

Penerapan PI Cam Menggunakan Program Berbasis Raspberry PI 4

Florentinus Budi Setiawan¹, Hadi Wijaya Kusuma², Slamet Riyadi³, dan Leonardus Heru Pratomo⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur Sel. IV No.1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota
Semarang, Jawa Tengah 50234
e-mail: 16f10014@student.unika.ac.id

Abstrak— Pada zaman yang modern ini, teknologi semakin berkembang pesat. Salah satu dampak yang dihasilkan adalah adanya teknologi elektronik yang memiliki banyak fungsi dan kegunaan, salah satunya teknologi elektronik pada kamera yang fungsinya adalah untuk mendeteksi pergerakan pada laser yang akan mendeteksi pergerakan tanah di jalan. Kamera yang digunakan adalah Modul Kamera Raspberry pi v2 dimana kamera tersebut merupakan produk kamera resmi yang diciptakan agar kompatibel dengan perangkat modul Raspberry Pi. Tujuan utamanya adalah agar dapat mendeteksi laser yang dilihat dari kamera menggunakan program yang di pantau dari layar lcd komputer. Materi yang akan dibahas dalam proposal ini adalah menjelaskan bagaimana cara kerja sistem pendeteksi laser dengan kamera yang akan dikembangkan untuk pengerjaan tugas akhir. Pada penelitian ini akan menggunakan hardware seperti Raspberry Pi, modul Kamera v2, dan laser.

Kata kunci: *Pi Cam, Raspberry Pi 4 Modul b*

Abstract— *In this modern era, technology is growing rapidly. One of the impacts produced is the existence of electronic technology that has many functions and uses, one of which is electronic technology on cameras whose function is to detect movement on lasers that will detect the movement of soil on the road. The camera used is the Raspberry pi v2 Camera Module where the camera is an official camera product that was created to be compatible with the Raspberry Pi module device. The main goal is to be able to detect lasers viewed from the camera using programs monitored from the computer's LCD screen. The material that will be discussed in this proposal is to explain how the laser detection system works with the camera to be developed for the final task workmanship. The study will use hardware such as the Raspberry Pi, v2 camera module, and laser.*

Keywords: *Pi Cam, Raspberry Pi 4 Modul b*

I. PENDAHULUAN

Kamera digunakan sebagai alat untuk mengambil objek gambar seperti foto atau video saja. Seiring perkembangan zaman, kamera dapat difungsikan sebagai alat pendeteksi dengan menggunakan sensor dimana hasil gambar dari kamera tersebut akan masuk pada komputer yang menggunakan modul *raspberry pi 4* model B. Alat tersebut menggunakan *Modul Kamera v2*, dengan menggunakan kamera tersebut alat ini dapat difungsikan sebagai pendeteksi warna, cctv ruangan, deteksi pada pergerakan, dan sebagainya. Kamera ini ditemukan pertama kali oleh Joseph Nicepore Nicepe pada tahun 1826.

Komponen utama yang digunakan yaitu *Raspberry pi 4* model B, berfungsi sebagai computer pengolah data yang memiliki ukuran kecil dengan performa sangat hebat untuk program yang berhubungan dengan visual. *Raspberry Pi* memiliki port General Purpose Input/Output untuk servo atau perangkat alat lainnya. Selain itu, Modul Kamera v2 juga disiapkan khusus untuk *Raspberry Pi* agar lebih mudah untuk dioperasikan. Setiap kamera memiliki ukuran

atau resolusi gambar sebagai representasi dari titik-titik kecil yang kemudian disatukan menjadi sebuah gambar. Penelitian ini menggunakan resolusi 8 megapixel dengan ukuran 2x2cm sehingga mudah dipasang dimana saja.

Pengembangan *computer vision* ditujukan untuk membantu manusia dalam proses perhitungan yang melibatkan penglihatan buatan dengan computer, seperti pengenalan pola perhitungan statistic, proyeksi geometri, dan pengolahan citra. *Computer vision* digunakan dalam system keamanan ruangan. Alat keamanan ruangan banyak ditempatkan pada ruangan pribadi, untuk mewujudkan ruangan yang aman maka diperlukan sistem yang mampu memberikan jaminan bagi pemiliknya ketika ditinggalkan.

