

Prototype Robot Manipulator 4 DOF berbasis Raspberry Pi Zero W

The Prototype of Robot Manipulator 4 DOF based on Raspberry Pi Zero W

Joko Supriyono¹, Dody Wahjudi^{2,*}, Tri Watiningsih³

*Program Study S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Jl. Beji Karangsalam Telp. (0281)635889 Purwokerto 53152*

^{2,*}Penulis korespondensi: dodywahjudi@gmail.com

¹jokosupriyono85@yahoo.com, ²tri_cadipa@yahoo.com

Abstrak

Pemanfaatan mikrokontroler untuk menunjang pekerjaan manusia serta didunia industri menuntut adanya perkembangan dalam hal ketepatan, kecepatan serta teknologi yang terbaru. Raspberry Pi merupakan papan tunggal *single board circuit* (SBC) seukuran kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, sebagai pemutar media beresolusi tinggi serta menjadi mikrokontroler. Dengan menggunakan bahasa pemrograman Python yang mudah dipahami dan populer, Raspberry Pi dapat dengan mudah dalam pengembangannya. Salah satu penggunaan Raspberry Pi yaitu sebagai controller robot lengan yang digunakan oleh manusia untuk mengangkat benda berat atau membutuhkan perpindahan yang mempunyai jarak jauh. Prototype Robot lengan dibuat menggunakan motor penggerak yaitu 1 servo Tower Pro MG996R dan 3 mini servo MG90S serta 4 buah potensiometer sebagai kendali manualnya. Robot difungsikan untuk memindahkan benda secara manual yaitu dengan memutar potensiometer. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan robot lengan dapat memindahkan barang dari titik tertentu ke titik yang lain dengan berat kurang dari 90 gram dan benda berdimensi kurang dari P=60mm, L=36mm dan T=44mm. Mikrokontroler Raspberry Pi Zero W dinilai sangat efektif dalam menjalankan fungsinya, dalam pengembangannya Prototype Robot Manipulator 4DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W dapat dengan mudah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan manusia.

Kata Kunci: Robot 4DOF, Raspberry Pi Zero W, PYTHON

Abstract

The use of microcontrollers to support human work and in the industrial world requires accuracy, speed, and the latest technology developments. Raspberry Pi is a single board circuit (SBC) the size of a credit card that can be used to run office programs and computer games, as a high-resolution media player and a microcontroller. Raspberry Pi can be quickly developed using the PYTHON programming language that is easy to understand, and popular. One of the uses of Raspberry Pi is as a microcontroller robot arm that humans use to lift heavy objects or require long-distance movements. The prototype Robot arm uses a drive motor, namely 1 servo Tower Pro MG996R and 3 mini servo MG90S, and 4 potentiometers as manual control. The robot functions to move objects manually by turning the potentiometer. Based on the research results that have been done, robot arms can move things from one point to another with a weight of fewer than 90 grams and objects with dimensions less than P = 60mm, L = 36mm, and T = 44mm. The Raspberry Pi Zero W microcontroller is very effective in carrying out its functions. In its development, the 4DOF Prototype Robot Manipulator Based on the Raspberry Pi Zero W can be quickly developed according to human needs.

Keywords: Robot 4DOF, Raspberry Pi Zero W, PYTHON

I. LATAR BELAKANG

Seiring dengan majunya perkembangan zaman dan sumber daya manusia, maka semakin maju pula peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari umumnya dalam bidang teknologi memegang peran penting, menjadi bagian tidak dapat dipisahkan, kemajuan dibidang teknologi serta elektronik dapat memungkinkan dalam pembuatan alat bantu bagi manusia dengan harapan dapat menunjang produktifitas atau kehidupan manusia.

Pada saat ini dunia teknologi telah mengalami perkembangan sangat cepat, robot merupakan suatu mesin yang dapat diarahkan untuk mengerjakan berbagai macam tugas dari manusia. Ada dua tipe dari robot tersebut, antara lain robot otomatis bekerja terus menerus dengan sekali dinyalakan dan robot manual digerakan oleh manusia sebagai operatornya. Robot dapat bekerja terus menerus tanpa mengenal lelah sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia.

Sebuah penelitian tentang implementasi manipulator planar 4-dof penghindar halangan berbasis arduino mega 2560 telah dilakukan [1]. Dalam penelitian ini, robot yang menyerupai lengan manusia yang mempunyai 4 sendi dan dapat bergerak secara otomatis untuk menghindari dari suatu halangan pada bidang 2 dimensi. Robot dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor ultrasonik berjumlah 8 buah dipergunakan untuk mendeteksi suatu halangan (obstacle) sehingga robot tidak akan menyentuh obstacle tersebut, robot juga dilengkapi dengan 4 buah motor servo pada setiap sendinya.

