

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian dan pengembangan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi *telegram messange* sebagai media pembelajaran robotika merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan adalah cara ilmiah untuk meneliti, merancang, memproduksi, dan menguji validitas produk yang telah dihasilkan (Sugiyono, 2015: 30). Penelitian ini menghasilkan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran robotika. Pengembangan media pembelajaran ini juga dilengkapi dengan *labsheet*, buku panduan, dan modul materi untuk menunjang proses pembelajaran.

Model pengembangan ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini memiliki 5 langkah dalam menghasilkan media pembelajaran. Langkah-langkah pengembangan model ADDIE meliputi *analyze* (menganalisa), *design* (perencanaan), *develop* (mengembangkan), *implement* (menjalankan), *evaluate* (evaluasi)

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan pada penelitian ini mengikuti langkah-langkah pengembangan model ADDIE.

Penjelasan dari langkah-langkah pengembangan model ADDIE yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Analyze* (Menganalisa)

Permasalahan dan kesenjangan kinerja pada mata kuliah robotika adalah hal yang dicari pada tahap analisis. Pengumpulan informasi tersebut dilakukan dengan melakukan observasi langsung. Observasi yang dilakukan meliputi tanya jawab dengan dosen pengampu dan mahasiswa mata kuliah robotika. Hasil dari observasi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Mata Kuliah Robotika

Capaian Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none">1. Bertaqawa kepada Tuhan YME dan mampu menunjukkan sikap religius dan berkarakter,2. Mahasiswa berpartisipasi aktif, bertanggungjawab, dan memiliki motivasi mengembangkan diri,3. Mahasiswa mampu menjelaskan komponen – komponen dari mobile robot dan robot bipedal.4. Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan komponen sensor yang digunakan pada system robotika.5. Mahasiswa mampu merakit dan memprogram robot pengikut garis dan robot pengelak halangan dinding.6. Mahasiswa mampu merakit dan memprogram robot bipedal sederhana.
Media Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none">1. Robot pengikut garis berbasis mikrokontroller arduino2. Robot pengelak halangan berbasis mikrokontroller arduino3. Robot pengikut garis berbasis LEGO Mindstorm4. Robot explorer berbasis LEGO Mindstorm5. Robot ball shooter berbasis LEGO NXT6. Robot walking droid berbasis servo dynamixel AX12 dan kontroler CM5.
Komponen yang dipelajari	<ol style="list-style-type: none">1. Sensor yang dipelajari yaitu sensor ultrasonik, sensor inframerah, dan sensor warna.2. Komponen mekanik atau aktuator yang digunakan yaitu motor servo dan motor DC.3. Komponen kontroler robot yang digunakan mikrokontroller AVR, mikrokontroller Arduino, NXT, dan CM5.

Tabel 3. Permasalahan dan Kesenjangan Kinerja

Capaian Pembelajaran	Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan komponen sensor yang digunakan pada sistem robotika.
Media	Ketersediaan media pembelajaran yang mendukung pemahaman peserta didik mengenai sensor dan pemanfaatan kamera sebagai pengambil gambar obyek masih terbatas dan kurang variatif.
	Beberapa robot berbasis LEGO sehingga peserta didik kurang memahami prinsip kerja dan pengolahan sensor pada robot tersebut
	Media pembelajaran belum menggunakan peranti kedali yang memiliki kecepatan pengolahan data yang tinggi.
Mahasiswa	Kurangnya pemahaman mahasiswa mengenai sensor dan pemanfaatan kamera sebagai pengambil gambar obyek, mahasiswa cenderung menggunakan program yang sudah jadi pada proyek yang ditugaskan tanpa mengetahui prinsip dasarnya

Salah satu capaian pembelajaran mata kuliah praktik robotika sesuai Rencana Pembelajaran Semester adalah “mampu memahami dan menggunakan komponen sensor yang digunakan pada sistem robotika”. Berdasarkan hasil observasi berupa tanya jawab dengan dosen pengampu mata kuliah praktik robotika dan mahasiswa yang sedang atau telah menempuh mata kuliah tersebut, dapat diketahui yaitu kurangnya pemahaman mahasiswa mengenai sensor dan pemanfaatan kamera sebagai pengambil gambar obyek, mahasiswa cenderung menggunakan program yang sudah jadi pada proyek yang ditugaskan tanpa mengetahui prinsip dasarnya. Ketersediaan media pembelajaran yang mendukung pemahaman peserta didik mengenai sensor dan pemanfaatan

kamera sebagai pengambil gambar obyek masih terbatas dan kurang variatif. Piranti kendali yang digunakan juga masih belum menggunakan model piranti kendali yang memiliki kecepatan pengolahan data yang tinggi.

Berdasarkan kesimpulan diatas penulis melakukan penelitian dengan mengembangkan media pembelajaran untuk mata kuliah robotika menggunakan rancang bangun alat keamanan spy cam menggunakan piranti kendali berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi telegram messanger. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengembangan, mengetahui unjuk kerja dan mengetahui tingkat kelayakan dari media yang akan dikembangkan.

2. *Design* (Perencanaan)

Menghasilkan rancangan produk yang diharapkan dan metode tes yang sesuai merupakan tujuan dari tahap desain.

