

Implementasi *Computer Vision* untuk Pengukuran Benda secara *Real-Time* dengan OpenCV

Salsabila Oktafani¹, Jihan Kamilah², Vionita Oktaviani³, Fadia Alissafitri⁴

Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

¹2010511001@mahasiswa.upnvj.ac.id

²2010511013@mahasiswa.upnvj.ac.id

³2010511027@mahasiswa.upnvj.ac.id

⁴2010511046@mahasiswa.upnvj.ac.id

Abstrak—*Subjek penelitian telah lama didominasi oleh kecerdasan buatan (AI). Memungkinkan komputer untuk memahami data visual (gambar dan video) yang dihasilkan setiap hari di lingkungan manusia adalah salah satu bidang paling penting dari bidang penelitian kecerdasan buatan. Studi yang memungkinkan komputer untuk mengumpulkan dan memahami data visual disebut sebagai visi komputer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem yang dapat mengukur suatu objek secara real time menggunakan kamera. Hasil dari sistem ini, memiliki banyak perbaikan yang dapat dilakukan untuk berbagai sektor, khususnya untuk sektor industri. Pada penelitian ini juga didapatkan keberhasilan dalam mengukur dimensi objek secara real-time dengan nilai jumlah akurasi sebanyak 99,72% dan nilai rata-rata error sebanyak 0,28%.*

Kata Kunci—Visi Komputer, Kecerdasan Buatan, Pengukuran Objek, Real-time.

Abstract—*The subject of research has long been dominated by artificial intelligence (AI). Enabling computers to make sense of the visual data (images and videos) generated every day in the human environment is one of the most important areas of the artificial intelligence research field. The study that enables computers to gather and make sense of visual data is referred to as computer vision. The purpose of this research is to create a system that can measure an object in real time using a camera. The results of this system have many improvements that can be made for various sectors, especially for the industrial sector. This study also found success in measuring object dimensions in real-time with a total accuracy value of 99.72% and an average error value of 0.28%.*

Keywords—Computer Vision, Artificial Intelligence, Object Measurement, Real-time.

I. PENDAHULUAN

Sejak tahun 1980-an, Kecerdasan Buatan (AI) telah mendominasi sebagai bidang studi yang dicari oleh para peneliti untuk mengatasi suatu masalah sehingga mesin dan

komputer dapat memahami dan mengerti dunia nyata dengan baik untuk bertindak secara moral dan memberi manfaat bagi umat manusia. Membuat komputer memahami data visual (gambar dan video) yang diproduksi setiap hari di lingkungan manusia adalah salah satu bagian terpenting dari bidang studi kecerdasan buatan. Studi yang memungkinkan komputer untuk mengumpulkan dan memahami data visual disebut sebagai visi komputer atau *Computer Vision*. Cabang kecerdasan buatan yang disebut visi komputer tersebut difokuskan pada analisis, pengubahan, dan pemahaman gambar yang kompleks. Visi komputer bertujuan untuk mengidentifikasi apa yang difoto dan memanfaatkan pengetahuan itu untuk mengelola komputer. Selain itu, visi komputer digunakan dalam pembuatan aplikasi berbasis web dan seluler. Untuk mengatasi masalah umum berskala kecil dan menawarkan informasi yang berarti, visi komputer biasanya digunakan. Akibatnya, banyak aplikasi berbasis kecerdasan buatan, seperti deteksi objek dan pengukuran objek yang saat ini sedang dikembangkan.

