

Implementasi Computer Vision pada Mesin Filling Cupcake Menggunakan Raspberry Pi

I Gusti Made Ngurah Desnanjaya^{1*}, I Nyoman Buda Hartawan², I Kadek Dwi Gandika Supartha³, Kaleb Charisma Kombonglangi⁴ 

^{1,2,3,4} Program Studi Sistem Komputer, STMIK STIKOM Indonesia Denpasar, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received August 16, 2021

Revised August 29, 2021

Accepted January 14, 2022

Available online April 25, 2022

Kata Kunci:

Computer Vision, Opencv, Raspberry Pi.

Keywords:

Computer Vision, Opencv, Raspberry Pi.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Revolusi Industri 4.0 memberikan dampak besar pada dunia industri, yaitu efisiensi waktu dan tenaga kerja pada tahap produksi namun penerapannya kebanyakan masih pada industri besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi revolusi industri pada industri rumah tangga dalam mengatasi jumlah cup tidak menentu bergantung pada jumlah adonan cupcake yang dibuat menyulitkan mesin filling dalam posisi cup yang akan diisi. Hal ini dapat diatasi dengan mengimplementasikan computer vision untuk mendeteksi posisi cup yang ada pada loyang. Computer vision akan menjalankan fungsi pendeteksian pola HoughCircles pada pustaka OpenCV yang akan dijalankan pada Raspberry Pi. hasilnya HoughCircles dengan nilai $dp=1.5$, $minDist=100$, dan $maxRadius=100$ mampu mendeteksi posisi cup dengan tepat.

ABSTRACT

The Industrial Revolution 4.0 has had a major impact on the industrial world, specifically time and labor efficiency at the production stage, but its application is mostly still in large industries. This study aims to implement the industrial revolution technology in the home industry in subduing the number of cups that are erratic depending on the amount of cupcake batter that is made to make it difficult for the filling machine in the position of the cup to be filled. This can be overcome by implementing computer vision to detect the position of the cup in the pan. Computer vision here will run the HoughCircles pattern detection function in the OpenCV library which will run on the Raspberry Pi. As a result, HoughCircles with values of $dp=1.5$, $minDist=100$, and $maxRadius=100$ were able to detect the cup position correctly.

1. PENDAHULUAN

Pada industri besar, revolusi ini berdampak pada proses produksi, pasca produksi, hingga maintenance. IoT dan cloud computing digunakan untuk mengambil data dari sensor pada mesin produksi, dan big data akan menganalisis data tersebut yang digunakan untuk memprediksi waktu maintenance, error, maupun optimasi mesin (Deep & Elarabi, 2017; Luque et al., 2017). Hal ini menandakan bahwa industri besar akan menerima manfaat revolusi industri 4.0 yaitu efisiensi waktu dan tenaga kerja. Contohnya, dalam pengawasan yang sebelumnya dilakukan secara fisik sekarang dapat dilakukan dengan software (Hadwan & Reddy, 2016; Nugraha et al., 2021). Manfaat revolusi industri diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam usaha yang dilakukan oleh industri besar namun juga oleh UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah).

Namun yang terjadi di lapangan, UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) sering muncul hambatan yaitu kurangnya pengetahuan mengenai teknologi produksi terbaru dan cara menjalankan quality control terhadap produk (Santosa et al., 2020; Sarwono, 2015) Jadi, industri kecil dan rumah tangga dengan pengetahuan yang terbatas akan lebih sulit untuk mengimplementasikan revolusi industri 4.0 dibandingkan industri besar. Hambatan itulah yang menyebabkan kegiatan produksi industri kecil dan rumah tangga kebanyakan masih menggunakan metode manual (Saragih & Tyas, 2020). Penyebab lainnya, industri besar memiliki sumber daya yang lebih memadai dibandingkan industri kecil dan rumah tangga. Jika hambatan tersebut dapat diatasi, teknologi yang diimplementasi akan memberikan manfaat yang sama dengan industri besar yaitu efektivitas dan efisiensi bagi UMKM (Meinarni et al., 2021). Untuk mengatasinya, diperlukan sosialisasi dari pemerintah dan pihak terkait dalam meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam pentingnya teknologi pada bidang industri serta teknologi yang mudah digunakan untuk industri kecil dan rumah tangga.

