraga untuk pemahaman *raspberry pi*. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis berusaha mengembangkan sebuah media pembelajaran agar dapat membantu proses pembelajaran *raspberry pi*. Media pembelajaran yang dibuat oleh penulis adalah berupa modul pembelajaran *raspberry pi* 3 model B.

Modul ini diharapkan dapat membantu pengajar untuk menyampaikan materi secara visual sehingga diharapkan juga mahasiswa dapat memahami dengan mudah materi yang diajarkan dengan cara mempelajari melalui teori serta menggunakan modul sebagai alat bantu peraga.

II. KAJIAN LITERATUR

A. *Raspberry Pi*

Raspberry pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang mudah diprogram dan digunakan. Meskipun ukurannya kecil, *raspberry* cukup kuat untuk menjalankan beberapa aplikasi secara bersamaan serupa dengan komputer, dari *software office* hingga game. [1]

Raspberry pi 3 model B terdapat 40 buah pin yang terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian VCC, GND (*ground*), dan GPIO (*General Purpose Input/Output*). Terdapat 3 pin VCC dan 8 pin GND. Pin GPIO mulai dari GPIO2 hingga GPIO27. [2]



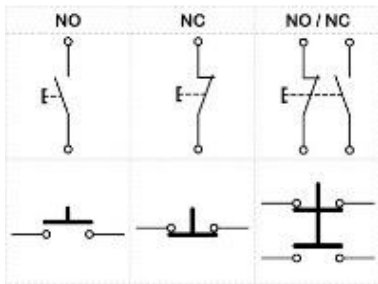
Gambar 1. *Raspberry Pi* 3 Model B

Pin#	NAME	NAME	Pin#
01	3.3v DC Power	DC Power 5v	02
03	GPIO:2 (SDA1, I2C)	DC Power 5v	04
05	GPIO:3 (SCL1, I2C)	Ground	05
07	GPIO:4 (GPIO_GCLK)	[TXD0] GPIO14	08
09	Ground	[RXD0] GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power	(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	Ground	20
21	GPIO:9 (SPI_MISO)	(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	[SPI_CE0_N] GPIO:8	24
25	Ground	[SPI_CE1_N] GPIO:7	26
27	ID_SD (I2C ID EEPROM)	[I2C ID EEPROM] ID_SC	28
29	GPIO:5	Ground	30
31	GPIO:6	GPIO12	32
33	GPIO13	Ground	34
35	GPIO19	GPIO16	36
37	GPIO26	GPIO20	38
39	Ground	GPIO21	40

Gambar 2. *Raspberry Pi* 3 Pinout

B. Push Button

Push button berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika/selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis normally open dan akan terlepas untuk jenis *normally close*, dan sebaliknya ketika knopnya dilepas kembali, maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa digunakan alat ukur tester / *ohm* meter. Pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan. [3]



Gambar 3. Push Button

C. LED (Light Emitting Diode)

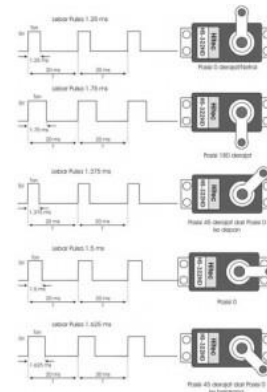
Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. [3]

D. LCD (Liquid Crystal Display) I2C (Inter Integrated Circuit)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan output sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar.[4]

E. Motor Servo[5]

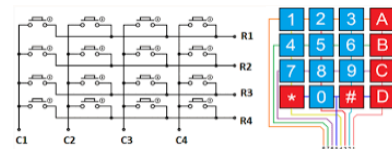
Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada *motor servo* posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam *motor servo*.