Tahap desain dilakukan meliputi menyusun materi yang sesuai dengan kompetensi, menentukan rancangan awal produk, dan membuat instrumen tes.

a. Susunan materi

Penyusunan materi pada media pembelajaran yang dikembangkan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Susunan Materi

Susunan Materi	
Materi	Topik
Sensor PIR	Mengakses dan mengolah data keluaran sensor pir
Perangkat Penangkap Visual berupa Kamera	Memahami prinsip kerja komponen penangkap visual berupa kamera dan mengaplikasikannya
Piranti Kendali berupa Raspberry Pi Zero W	Memahami komponen dan prinsip kerja piranti kendali berupa Raspberry Pi Zero W dan mengaplikasikannya
Pengantar Bahasa Phyton	Memahami dan mengaplikasikan dasar-dasar bahasa phyton

b. Perancangan Produk

Media pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari perangkat rancang bangun *prototype* alat keamanan *spy cam* berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram, labsheet, dan petunjuk pengoperasian media pembelajaran.

c. Perancangan Instrumen tes

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi instrument pengujian *black box*, instrumen kelayakan materi pada media pembelajaran, instrumen kelayakan media pada pembelajaran, dan instrument kelayakan media pembelajaran menurut pengguna.

3. *Develop* (Mengembangkan)

Tahap mengembangkan adalah tindak lanjut dari tahap perancangan. Pada tahap ini yang dilakukan adalah menghasilkan dan menguji produk. Tahap yang harus dilakukan pada tahap ini dimulai dari analisis kebutuhan, merancang

desain produk, proses pembuatan produk sampai hasil jadi produk, kemudian melakukan pengujian produk.

Rancangan awal produk *prototype* alat keamanan *spy cam* berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram yang dilakukan pada tahap ini meliputi :

a. Identifikasi Kebutuhan

Rancang bangun *prototype* alat keamanan *spy cam* berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram memerlukan adanya identifikasi kebutuhan terhadap aplikasi yang akan dibuat, antara lain :

- 1) Perangkat kendali untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan
- 2) Perangkat pendekripsi gerakan
- 3) Perangkat pengambil gambar
- 4) Sumber catu daya alat
- 5) Rancang bangun yang disesuaikan.

b. Analisa Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan yang ada, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a) Raspberry Pi Zero W sebagai perangkat kendali sistem keseluruhan
- b) Sensor PIR sebagai perangkat pendekripsi gerakan.
- c) Modul Raspberry Pi Zero W Cam Pi sebagai perangkat pengambil gambar.
- d) Adaptor 5V 2A sebagai catu daya alat keseluruhan

e) Rancang bangun yang disesuaikan dengan unjuk kerja perangkat keseluruhan.

c. Spesifikasi Alat

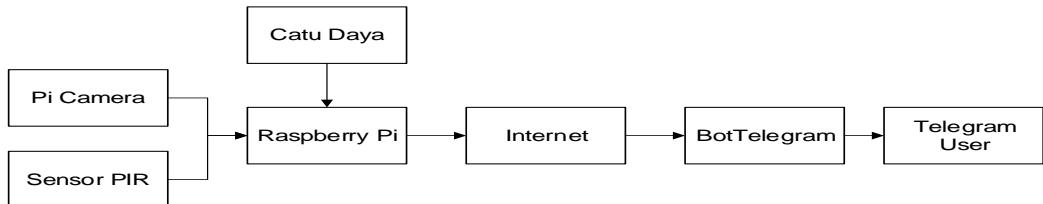
Adapun spesifikasi yang digunakan dalam perancangan Rancang bangun prototype alat keamanan spy cam berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram. ini, antara lain:

- a) Raspberry Pi tipe Zero W, sebagai perangkat kendali sistem keseluruhan dengan tegangan kerja 4.8 – 5 V 2A
- b) Sensor PIR sebagai sensor pendekksi gerakan dengan tegangan kerja sebesar 4.8 – 4.9 V.
- c) Modul kamera Pi Cam sebagai perangkat pengambil gambar dengan tegangan kerja 4.9 -5V 2A

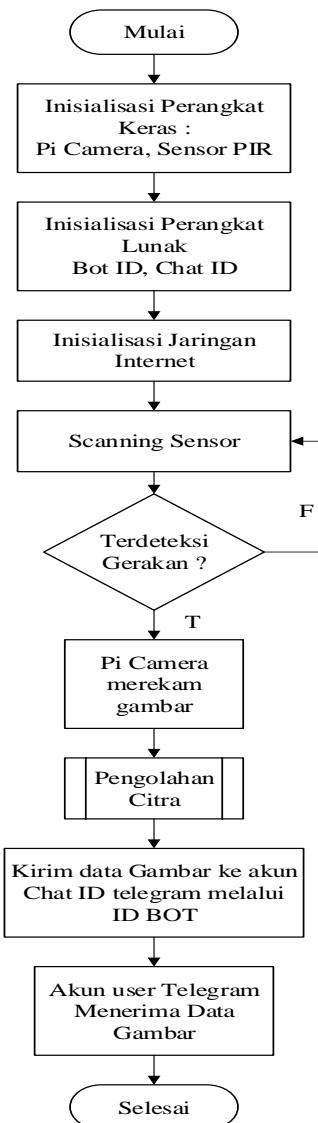
d. Perancangan Alat

Secara garis besar blok diagram dari Rancang bangun prototype alat keamanan spy cam berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram dapat dilihat pada gambar 9. Pada gambar 9 merupakan diagram blok rangkaian dari Rancang bangun prototype alat keamanan spy cam berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi telegram. Alat dilengkapi dengan input berupa Pi Camera dan Sensor PIR. Bagian sistem kendali menggunakan Raspberry Pi model Zero W. Data yang didapat dari respon sensor pir berdasarkan gerakan akan memicu kamera untuk mengambil gambar serta diolah oleh sistem raspberry Pi dan dikirimkan ke bot telegram melalui data internet pada komunikasi raspberry pi yang terhubung dengan jaringan internet wifi. Bot telegram bertindak

sebagai perantara pengirim data dari sisi hardware ke isi perangkat lunak aplikasi telegram pada akun yang telah dikonfigurasi sebelumnya.