Sebuah penelitian menggambarkan adaptasi dari *prototype scanner* berdasarkan laser pointer dan kamera, yang diterapkan untuk estimasi jarak absolut pada gambar yang diperoleh dari urutan video real time. Percobaan dilakukan untuk menunjukkan efektif dalam perhitungan jarak secara realtime melalui model geometris dan system sederhana regresi linier. Berdasarkan data percobaan

dengan parameter pemindaian yang berbeda, didapatkan hasil rata-rata eror absolut (MAE) dari perkiraan adalah 0,8613cm dan MAPE adalah 0,824% untuk kamera yang tidak di kalibrasi dan diperoleh MAE 0,6492cm dan 0,557% MAPE untuk kamera yang dikalibrasi.

Persamaan geometri digunakan dalam perhitungan pencarian jarak menggunakan laser point yang diproyeksi ke sebuah objek, dibidang pandang kamera yang menjadi ide untuk diterapkan dalam mendeteksi penyusup Titik dari laser ditangkap bersama bidang yang terdapat disekitar titik cahaya dengan kamera.

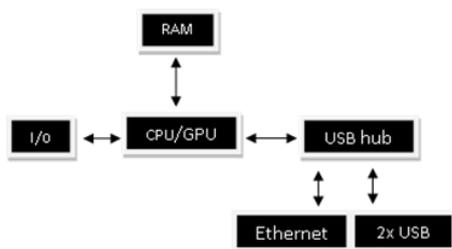
II. STUDI PUSTAKA

2.1. Raspberry Pi

Raspberry pi merupakan sebuah modul komputer mini. Secara fungsional tidak berbeda dengan komputer seperti umumnya, *Raspberry pi* memiliki *input* dan *output* seperti *board mikrokontroler*. Dalam jajaran produk *Raspberry Pi* komputer, *Raspberry Pi 4* model B merupakan alat unggul yang memiliki tingkatan kecepatan prosesor, multimedia, kinerja, memori dan konektivitas lebih dibandingkan generasi sebelumnya. Untuk mengoperasikannya, daya listrik yang digunakan oleh *raspberry pi* sangatlah sedikit. Kelebihan yang dimiliki terletak pada pin GPIO yang terprogram untuk mengumpulkan atau mengendalikan modul sensor yang membutuhkan pin sebagai port serialnya [1][2].

Secara umum, *Raspberry Pi* model B memiliki kapasitas RAM sebesar 512 MB. Jika dibandingkan dengan model A yang berkapasitas 256 MB, model B dilengkapi dengan porta ethernet (untuk LAN). Desain *Raspberry Pi* di dasarkan pada SoC (*system on a chip*) Broadcom BCM2835 dengan penanaman prosesor ARM1176JZF-S dengan 700MHz, GPU, Video Core IV, dan RAM 256 MB.

Raspberry Pi model B menyediakan desktop kinerja yang sebanding dengan sistem PC x86. Fitur produk ini termasuk quad-core 64-bit kinerja tinggi prosesor, dengan dukungan layar ganda pada resolusi hingga 4K melalui sepasang port micro-HDMI, decode video perangkat keras hingga 4Kp60, hingga 4GB RAM, dual band 2,4/5.0 GHz LAN nirkabel, bluetooth 5.0, GB Ethernet, USB 3.0, dan kemampuan PoE (melalui add-on Poe HAT yang terpisah). LAN nirkabel dual band dan bluetooth memiliki sertifikasi kepatuhan modular, memungkinkan papan untuk di rancang menjadi produk akhir dengan berkurang secara signifikan pengujian, kepatuhan, meningkatkan biaya dan waktu kepasar.



Gambar 1. Diagram blok *Raspberry Pi 4*

2.2. Perancangan *Raspberry Pi 4*

Raspbian merupakan sebuah sistem operasi berbasis Linux distro Debian yang dapat dioptimalkan untuk penggunaan computer mini *Raspberry Pi*. Sistem operasi ini memiliki beberapa program standart dan beberapa program pembantu untuk dapat menjalankan perangkat keras dari computer mini *Raspberry Pi*.