Gambar 4. Pulsa Kendali Motor Servo

F. Keypad 4x4

Keypad berfungsi sebagai *interface* antara perangkat elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Matriks keypad 4x4 memiliki konstruksi atau susunan yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupa saklar push button. [6]

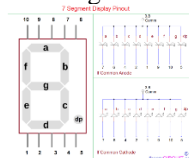


Gambar 5. Susunan Matrix Keypad 4x4

G. Seven Segment

Seven segment terdiri dari delapan buah LED termasuk decimal point (*dp*) yang dikombinasikan sedemikian rupa sehingga dapat merepresentasikan angka 0 – 9.[7]

LED 7 Segmen jenis *Common Anode* (Anoda), Kaki Anoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan kaki Katoda akan menjadi Input untuk masing-masing Segmen LED. Kaki Anoda yang terhubung menjadi 1 Pin ini akan diberikan Tegangan Negatif (-) dan Sinyal Kendali (*control signal*) akan diberikan kepada masing-masing Kaki Katoda Segmen LED. [8]



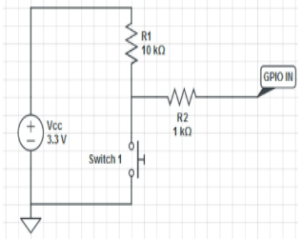
Gambar 6. Seven Segment Pinout

Common Cathode								Common Anode									
a	b	c	d	e	f	g	Common	Angle	a	b	c	d	e	f	g	Common	Angle
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	2
1	1	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	0	1	3	
0	1	1	0	0	1	1	0	4	1	0	0	1	1	0	0	1	4
1	0	1	1	0	1	1	0	5	0	1	0	0	1	0	0	1	5
1	0	1	1	1	1	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	1	6
1	1	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	1	1	1	1	7
1	1	1	1	1	1	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	8
1	1	1	1	0	1	1	0	9	0	0	0	0	1	0	0	1	9

Gambar 7. Tabel Kebenaran I/O Display

H. Pull Up Resistors

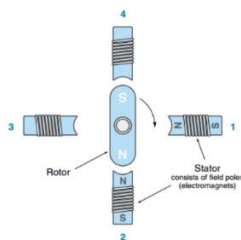
Rangkaian digital memiliki sumber tegangan (VCC) sebesar 5 volt atau 3,3 volt. Pada rangkaian digital 5 volt sinyal yang dibaca adalah “high” dan 0 volt dibaca sebagai “low” begitu juga dengan 3,3 volt. Pada penggunaan *push button* sebagai data masukan pada *raspberry pi* terkadang terjadi masalah nilai tidak terbaca sehingga digunakanlah rangkaian *pull up resistors*. [9]



Gambar 8. Pull Up Resistors

I. Motor Stepper

Motor stepper merupakan salah satu jenis motor elektrik yang dapat dikendalikan posisi sudutnya secara diskrit. Perbedaan antara motor stepper dengan motor dc yaitu motor dc mempunyai magnet tetap pada stator, sedangkan *motor stepper* mempunyai magnet tetap pada rotor. Motor stepper tidak dapat bergerak dengan sendirinya. Motor stepper bergerak secara step by step sesuai dengan spesifikasinya, dan bergerak dari satu step ke step berikutnya memerlukan waktu. Motor stepper pada kecepatan yang rendah akan menghasilkan torsi yang besar. [10]



Gambar 9. Struktur Motor Stepper

J. Driver Motor Server (ULN2003)

Modul ini beroperasi dengan catu daya TTL (5V), dan pada pin masukan kendali (*input control pins*) sudah dipasangkan resistor sebesar 2,7 KΩ pada masing-masing pin, dimana untuk kendali hanya dibutuhkan arus sebesar 1,85 mA. Tegangan beban yang dapat dikendalikan pada modul ULN2003 mulai dari 5V hingga 50V DC (*Direct Current*). [11]

K. Eight Channel Logic Level Converter

Penyambungan atau untuk perubahan tegangan dari 3.3 V menjadi 5 V, maka VCCA/VA dihubungkan dengan 3.3 V dan VCCB/VB dihubungkan dengan tegangan 5 V,

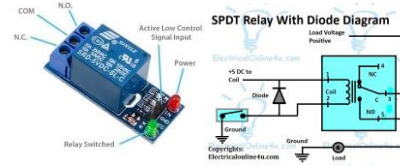
sehingga ketika Ax mempunyai masukan TTL 3.3 V, Bx akan mendapatkan keluaran TTL 5 V dan sebaliknya ketika Bx mempunyai masukan TTL 5 V, Ax akan mendapatkan keluaran TTL 3.3 V. *Ground* pada masing-masing disambungkan menjadi satu bagian. [6]