Khususnya persoalan terkait pengukuran objek atau benda yang merupakan salah satu masalah sehari-hari, dimana kerap ditemukannya beberapa masalah, yakni cukup besar dibutuhkannya waktu dan biaya jika dilakukan berulang karena untuk benda tertentu memiliki alat ukurnya sendiri sehingga untuk sekedar mengukur panjang, lebar, tinggi, diagonal, luas ataupun keliling suatu objek memerlukan beberapa alat. Untuk mendapatkan temuan yang andal, mengukur suatu objek membutuhkan waktu yang cukup lama, maka jika pengukuran dilakukan secara berulang untuk objek yang memiliki bentuk yang berbeda tentunya akan membuat kita perlu mengetahui perhitungan dari bentuk suatu objek tersebut, yang tentunya berbeda untuk tiap jenis bentuk. Hal tersebut merupakan salah satu alasan pengukuran benda atau objek memerlukan waktu dan biaya yang besar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan rancang bagun sistem yang mampu mengukur objek dengan bantuan kamera berdasarkan latar belakang sebelumnya. Dalam penelitian computer vision, gambar dari video yang diproses secara real-time untuk mengidentifikasi objek tertentu secara otomatis dan menentukan ukurannya. Peneliti menggunakan pustaka OpenCV, pustaka *open source* dari bahasa pemrograman Python dalam arsitektur sistem untuk pembuatan aplikasi.

II. STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Sistem Orientasi Objek Dengan Metode Stereo Vision Berbasis Raspberry PI” yang memiliki latar belakang penelitian yakni adanya batasan yang dimiliki dari pengukuran estimasi jarak sebuah objek, seperti kesulitan dengan keterkaitan orientasi dimana objek tersebut terletak dan batasan karakteristik bahan yang digunakan. Metode yang digunakan adalah metode stereo vision yang berbasis Raspberry PI dengan melakukan pengukuran dimensi dan jarak dengan memanfaatkan dua buah kamera webcam. Pengambilan gambar dilakukan pada waktu yang sama namun dari dua sudut yang berbeda. Hasil dari kedua foto yang salah satunya akan dijadikan sebagai parameter dalam mengukur jarak digunakan untuk menghitung nilai disparitas. Beberapa teknik pemrosesan citra yang digunakan antara lain adalah deteksi tepi (*canny*), deteksi garis (*hough line transform*), dan deteksi sudut digunakan untuk menghitung nilai disparitas (*harris corner*). Dalam rangka pengembangan alat pengukur dimensi dan jarak pergerakan secara *real-time*. Penelitian ini mendapatkan hasil dengan tingkat akurasi lebih dari 95% dan tingkat presisi 100%. [1]

Pengukuran objek secara *real-time* juga sebelumnya telah diterapkan dalam perhitungan pengukuran tinggi tanaman yang berdasarkan penelitian sebelumnya dengan judul “Sistem Pengukur Tinggi Tanaman dengan Computer Vision dan Raspberry PI”, tujuan dalam penelitian tersebut karena mengukur tinggi tanaman dengan tangan memiliki kekurangan, seperti menyita waktu dan tenaga. Penelitian tersebut juga memanfaatkan marker yang telah diprogram dengan perangkat Raspberry PI yang merupakan salah satu metode pengolahan citra serta juga menggunakan library OpenCV pada python. Dalam penelitian ini didapatkan selisih pengukuran sebesar 7.78%, dengan menggunakan 2 objek tanaman sebagai sampel ukur. [2]

Adapun alat yang tidak bisa lepas untuk melakukan pengambilan gambar dalam kehidupan sehari-hari adalah kamera. Pada saat ini pun tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan kamera sudah lebih bahkan sangat baik daripada sebelumnya dimana fokus dan gambar yang dihasilkan telah hampir menyerupai indra manusia, yaitu mata. Akan halnya penggunaan umum kamera sebagai alat pengambil gambar, tidak menutup kemungkinan saat ini kamera pun dapat digunakan penelitian dalam pengolahan citra siring adanya perkembangan zaman. Hal tersebut

melatarbelakangi penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengukur Tinggi Badan Manusia Secara Otomatis Menggunakan Kamera” dengan marker yang diprogram pada aplikasi Anaconda dengan bahasa pemrograman Python dan bantuan library OpenCV. Dan, didapatkan akurasi sebesar 98,03% dengan nilai error 1,97% yang didapatkan dari hasil perbandingan pengukuran otomatis dengan menggunakan kamera dan rata rata selisih tinggi pengukuran dari hasil manual. [3]