Pada sistem operasi ini sudah lebih lengkap daripada sistem yang murni digunakan di komputer pada umumnya. Karena sistem ini memiliki lebih dari 350.000 paket dan *library precompiled* yang tersaji dalam bentuk format yang mudah untuk di instalisasi pada *raspberry Pi*. Agar perangkat dapat mengirim dan menyimpan data ke file dalam memory *Raspberry Pi 4*, maka perangkat itu harus terhubung ke jaringan internet. Adapun beberapa cara yang dapat digunakan diantaranya, WIFI, kabel LAN, dan USB Modem, tergantung pula dengan internet yang di pakai pada saat itu[3].

2.3. Modul Camera *Raspberry Pi*

Modul Kamera tersebut merupakan produk kamera resmi yang diciptakan agar dapat kompatibel dengan perangkat *Raspberry Pi*. Kamera tersebut terbagi menjadi 2 versi yaitu akan di jelaskan pada tabel berikut.

Table 1. Perbandingan Spesifikasi modul kamera *Raspberry Pi*

	Camera Module v1	Camera Module v2
Ukuran	25 x 24 x 9 mm	25 x 24 x 9 mm
Berat	3g	3g
Resolusi	5 Megapixel	8 Megapixel
Mode Video	1080p30, 720p60 dan 640 x 480p60/90	1080p30, 720p60 and 640 x 480p60/90
Sensor	Omnivision OV5647	Sony IMX219
Area Sensor gambar	3.76 x 2.74 mm	3.68 x 2.76 mm
Ukuran Pixel	1.4 μm x 1.4 μm	1.12 μm x 1.12 μm

Modul kamera yang akan kompatibel dengan perangkat komputer akan lebih mudah diprogram karena telah disesuaikan spesifikasi dan peruntukannya. Pada lain hal dua versi itu *Raspberry Pi* juga memiliki dua tipe berdasarkan gambar yang dihasilkan yaitu IR (InfraRed) dan NOIR (NO InfraRed). Tipe IR memiliki hasil gambar yang lebih baik dan cerah ketika siang sebaliknya tipe NOIR memiliki hasil yang lebih cerah dan terang ketika malam hari[4].

2.4. Computer Vision

Computer Vision diartikan sebagai teknologi yang mempelajari bagaimana komputer dapat melihat dan mengenali obyek yang diamati[5]. Sebagai disiplin teknologi baru, *computer vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem *computer vision*. Data pada gambar dapat memproses

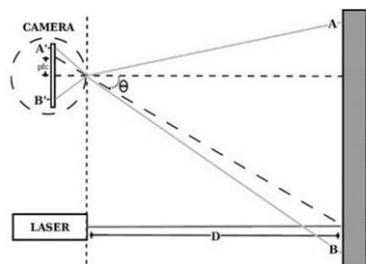
berbagai bentuk seperti video, urutan gambar ataupun dari data multi dimensi dalam scanner medis.

Setelah kamera menangkap gambar sebagai *input* data, selanjutnya akan digunakan untuk algoritma pemrosesan gambar. Algoritma analisa gambar tersebut akan menghasilkan informasi berupa pola dan menyimpan urutan pola. Beberapa fungsi yang disediakan oleh OpenCV (*Open Source Computer Vision*) berisi lebih dari 500 algoritma yang dioptimalkan untuk analisis dan manipulasi gambar atau video. Memiliki beberapa bahasa, yaitu C, C++, Python, Java dan MATLAB. Juga dapat mendukung untuk Windows, Linux, Android dan Mac OS. Sehingga, dapat dirancang dengan bantuan pustaka OpenCV dan dioptimalkan untuk beroperasi secara efektif pada platform Raspberry Pi[6].

Computer vision merupakan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola (*Pattern Recognition*). Pengolahan Citra (*Image Processing*) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra/gambar (*image*). Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi ataupun pesan yang disampaikan oleh gambar citra.

2.5. Laser

Perkembangan laser telah digunakan secara luas, dalam bermacam-macam aplikasi modern, termasuk dalam bidang elektronika, teknologi, pendeteksi, dan lain-lain. Pada proses deteksi jarak ini akan digunakan prinsip alat laser untuk mencari jarak, dimana pada proses ini akan dicari jarak antara obyek yang terkena oleh tembakan laser. Prinsip laser dapat dilihat pada gambar yang nanti akan disajikan dimana gambar tersebut menunjukkan bagaimana penembakan suatu laser yang memberi titik cahaya ke dalam target yang berada dalam bidang pandang suatu kamera. Sistem akan dijalankan oleh program untuk mencari titik kemudian di pantau oleh kamera.