L. Buzzer

Buzzer ini merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. [12]

M. Relay

Relay adalah peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun oleh sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari sebuah sistem rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. [13]



Gambar 10. Relay

N. Sensor Suhu DHT-22

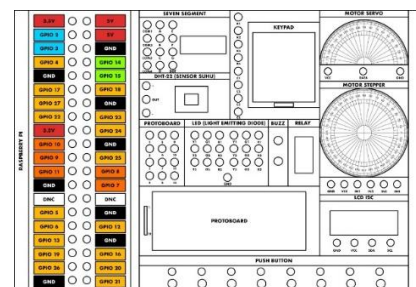
DHT22 adalah sensor digital kelembaban relatif dan suhu. Sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. [14]

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Hardware

1. Desain Main Board Modul

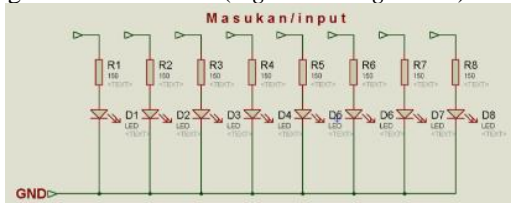
Modul pembelajaran *raspberry pi 3* menggunakan komponen-komponen tambahan yakni *push button*, *keypad*, *motor servo*, *motor stepper*, *buzzer*, *relay*, sensor suhu DHT-22, *seven segment*, LED, dan LCD I2C. Adapun tambahan port untuk menghubungkan pin I/O *raspberry pi* ke komponen yakni *proto board*, *pin header*, dan *jack banana*.



Gambar 11. Desain *Sticker* Modul Pembelajaran *Raspberry Pi*

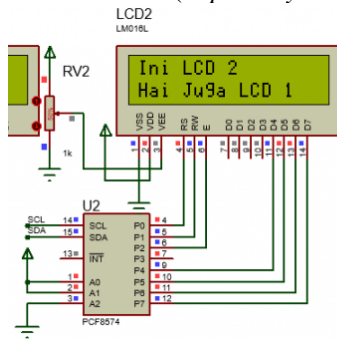
Sicker dirancang dengan ukuran 45 cm x 31cm.

2. Rangkaian Modul LED (*Light Emitting Diode*)



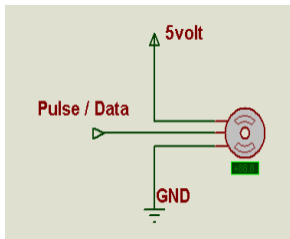
Gambar 12. Rangkaian Modul LED

3. Rangkaian Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C



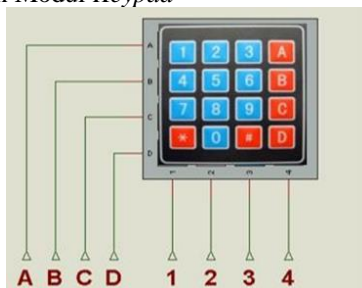
Gambar 13. Rangkaian Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C