Gambar 13. Blok diagram “Rancang bangun prototype alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi telegram”

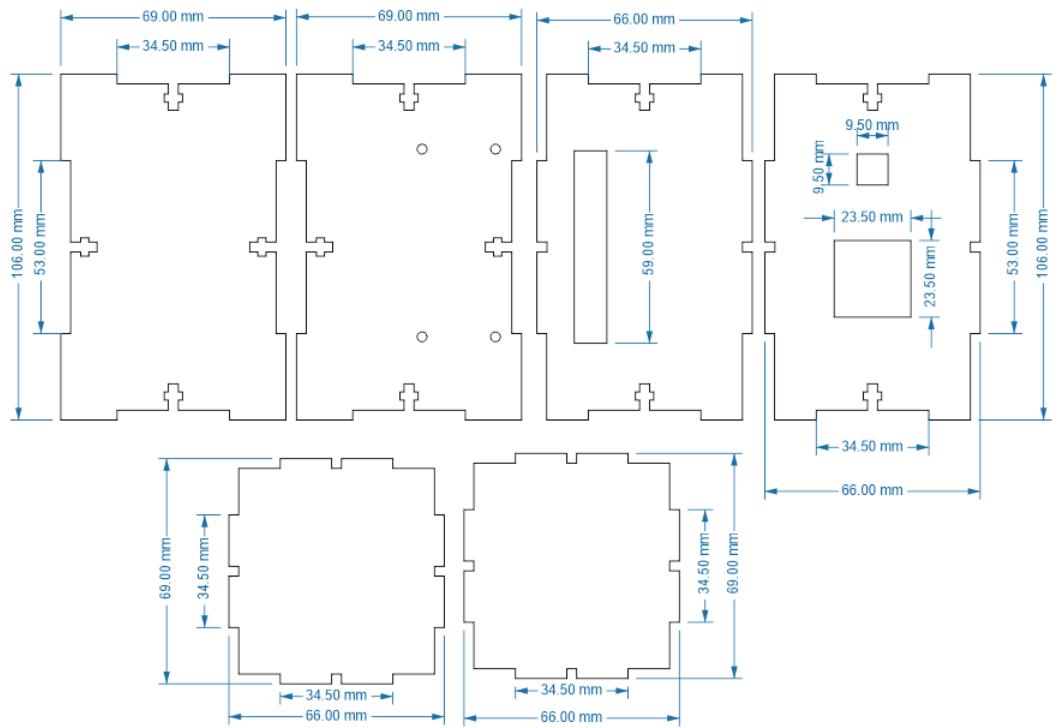


Gambar 14. Flow Chart Kinerja Alat Keseluruhan

Algoritma *flow chart* pengembangan pengembangan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis *mikrokontroler raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi telegram messanger dijabarkan sebagai berikut :

- a) Tahap awal adalah inisialisasi untuk menentapkan penggunaan perangkat yang akan digunakan modul kamera pi cam serta sensor pir
 - b) Tahap kedua adalah inisialisasi perangkat lunak berupa bot id serta chat id pengguna akun telegram
 - c) Tahap ketiga adalah proses login pada jaringan internet yang open atau pada jaringan yang sudah didaftarkan.
 - d) Selanjunya tahap ke empat proses sensor melakukan proses scanning gerakan pada area kerjanya.
 - e) Tahap ke lima adalah bagian persyaratan, dimana terdapat algoritma persyaratan yaitu jika terdapat gerakan maka kamera akan merespon dengan cara mengambil gambar kondisi saat itu dan data tersebut diolah oleh sistem raspberry pi.
 - f) Tahap ke enam data yang telah diolah selanjutnya dikirim ke akun user telegram yang telah dikonfigurasi didalam program papan raspberry pi servo w sesuai dengan chat id melalui bot id.
- e. Perancangan Box Casing

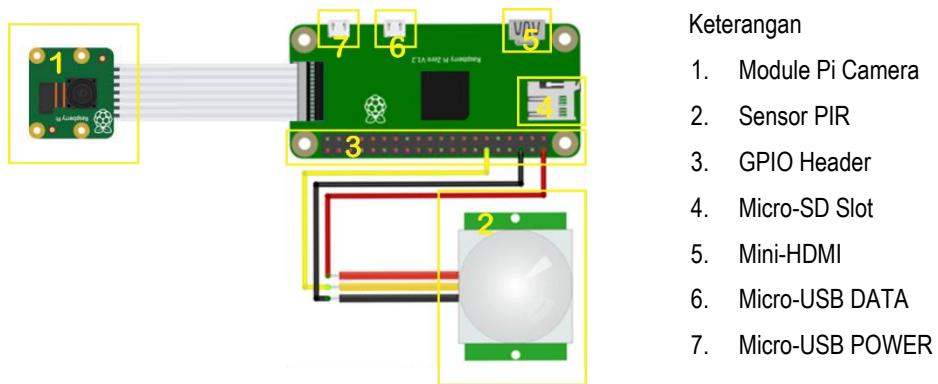
Desain bagian *box casing* prototype rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis mikrokontroler raspberry pi dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 15. Desain Casing Box Siap Cetak

f. Pembuatan alat

Berikut bagian-bagian dari perangkat Spy Cam berbasis mikrokontroler raspberry pi zero w dengan notifikasi Aplikasi Telegram Messanger.