Gambar 2. Cara Kerja Perangkat Pencari Jarak

Gambar di atas menunjukkan sebuah laser menembakan pada suatu target dan di pantau oleh kamera dengan dijalankan oleh program. Setelah jarak ditemukan pada proses scanning kemudian dicocokkan dengan jarak, pada saat proses kalibrasi. Pada proses kalibrasi maka sistem akan menganggap tidak ada target atau obyek yang tidak di kenal yang terdeteksi.

2.6. Motor Servo

Motor servo adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol. Sistem pengkabelan motor servo terdiri atas 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan kontrol (PWM= Puls Width Modulation). Frekuensi PWM yang digunakan pada

pengontrolan motor servo selalu 50Hz sehingga pulsa yang dihasilkan setiap 20ms. Lebar pulsa 1,5ms akan membuat motor servo berputar ke posisi netral (90 derajat), lebar pulsa 1,75ms akan membuat motor servo berputar 1 derajat, dan dengan lebar pulsa 1,25ms motor servo akan bergerak ke posisi 0 derajat.

2.7. Open CV

Open CV (Open Source Computer Vision Library) yaitu sebuah *library* program *computer vision* yang digunakan untuk olah data dan diciptakan oleh perusahaan *Intel Corporation* yang bersifat terbuka. Kumpulan beberapa bahasa C dan bahasa C++ pada *library OpenCV* ini mengimplementasikan semua algoritma *computer vision* dan juga algoritma *image processing*[7][8].

Open CV memiliki banyak fungsi yang dapat dibantu dalam proses aplikasi *Computer Vision* yang leboh mudah dan tidak rumit. *Open CV* begitu juga digunakan dengan bahasa program yang banyak macam seperti Python, Java Script, dan juga Bahasa[9].

2.8. Python

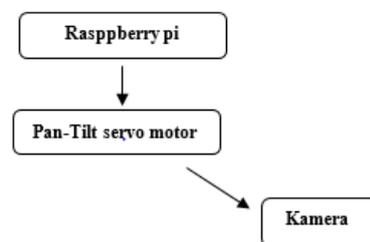
Bahasa program *python* pada umumnya memiliki bahasa yang lebih luas dan memiliki konteks manfaat yang biasanya tidak dilakukan menggunakan bahasa script yang biasa. *Pyhton* umumnya digunakan untuk pembuatan *software* atau digunakan beberapa macam OS seperti Windows, Linux, Mac OS, Java[10].

III. METODE

Metode pada penelitian ini akan menjelaskan mengenai perancangan deteksi sinar laser berbasis raspberry pi 4 dalam rangkaian hardware terdapat pada komponen dan rangkaian digital pada rangkaiannya meliputi program pada raspberry pi 4 untuk menghasilkan data yang valid dan hasil pembacaan dibantu oleh *python*.

3.1. Rangkaian Hardware

Alat ini menggunakan sensor utama yaitu *Raspberry pi Camera* yang di koneksi oleh program dari *Raspberry Pi 4* dan *output* dua buah servo untuk menggerakkan kamera.



Gambar 3. Diagram Perancangan Alat

Dua servo pada *Pan-Tilt* yang terdiri pada servo pertama bergerak kekanan atau ke kiri sebanyak 180° dan servo kedua bergerak ke atas dan ke bawah sebanyak 90° dengan menyesuaikan rangkaian alat sistem *Pan-Tilt*. Perancangan alat menggunakan power supply 5V 3A untuk servo *Pan-Tilt* dan juga *Raspberry Pi 4* menggunakan power bank. Dikarenakan untuk terjadinya pemadaman

listrik dan mempunyai cadangan untuk sumber daya listriknya maka *Raspberry pi 4* tidak akan mati yang menyebabkan file rusak pada perangkat lunak *Raspberry pi 4* berakibat tidak di *shutdown* terlebih dulu.