4. Rangkaian Modul *Motor Servo*



Gambar 14. Rangkaian Modul *Motor Servo*

5. Rangkaian Modul *Keypad*

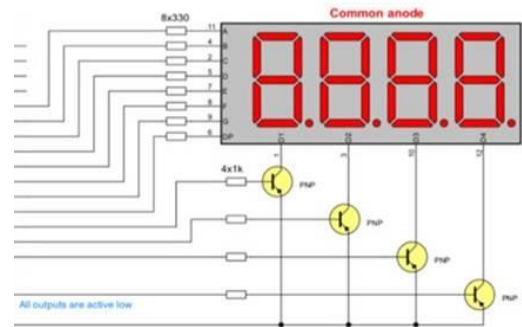


Gambar 15. Rangkaian Modul *Keypad*

6. Rangkaian Modul 4 Digit *Seven Segment*

Rangkaian modul 4 digit *seven segment* terdapat 12

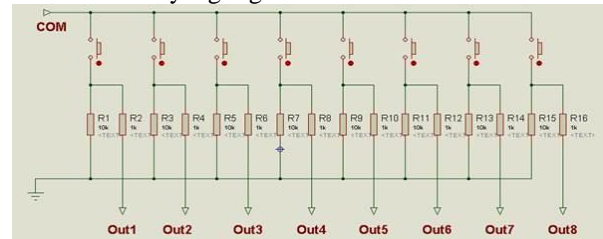
pin. Pada rangkaian 4 digit *seven segment* menggunakan resistor 200Ω dan penggunaan transistor BC556. Keterangan tegangan sumber yang digunakan adalah 5 volt, tegangan pada seven segment adalah 3 volt dan arus senilai 10 mA. Hambatan bernilai 1 KΩ sesuai dengan *datasheet*.



Gambar 16. Rangkaian 4 Digit *Seven Segment*

7. Rangkaian Modul *Push Button*

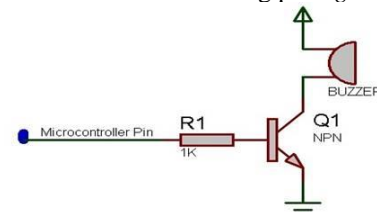
Dalam rangkaian terdapat rangkaian *resistor pull up* yang bertujuan mencegah terjadinya masalah pada nilai yang tidak terbaca seperti nilai yang mengambang antara “high” dan “low”. Nilai hambatan yang digunakan mengikuti dari acuan *datasheet* yang digunakan.



Gambar 17. Rangkaian Modul *Push Button*

8. Rangkaian Modul *Buzzer*

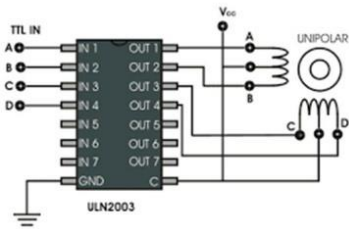
Kaki base pada transistor terhubung pada resistor 1K, lalu ke pin *raspberry pi* yang digunakan sesuai pada program dan kaki *emitter* transistor terhubung pada *ground*.



Gambar 18. Rangkaian Modul *Motor Servo*

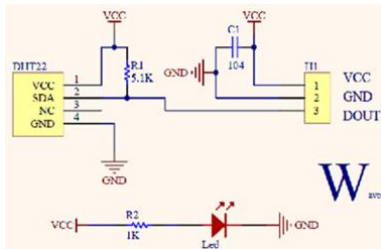
9. Rangkaian Modul *Motor Stepper*

Rangkaian ini, menggunakan *driver* yaitu ULN2003 yang dimana 4 kaki pada *motor stepper* terhubung ke *driver* ULN2003.

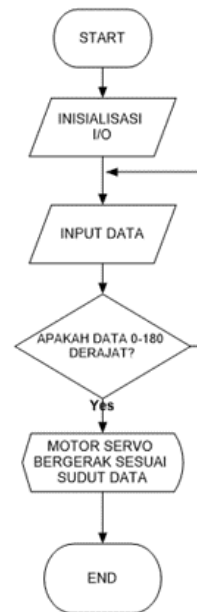


Gambar 19. Rangkaian Modul Motor Stepper

10. Rangkaian Modul Sensor Suhu DHT-22



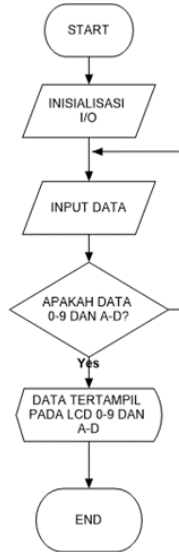
Gambar 20. Rangkaian Modul Sensor Suhu DHT-22