Dalam penelitian lain penggunaan library OpenCV juga dilakukan untuk mendeteksi objek. Hasil pengujian yang didapatkan dalam penelitian yang berjudul “*Object Detection Using Python Programming Language*” dinyatakan bahwa alat tersebut mampu untuk mendeteksi objek yang berdasarkan dengan bentuk, ukuran dan warna dengan baik dan sesuai dengan apa yang telah ditentukan. [4]

Hal yang menjadi dasar dalam sebuah pengukuran tentunya adalah dimensi yang meliputi lebar dan tinggi sebuah objek. Dimensi tersebut umumnya berbentuk hitungan satuan seperti sentimeter (cm) atau inch. Mengenai hal tersebut juga dituliskan dalam penelitian yang dilakukan oleh T. Dhiki, et. al dalam penelitiannya yang berjudul “Measuring Size of an Object using Computer Vision”, bahwa ada beberapa hal yang menjadi dasar untuk menemukan ukuran dari suatu objek adalah dengan usulan yang berupa pengukuran dimensi objek yang berada digambar dan jarak antara objek hitung dengan langkah pertama yakni peneliti harus menemukan nilai piksel per metrik yang diberikan dengan memilih satu objek referensi dari gambar dengan mempertimbangkan dua sifat utama yaitu dimensi dari objek dan sifat lainnya adalah mudahnya pengidentifikasiannya referensi objek.[5]

B. Tinjauan Pustaka

1. Computer Vision

Visi komputer atau *computer vision* merupakan bidang ilmu turunan dari ilmu kecerdasan buatan yang menjadikan komputer memiliki sebuah pemahaman dari gambar atau video dengan tingkat tinggi. Computer Vision bisa mengamati, mendeteksi, serta menganalisis objek yang ada di sekitarnya dengan memberi atau mengirimkan suatu kode perintah. Dalam mengimplementasikannya, harus melewati berbagai proses seperti mengakuisisi citra, mengolah citra, menganalisis, serta memahami data citra yang diperoleh.

Computer Vision menjadi bentuk bukti dengan adanya perkembangan teknologi saat ini. Computer Vision ialah suatu ilmu dengan memanfaatkan *image processing* dalam membuat suatu keputusan atas citra yang diperoleh dari sensor[6]. Dalam pengambilan citra berarti melakukan perubahan dari 3D menjadi 2D, dimana akan dibantu oleh sensor lensa dalam mengumpulkan dan menyesuaikan cahaya. Adapun penggunaan perangkat dan kode

webcam yang digunakan dalam Computer Vision bertujuan untuk mengukur dimensi secara *real-time* dari suatu objek tersebut[7]. Menurut Muhammad Ridwan Lubis dalam buku *Pengenalan Teknologi Informasi*, dengan computer vision, berbagai perusahaan dapat menuangkan kecerdasan buatan di perangkat edge seperti kamera, server edge, atau cloud.

2. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Dalam bidang AI, konteks ilmiah dalam suatu sistem yang bisa diatur ditambahkan dengan tujuan untuk memberikan pemahaman sehingga dapat memecahkan permasalahan kognitif yang umumnya berkaitan dengan kecerdasan manusia, seperti: pembelajaran, pengenalan pola, dan pemecahan masalah. Kecerdasan buatan merupakan gagasan mengenai “kiprah manusia” atau “tingkah manusia yang cerdas”.

Umumnya, peneliti menggunakan kecerdasan buatan dengan ambisi menggabungkan teknologi kecerdasan buatan dengan teknologi baru lainnya guna menghasilkan suatu inovasi, Center for Innovative Research in Cyberlearning in Cyberlearning (2020)[8].

3. Pengolahan Citra

Kumpulan elemen yang disusun dengan matrik dua dimensi disebut dengan pengolahan citra. Dalam sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat dengan indeks baris dan kolom (x,y). Adapun unsur dalam gambar yang merupakan representasi dari sebuah titik dalam gambar grafis yang dihitung per satuan panjang.