Table 2. Data input dan output pada *Raspberry pi 4*

PIN GPIO	JENIS	KOMPONEN
GPIO17	OUTPUT	Red LED
GPIO18	OUTPUT	BUZZER
GPIO22	OUTPUT	PAN SERVO
GPIO27	OUTPUT	TILT SERVO
GND	OUTPUT	RED LED
GND	OUTPUT	BUZZER
CSI PORT	INPUT	CAMERA

Tabel diatas merupakan data *input* dan *output* pada rangkaian yang akan di pasang ke *raspberry pi 4*. Pada power dan ground dari 2 servo berasal dari *power supply* dan *ground* pada *raspberry pi 4* sedangkan port PWM servo tersebut dihubungkan pada pin GPIO *raspberry pi 4*. Setelah seluruh rangkaian terpasang maka selanjutnya mempersiapkan software yang di butuhkan *raspberry pi 4*.

3.2. Peralatan *Software* yang Digunakan

Perangkat *raspberry pi 4* model B merupakan *software mini computer* berbeda dengan *mikrokontroller* pada umumnya. *Software* ini membutuhkan OS (*operation system*) yaitu Rasbian OS yang dimana harus di instal dahulu ke dalam Micro SD dengan ukuran 7GB, memang seperti Harddisk dan personal komputer ataupun perangkat pada umumnya. Setelah proses instal sistem operasi berikutnya melakukan proses cek dengan disambungkan perangkat *Raspberry pi 4* ke monitor yang dapat akses melalui HDMI. Setelah dipastikan sistem tersebut berjalan dengan sempurna lalu menyesuaikan dengan resolution yang di inginkan pada perangkat *Raspberry Pi 4*. Kemudian pada configuration settingan tersebut, aktifkan kamera agar dapat ditampilkan layar ketika aktif. Pada setingan juga dapat kita rubah melalui notifikasi open LXTerminal yang juga terdapat pada *Raspberry pi 4*.

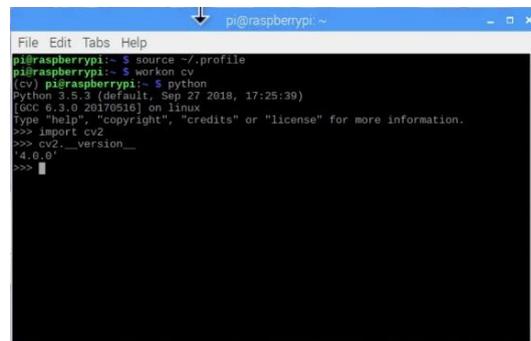
Selain akses di layar monitor, *Raspberry Pi 4* juga dapat di akses menggunakan windows PC aplikasi tersebut bernama VNC Viewer. Aplikasi tersebut digunakan untuk akses antar gadget elektronik seperti *Raspberry pi 4* dengan jarak jauh dengan IP address dengan di *connect* kan wifi yang sama sehingga tidak memerlukan layar monitor.



Gambar 4. VNC Viewe yang sudah *connect* ke monitor

Setelah akses sudah berjalan, langkah selanjutnya melakukan install program python yang sudah tersedia dan siap di gunakan pada perangkat raspbian pada awal install. Hanya berbeda dengan Open CV dan Numpy, aplikasi tersebut harus di install dahulu agar dapat sinkron dengan aplikasi phyton. Proses install Open CV dan Numpy biasanya harus dilakukan bersamaan sehingga perlu step-step dan waktu yang la hingga ± 5 jam, untuk step-step install dapat di searching di internet. Pastikan Open CV dapat berjalan dengan baik maka kita dapat melakuakn setting pada LXTerminal dengan memberi notifikasi source `~/profile` untuk membuka file pada library di simpan lalu work on cv untuk aktifkan library Open CV, kemudian muncul huruf (cv) pada terminal.

Untuk pengecekan versi dari open CV dapat dicoba dengan memasukkan kode python, lalu `import cv2` dan `cv2.__version__`.



Gambar 5. Perintah mengaktifkan *Open CV*

Setelah itu instal library khusus yang berfungsi sebagai filter yang diperbantukan kekurangan *Raspberry Pi 4* di mana Pin GPIO pada software tersebut memiliki delay tidak sama dengan mikrokontroller seperti Arduino misalkan, karena *Raspberry Pi 4* juga mengolah file dan data pada sistem operasinya hingga sedikit menjadi beban. Seperthi ambil contoh *Open CV*, step-step penginstalannya cukup mudah dan sudah tersedia banyak di website resminya.