Penelitian lainnya yang berkaitan adalah tentang rancang bangun pengendalian robot lengan 4DOF dengan GUI (Graphical User Interface) berbasis Arduino Uno [2]. Robot lengan 4 DOF (Degree Of Freedom) yang memiliki sistem yang mudah dikendalikan berupa sistem robot lengan yang secara keseluruhan dikendalikan melalui aplikasi interface dengan GUI (Graphical User Interface) yang dibangun dengan bahasa pemrograman Java pada PC (Personal Computer)[3]. Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama yang terkoneksi via USB (Universal Serial Bus) dengan PC. Pada komunikasi interface antara aplikasi program pengendali dengan mikrokontroler Arduino Uno terjadi proses pengiriman (Tx) dan penerima (Rx) data serial yang berupa data byte[4]. Data byte yang dikirim oleh slider pengendali akan menentukan lebar pulsa sinyal PWM (Pulse Width Modulation) pada setiap motor servo sehingga pergerakan robot sesuai dengan pergeseran slider. Program aplikasi slider pengendali ini memiliki dua mode, yaitu mode kendali per-slider dan mode kendali sekaligus kirim.

I Made Sudana merancang miniatur robot lengan menggunakan mikrokontroler Atmega 8535 [5]. Miniatur robot lengan tersebut diprogram untuk memindahkan barang.

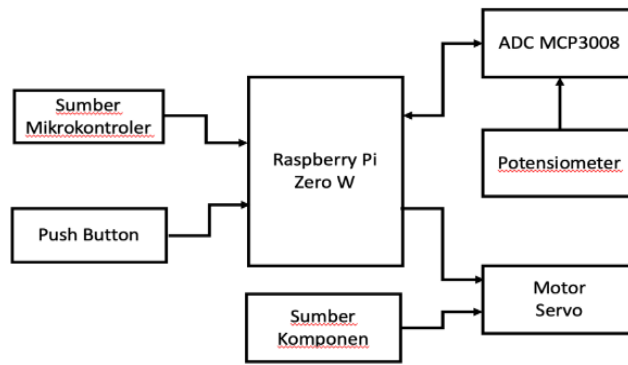
II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras

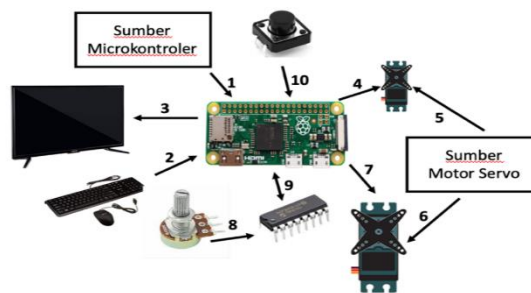
1. Skema Sistem Kendali

Skema sistem kendali pada Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W menggunakan 3 buah komponen yaitu:

1. Raspberry Pi Zero sebagai Mikrokontroler
2. Motor Servo sebagai penggerak lengan
3. Potensiometer dan Push Button sebagai input perintah



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Kendali



Gambar 2 Skema Sistem Kendali Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Keterangan:

1. Tegangan masuk dari sumber sebagai power mikrokontroler 5V.
2. Untuk menginput pemrograman pada Raspberry Pi menggunakan keyboard dan mouse yang di hubungkan dengan port Micro USB – USB.
3. Raspberry Pi mendisplaykan gambarnya menggunakan TV dengan port mini HDMI – HDMI[6].
4. Raspberry Pi sebagai mikrokontroler memberi sinyal pulse kepada motor mini servo.
5. Tegangan pada sumber sebesar 5V masuk ke mini servo.
6. Tegangan pada sumber sebesar 5V masuk motor servo besar.
7. Raspberry Pi sebagai mikrokontroler memberi sinyal pulse kepada motor servo besar[7].
8. Potensiometer memberi sinyal analog ke ADC MCP3008.
9. ADC MCP3008 mengkonversikan data analog menjadi digital dan berkomunikasi dua arah dengan mikrokontroler.
10. Push Button memberi input kepada mikrokontroler.

a. Sumber Sistem Kendali

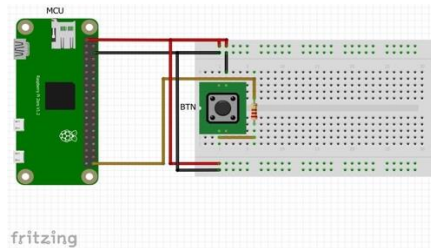
Pada rancang bangun alat untuk sumber mikrokontroler Raspberry Pi Zero W dan sumber motor servo dipasang secara terpisah yaitu menggunakan adaptor 5V pada power Raspberry Pi dan untuk pendukung lainnya menggunakan sumber power eksternal 5V, dengan sambungan GND pada kedua sumber tersebut dijamper atau disambung (*common*) menjadi satu pada pin GND di GPIO Raspberry Pi Zero W.