*Corresponding author.

E-mail addresses: ngurah.desnanjaya@stiki-indonesia.ac.id (I Gusti Made Ngurah Desnanjaya)

Salah satu industri rumah tangga yaitu usaha pembuatan cupcake. Proses produksi cupcake sebagian besar masih dilakukan secara manual dan hanya dalam pembuatan adonan yang sudah menggunakan mixer. Proses selanjutnya adalah filling cupcake yang masih dilakukan secara manual dengan menuangkan adonan kedalam cup yang digunakan, masing-masing berdiameter 5 cm dan tinggi 4 cm. Dalam proses ini terkadang cupcake tidak seragam dari segi ukuran karena dilakukan dengan manual sesuai perkiraan. Proses filling dilakukan pada loyang dengan ukuran 30 cm x 30 cm yang dapat memuat 16 cup dan sering kali jumlah cup tidak menentu tergantung dari jumlah adonan cupcake yang dibuat. Masalah lainnya yaitu tidak seragamnya ukuran cupcake. Ukuran yang tidak seragam itu akan membuat hasil cupcake ada yang lebih kecil dan tidak akan dijual untuk menjaga kualitas cupcake yang dijual. Proses yang bertanggung jawab dalam permasalahan tersebut adalah proses filling. Proses filling ini dapat dibuat otomatis dengan mesin filling. Namun, jumlah cup yang tidak menentu ini akan menyulitkan mesin untuk menentukan posisi cup yang akan diisi. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan suatu cara untuk mendeteksi jumlah cup dan memberikan informasi posisi dari cup kepada mesin yaitu computer vision menggunakan pustaka openCV yang dijalankan pada raspberry Pi.

Computer vision adalah sistem pemrosesan gambar yang diambil dari kamera yang menirukan konsep penglihatan manusia (Desnanjaya & Arsana, 2021; Kakani et al., 2020). Sebuah computer vision membutuhkan kamera, antarmuka kamera dan sebuah computer. Dalam implementasinya disini computer vision berguna untuk mendeteksi jumlah dan posisi cup yang akan diproses untuk menjalankan tahap filling dengan bantuan pustaka openCV. OpenCV merupakan singkatan dari open source computer vision library (Sigut et al., 2020; Tian et al., 2020). OpenCV ditulis dengan bahasa pemrograman C/C++ meskipun begitu ia dapat digunakan dengan bahasa pemrograman lain seperti python dan java (Ekayana et al., 2020; Suwarno & Kevin, 2020). Sistem operasi yang dapat menggunakan openCV juga beragam seperti windows, linux, mac OS, android sampai iOS. Contoh fungsi pada openCV seperti mengubah ukuran, memutar, memperhalus gambar, threshold, dan histogram yang merupakan dasar dari pengolahan gambar (Zulkhaidi et al., 2020). Beragam fungsi lainnya dapat digunakan untuk segmentasi, proyeksi 3D, kalibrasi, melacak pergerakan, serta machine learning dalam mendeteksi wajah maupun objek (Kumar et al., 2018).