Gambar 6. Website resmi library pigpio

```

color_detec2.py - /home/pi/color_detec2.py (3.5.3)
File Edit Format Run Options Window Help
# import the necessary packages
from __future__ import print_function
from imutils.video import VideoStream
import argparse
import imutils
import time
import cv2

# initialize the video stream and allow the camera sensor to warmup
vs = VideoStream(0).start()
time.sleep(2.0)

# define the lower and upper boundaries of the object
# to be tracked in the HSV color space
colorLower = (10, 100, 100)
colorUpper = (30, 255, 255)

while True:
    # grab the next frame from the video stream, invert 0s, resize the
    # frame, and convert it to the HSV color space
    frame = vs.read()
    frame = imutils.resize(frame, width=640)
    frame = imutils.rotate(frame, angle=0)
    hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)
    # construct a mask for the object color, then perform
    # a series of dilations and erosions to remove any small
    # blobs left in the mask
    mask = cv2.inRange(hsv, colorLower, colorUpper)
    mask = cv2.erode(mask, None, iterations=2)
    mask = cv2.dilate(mask, None, iterations=2)
    # find contours in the mask and initialize the current
    # (x, y) center of the object
    cnts = cv2.findContours(mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL,
        cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    c = cnts[0] if len(cnts) == 1 else cnts[1]
    (x, y) = cv2.contourArea(c)
    if len(cnts) > 0:
        for (i, c) in enumerate(cnts):
            area = cv2.contourArea(c)

```

Gambar 7. Tampilan program python pada perangkat Raspberry pi

Selanjutnya dilakukan pembuatan data bash shell script atau dengan nama lain file format sh . File dengan format tersebut berisikan bahasa program yang digunakan untuk menyusun step-step yang dijalankan suatu aplikasi tertentu. Seperti sebelumnya, ketika menjalankan program berisi *library open CV*, maka harus diberi *warning source ~/.profile* untuk membuka file dan *work on cv* untuk mengaktifkan *library* pada LXTerminal. Kali ini file format .sh yang sudah di buat akan di isi perintah diatas secara bersamaan dengan program Python yang sudah dibuat sebelumnya, lalu sehingga dengan memberikan suatu perintah format .sh dengan contoh *./on_reboot.sh* tersebut pada LXTerminal, maka dari itu program dapat langsung berjalan sesuai yang di inginkan. Berikut contoh gambar isi dari program file.sh yang dimana proses perjalanan program dalam prospek.

```

<on_reboot.sh>
File Edit Search Options Help
#!/bin/bash

source /home/pi/.profile
workon cv
cd /home/pi/pi-reboot
sudo python3 detec_final2.py

```

Gambar 8. Program File.sh

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

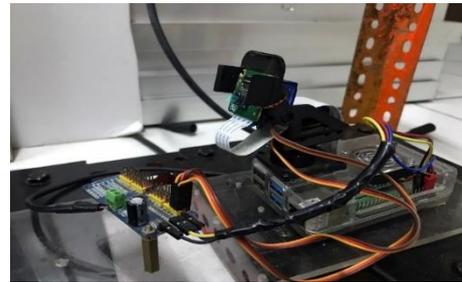
Pada bab pengujian ini terdapat pembahasan dan hasil observasi yang telah dilakukan oleh peneliti mengenai pengujian penerapan alat dari tugas akhir yang dibuat yaitu Penerapan *Pi Cam* Menggunakan Program Berbasis *Raspberry Pi 4*. Hasil yang di tampilkan berupa pengukuran setiap sudut pada kamera. Pengukuran pada masing-masing kamera dilakukan untuk pembuktian bahwa hasil dari alat yang telah dibuat sesuai dengan rancangan dan teori yang di sajikan pada bab sebelumnya.

Pengembalian data berupa hasil pengendalian oleh laser yang terintegasi dengan *camera pi cam*. Alat yang dibuat dari beberapa komponen lain yaitu *power supply*, kabel tipe-C, kamera, servo motor, mikrokontroler *Raspberry pi4*.