Gambar 3 Power Supply

b. Raspberry Pi dengan Push Button

Pada rangkaian robot push button aktif sebagai *HIGH push button* yang artinya memiliki karakteristik saat tidak ditekan status push button (*HIGH*), sedangkan saat ditekan (*LOW*). Resistor sebesar 220 Ohm dipasang pada rangkaian berfungsi untuk mengamankan Raspberry Pi.

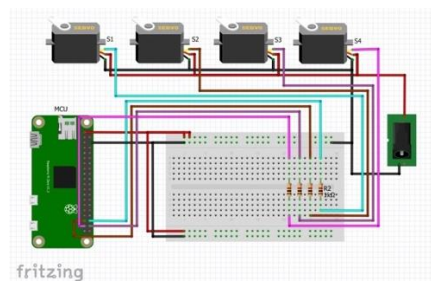


Gambar 5 Raspberry Pi dengan Push Button

Tabel 1 Raspberry Pi dengan Push Button

Raspberry Pi		Push Button	
PIN BOARD	NAMA	PIN	NAMA
1	VCC		
6	GND	-	NEGATIVE
40	GPIO21	+	POSITIVE

c. Raspberry Pi dengan Motor Servo



Gambar 6 Raspberry Pi dengan Motor Servo

Sumber yang digunakan pada empat motor servo menggunakan sumber yang berbeda dengan Raspberry Pi, dengan GND pada sumber di jamper menjadi satu dengan GND pada Raspberry Pi, sedangkan sambungan sinyal pada motor servo di sambungkan pada pin GPIO seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Raspberry Pi dengan Motor Servo

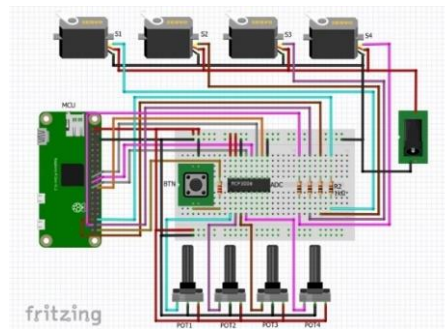
Raspberry Pi		NAMA MOTOR SERVO
PIN BOARD	NAMA	
36	GPIO16	SERVO BASE
35	GPIO19	SERVO SHOULDER
38	GPIO20	SERVO ELBOW
37	GPIO26	SERVO GRIP

d. Raspberry Pi dengan ADC MPC3008

Secara umum pada Raspberry Pi yang baru dari pabrik komunikasi SPI masih *OFF* atau *Disable* maka untuk memakainya harus di atur menjadi *ON* atau *Enable*[8].

2. Perancangan Kendali Robot 4DOF

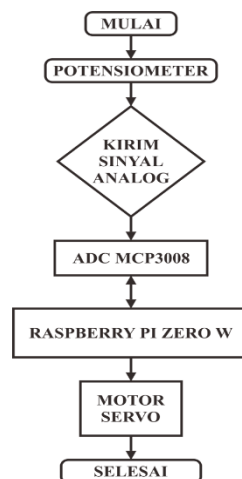
Perancangan kendali robot menggunakan motor servo dan mini servo dengan Raspberry Pi Zero W sebagai mikrokontroler dikendalikan menggunakan potensiometer.



Gambar 7 Perancangan kendali Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Perancangan kendali robot menggunakan motor servo dan mini servo dengan Raspberry Pi Zero W sebagai mikrokontroler dikendalikan menggunakan potensiometer.

3. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 8. Flowchart Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Program Python

```
1. from __future__ import division
2. from gpiozero import Servo, MCP3008, Button
3. from subprocess import check_call
4. from gpiozero.tools import scaled
5. from signal import pause
6. from time import sleep

7. def shutdown():
8.     check_call(['sudo', 'poweroff'])
9.     shutdown_btn = Button (21)
10.    shutdown_btn.when_pressed = shutdown

11.    pot1 = MCP3008(channel=0)
12.    pot2 = MCP3008(channel=1)
13.    pot3 = MCP3008(channel=2)
14.    pot4 = MCP3008(channel=3)
```

```
15. servo1 = Servo(16, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
16. servo2 = Servo(19, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
17. servo3 = Servo(20, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
18. servo4 = Servo(26, min_pulse_width=1/1000,  
max_pulse_width=2/1000)  
  
19. servo.source = scaled(pot1.values, -1, 1)  
20. servo.source = scaled(pot2.values, -1, 1)  
21. servo.source = scaled(pot3.values, -1, 1)  
22. servo.source = scaled(pot4.values, -1, 1)  
  
23. while True:  
24.     print("Pot1:{:.2f} Pot2:{:.2f} Pot3:{:.2f}  
Pot4:{:.2f}".format(pot1.value,pot2.value,pot3.value,pot4.val  
ue))  
25.     sleep(1.0)  
  
26. pause() # let the script run until Ctrl+C
```