Pada representasi pengolahan citra digital, koordinat spasial merupakan dua fungsi variabel $f(x,y)$ dan bilangan riil yang membentuk matriks $M \times N$ yang seperti ditunjukkan pada persamaan 1 berikut. [9]

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

4. Object Measurement

Object Measurement apabila diterjemahkan akan memiliki arti pengukuran objek. Dimana pada proyek ini ukuran dari suatu objek akan dideteksi dengan menggunakan python OpenCV. Dalam pengukuran suatu objek, memerlukan jarak ukur dari kamera ke objek yang sama agar memperoleh hasil yang akurat.

5. OpenCV

OpenCV adalah salah satu library open source dari bahasa pemrograman python yang cukup umum digunakan oleh programmer untuk

membantu dalam pengolahan citra dinamis secara real time. OpenCV juga memiliki banyak fitur yang dapat digunakan untuk pemrosesan algoritma sederhana terkait *Computer Vision*, seperti pengenalan objek, pelacakan, deteksi objek, serta berbagai fitur lainnya. Adapun bahasa yang digunakan dalam OpenCV yaitu bahasa pemrograman C/C++, python, java, matlab. OpenCV juga memiliki beberapa sejumlah algoritma pemrograman yang dapat digunakan dalam *Computer Vision*[10].

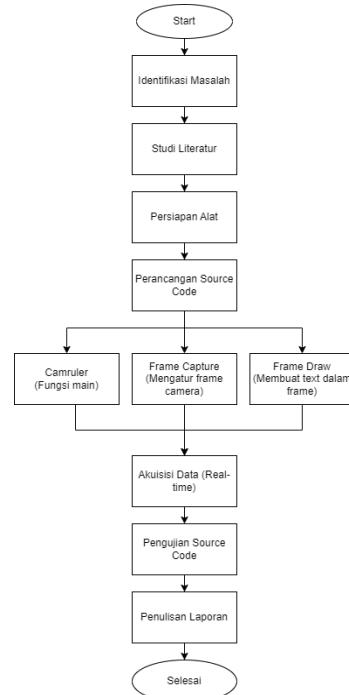
6. Deteksi Tepi

Deteksi tepi atau *edge detection* adalah sebuah teknik dalam *image processing* yang digunakan untuk mendeteksi garis-garis tepi pada sebuah objek dalam sebuah citra. Pendekripsi tepi dilakukan dengan cara mengidentifikasi bagian-bagian pada citra yang mengalami diskontinuitas. Diskontinuitas di sini bermaksud piksel pada citra yang memiliki perbedaan tajam dari piksel-piksel sebelumnya, baik dari segi warna, kecerahan, atau tekstur. Piksel-piksel ini merupakan garis tepi yang akan dideteksi.

III. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dari penelitian digambarkan melalui bagan dibawah ini:



Gambar. 2 Kerangka Berpikir Penelitian

B. Instrumen Penelitian

Berikut alat bahan perangkat yang digunakan untuk melakukan penelitian pengukuran objek secara *real-time*:

1. Bahan

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah video yang secara realtime atau langsung didapatkan ketika program dijalankan, dari video tersebutlah nantinya program akan mendeteksi beberapa objek ataupun dapat dilakukannya pengukuran objek langsung. Objek yang dimaksudkan adalah benda padat yang ukurannya tidak terlalu besar dengan batas maksimal ukuran sebanyak 30 cm yang dimana setara dengan ukuran mistar.

2. Perangkat yang digunakan dan dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya :

a. Perangkat Lunak

- Visual Studio Code

Visual Studio Code merupakan aplikasi teks editor yang peneliti gunakan sebagai wadah penyusunan program dan mengeksekusi program python.

- Google Document

Digunakan sebagai tempat mengetik laporan secara bersama dalam satu waktu.

- Microsoft Office Word

Ms. Word sebagai tempat untuk melakukan perbaikan yang pada laporan.

- Iriun Webcam

Aplikasi untuk mengkoneksi webcam ke kamera *handphone*.

b. Perangkat keras

Adapun pada penelitian ini juga diperlukan beberapa perangkat keras dalam melaksanakan kegiatan penelitian yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- Laptop dengan minimal spesifikasi RAM 4GB.
- Prosesor Intel(R) Core(TM) i3.
- Mouse wireless Robot tipe M220.
- Handphone Samsung A52.
- Tripod.
- Penggaris 30cm.

C. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

1. Studi Pustaka

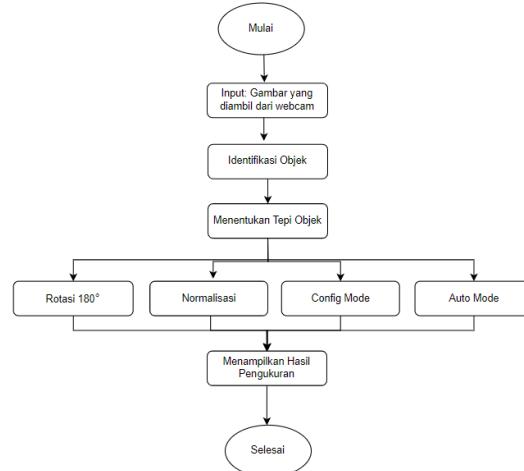
Pada tahapan ini dilakukan guna mendapatkan penjelasan terkait teori-teori sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian.

2. Akuisisi Data

Pada penelitian ini pengakuisisian data dilakukan secara *real-time* dengan bantuan kamera Handphone Samsung A52 yang sebelumnya telah dihubungkan dengan laptop, pengkoneksian antara kamera handphone dengan laptop dibantu dengan aplikasi tambahan yaitu Iriun Webcam.

D. Perancangan Sistem

Adapun alur algoritma dari program ini adalah seperti yang ditampilkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar. 3. Flowchart Program.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan Alat dan Data yang Digunakan

1. Install Aplikasi Iriun Webcam dan Koneksikan Tiap Perangkat.

Penginstalan aplikasi tersebut dilakukan pada Handphone dan Laptop. Aplikasi ini bertujuan untuk mengkoneksi kamera Handphone dengan Laptop, dikarenakan penelitian ini memerlukan kamera yang telah diatur jarak dari kamera ke tempat benda akan diukur. Untuk mengintegrasikannya, maka wifi yang digunakan oleh Handphone dan Laptop harus sama ataupun bisa dengan menggunakan kabel USB, namun dalam penelitian ini digunkannya jaringan wifi.

2. Atur Jarak Antara Kamera dengan Objek yang akan Diukur.

Penetapan jarak ini telah ditentukan sebelumnya yaitu sekitar 90 cm. Hal ini berdasarkan jarak maksimal dari tripod yang sebelumnya telah terhubung dengan kamera HP. Serta diperlukannya background putih untuk alas meletakkan objek, hal ini dimaksudkan agar warna background dan benda yang diuji bisa lebih kontras agar sistem bisa mengenali objek dengan lebih akurat. Setelah berhasil mengetahui jarak maksimal, angka tersebut dapat diletakan di file program pada variabel *Cal_range*.

B. Perhitungan Algoritma dan Penyusunan Program

Dalam penelitian ini, program yang membangun sistem yang dibuat terpecah menjadi tiga file, dengan algoritma dan maksud tiap filenya berbeda. Untuk lebih jelasnya berikut uraian tiap file program yang ada.

1. Camruler.py

Pada file program ini merupakan fungsi main untuk menjalankan program secara keseluruhan seperti mengatur default kamera yang digunakan, memanggil file Frame_Capture.py dan file Frame_Draw.py, mengkonversi nilai piksel ke satuan jarak (cm), mengkalibrasi nilai, mendefinisikan key flags, mengatur aksi mouse serta memanggil fungsi mouse_event.

2. Frame_Capture.py

Pada file program ini digunakan untuk mengatur frame kamera yang kemudian diimpor ke main function seperti nomor kamera source, lebar dan tinggi piksel kamera, target (maks) frame rate, jumlah frame yang harus disimpan oleh buffer, serta menjalankan beberapa fungsi seperti fungsi self.start() (untuk menyalakan kamera), Fungsi self.next(black=True,wait=1) untuk mendapatkan frame berikutnya, Fungsi self.stop() (untuk menghentikan kamera).