Gambar 16. Rancangan Perangkat Spy Cam Berbasis Raspberry Pi Zero W

1) Catu Daya

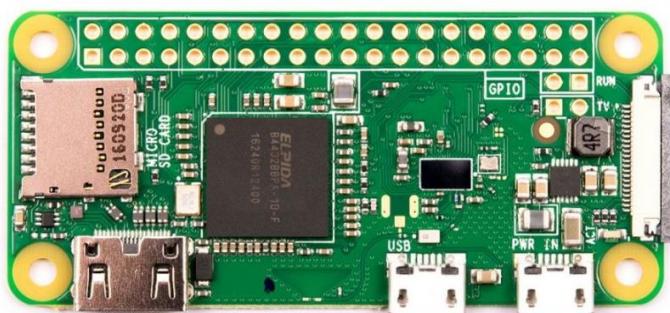
Catu daya pada alat ini menggunakan sumber tegangan dari adaptor 5V 2A untuk mensuplai tegangan raspberry Pi Zero W beserta perangkat sensor pir, serta modul kamera Pi Cam.



Gambar 17. Adaptor 5V

2) Raspberry Pi Zero W

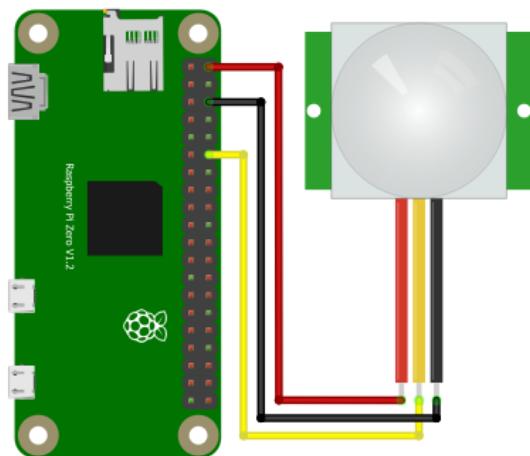
Raspberry Pi Zero W digunakan sebagai pusat kendali sistem keseluruhan agar alat dapat bekerja sesuai dengan tujuan rancangan alat. Raspberry Pi ini menggunakan tipe Zero W.



Gambar 18. Papan Raspberry Pi Zero W

3) Rangkaian Sensor PIR

Perangkat sensor gerak yang digunakan menggunakan senso pir tipe infrared yang terhubung dengan papan raspberry Pi Zero W pada pin 18 mode BCM.



Gambar 19. Rangkaian Sensor PIR

Sinyal dari sensor pir merupakan data keluaran digital aktif low, dimana sensor pir akan memberikan logika low jika terdapat gerakan pada radius pembacaannya. Data ini selanjutnya diolah oleh raspberry Pi Zero W menjadi data logic high low sebagai perbandingan ada tidaknya suatu gerakan

4) Modul Camera Pi Cam

Perangkat pengambil gambar menggunakan modul kamera Pi Cam yang kompatibel dengan *mikrokontroler raspberry pi zero w* dan dapat diakses langsung melalui port kamera pada papan raspberry pi zero w.



Gambar 20. Rangkaian modul kamera Pi Cam

Rangkaian modul kamera Pi Cam ini menghubungkan port kamera pada *mikrokontroler raspberry* dengan modul pi cam. Data yang dihasilkan berupa data gambar dengan resolusi 2MP.

g. Perancangan Software

1) Persiapan Upload OS Rasbian

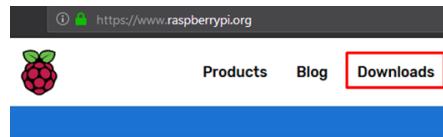
Papan Raspberry Pi Zero W ini agar dapat dioperasikan maka memerlukan sebuah operating system yang tertanam didalamnya. Proses menanamkan OS ini dilakukan dengan mengupload file OS yang digunakan pada sebuah media penyimpanan micro SD dengan kapasitas minimal 8 GB.

a) Upload OS Rasbian

Proses menanamkan OS Rasbian ini kedalam media perangkat penyimpanan micro sd card dilakukan menggunakan aplikasi etcher dengan langkah-langkah sebagai berikut :

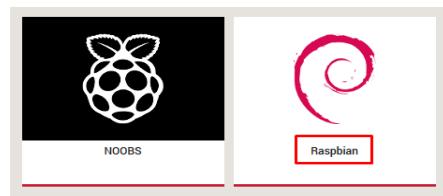
(1) Download file OS Rasbian

(a) Masuk ke laman www.raspberrypi.org dan masuk pada menu Downloads dapat dilihat pada gambar 17.