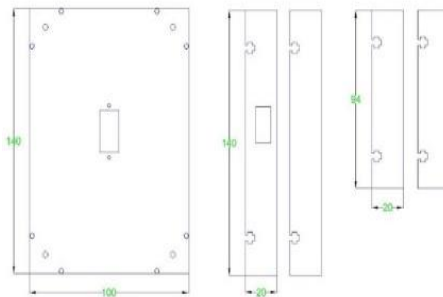
4. Perancangan Body Robot

a. Body Robot

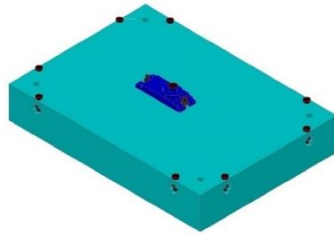
Fungsi utama dari body robot adalah sebagai tempat atau kedudukan seluruh komponen robot[9]. Untuk menentukan efisiensi kerja dari robot dan digunakan bengan beberapa alternatif bahan seperti bahan dari logam, plastik/akrilik, dan kayu. Pemilihan material sangat berpengaruh terhadap konstruksi robot seperti berat kekuatan, ketahanan dan kemampuan dalam melakukan tugasnya. Perpaduan material yang baik dapat menghasilkan konstruksi yang kuat, ringan dan efisien.

Untuk rancang bangun dalam penelitian menggunakan bahan akrilik dengan alasan penggunaan bahan akrilik adalah karena bahan ini cukup ringan, kuat dan mudah dalam pembentukannya yaitu dengan mendesain menggunakan *software* Corel Draw, pemotongan lembaran akrilik menggunakan mesin laser, untuk memperkuat sambungan bodi ditambahkan tempat mur dan baut 3mm.