3. Frame_Draw.py

File ini berfungsi untuk membuat text, garis, dan kotak frame yang muncul ketika mengklik mouse/benda diukur. Pada file ini, terdapat class DRAW yang berisi user variable width, height, dan colors untuk menentukan lebar, panjang, dan warna dari frame. Terdapat fungsi add_text_top_left yang berguna untuk menampilkan text block pada bagian kiri atas frame. Selanjutnya terdapat fungsi add_text yang berfungsi untuk menampilkan text di mana saja. Kemudian terdapat fungsi-fungsi untuk membuat garis vertical, garis horizontal, persegi, dan lingkaran, serta garis bidik.

C. Hasil keluaran dan fitur yang tersedia

Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengukuran benda secara *real-time*, dengan demikian diciptakannya beberapa fitur berikut.

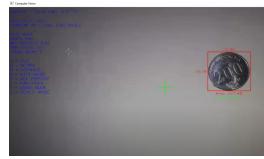
1. Manual

dikatakan manual karena user perlu menentukan sendiri area yang ingin dihitung.

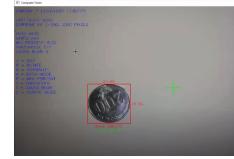


Gambar. 2 Fitur Manual

2. Rotate, opsi ini berguna untuk memutar layar kamera. Dimana pada projek kali ini rotasi yang bisa yaitu dari atas ke bawah ataupun sebaliknya.



Gambar. 3 Fitur Rotate



Gambar. 4 Fitur Rotate

3. Config, opsi mode ini berguna untuk mengkalibrasi dalam milimeter (mm). Saat menggunakan config mode maka webcam akan otomatis menampilkan pusat dari bingkai dan titik terjauh dari bingkai yang bisa dijauhi. Pada saat itu, bisa digunakan penggaris untuk mengkalibrasi, lalu apabila telah didapatkan angka titik terjauh dengan menggunakan penggaris, maka angka tersebut bisa diletakan ke dalam variabel cal_range.



Gambar. 5 Fitur Config

4. Normalize, opsi mode ini berguna untuk mengetahui ambang batas alpha (minimum) dan beta (maximum) dari diagram cartesius (x,y). Untuk inisiasi awal nilai alpha: 0 dan nilai beta: 255.



Gambar. 6 Fitur Normalize



Gambar. 7 Fitur Normalize

5. Auto-Mode, dimaksudkan auto karena pada opsi karena user tak perlu menentukan area yang diinginkan, karena sistem lah yang akan mendeteksi sekiranya objek yang tertangkap oleh kamera.



Gambar. 8 Fitur Auto-Mode

D. Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi diperlukan dalam penelitian ini untuk menggambarkan sejauh mana keberhasilan dari rancangan sistem ini. Adapun hasil akurasi yang didapatkan pada perhitungan tiap objek yang diuji cobakan adalah berdasarkan pada Tabel I. yang dapat diuraikan sebagai berikut.

TABLE I. PERHITUNGAN AKURASI PENELITIAN

| Benda | Nilai Real (mm) | | | | Nilai Ukur (mm) | | | |
|--------------|-----------------|----|----|------|-----------------|-------|-------|---------|
| | p | l | d | Luas | p | l | d | Luas |
| Koin (Rp200) | | | 24 | 452 | | | 26,08 | 680,06 |
| KTP | 85 | 54 | | 4590 | 86,95 | 55,31 | | 4809,30 |
| Baterai | 43 | 10 | | 430 | 47,98 | 11,98 | | 574,69 |
| Permen | 46 | 21 | | 966 | 49,00 | 24,31 | | 1191,28 |

| Benda | Error (nilai real-nilai ukur) | | Error % (error/nilai real x 100%) |
|--------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|
| | Luas | | |
| Koin (Rp200) | 227,67 | | 0,50 |
| KTP | 219,30 | | 0,05 |
| Baterai | 144,69 | | 0,34 |
| Permen | 225,28 | | 0,23 |
| | Total error % | | 1,12 |
| | Rata-rata error % | | 0,28 |

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian dengan judul “Implementasi Computer Vision untuk Pengukuran Benda secara Real-Time dengan OpenCV” memiliki beberapa kesimpulan yang dapat diambil yang akan diuraikan sebagai berikut.