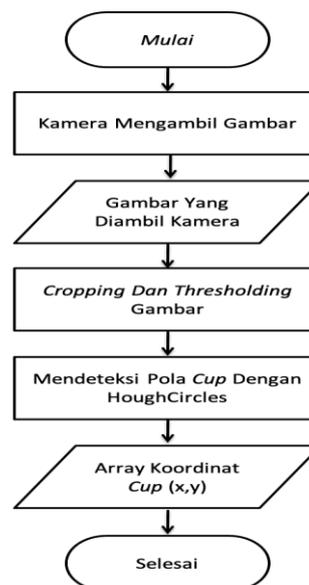
Raspberry Pi merupakan sebuah komputer mini yang bisa melakukan tugas ganda sebagai mikrokontroler dan sebagai computer (Desnanjaya & Sudipa, 2019; Hartawan et al., 2020). Raspberry Pi menggunakan daya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer pada umumnya dengan kecepatan pemrosesan yang lebih terbatas. Sistem operasi yang digunakan oleh raspberry Pi juga dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Namun disarankan untuk menggunakan raspberry Pi OS (sebelumnya raspbian) yang dirancang khusus untuk memaksimalkan setiap fungsi daripada raspberry Pi yang digunakan (Halfacree, 2019; Upton & Halfacree, 2016). Raspberry Pi juga dilengkapi dengan GPIO (general-purpose input/output) yaitu 40 buah pin yang berada di salah satu sisi Raspberry Pi. GPIO ini digunakan untuk menghubungkan perangkat keras tambahan yang dapat berupa sensor atau modul lainnya baik sebagai input maupun sebagai output (Lian et al., 2022; Subart et al., 2019). Setiap pin pada GPIO memiliki fungsinya masing-masing sebagian sebagai pemberi daya dan sebagian lainnya digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat tambahan. GPIO inilah yang membuat Raspberry Pi banyak digunakan dalam berbagai proyek IOT (internet of things) (Jolles, 2021). Raspberry Pi pada penelitian ini akan menjadi perangkat pemrosesan computer vision (Aishwarya & Renjith, 2017).

Temuan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi computer vision telah diterapkan di bidang produksi pangan untuk otomatisasi pemeriksaan kualitas bahan pangan. Proses ini didasarkan pada pengolahan dan analisis citra bahan pangan. Pengukuran area cacat tekstur itu menggunakan klasifikasi pixel atas citra jeruk baby (Putri, 2018). Perancangan hardware sistem monitoring portabel yang dapat memonitoring arus dan tegangan listrik AC. Desain hardware menggunakan prosessor Raspberry Pi untuk mengolah hasil pembacaan 4 buah sensor arus YHDC tipe SCT-013-000 dan sensor tegangan AC menunjukkan bahwa hasil pengujian sensor arus pada saluran listrik 3 fase RSTN dan pengujian sensor tegangan didapatkan bahwa LCD pada hardware dan antarmuka konfigurasi berbasis web telah berhasil menampilkan nilai pembacaan sensor-sensor. Keseluruhan fungsionalitas antarmuka konfigurasi hardware berbasis web seperti login, koneksi perangkat, konfigurasi "on" sensor, reboot, shutdown dan reset juga telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan (Negara et al., 2018). Dari segi biaya pembangunan system dan biaya pemakaian listrik menunjukkan bahwa Raspberry Pi lebih hemat dibandingkan dengan PC desktop (Permana, 2014). Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan computer vision pada mesin filling cupcake menggunakan raspberry pi dalam mendukung mesin filling mengetahui posisi cup yang akan diisi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat khususnya pelaku industri tentang manfaat computer vision dengan menggunakan raspberry pi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan research and development (RnD) untuk melakukan penelitian dan pengembangan dari sistem ini secara berkelanjutan hingga sistem berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian metode dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan menentukan tujuan penelitian, implementasi, diskusi dan simpulan. Pada penelitian ini, identifikasi masalah dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Pengumpulan data dengan studi literatur, observasi. Studi literatur dilakukan sebagai acuan penelitian dari penelitian lain, jurnal, dan buku dalam mengimplementasi computer vision pada mesin filling cupcake menggunakan raspberry Pi. Observasi adalah proses pengumpulan data dengan mengamati proses filling yang sudah ada sebagai salah satu bahan analisis.