b. Body Robot Base Servo

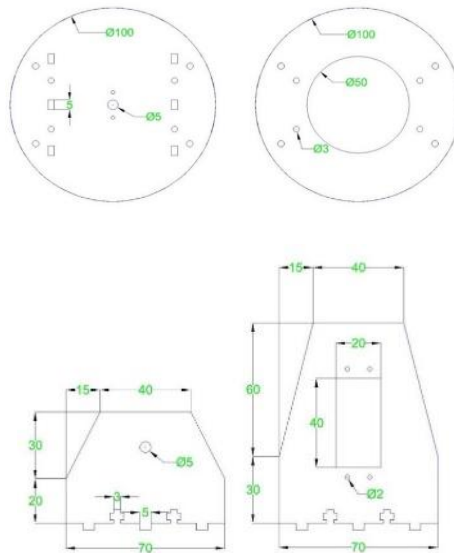


Gambar 9 Dimensi Body Robot Base Servo

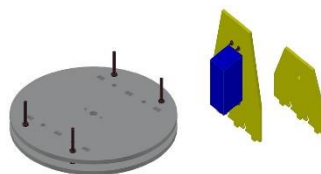


Gambar 10 Body Robot Base Servo

c. Body Robot Shoulder Servo

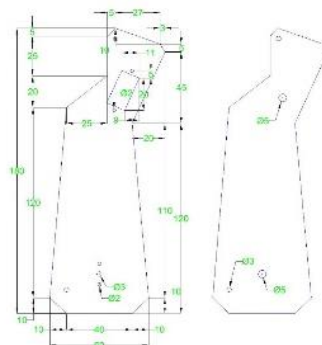


Gambar 11 Dimensi Body Robot Shoulder Servo

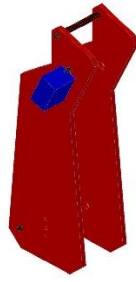


Gambar 12 Body Robot Shoulder Servo

d. Body Robot Elbow Servo

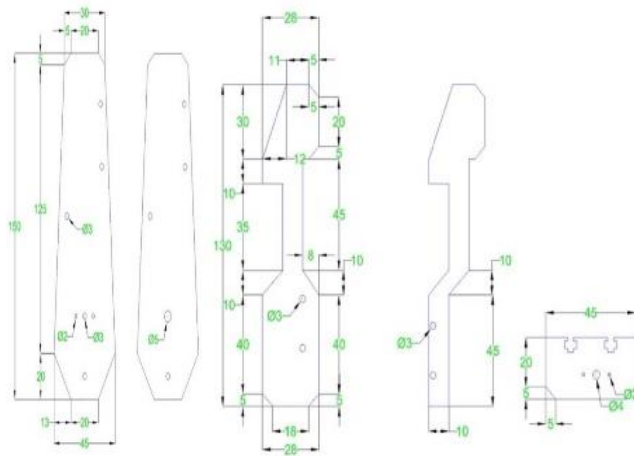


Gambar 13 Dimensi Body Robot Elbow Servo

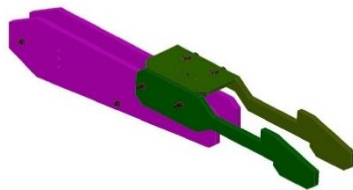


Gambar 14 Body Robot Elbow Servo

e. Body Robot Grip Servo

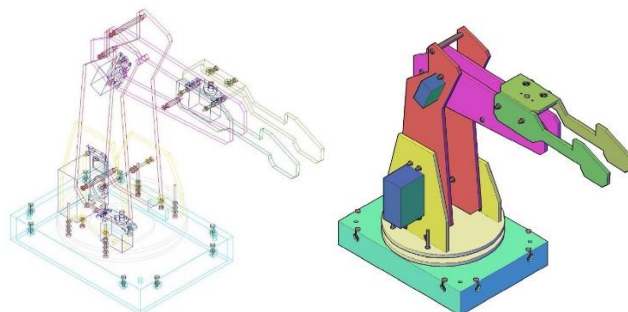


Gambar 15 Dimensi Body Robot Grip Servo



Gambar 16 Body Robot Grip Servo

f. Body Robot 4DOF



Gambar 17 Body Robot

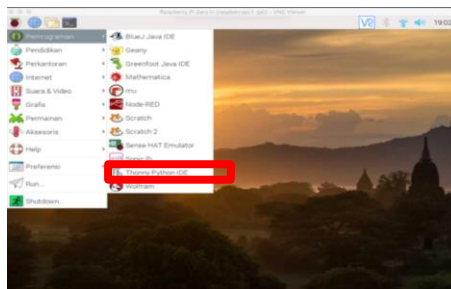
III. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian Raspberry Pi Zero W



Gambar 18 Pengujian Mikrokontroler Raspberry Pi Zero W

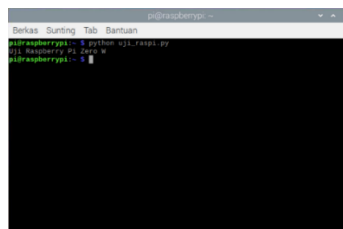
Rangkaian alat seperti Gambar 18, power supply di pasang dari Raspberry ke sumber, konverter OTG di hubungkan ke mouse dan keyboard, serta kabel HDMI di sambungkan ke monitor[10]. Pada layar monitor akan muncul *desktop* dan masuk pada pemrograman Raspberry untuk pengujiannya.



Gambar 19 Membuka software Thonny Python IDE



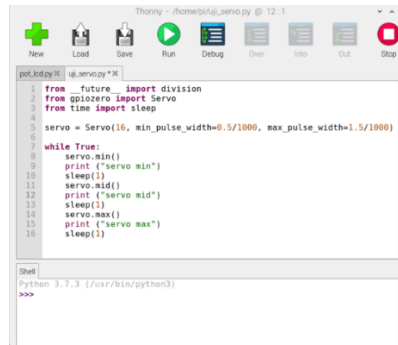
Gambar 20 Menulis Coding pada Raspberry Pi Zero W



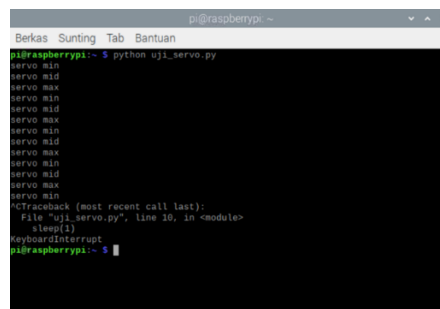
Gambar 21 Menjalankan Coding Raspberry Pada LXTerminal

Pada Gambar 20 merupakan coding yang dimasukan pada Raspberry Pi Zero W melalui software Thonny Python IDE, disimpan pada folder home.pi dengan nama file Uji_Raspi.py. Gambar 21 menunjukkan hasil uji Rasperry Pi Zero W, dengan menjalankan file pemrograman yang telah disimpan dan dapat berjalan dengan baik.