4.1. Alat yang Digunakan

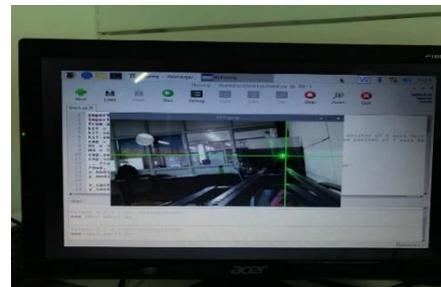
Rangkaian komponen yang dibuat berbentuk *prototype* alat dan pengujiannya dilakukan di Laboratorium Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata.

Pada gambar berikut, ditampilkan konstruksi pada *prototype* alat dimana servo menggerakkan kamera secara pan tilt.



Gambar 9. Servo Pan Tilt dengan Camera Pi

Alat tersebut di observasi pada media berjarak 2,5 meter dengan cara menempelkan pada *hardcase Raspberry Pi 4* yang di letakan pada gambar.



Gambar 10. Hasil Pengujian Laser

Dapat dijelaskan bahwa pada pengujian ini sebelum laser terdeteksi, kamera terpasang oleh servo dan laser yang terpasang di plat siku, laser dipantulkan ke besi plat berlubang dan di pastikan tidak noise karena menjadi miss saat terdeteksi. Ketika laser tersebut di geser kearah atas maupun kebawah, maka kamera yang sudah terpasang pada servo akan bergerak mengikuti titik laser. Dilanjutkan dengan memperhatikan laser agar tidak noise saat terdeteksi kamera. Ketika objek dilacak ke arah kanan, kiri, bawah dan atas, maka kamera yang terpasang pada servo akan mengikuti objek kemana arahnya.

4.2. Hasil Pengujian Deteksi Laser

Hasil data pengeluaran berupa titik yang terdeteksi dari pergerakan laser menghasilkan kamera yang bergerak mengikuti arah titik laser dan koordinat titik sumbu x dan koordinat titik sumbu y muncul. Pengujian telah dilakukan sebanyak 4 kali percobaan dengan jarak 2 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter, sehingga posisi laser bergerak mengikuti arah yang dituju.

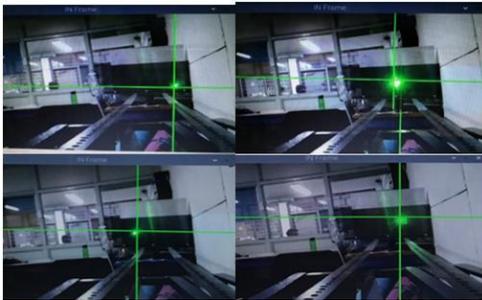
Tabel 3. Hasil Titik Koordinat

Percobaan	Jarak	Target Pada Lubang				Keterangan Berhasil
		Target Koordinat		Koordinat Laser		
		X	Y	X	Y	
1	2 meter	0	0	0	0	Ya
2	5 meter	-22	56	68	35	Ya
3	10 meter	-187	-110	-120	88	Ya
4	15 meter	219	64	93	76	Ya

Jumlah koordinat yang dieksekusi sebanyak 4 kali pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel diatas dengan pengulangan jarak yang berbeda. Setiap pengulangan jarak yang berbeda untuk mendapatkan jumlah koordinat yang presisi atau yang diharapkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian tersebut berhasil mengenai titik lubang pada objek yang ditembakkan pada laser tanpa ada pergeseran yang berada pada objek. Jika ada pergeseran laser pada objek representasi offset diwakili oleh perubahan jumlah poin koordinat.

Pada tabel di atas, menunjukkan hasil angka koordinat yang dieksekusi sebanyak 4 kali, setiap pengulangan yang diambil pada jarak 2 meter ditentukan titik awal koordinat $x=0$, $y=0$. Hal ini menyatakan bahwa kamera dapat mendeteksi titik awal laser ketika ditembakkan pada objek. Pada percobaan selanjutnya dengan jarak 5 meter target koordinat menunjukkan hasil $x=-22$, $y=56$, sedangkan koordinat pada laser berubah dengan nilai $x=68$, $y=35$ hal ini dikarenakan perubahan titik laser pada target tidak menetap saat pengujian dilakukan. Pada jarak 10 meter dapat diperoleh hasil koordinat target yang tepat pada objek titik $x=-187$, $y=-110$, sedangkan koordinat pada laser menunjukkan hasil $x=-120$, $y=88$. Pada jarak 15 meter hasil titik koordinat pada target nilai $x=219$, nilai $y=64$ untuk nilai koordinat laser pada objek nilai $x=93$, nilai $y=76$.