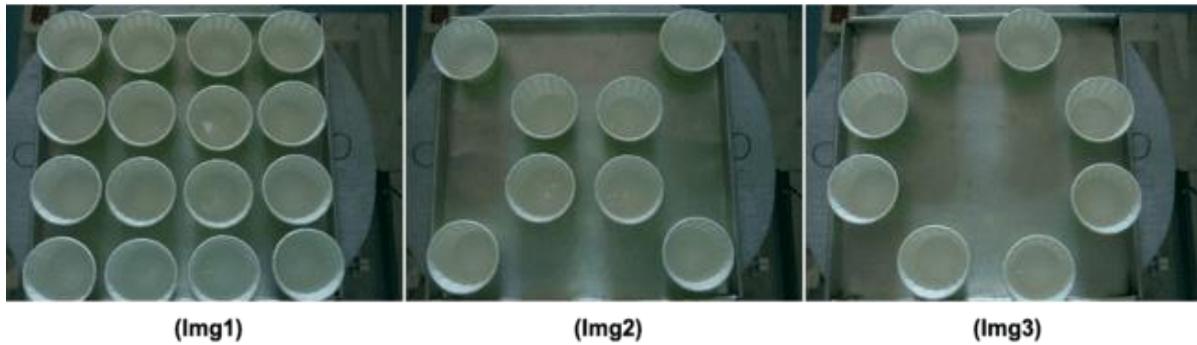
Implementasi computer vision pada mesin filling cupcake ini akan menggunakan raspberry pi sebagai pusat pemrosesan dan pendeteksi pola houghcircles dari pustaka openCV dengan bahasa pemrograman python. HoughCircles adalah fungsi yang digunakan untuk mendeteksi lingkaran. Parameter yang diperlukan dalam menggunakan houghcircles adalah dp, minDist, Param1, Param2, minRadius, maxRadius. Parameter dp adalah konstanta yang menunjukkan rasio terbalik dari rasio akumulator dengan resolusi gambar. Artinya jika dp bernilai 1 maka resolusi akumulator akan sama dengan resolusi gambar, jika dp bernilai 2 maka resolusi akumulator adalah 1/2 dengan resolusi gambar. Jadi jika dp bernilai 1.5 resolusi akumulator adalah 2/3 dari resolusi gambar. minDist (minimum distance) merupakan parameter yang menunjukkan jarak antar pusat lingkaran yang terdeteksi. Jika minDist terlalu kecil maka kemungkinan salah deteksi akan lebih besar. Namun jika minDist terlalu besar akan ada kemungkinan ada lingkaran yang tidak terdeteksi. Param1 adalah parameter spesifik dari method HoughCircles yang digunakan dalam mengatur threshold untuk pendeteksi tepi Canny. Param2 merupakan parameter spesifik dari method HoughCircles yang digunakan dalam mengatur threshold pendeteksian pusat lingkaran. minRadius dan MaxRadius adalah parameter yang menentukan radius minimal dan maksimal dari lingkaran yang terdeteksi dalam satuan piksel. Gambar berikut ini menunjukkan flowchart atau diagram alur yang menggambarkan cara kerja computer vision pada mesin filling cupcake menggunakan Raspberry Pi.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem

Dalam proses computer vision ini, gambar yang diambil dari kamera akan melalui proses cropping. Pada proses cropping ini gambar dipotong untuk membuang sisi gambar yang tidak dibutuhkan yang dapat mengganggu pada saat proses pendeteksian. Gambar yang sudah diproses pada tahapan cropping sebelumnya akan masuk ke tahap thresholding. Thresholding adalah proses mengubah citra / gambar menjadi citra biner yaitu citra yang piksel-pikselynya hanya berwarna hitam atau putih. Lalu cup akan dideteksi dari gambar tersebut menggunakan HoughCircles. Output dari pendeteksian ini berupa array yang berisi posisi x dan y yaitu koordinat dari masing-masing cup serta radius atau jari-jari dari cup yang terdeteksi. Dalam mendapatkan output yang sesuai diperlukannya nilai parameter terbaik pada pendeteksi pola houghcircles. Maka dari itu, perlu dilakukannya penalaan parameter houghCircles. Penalaan tersebut akan menggunakan 3 sample gambar Loyang dengan beberapa cup di atasnya untuk dideteksi. [Gambar 2](#) menunjukkan ketiga gambar tersebut. Pada tahap diskusi, data yang didapatkan dari

tahapan sebelumnya akan dikumpulkan dan dianalisis. Data tersebut berupa nilai konstanta yang digunakan serta output dari pendeteksian. Simpulan merupakan tahap akhir penelitian. Tahap ini akan memaparkan rangkuman hasil penelitian ini.