Gambar 22. Flowchart Motor Servo

B. Perancangan Perangkat Lunak

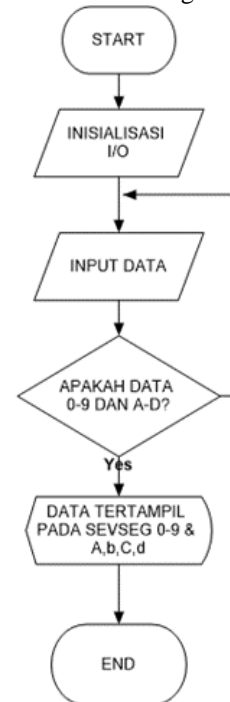
1. Flowchart Push Button dan LED



Gambar 21. Flowchart Keypad dan LCD I2C

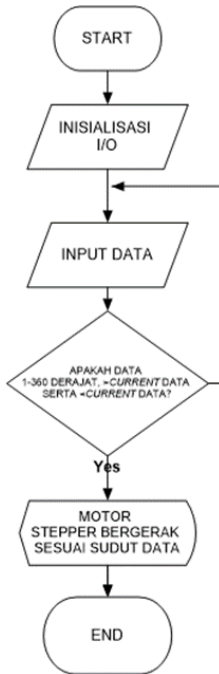
2. Flowchart Motor Servo

3. Flowchart Keypad dan Seven Segment

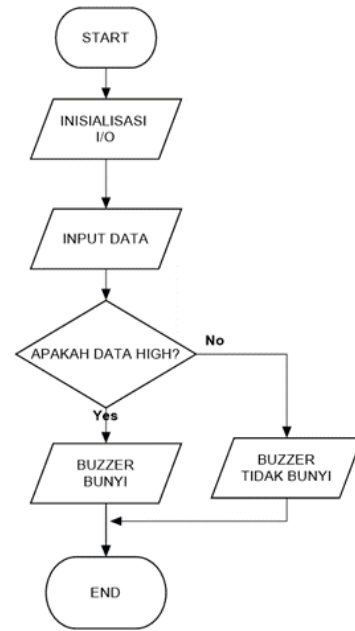


Gambar 23. Flowchart Keypad dan Seven Segment

4. Flowchart Motor Stepper



Gambar 24. Flowchart Motor Stepper

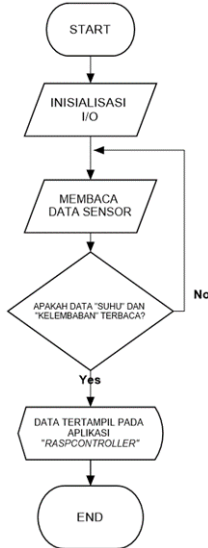


Gambar 26. Flowchart Push Button dan Buzzer

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Fisik Modul Pembelajaran

5. Flowchart Sensor Suhu DHT-22



Gambar 25. Flowchart Sensor Suhu DHT-22

6. Flowchart Push Button dan Buzzer



Gambar 27. Tampak Atas Box Modul Pembelajaran



Gambar 28. Tampak Rangkaian Komponen Modul Pembelajaran Berbasis Raspberry Pi Bagian Atas



Gambar 29. Tampak Bagian Dalam Rangkaian Komponen Modul Pembelajaran Berbasis Raspberry Pi