B. Pengujian Raspberry Pi Zero dengan Motor Servo



Gambar 22 Pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan Motor Servo

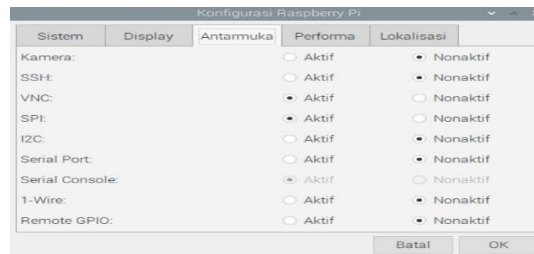


Gambar 23 Menjalankan pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan Motor Servo pada LXTerminal

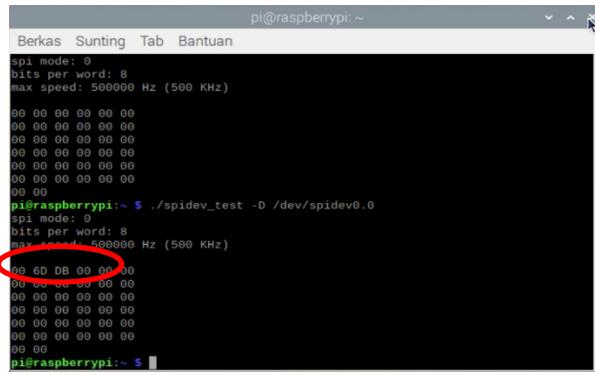
Sumber (VCC) motor servo dan Raspberry Pi dihubungkan dengan sumber yang berbeda dan pin GND pada motor servo tersambung (*Common Ground*) ke-pin GPIO Raspberry Pi Zero W untuk pengujianya menggunakan pemrograman seperti pada Gambar 10, kemudian di jalankan menggunakan LXTerminal seperti pada Gambar 19.

C. Pengujian Raspberry Pi Zero dengan ADC MCP3008

Sebelum melaksanakan pengujian, aktifkan *Enable* komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) pada Raspberry Pi, kabel jamper serta rangkaian ADC MCP3008 dalam keadaan benar.



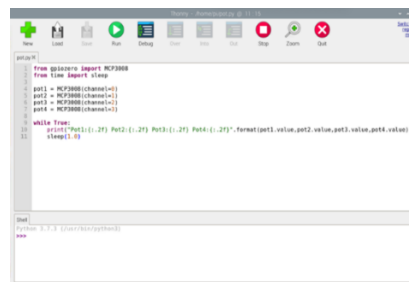
Gambar 24 Konfigurasi Raspberry Pi



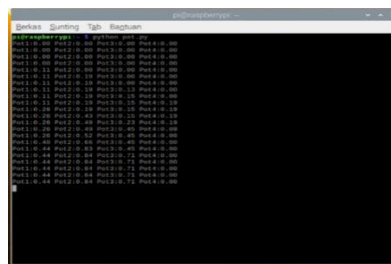
Gambar 25 Menjalankan pemrograman Pengujian Komunikasi SPI Raspberry Pi dan ADC MCP3008 pada LXTerminal

Pada Gambar 21 adalah hasil pengujian dari komunikasi SPI Raspberry Pi Zero W dengan ADC MCP3008, dapat dipastikan komunikasi SPI antar keduanya sudah benar. Jika pada pengujian ini angka yang keluar adalah (0 semua) maka harus meneliti *Wiring* atau pengkabelannya.

D. Pengujian Raspberry Pi Zero dengan ADC MCP3008 dan Potensiometer



Gambar 26 Pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan ADC MCP3008 dan Potensiometer



Gambar 27 Menjalankan pemrograman pengujian Raspberry Pi dengan ADC MCP3008 dan Potensiometer pada LXTerminal

Pada pengujian Raspberry Pi dengan ADC MCP3008 dan Potensiometer dapat dilihat pada LXTerminal, potensiometer di putar kekanan maupun kekiri maka sinyal analog di konversi oleh ADC MCP3008 dan dapat dibaca oleh Raspberry Pi Zero W.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Potensiometer

NO	PUTARAN POTENSIO METER	POTENSIO METER												KET
		POTENSIO METER 1			POTENSIO METER 2			POTENSIO METER 3			POTENSIO METER 4			
		R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	R (K Ω)	VCC (V)	SINYAL (mV)	
1	PUTARAN 0	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	10,00	5,10	0,00	BAIK
2	PUTARAN 0,5	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	10,00	5,10	2,51	BAIK
3	PUTARAN 1	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	10,00	5,10	5,90	BAIK

E. Pengujian Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W



Gambar 28 Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W

Tabel 3 Hasil Pengujian Komponen

NO	NAMA	KONDISI		KENDALA	KETERANGAN
		BAIK	TIDAK BAIK		
1	Raspberry Pi Zero W	BAIK	-	-	-
2	Push Button	BAIK	-	-	-
3	Motor Mini Servo 1	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
4	Motor Mini Servo 2	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
5	Motor Mini Servo 3	BAIK	-	-	Micro Tower Pro MG90S
6	Motor Servo (Besar)	BAIK	-	-	Tower Pro MG996R
7	ADC MCP3008	BAIK	-	-	-
8	Potensiometer 1	BAIK	-	-	-
9	Potensiometer 2	BAIK	-	-	-
10	Potensiometer 3	BAIK	-	-	-
11	Potensiometer 4	BAIK	-	-	-
12	Sumber Mikrokontroler	BAIK	-	-	5V 2A
13	Sumber Motor Servo	BAIK	-	-	5V 2A