Gambar 2. Sample gambar dalam penalaan parameter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian dilakukan untuk memperoleh tingkat akurasi koordinat cup dengan computer vision pada mesin filling cupcake menggunakan raspberry Pi di sini menggunakan library openCV dalam memproses gambar. Hal ini dilakukan guna menunjang mesin filling untuk mengarahkan cup pada tahap filling. Pada alat tersebut terdapat axis x dan y dengan motor stepper dalam mengarahkan loyang kebagian bawah tangki penampung adonan.

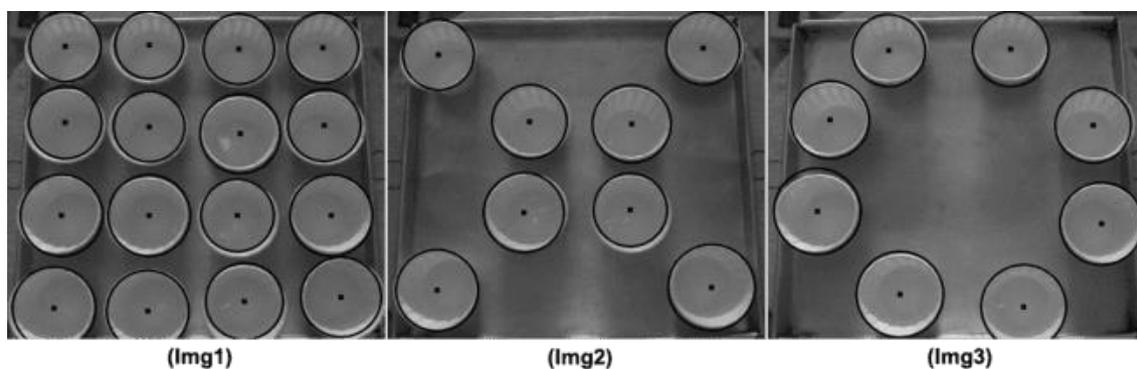
Penalaan Konstanta HoughCircles

Pada pendeteksian cup disini akan fungsi houghcircle yang membutuhkan beberapa parameter berupa konstanta dalam menentukan kualitas pendeteksian. Parameter yang akan digunakan adalah dp, minDist dan maxRadius. Tabel 1 menunjukkan hasil penalaan konstanta HoughCircles .

Tabel 1. Hasil penalaan konstanta HoughCircles

Percobaan	dp	minDist	maxRadius	Hasil Lingkaran Terdeteksi			Keterangan
				Img1	Img2	Img3	
1	1.5	10	0	971	888	1118	Jumlah lingkaran terdeteksi sangat banyak dikarenakan cup yang sama dideteksi lebih dari sekali dengan ukuran yang beragam
2	1.5	25	0	254	230	264	Jumlah lingkaran terdeteksi berkurang seiring dengan penambahan nilai minDist
3	1.5	50	0	89	75	83	Jumlah lingkaran terdeteksi sudah lebih mendekati jumlah cup pada gambar namun masih cukup banyak
4	1.5	100	0	26	26	26	Jumlah lingkaran terdeteksi sudah lebih mendekati jumlah cup pada gambar
5	1.5	100	100	16	8	8	Jumlah lingkaran terdeteksi pada ketiga gambar sesuai dengan jumlah cup pada gambar
6	2	10	0	1160	1115	1408	Jumlah Lingkaran terdeteksi lebih banyak dibandingkan percobaan lainnya