Tabel 1. Rangkaian Raspberry Pi dengan Eight Channel Logic Level

Bx ke box	Ax	Raspberry Pi 3 Pinout				Ax	Bx ke box
-	-	3,3V	1	2	5V	-	-

-	-	GPIO0 2	3	4	5V	-	-
-	-	GPIO0 3	5	6	GND	-	-
GPIO0 4	A2(1)	GPIO0 4	7	8	GPIO1 4	A0(3)	GPIO1 4
-	-	GND	9	10	GPIO1 5	A1(3)	GPIO1 5
GPIO1 7	A3(1)	GPIO1 7	11	12	GPIO1 8	A2(3)	GPIO1 8
GPIO2 7	A4(1)	GPIO2 7	13	14	GND	-	-
GPIO2 2	A5(1)	GPIO2 2	15	16	GPIO2 3	A3(3)	GPIO2 3
-	-	3,3V	17	18	GPIO2 4	A4(3)	GPIO2 4
GPIO1 0	A0(2)	GPIO1 0	19	20	GND	-	-
GPIO0 9	A1(2)	GPIO0 9	21	22	GPIO2 5	A5(3)	GPIO2 5
GPIO1 1	A2(2)	GPIO1 1	23	24	GPIO0 8	A6(3)	GPIO0 8
-	-	GND	25	26	GPIO0 7	A7(3)	GPIO0 7
-	-	DNC	27	28	DNC	-	-
GPIO0 5	A3(2)	GPIO0 5	29	30	GND	-	-
GPIO0 6	A4(2)	GPIO0 6	31	32	GPIO1 2	A0(4)	GPIO1 2
GPIO1 3	A5(2)	GPIO1 3	33	34	GND	-	-
GPIO1 9	A6(2)	GPIO1 9	35	36	GPIO1 6	A1(4)	GPIO1 6
GPIO2 6	A7(2)	GPIO2 6	37	38	GPIO2 0	A2(4)	GPIO2 0
-	-	GND	39	40	GPIO2 1	A3(4)	GPIO2 1

B. Instalasi OS Raspberry Pi

- 1) Mendownload OS pada web resmi *raspberry pi* versi *desktop + recommended apps*.
- 2) Mendownload *imager raspberry pi* pada web resmi *raspberry*.
- 3) Mengikuti instruksi yang ada pada *imager*.

C. Pengontrolan Raspberry Pi Menggunakan SSH

- 1) Men-download aplikasi PUTTY.
- 2) Memasukkan *microSD* yang sudah terisi OS ke *raspberry pi*.
- 3) Mengaktifkan *raspberry pi* dengan menghubungkan ke adaptor.
- 4) Memasukkan alamat IP *raspberry pi* pada aplikasi PUTTY lalu menekan tombol *enter* pada *keyboard* atau dengan mengklik *tab open*.
- 5) Setelah berhasil masuk, akan muncul “*login:*” pada sesi ini membutuhkan *peng-input-an username* yang telah diatur pada saat *peng-install-an OS raspberry pi*.

D. Pengujian Modul Pembelajaran Berbasis Raspberry Pi

1. Pengujian Keluaran Raspberry Pi

Pin keluaran *raspberry pi* yang ada pada *box* berasal dari keluaran *eight channel logic level converter* yang memiliki tegangan logika 5v sebanyak 4 buah. Tegangan pin

out raspberry pi yang diukur menggunakan multimeter memiliki nilai 4,99 volt. Terjadi perbedaan 0,01 volt atau sebanyak 0,2% perbedaan. Serta, tegangan sumber 3,3 volt pada pengujian *box* modul, senilai 3,27 volt, sekitar 0,9% perbedaan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan *eight channel logic level converter* berfungsi dengan baik.

2. Pengujian LED (*Light Emitting Diode*) dan Push Button
Tabel 3. Pengujian Push Button dan LED (*Light Emitting Diode*)

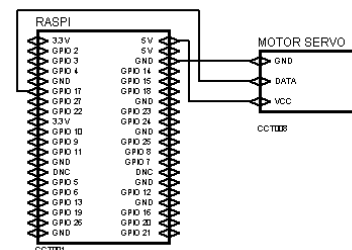
No	Push Button	Kondisi PB	LED	Kondisi LED
1	1	Tidak ditekan/ditekan	Y1	OFF/ON
2	2	Tidak ditekan/ditekan	Y2	OFF/ON
3	3	Tidak ditekan/ditekan	Y3	OFF/ON
4	4	Tidak ditekan/ditekan	G1	OFF/ON
5	5	Tidak ditekan/ditekan	G2	OFF/ON
6	6	Tidak ditekan/ditekan	G3	OFF/ON
7	7	Tidak ditekan/ditekan	R1	OFF/ON
8	8	Tidak ditekan/ditekan	R2	OFF/ON
			R3	OFF/ON