Tabel 4 Pengujian Komponen dengan Raspberry Pi Zero W

NO	PENGUJIAN			KONDISI		KET
	KOMPONEN 1	KOMPONEN 2	KOMPONEN 3	BAIK	TIDAK BAIK	
1	Raspberry Pi Zero W	-	-	BAIK	-	-
2	Raspberry Pi Zero W	Push Button	-	BAIK	-	-
3	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 1	-	BAIK	-	-
4	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 2	-	BAIK	-	-
5	Raspberry Pi Zero W	Motor Mini Servo 3	-	BAIK	-	-
6	Raspberry Pi Zero W	Motor Servo (Besar)	-	BAIK	-	-
7	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3008	-	BAIK	-	-
8	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3008	Potensiometer 1	BAIK	-	-
9	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3009	Potensiometer 2	BAIK	-	-
10	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3010	Potensiometer 3	BAIK	-	-
11	Raspberry Pi Zero W	ADC MCP3011	Potensiometer 4	BAIK	-	-
12	Raspberry Pi Zero W	Sumber	-	BAIK	-	-
13	Raspberry Pi Zero W	Motor Servo	Sumber	BAIK	-	-

Tabel 5 Pengukuran Tegangan

NO	POSISI	POSISI	BASE SERVO		SHOULDER SERVO		ELBOW SERVO		GRIP SERVO		KET
	POTENSIO	SERVO	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	VCC (V)	SINYAL (mV)	
1	0,00	0°	4,92	145	4,94	149	4,92	143	4,92	145	
2	0,11	10°	4,92	179	4,94	165	4,92	178	4,92	177	
3	0,22	20°	4,92	193	4,94	179	4,92	195	4,92	193	
4	0,33	30°	4,92	208	4,94	193	4,92	206	4,92	204	
5	0,44	40°	4,92	226	4,94	210	4,92	227	4,92	228	
6	0,55	50°	4,92	248	4,94	228	4,92	247	4,92	248	
7	0,66	60°	4,92	267	4,94	248	4,92	265	4,92	268	
8	0,77	70°	4,92	285	4,94	261	4,92	288	4,92	286	
9	0,88	80°	4,92	302	4,94	280	4,92	300	4,92	301	
10	1,00	90°	4,92	322	4,94	288	4,92	321	4,92	322	

Tabel 6 Pengukuran Beban Arus

NO	POSISI	POSISI	BASE SERVO		SHOULDER SERVO		ELBOW SERVO		GRIP SERVO		KET
	POTENSIO	SERVO	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	ARUS(mA)	SINYAL (uA)	
1	0.00	0°	2.34	1.00	35.60	0.90	2.34	1.00	2.34	1.00	
2	0.11	10°	2.34	1.10	35.60	1.00	2.34	1.10	2.34	1.10	
3	0.22	20°	2.34	1.20	35.60	1.10	2.34	1.20	2.34	1.20	
4	0.33	30°	2.34	1.30	35.60	1.20	2.34	1.30	2.34	1.30	
5	0.44	40°	2.34	1.50	35.60	1.30	2.34	1.50	2.34	1.50	
6	0.55	50°	2.34	1.60	35.60	1.40	2.34	1.60	2.34	1.60	
7	0.66	60°	2.34	1.70	35.60	1.60	2.34	1.70	2.34	1.70	
8	0.77	70°	2.34	1.80	35.60	1.70	2.34	1.80	2.34	1.80	
9	0.88	80°	2.34	1.90	35.60	1.80	2.34	1.90	2.34	1.90	
10	1.00	90°	2.34	2.10	35.60	1.90	2.34	2.10	2.34	2.10	

Tabel 7 Pengujian Berat Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W Mengangkat Barang

NO	NAMA	UJI	BARANG		KONDISI		KETERANGAN
			NAMA	BERAT (gram)	SUKSES	GAGAL	
1	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-1	1 BALOK	5,0	SUKSES	-	-
2	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-2	2 BALOK	11,0	SUKSES	-	-
3	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-3	3 BALOK	15,0	SUKSES	-	-
4	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-4	1 Battrery AA	23,0	SUKSES	-	-
5	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-5	1 Battery AAA	11,0	SUKSES	-	-
6	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-6	1 Battery Kotak 9V	36,5	SUKSES	-	-
7	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-7	2 Battery Kotak 9V	73,0	SUKSES	-	-
8	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-8	1 Battery 18650	45,5	SUKSES	-	-
9	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-9	2 Battery 18650	91,0	-	GAGAL	OVERLOAD