Percobaan	dp	minDist	maxRadius	Hasil Lingkaran Terdeteksi			Keterangan
				Img1	Img2	Img3	
7	2	25	0	272	258	304	Jumlah lingkaran terdeteksi berkurang seiring dengan penambahan nilai minDist
8	2	50	0	102	81	97	Jumlah lingkaran terdeteksi sudah lebih mendekati jumlah cup pada gambar namun masih cukup banyak
9	2	100	0	33	30	30	Jumlah lingkaran terdeteksi sudah lebih mendekati jumlah cup pada gambar
10	2	100	100	23	8	11	Jumlah lingkaran terdeteksi hanya Img2 yang sesuai dengan sedangkan Img1 dan Img3 masih belum sesuai



Gambar 3. Visualisasi hasil pembacaan dengan parameter terbaik

Dari hasil 10 kali percobaan pada Tabel 1, menggunakan 3 jenis (img1, img2, dan img3) mapping cupcake. Dengan memperimbangkan dari sample, sesistifitas minimum jarak antar titik pusat lingkaran yang terdeteksi, serta nilai jari jari maksimal yang terdeteksi. Didapatkan hasil nilai pembacaan jumlah lingkaran terdeteksi pada ketiga gambar sesuai dengan jumlah cup pada gambar yang terlihat pada gambar 4. Hasil penalaan konstanta houghcircles didapatkan nilai dp=1.5, minDist=100, dan maxRadius=100 dalam mendeteksi cup pada ketiga gambar dengan tepat yang ditunjukkan pada gambar 4. Pada Img1 terdapat 16 buah cup, Img2 jumlah 8 buah cup dan Img3 dengan 8 buah cup.

Pembahasan

Keberhasilan UMKM untuk dapat mengikuti perkembangan industri revolusi 4.0 saat ini sangat bergantung terhadap kemampuan SDM dalam menggunakan teknologi. Penggunaan teknologi akan memberikan kemudahan dalam proses produksi, pengemasan hingga pemasaran (Prajarini & Sayogo, 2021; Santosa et al., 2020). Dalam prosesnya diharapkan pemilik usaha bijak dalam memilih alat yang akan digunakan guna mencapai tujuan yang diharapkan. Computer vision menggunakan pustaka openCV yang dijalankan pada raspberry Pi. dapat mendeteksi jumlah dan memberikan informasi posisi dari cup kepada mesin. Computer vision adalah sistem pemrosesan gambar yang diambil dari kamera yang menirukan konsep penglihatan manusia (Desnanjaya & Arsana, 2021; Kakani et al., 2020). Sebuah computer vision membutuhkan kamera, antarmuka kamera dan sebuah computer. Dalam implementasinya disini computer vision berguna untuk mendeteksi jumlah dan posisi cup yang akan diproses untuk menjalankan tahap filling dengan bantuan pustaka openCV yang dapat membantu programmer untuk membuat aplikasi yang berkaitan dengan citra seperti gambar ataupun foto dan video. Computer vision dapat dikatakan sebagai kombinasi antara image processing (pengolahan citra) dan pattern recognition (Prajarini & Sayogo, 2021; Setiawan et al., 2021).

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer mini yang bisa melakukan tugas ganda sebagai mikrokontroler dan sebagai computer (Desnanjaya & Sudipa, 2019; Hartawan et al., 2020). Raspberry Pi menggunakan daya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer pada umumnya dengan kecepatan pemrosesan yang lebih terbatas (Desnanjaya & Arsana, 2021; Krisrenanto et al., 2017). Sistem