3. Pengujian LCD I2C dan Keypad

Tabel 5. Pengujian Keypad dan LCD I2C

No	Keypad	Kondisi Keypad	Tampilan LCD I2C
1	1	Ditekan	1
2	2	Ditekan	2
3	3	Ditekan	3
4	4	Ditekan	4
5	5	Ditekan	5
6	6	Ditekan	6
7	7	Ditekan	7
8	8	Ditekan	8
9	9	Ditekan	9
10	0	Ditekan	0
11	*	Ditekan	clear
12	#	Ditekan	#
13	A	Ditekan	A
14	B	Ditekan	B
15	C	Ditekan	C
16	D	Ditekan	D

4. Pengujian Motor Servo



Gambar 30. Rangkaian Motor Servo

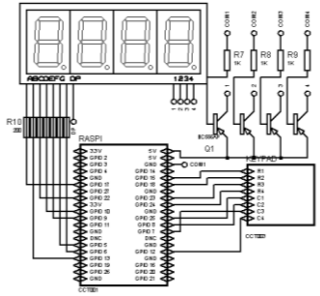
Tabel 6. Hasil Pengujian Motor Servo

No	Input Arah Motor Servo (derajat)	Kondisi Motor Servo
1	90	90
2	180	180
3	0	10
4	60	70
5	120	120

penempatan *motor servo* pada *box* kurang menengah yang menyebabkan pembacaan arah pada *motor servo*

kurang akurat 10 derajat bagian kanan. Pada saat pengujian sebelum ditempatkan pada *box* pengukuran *motor servo* telah sesuai dan akurat.

5. Pengujian Keypad dan Seven Segment



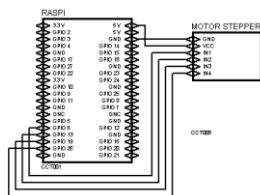
Gambar 31. Rangkaian Keypad dan Seven Segment

Tabel 7. Hasil Pengujian Keypad dan Seven Segment

No	Keypad	COM Seven Segment	Tampilan Seven Segment
1	1	1, 2, 3, dan 4	1
2	2	1, 2, 3, dan 4	2
3	3	1, 2, 3, dan 4	3
4	4	1, 2, 3, dan 4	4
5	5	1, 2, 3, dan 4	5
6	6	1, 2, 3, dan 4	6
7	7	1, 2, 3, dan 4	7
8	8	1, 2, 3, dan 4	8
9	9	1, 2, 3, dan 4	9
10	0	1, 2, 3, dan 4	0
11	*	1, 2, 3, dan 4	Clear
12	#	1, 2, 3, dan 4	Clear
13	A	1, 2, 3, dan 4	A
14	B	1, 2, 3, dan 4	b
15	C	1, 2, 3, dan 4	C
16	D	1, 2, 3, dan 4	d

Keypad dan seven segment berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan awal.

6. Pengujian Motor Stepper



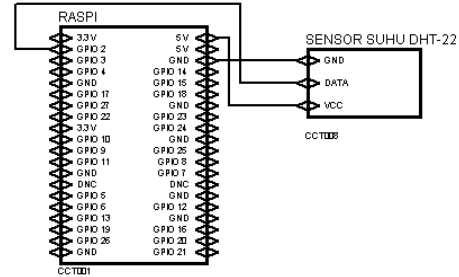
Gambar 32. Rangkaian Motor Stepper

Tabel 8. Hasil Pengujian Motor Stepper

No	Input Arah Motor Stepper (derajat)	Kondisi Motor Stepper
1	90	90
2	180	180
3	20	20
4	60	60
5	120	120

Pengujian *motor stepper*, *motor stepper* tidak mengenal titik 0. Program akan bekerja apabila memasukkan nilai lebih besar atau lebih kecil dari nilai sebelumnya.

7. Pengujian Sensor Suhu DHT-22



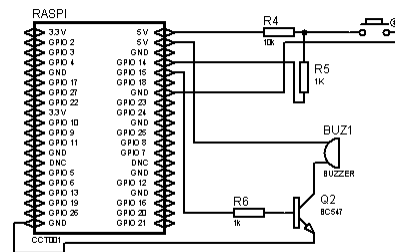
Gambar 33. Rangkaian Sensor Suhu DHT-22



Gambar 34. Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT-22 pada Aplikasi RaspController.