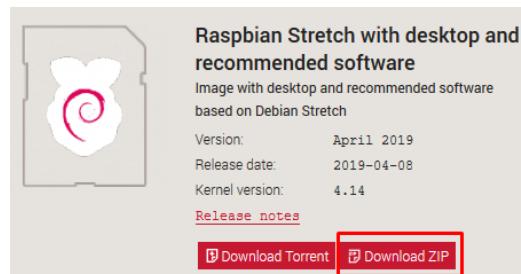
Gambar 21. Halaman Rasberry Pi

- (b) Pilih OS Raspbian sebagai pilihan OS yang akan digunakan



Gambar 22. Halaman Pemilihan File OS Raspbian

- (c) Tekan tombol Download Zip untuk memulai mendownload OS Raspbian.



Gambar 23. Halaman Download File OS Raspbian

(2) Download dan Menjalankan Aplikasi Etcher

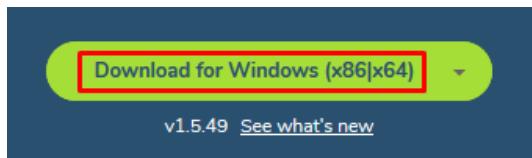
Aplikasi etcher diperlukan untuk memflash OS Raspbian ke dalam media penyimpanan micro sd card agar dapat di booting oleh Raspberry Pi Zero W.

- (a) Masuk ke laman balena.io/etcher dan masuk pada menu Downloads



Gambar 24. Halaman website etcher

(b) Pilih Menu ‘Download for Windows’



Gambar 25. Halaman Download Etcher



Gambar 26. Tampilan Aplikasi Etcher

Jalan etcher dan pada menu select image arahkan pada file oS Rasbian yang telah terdownload. Lakukan konfigurasi Micro SD Card dan tunggu proses flash OS Rasbian selesai. Setelah selesai proses flash, lakukan proses konfigurasi dasar.

(3) Konfigurasi OS Rasbian via SSH

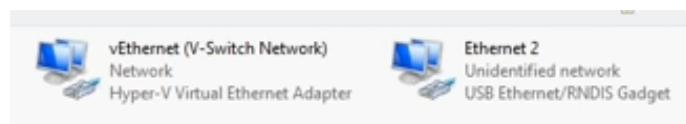
Konfigurasi dilakukan untuk proses komunikasi Raspberry Pi dengan user melalui SSH. Langkah konfigurasi sebagai berikut :

- (a) Buka file config pada micro SD, tambahkan dibagian akhir program, “dtoverlay=dwc2” dan lakukan save.
- (b) Buka file ‘cmdline.txt’ dan tambahkan dwc_otg.lpm_enable=0 console=serial0,115200 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4 elevator=deadline fsck.repair=yes rootwait **modules-load=dwc2,g_ether** quiet init=/usr/lib/raspi-config/init_resize.sh
- (c) Buat file text tanpa extension dengan nama “ssh” dan save

(4) Konfigurasi Raspberry Pi dengan Windows

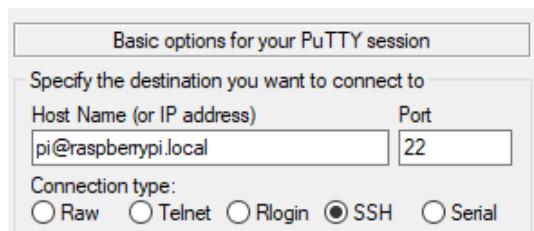
Konfigurasi raspberry Pi dengan windows dilakukan agar raspberry pi zero w dapat berkomunikasi dengan OS Windows melalui port usb OTG pada papan raspberry Pi Zero W dengan langkah sebagai berikut :

- (a) Instal aplikasi bonjour
- (b) Hubungkan perangkat komputer dengan koneksi jaringan internet
- (c) Cek pada network connection, pastikan muncul :



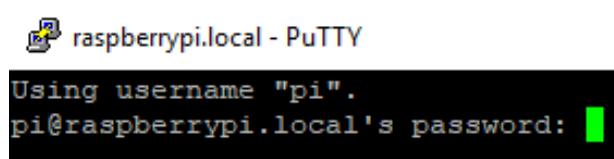
Gambar 27. Halaman Network Connection

- (d) Jalankan aplikasi Putty dan set konfigurasi sebagai berikut :

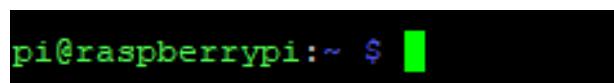


Gambar 28. Tampilan Aplikasi Putty

- (e) Selanjutnya akan muncul jendela Terminal Command, isi password dengan 'raspberry'



Gambar 29. Halaman Login ke Raspberry Pi melalui Aplikasi Putty



Gambar 30. Tampilan Berhasil Login ke Raspberry Pi

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get update  
Get:1 http://archive.raspberrypi.org/de  
Get:2 http://archive.raspberrypi.org/de  
0% [Connecting to raspbian.raspberrypi.
```

Gambar 31. Perintah Pengecekan Update Package Rasbian OS

```
Reading package lists... Done  
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get upgrade  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree
```

Gambar 32. Perintah Mengupgrade Package Rasbian OS

- (f) Install "Python Package Index"

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install python-pip
```

Gambar 33. Perintah Menginstall Python

- (g) Install library telegram 'Telepot'.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo pip install telepot
```

Gambar 34. Perintah Menginstall Library Telepot

Buat program dengan perintah “sudo nano projectfix.py” dan isi program sesuai dengan baris kode program python.

- (5) Baris kode program