operasi yang digunakan oleh raspberry Pi juga dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Raspberry Pi juga dilengkapi dengan GPIO (general-purpose input/output) yaitu 40 buah pin yang berada di salah satu sisi raspberry Pi. GPIO ini digunakan untuk menghubungkan perangkat keras tambahan yang dapat berupa sensor atau modul lainnya baik sebagai input maupun sebagai output (Lian et al., 2022; Subart et al., 2019). Kelebihan yang dimiliki oleh raspberry Pi yaitu memungkinkan untuk menghubungkan raspberry Pi dengan jaringan Internet karena sudah tersedia port RJ45. Selain itu, raspberry Pi juga dapat memasang kamera eksternal karena telah tersedia konektor CSI. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa Raspberry Pi mampu melakukan fungsi IP Camera pada umumnya (Permana, 2014; Setiawan et al., 2021). Raspberry Pi mampu melayani komunikasi VVoIP dengan baik dan layak diimplementasikan sebagai SIP server untuk aplikasi video phone (Bantun et al., 2020). Dari segi biaya pembangunan system dan biaya pemakaian listrik menunjukkan bahwa raspberry Pi lebih hemat dibandingkan dengan PC desktop (Permana, 2014). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat.

4. SIMPULAN

Implementasi computer vision pada mesin filling cupcake menggunakan raspberry Pi dilakukan untuk mencari posisi cup pada loyang yang jumlahnya tidak menentu. Raspberry Pi berfungsi sebagai perangkat komputasi computer vision dan modul kameranya sebagai perangkat pengambilan gambar. Computer vision yang diimplementasikan menggunakan pustaka openCV dengan bahasa pemrograman python. Pendeteksi pola yang digunakan adalah fungsi houghcircles dengan nilai simple 1.5, minimum jarak antar titik pusat lingkaran yang terdeteksi 100, dan nilai jari-jari maksimal yang terdeteksi 100 sehingga menghasilkan output berupa posisi cup pada loyang dengan tepat. 0.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aishwarya, D., & Renjith, J. A. (2017). Enhanced Home Security Using IOT and Raspberry Pi. *International Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(4), 3155–3158.
- Bantun, S., Ashari, A., & Karim, R. (2020). Analisis Kinerja Raspberry Pi sebagai SIP Server untuk Aplikasi Video Phone Performance Analysis Of Raspberry Pi as SIP Server for Video Phone Application. *Techno.COM*, 19(2), 135–146. <https://doi.org/10.33633/tc.v19i2.3220>.
- Deep, V., & Elarabi, T. (2017). Efficient IEEE 802.15.4 ZigBee Standard Hardware Design for IoT Applications. *Proceedings - International Conference on Signals and Systems, ICSigSys 2017*. <https://doi.org/10.1109/ICSIGSYS.2017.7967053>.
- Desnanjaya, I. G. M. N., & Arsana, I. N. A. (2021). Home Security Monitoring System with IoT-Based Raspberry Pi. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(3), 1295. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v22.i3.pp1295-1302>.
- Desnanjaya, I. G. M. N., & Sudipa, I. G. I. (2019). The Control System of Kulkul Bali Based on Microcontroller. *Proceedings of 2019 5th International Conference on New Media Studies, CONMEDIA 2019*. <https://doi.org/10.1109/conmedia46929.2019.8981841>.
- Ekayana, A. A. G., Hartawan, I. N. B., Desnanjaya, I. G. M. N., & Joni, I. D. M. A. B. (2020). Body Mass Index Measurement System as A Desktop-Based Nutrition Monitor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012104>.
- Hadwan, H. H., & Reddy, Y. P. (2016). Smart Home Control by Using Raspberry Pi & Arduino UNO. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*.
- Halfacree, G. (2019). The Official Raspberry Pi Beginner's Guide How to use your new computer. *Raspberry Pi Press*.
- Hartawan, I. N. B., Santika, P. P., Iswara, I. B. A. I., & Desnanjaya, I. G. M. N. (2020). Effect of Electromagnetic Wave Interference Against Computer Network Quality of Service. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012100>.
- Jolles, J. W. (2021). Broad-Scale Applications of The Raspberry Pi: A Review and Guide for Biologists. In *Methods in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13652>.
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020). A Critical Review on Computer Vision and Artificial Intelligence in Food Industry. In *Journal of Agriculture and Food Research* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100033>.
- Krisrenanto, D., Rivai, M., & Budiman, F. (2017). Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi. *JURNAL TEKNIK ITS*, 6(1), 110–115. <https://doi.org/adRivai,Faja10.12962/j23373539.v6i1.21397>.
- Kumar, K. N. K., Natraj, H., & Jacob, T. P. (2018). Motion Activated Security Camera Using Raspberry Pi. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing*,