Sensor suhu diberi suhu panas melalui korek api, *energy bar* pada status *temperature* yang ada di aplikasi RaspController, ikut meningkat secara *realtime*.

8. Pengujian Push Button dan Buzzer



Gambar 35. Rangkaian Push Button dan Buzzer.

Tegangan yang dihasilkan oleh *buzzer* saat kondisi berbunyi senilai 2.53 volt dan saat kondisi tidak berbunyi senilai 0,02 volt.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan, mulai dari perancangan, pembuatan, serta pengujian modul pembelajaran berbasis *raspberry pi*, dapat ditarik kesimpulan bahwa fitur-fitur pada modul pembelajaran berbasis *raspberry pi* berfungsi dengan baik. Fitur-fitur modul pembelajaran berbasis *raspberry pi*, meliputi, pin out *raspberry pi* dengan *eight channel level logic converter*, LED (*Light Emitting Diode*) dan *push button*, keypad dan LCD I2C, *motor servo*, keypad dan *seven segment*, *motor stepper*, sensor suhu DHT-22, *push button* dan *buzzer*, serta ekstensi pin *jack banana female* ke *protoboard* berfungsi dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf pengajar Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada teman-teman di prodi Elektronika yang telah membantu proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] E. Purwanto, "Mengenal Lebih Dekat Raspberry Pi," 2014.
<https://bpptik.kominfo.go.id/2014/04/14/410/mengenal-lebih-dekat-raspberry-pi/> (accessed Jan. 17, 2022).
- [2] F. Christian, "Modul Pembelajaran Raspberry Pi.," *Modul Pembelajaran Raspberry Pi.*, pp. 5–6, 2017.
- [3] Y. ARAFAD, *MODUL PEMBELAJARAN PEMROGRAMAN PADA MIKROKONTROLER DENGAN MENGGUNAKAN RASPBERRY PI.* eprints.polsri.ac.id, 2017.
- [4] Kumpulan Karya Tulis Ilmiah, "Liquid Crystal Display (LCD) adalah," *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah*, 2011.
http://ilmuef.blogspot.com/2013/11/liquid-crystal-display-lcd-adalah_9490.html (accessed Jan. 18, 2022).
- [5] E. Satria, "Motor Servo," 2011. <https://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/> (accessed Jan. 18, 2022).
- [6] F. Christian, "Modul Pembelajaran Raspberry PI," Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2017.
- [7] I. Muhammad, "Display Seven Segment Menggunakan PLC," *Blog Belajar Listrik & Sistem Kontrol*, 2019.
<https://seriparalel.wordpress.com/2019/05/01/display-seven-segment-menggunakan-plc/> (accessed Jan. 18, 2022).
- [8] K. Dickson, "Pengertian Seven Segment Display (Layar Tujuh Segmen)," *Teknik Elektronika*, 2020.
<https://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/> (accessed Aug. 02, 2022).
- [9] Bayati, C. Napitupulu, and K. U. Nst, "Resistor Pull Up dan Pull Down," *ilmukomputer.com*. IlmuKomputer.com, 2014, [Online]. Available: https://fdokumen.id/dokumen/5342_rreessiiissttoorr-ppuulllll-uupp-ddaann-ppuulllll-ddoowwnn.html.
- [10] K. A. Muhammad and Jamaaluddin, "Motor Stepper." http://eprints.umsida.ac.id/7413/1/UTS_038_4B1_Muhammad_Khafid_Amrulloh.pdf (accessed Jul. 31, 2022).
- [11] L. G, "Stepper Motor Driver 3- Axis ULN2003 Board Module," 2014.
<http://www.vcc2gnd.com/sku/MDULN2003> (accessed Jul. 31, 2022).
- [12] Novar, "Sistem Pengendali Otomatis Menggunakan Sensor RFID Secara Wireless berbasis Mikrokontroler Arduino," 2014.
- [13] Oshwah, "Relay," *Electron. Begin.*, pp. 2–3, 2016.
- [14] I. A. Abdulrazzak, H. Bierk, and L. A. Aday, "Humidity and Temperature Monitoring," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, pp. 5147–5177, 2018.