Tabel 8 Pengujian Dimensi Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W Mengangkat Barang

NO	NAMA	UJI	BARANG		KONDISI		KETERANGAN
			NAMA	DIMENSI (mm)	SUKSES	GAGAL	
1	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-1	1 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=22.0	SUKSES	-	-
2	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-2	2 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=44.0	SUKSES	-	-
3	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-3	3 BALOK	P=30.0 L=18.0, T=66.0	SUKSES	-	-
4	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-4	1 Battrery AA	D=14.5, T=50.5	SUKSES	-	-
5	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-5	1 Battery AAA	D=10.5, T=44.5	SUKSES	-	-
6	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-6	1 Battery Kotak 9V	P=26.5, L=17.5, T=48.5	SUKSES	-	-
7	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-7	2 Battery Kotak 9V	P=26.5, L=35.0, T=48.5	SUKSES	-	-
8	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-8	1 Battery 18650	D=18.0, T=65.0	SUKSES	-	-
9	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-9	2 Battery 18650	D=36.0, T=65.0	SUKSES	-	-
10	PROTOTYPE ROBOT 4DOF	KE-10	1 BALOK	P=60.0 L=36.0, T=44.0	-	GAGAL	OVERSIZE

IV. KESIMPULAN

Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W merupakan sebuah prototype robot lengan menggunakan bahan akrilik 3mm, dengan penggerak 1 motor servo dan 3 mini servo, sedangkan untuk kendali menggunakan 4 potensiometer 10KOhm, dan dengan ADC MCP3008 untuk mengubah sinyal analog potensiometer ke sinyal digital Raspberry Pi. Robot dapat bergerak dengan cara memutar potensiometer ke arah kanan atau kiri serta untuk mengambil benda.

Dari data hasil penelitian, jika potensiometer di putar sebesar 0,00 maka motor servo akan bergerak 0° dan jika potensiometer di putar penuh 1,00 maka motor servo akan bergerak sebesar 90° atau dalam 0.01 putaran potensiometer maka motor servo akan bergerak sebesar 0.9°.

Raspberry Pi Zero W sangat efektif digunakan sebagai mikrokontroler selain mempunyai dimensi yang kecil juga mempunyai fitur serta WIFI sehingga dapat dengan mudah mengaksesnya menggunakan VNC Viewer.

Software pada mikrokontroler Raspberry Pi menggunakan bahasa pemrograman *Python* yang merupakan bahasa yang mudah dipahami, serta menggunakan *library* GPIOZERO sebagai modul fungsi yang sudah terbukti paling lengkap.

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa rancang bangun Prototype Robot Manipulator 4 DOF Berbasis Raspberry Pi Zero W dapat berfungsi dengan baik dan dapat bergerak memindahkan benda. Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan robot dapat memindahkan benda dengan berat kurang dari 90 gram dan benda berdimensi kurang dari P=60mm, L=36mm dan T=44mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supardiansyah, E. D. Marindani, and R. R. Yacoub, "Implementasi Manipulator Planar 4-Dof Penghindar Halangan Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, pp. 1–11, 2017.
- [2] M. Didi, E. D. Marindani, and A. Elbani, "Rancang Bangun Pengendalian Robot Lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical User Interface) Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [3] F. Rahman, F. Faridah, A. Ikram Nur, and A. N. Makkarak, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE MANIPULATOR LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN MOTOR SERVO BERBASIS MIKROKONTROLER," *ILTEK J. Teknol.*, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i01.508.
- [4] B. Utomo, N. Y. Dwi Setyaningsih, and M. Iqbal, "KENDALI ROBOT LENGAN 4 DOF BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR MPU-6050," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 89–96, Apr. 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3699.
- [5] A. Buchori and I. M. Sudana, "Rancang Bangun Miniatur Robot Lengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Tek. Elektro*, 2014.
- [6] M. Richardson and S. Wallace, *Getting Started with Raspberry Pi*. 2013.
- [7] Robinson, Andrew. Mike, Cook. Evans, Jotanthan. *Raspberry Pi Project*. 2014. John Wiley and Son, Ltd
- [8] Kurniawan, Bagus. *Raspberry Pi I/O Proqraming Using Python*. Berlin
- [9] Joseph, Lentin. 2018. *Learning Robotics using Python: Design, simulate, program, and prototype an autonomous mobile robot using ROS, OpenCV, PCL, and Python*, 2nd Edition. Packt Publishing Ltd.
- [10] Richardson, Matt dan Sawn Wallace. 2012. *Getting Started With Raspberry Pi*.