```
import os # import os  
  
import sys # import system  
  
import telepot # import library telegram  
  
import time # import waktu  
  
from picamera import PiCamera #import library picamera  
  
import RPi.GPIO as io #membuat variable GPIO ke io
```

```

io.setmode(io.BCM)

pir_pin = 18 # letak pin PIR mode BCM

io.setup(pir_pin, io.IN)      # activate input

io.setup(door_pin, io.IN, pull_up_down=io.PUD_UP) # activate input with PullUp

bot = telepot.Bot('isi API Bot anda')

chat_id=isi chat id anda

state = (pir_pin)

while True:

    if io.input(pir_pin):

        camera = PiCamera() # mengaktifkan kamera

        print("PIR ALARM!")

        camera.brightness = 50

        camera.sharpness = 0

        camera.contrast = 0

        camera.saturation = 0

        camera.iso = 400 # (automatic) (100 to 800)

        camera.exposure_compensation = 0 # (-25 to 25)

        camera.exposure_mode = 'auto'

        camera.meter_mode = 'average'

        camera.awb_mode = 'auto'

        camera.rotation = 0

        camera.resolution = (640, 640)

        camera.capture('/home/pi/picture.jpg')

        camera.close()

        bot.sendPhoto(chat_id=chat_id, photo=open('/home/pi/picture.jpg','rb'))

```

```
time.sleep(5)

os.remove("picture.jpg") #otomasi menghapus file picture

elif state == False:

print ('nope')
```

Tekan CTRL+X untuk SAVE, pilih Y untuk melanjutkan SAVE, dan tekan Enter untuk kembali ke jendela terminal. Jalankan program “projectfix.py” dengan perintah “Python projectfix.py”. Untuk menghentikan program, tekan tombol CTRL+Z

- (6) Standar Operasional Prosedur (SOP) pada alat
 - (a) Pastikan alat sudah diberi catu daya melalui port usb VIN.
 - (b) Beri jeda raspberry pi zero w untuk masuk proses booting
 - (c) Saat alat mendeteksi perubahan gerakan disekitarnya maka kamera akan terpicu untul mengambil data gambar.
 - (d) Cek akun telegram untuk melihat hasil tangkapan gambar sesuai dengan respon sensor PIR.

h. Petunjuk Pengoperasian dan Labsheet

Untuk mengoperasiakan media pembelajaran digunakan petunjuk pengoperasian dalam bentuk modul. Petunjuk pengoperasian media pembelajaran berisi sebagai berikut :

- 1) Penjelasan mengenai bagaian-bagian perangkat yang terdiri dari sensor PIR (*Passive Infra Red*), Modul Camera Pi Camera, mikroprosesor Raspberry Pi Zero W.
- 2) Perancangan media pembelajaran berupa diagram block dan flowchart.

- 3) Pembuatan media pembelajaran
- 4) Standar Operasional Prosedur Media Pembelajaran
- 5) Cara penggunaan alat

Labsheet pada praktik robotika yang dibuat meliputi percobaan terhadap jarak jangkauan sensor PIR dalam mendeteksi gerakan, Respon kamera dalam mengambil gambar dan respon bot telegram dalam mengirim gambar

- i. Pengujian Produk

Pada tahap pengujian produk merupakan tahapan pengujian perangkat media pembelajaran yang sudah dibuat. Tahap pengujian perangkat media pembelajaran meliputi pengujian unjuk kerja dengan pengujian *black box*, pengujian kelayakan materi pada media pembelajaran oleh ahli materi dan pengujian kelayakan perangkat sebagai media pembelajaran oleh ahli media. Tindak lanjut dari pengujian produk media pembelajaran adalah perbaikan berdasarkan masukkan yang diberikan oleh ahli. Hasil dari pengujian pada tahap ini untuk menunjukkan bahwa media pembelajaran layak digunakan pada pengujian tahap selanjutnya.

4. *Implement* (Menjalankan)

Tahap *implement* (Menjalankan) adalah tahapan dimana media pembelajaran digunakan pada kondisi nyata yaitu pada proses pembelajaran. Langkah pada tahap ini meliputi :

- a. Mempersiapkan tenaga pengajar

Persiapan tenaga pengajar dilakukan dengan memberikan pengarahan dan pemahaman terkait media pembelajaran yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Peneliti pada proses pembelajaran ini juga berperan sebagai

pengajar dibantu oleh satu rekan. Pengarahan yang dilakukan adalah memberikan langkah pengoperasian perangkat, labsheet, modul materi dan buku panduan

b. Mempersiapkan peserta didik

Peneliti mempersiapkan peserta didik yaitu mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Mahasiswa tersebut adalah mahasiswa yang sedang atau telah mengambil mata kuliah robotika. Diakhir pembelajaran peserta didik diberikan kuisioner terkait media pembelajaran

5. *Evaluate (Evaluasi)*

Tahap evaluasi adalah tahapan untuk mengukur kualitas dari produk yang dalam penelitian ini sebagai media pembelajaran. Tahap evaluasi meliputi memilih kriteria evaluasi, memilih alat evaluasi dan melakukan evaluasi.

Kriteria evaluasi yang dipilih adalah evaluasi perepsi. Evaluasi persepsi adalah evaluasi yang digunakan untuk mengetahui apa yang difikirkan peserta didik mengenai media pembelajaran.

Alat evaluasi yang digunakan berupa kuisioner atau angket memakai skala likert dengan empat pilihan jawaban dengan penskoaran, yaitu Sangat Setuju (4), Setuju (3), Tidak Setuju (2), dan Sangat Tidak Setuju (1). Skor yang diperoleh selanjutnya dihitung rata-rata kemudian setelah didapatkan skor rata-rata adalah menentukan kategori penilaian kelayakan yang ditunjukan pada tabel 10.

C. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Kemudian, untuk waktu pelaksanaannya, penelitian dilaksanakan pada hari sabtu tanggal 20 juli 2019.

D. SUBYEK PENELITIAN

Subjek penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Dua orang ahli materi dan dua orang ahli media yaitu dosen pendidikan teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta
2. Peserta didik program studi Pendidikan Teknik Mekatronika yang telah atau sedang mengambil mata kuliah robotika

E. METODE DAN ALAT PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian diperlukan metode dan alat pengumpulan data. Menurut Sugiyono (2014:193) terdapat dua hal utama yang mempengaruhi kualitas data hasil penelitian, yaitu kualitas instrument penelitian dan kualitas pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan kuesioner (angket) dalam pengumpulan data. Sedangkan skala yang digunakan pada kuisioner kelayakan materi media pembelajaran dan kelayakan media pembelajaran menggunakan skala *likert*. Skala yang digunakan adalah 4 skala dengan rentang jawaban dimulai dari sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju dan sangat setuju.

Penjelasan mengenai Instrumen penelitian menurut Suharsimi Arikunto (2010:203) adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar dalam pekerjaanya lebih mudah dan hasilnya lebih baik.

Sedangkan kuesioner (angket) merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan maupun pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2012:199). Menurut Sugiyono (2013:132) penjelasan skala *likert* adalah skala yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena social. Penyusunan instrumen pengujian *blackbox* berdasarkan spesifikasi perancangan media pembelajaran yang telah dibuat. Sedangkan penyusunan kuesioner kelayakan materi media pembelajaran, kelayakan media pembelajaran, dan angket kelayakan media pembelajaran menurut pengguna pada penelitian ini disesuaikan berdasarkan syarat-syarat pembuatan media pembelajaran menurut Sumiati dan Ashra (2009).

Berikut ini adalah instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian:

1. Instrumen Pengujian *Black box*

Metode pengujian fungsionalitas perangkat yang telah dibuat disebut pengujian *black box*. Pengujian dilakukan dengan mengisi kuisioner berdasarkan pada aspek pengujian. Kisi-kisi pada instrument pengujian *black box* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kisi-kisi Pengujian *Black Box*

No	Aspek Pengujian	Indikator	No Butir
1	Pengujian Fungsional Komponen	Komponen Raspberry Pi Zero W	1, 2, 3, 4, 5
		Komponen Sensor PIR	6, 7
		Komponen Penangkap Visual berupa Kamera	8, 9, 10, 11
		Bot Telegaram	12
		Akun Telegram	13
2	Pengujian Unjuk Kerja	Pengujian Jarak Jangkauan Sensor PIR	14 s.d 23