- Sebagai hasil dari sistem ini, banyak perbaikan dapat dilakukan untuk berbagai sektor, khususnya untuk sektor industri. Pada penelitian ini

didapatkan keberhasilan dalam mengukur dimensi objek secara *real-time* dengan tingkat akurasi 99,72% dan rata-rata error 0,28%. Oleh karena itu computer vision (perangkat webcam dan kode) digunakan untuk mengukur dimensi secara *real-time*. Perangkat menangkap gambar dari bingkai video secara *real-time* dan kemudian menampilkan dimensinya. Sebuah Canny detektor tepi berhasil digunakan untuk mendeteksi dimensi. Teknik ini bekerja cepat dan memiliki banyak keuntungan dan fitur penting yang dapat diimplementasikan di dunia nyata.

B. Saran

Kami tim penyusun menyadari bahwa penelitian ini belum sempurna dan memiliki banyak kekurangan, baik dari sisi penulisan maupun eksekusi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diapresiasi oleh tim penyusun demi perbaikan pada penelitian ini dan penelitian-penelitian selanjutnya.

Untuk penelitian selanjutnya, ada baiknya menggunakan alat-alat yang lebih memadai dan fleksibel, seperti kamera tambahan yang memiliki resolusi lebih besar, untuk meningkatkan deteksi dan ketepatan dari hasil pengukuran objek, dan pengaturan letak kamera dapat lebih leluasa. Lalu, mungkin peneliti selanjutnya dapat mengkombinasikan penggunaan library OpenCV dengan beberapa metode algoritma yang berbeda, seperti CNN, KMean, KNN, dan lainnya.

REFERENCES

- Ginting, R., Patmasari, R., & Aulia, S. (2019). Sistem Orientasi Objek Dengan Metode Stereo Vision Berbasis Raspberry Pi. *IT JOURNAL RESEARCH and DEVELOPMENT*, 4(1), 72–85.
- Rizky Bimantara Putra, & Kurniawan Saputra. (2022). Sistem Pengukur Tinggi Tanaman dengan Computer Vision dan Raspberry PI. *TEKNIKA*, 16(1), 189–195. Retrieved from
- Febrianto, Muhammad Iqbal. (2020). TA : Rancang Bangun Sistem Pengukur Tinggi Badan Manusia Secara Otomatis Menggunakan Kamera - Repository Universitas Dinamika. *Dinamika.ac.id*.
- Pulungan, A. B., Nafis, Z., Anwar, M., Hastuti, Hamdani, & Dwiprima Elvanny Myori. (2021). Object Detection with a Webcam Using the Python Programming Language. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 2(2), 103–111.
- Dikhi, T., Suhas Allagada, N., Reddy Gosula, R., & Vardhan Kanadam, C. Measuring Size of an Object using Computer Vision. (2019). *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(6S4), 424–426.
- D.A. Forsyth, J. Ponce, (2011). Computer Vision: A Modern Approach, PEARSON, ISBN-13: 978-0-13-608592-8, ISBN-10: 0-13-608592-X, vol. 2, pp. 611.
- Pardeshi, S., Pawar, P., Raj, N., & Tech, B. (2021). Real Time Object Measurement. In *IJESC*. Retrieved from
- The Center for Innovative Research in Cyberlearning. (2020). Ambitious Mashups: Reflections on a Decade of Cyberlearning Research. *CIRCL*, 8-10.
- Gonzales, Rafael C. ; Woods, Richard E. 2002. Digital Image Processing. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Umma, Avinda Khoirun, & Sari, B. P. (2019). Prototipe pengukuran diameter pelat orifice berdasarkan analisis citra OpenCV - Repository Akmet. *Akmet.ac.id*.