Hasil percobaan dilakukan dengan meletakkan laser yang sudah dipasang pada plat siku dan kamera yang sudah diletakan pada servo, sehingga kamera dapat mendeteksi titik laser kemudian kamera dapat menangkap sesuai pergerakan titik laser. Setelah percobaan tersebut, dilakukan lagi pengambilan data mengenai pergeseran titik koordinat laser.



Gambar 11. Hasil Pengujian Laser

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh penguji terdapat 4 titik laser yaitu pergeseran dari titik target 1 ke titik target lainnya. Koordinat yang telah bergeser pada target yang dituju menunjukkan bahwasanya terdapat pergerakan dari laser tersebut, sehingga pada titik target tepat membaca kamera dapat mendeteksi titik laser.

Pada percobaan jarak 2,5 meter titik laser terdeteksi kamera, sehingga pergerakan pada laser dapat ditangkap oleh kamera. Pergerakan tersebut disebabkan oleh adanya pergeseran pada jalanan. Pada awalnya titik laser berada tepat pada target setelah itu terdapat pergerakan yang bisa mengakibatkan titik tersebut bergeser. Hal tersebut dapat terjadi pada jarak laser yang lebih jauh. Kamera tetap mendapatkan deteksi titik laser dan koordinat yang bergerak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian deteksi kamera dari pergeseran titik laser dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dalam pengujian dan pengambilan hasil data dilakukan dalam ruangan sehingga sistem kurang mampu fokus untuk membaca objek dengan jelas.
2. Program yang digunakan pada perangkat ini bekerja dengan baik dalam resolusi 640x480p.
3. Pi Cam pada perangkat ini digunakan dengan baik dan lancar dengan sistem deteksi suatu objek yang di tentukan
4. Dengan adanya alat deteksi pergerakan tanah, dapat diperhatikan sehingga pengguna dapat mengantisipasi adanya pergerakan tanah yang dapat menimbulkan longsor dan banyak korban.

REFERENSI

- [1] E. Endrayana, D. H. S. Wahyuni, N. Nachrowie, and I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi UHF 442 MHz," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 149–156, 2019.
- [2] I. Mujahidin and B. F. Hidayatulail, "2.4 GHz Square Ring Patch With Ring Slot Antenna For Self Injection Locked Radar," *JEEMECs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [3] C. V. Carrasco, "The camera Module," *The Magpi*, p. 37, 2013.
- [4] S. D. Helmi Muhammad Shadiq, "Perancangan Kamera Pemantau Nirkabel Menggunakan Raspberry Pi Model B," vol. 3, p. 6.
- [5] D. A. P. I. M. Dwi Agung Al Ayubi, "Pendeteksi Wajah Secara Real Time pada 2 Degree," *CYCLOTRON*, vol. 3, p. 6, 2020.
- [6] C. Rasche, "Computer Vision," *ResearchGate*, p. 276, 2019.
- [7] S. Hutchinson, G. D. Hager, and P. I. Corke, "A tutorial on visual servo control," *IEEE Trans. Robot. Autom.*, 1996.
- [8] M. Wibowo, S. Suprayogi, and I. Mujahidin, "Rancang Bangun Sistem Pengamanan Rak Senjata M16 Menggunakan RFID Dan Fingerprint," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 134–142, 2019.
- [9] A. Zelinsky, "Learning OpenCV-Computer Vision with the OpenCV Library," *ON THE SHELF*, p. 1, 2008.
- [10] T. K. Akbar Nur Syahrudin, "Jurnal Dasar Pemrograman Input Dan Output," *Jurnal Dasar Pemrograman Python*, p. 8, 2018.
- [11] Florentinus Budi Setiawan, L. T. Galang Ramadhan, Slamet Riyadi, dan Leonardus Heru Pratomo, "Implementasi Object Tracking Untuk Deteksi Titik Laser Menggunakan Raspberry Pi 4" *J. SISTEMASI (Jurnal Sistem Informasi)*, vol. 10, no. 2, 2021