		Pengujian respon kamera dalam mengambil gambar	24 s.d 35
		Pengujian respon bot telegram dalam mengirim data gambar	36 s.d 45

2. Instrumen Kelayakan Materi Media Pembelajaran

Instrumen kelayakan materi media pembelajaran dibuat berdasarkan pada aspek edukatif. Menurut Sumiati dan Asra (2009:169) aspek edukatif dapat dijabarkan meliputi ketepatan atau kesesuaian media pembelajaran dengan tujuan atau kompetensi yang telah ditetapkan dan harus dicapai oleh siswa sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Penjabaran aspek edukatif juga meliputi keharusan menyesuaikan dengan tingkat kemampuan atau daya pikir siswa yang dapat mendorong aktivitas dan kreativitasnya sehingga membantu mencapai keberhasilan belajarnya. Butir-butir instrument kelayakan materi media pembelajaran diadopsi dan dikembangkan dari penelitian Novandrianto Krisnajaya yang sudah ada pada penelitian yang relevan. Kisi-kisi kelayakan materi media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kisi-Kisi Kuesioner Kelayakan Materi Media Pembelajaran

NO	ASPEK	INDIKATOR	BUTIR
1	Edukatif	Ketepatan atau Kesesuaian dengan Materi	1,2,3,4,5
		Kesesuaian dengan tingkat kemampuan atau daya pikir	6,7,8,9
		Kelengkapan	10,11,12,13,14
		Mendorong kreativitas	15,16
		Memberikan kesempatan belajar	17,18
		Memberikan motivasi	19,20

3. Instrumen Kelayakan Media Pembelajaran

Instrumen kelayakan media pembelajaran dibuat berdasarkan pada aspek keindahan atau estetika dan aspek teknis. Menurut Sumiati dan Asra (2009:169) Aspek keindahan atau estetika meliputi bentuk yang estetis, ukuran serasi dan tepat dengan kombinasi warna yang menarik, sehingga menarik perhatian dan minat siswa untuk menggunakannya.

Aspek teknis meliputi kebenaran atau tidak menyalahi konsep pengetahuan, bahan dan bentuknya kuat, tahan lama, tidak mudah berubah, luwes atau fleksibel sehingga dapat dikombinasikan dengan media pembelajaran atau alat lainnya. Butir-butir instrument kelayakan media pembelajaran diadopsi dan dikembangkan dari penelitian Novandrianto Krisnajaya yang sudah ada pada penelitian yang relevan. Kisi-kisi instrumen kelayakan media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kisi-Kisi Kuesioner Kelayakan Media Pembelajaran

NO	ASPEK	INDIKATOR	BUTIR
1	Keindahan/ estetika perangkat	Bentuk yang estetis	1,2
		Keserasian atau ketepatan	3,4
		Keterbacaan	5
		Kerapian	6,7,8
2	Teknis perangkat	Kualitas	8,9,10
		Fungsional	11,12,13,14, 15,16,17
		Keluwesan atau fleksibel	18
		Keamanan	19,20
		Kemanfaatan	21,22,23,24

4. Instrumen Kelayakan Menurut Pengguna

Instrumen kelayakan menurut pengguna media pembelajaran dibuat berdasarkan pada aspek edukatif, keindahan atau estetika perangkat dan aspek teknis perangkat. Butir-butir instrument kelayakan menurut pengguna diadopsi dan dikembangkan dari penelitian Novandrianto Krisnajaya yang sudah ada pada penelitian yang relevan. Kisi-kisi instrumen kelayakan menurut pengguna dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kisi-Kisi Kuesioner Kelayakan Media Pembelajaran

NO	ASPEK	INDIKATOR	BUTIR
1	Edukatif	Ketepatan atau Kesesuaian dengan Materi	1, 2, 3
		Kesesuaian dengan tingkat kemampuan atau daya pikir	4, 5, 6
		Kelengkapan	7, 8, 9
		Mendorong kreativitas	10, 11
		Memberikan kesempatan belajar	12, 13
12	Keindahan/estetika perangkat	Bentuk yang estetis	14
		Keserasian atau ketepatan	15
		Kerapian	16
		Keterbacaan	17
3	Teknis perangkat	Fungsional	18, 19, 20
		Keluwesan atau fleksibel	21
		Keamanan	22, 23
		Kemanfaatan	24, 25, 26

F. Pengujian Instrumen

1. Reliabilitas Instrumen

Menurut Sugiyono (2012: 173) instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Penelitian ini menggunakan rumus Alpha dalam melakukan pengujian reliabilitas instrument berupa kuesioner atau angket.

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

(Sugiyono, 2010:365)

Keterangan :

- r_i = reliabilitas instrumen
- k = mean kuadrat antara subyek
- S_t^2 = varians total
- $\sum S_i^2$ = mean kuadrat kesalahan

Untuk melakukan perhitungan varians total dan varians item digunakan rumus sebagai berikut :

$$S_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n} \text{ dan } S_i^2 = \frac{JKi}{n} - \frac{JKs}{n^2}$$

(Sugiyono, 2010:365)

Keterangan

- S_t^2 = Varians total
- S_i^2 = Varians item
- X_t = Skor total
- n = Jumlah responden
- JKi = Jumlah kuadrat seluruh item
- JKs = Jumlah kuadrat subjek

Tingkat reliabilitas instrumen ditentukan dengan nilai reliabilitas instrumen yang telah diuji. Tingkat reliabilitas instrumen dapat dikategorikan dengan

menggunakan sebuah patokan. Kategori koefisien reliabilitas menurut Sugiyono (2016:257) ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Kategori Koefisien Reliabilitas

Reliabilitas Instrumen (R_i)	Interpretasi
0,00 s.d. 0,199	Sangat Rendah
0,20 s.d. 0,399	Rendah
0,40 s.d. 0,599	Sedang
0,60 s.d. 0,799	Tinggi
0,80 s.d. 1,000	Sangat Tinggi

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis deskriptif adalah teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini. Kuesioner atau angket kelayakan ahli materi, ahli media, dan pengguna memakai skala Likert empat pilihan dengan penskoran, yaitu: Sangat Setuju (4), Setuju (3), Tidak Setuju (2), dan Sangat Tidak Setuju (1). Skor yang diperoleh selanjutnya dihitung rata-rata. Rumus yang digunakan untuk menghitung rata-rata menurut Suharsimi Arikunto (2005:264) adalah sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = Skor rata-rata

n = Jumlah skor

$\sum x$ = Jumlah penilai

Tahap selanjutnya setelah didapatkan skor rata-rata adalah menentukan kategori penilaian kelayakan menurut Eko Putro Widoyoko (2009:238) yang ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Kategori kelayakan

SKOR	KATEGORI
$X > \bar{X}_i + 1,8 sb_i$	Sangat Layak
$\bar{X}_i + 0,60sb_i < X \leq \bar{X}_i + 1,80sb_i$	Layak
$\bar{X}_i - 0,60sb_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60sb_i$	Cukup Layak
$\bar{X}_i - 1,80sb_i < X \leq \bar{X}_i + 0,60sb_i$	Tidak Layak
$X \leq \bar{X}_i + 1,80sb_i$	Sangat Tidak Layak

Keterangan :

\bar{X}_i : rata-rata ideal

$$\bar{X}_i = \frac{1}{2} \times (\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimum ideal})$$

sb_i : simpangan baku ideal

$$sb_i = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \right) \times (\text{skor ideal} - \text{skor minimum ideal})$$

X : skor aktual

Skor maksimal ideal: \sum butir kriteria x skor tertinggi

Skor minimal ideal : \sum butir kriteria x skor terendah