- ICCSP 2017. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286658>.
- Lian, F., Gunardi, W., Made, G., Desnanjaya, N., Sudiarsa, W., Komputer, S., & Indonesia, S. (2022). Sistem Pendeteksian Masker dan Hand sanitizer Otomatis Berbasis Raspberry Pi. *Journal of Practical Computer Science*, 1(2), 12–24. <https://doi.org/10.37366/JPCS.V1I2.925>.
- Luque, A., Peralta, M. E., de las Heras, A., & Córdoba, A. (2017). State of The Industry 4.0 in The Andalusian Food Sector. *Procedia Manufacturing*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.195>.
- Meinarni, N. P. S., Permana, I. P. H., Desnanjaya, I. G. M. N., Radhitya, M. L., & Winatha, K. R. (2021). *Pemanfaatan Teknologi Informasi Untuk Bisnis UMKM*. OSF Preprints. <https://doi.org/10.31219/OSF.IO/T3JHP>.
- Negara, I. P. B., Suyadnya, I. M. A., & Sastra, N. P. (2018). Perancangan Hardware Sistem Monitoring Portabel untuk Monitoring Arus dan Tegangan Listrik Menggunakan Raspberry Pi. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 7(1). <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v7i1.13003>.
- Nugraha, I. M. A., Desnanjaya, I. G. M. N., Pranata, I. W. D., & Harianto, W. (2021). Stability Data Xbee S2b Zigbee Communication on Arduino Based Sumo Robot. *Journal of Robotics and Control (JRC)*. <https://doi.org/10.18196/jrc.2370>.
- Permana, T. D. (2014). Sistem Monitoring Menggunakan Mini Pc Raspberry Pi. *Jurnal Teknik Komputer Unikom –Komputika*, 3(1), 1–6.
- Prajarini, D., & Sayogo, D. (2021). Pengaruh Desain Post Instagram terhadap Minat Pembelian Produk Umkm Kedai Kopi di Kabupaten Sleman. *ANDHARUPA: Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia*, 7(1). <https://doi.org/10.33633/andharupa.v7i01.4139>.
- Putri, E. (2018). Pengujian Citra Jeruk Baby Untuk Mengetahui Area Cacat Menggunakan Klasifikasi Pixel. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 7(1). <https://doi.org/10.23887/janapati.v7i1.12840>.
- Santosa, I. M. A., Puspawan, D. K. H., Wayan, N. L., & Lestari, D. D. (2020). Penerapan Teknologi untuk Peningkatan Pemasaran dan Produksi Pada Nuansa Kerupuk. *Madaniya*, 1(3), 110–117.
- Saragih, D. D., & Tyas, W. P. (2020). Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Usaha Industri Konveksi Berbasis Rumah di Kelurahan Tingkir Lor. *T EKNIK*, 41(1), 78-9 1. <https://doi.org/10.14710/teknik.v41.n1.24880>.
- Sarwono, H. A. (2015). Profil Bisnis Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (Umkm). *Bank Indonesia Dan LPPI*.
- Setiawan, F. B., Kurnianingsih, F. A., Riyadi, S., & Pratomo, L. H. (2021). Pattern Recognition untuk Deteksi Posisi pada AGV Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 49–56. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i1.738>.
- Sigut, J., Castro, M., Arnay, R., & Sigut, M. (2020). OpenCV Basics: A Mobile Application to Support the Teaching of Computer Vision Concepts. *IEEE Transactions on Education*, 63(4). <https://doi.org/10.1109/TE.2020.2993013>.
- Subart, M., Salim, N. Y., & Paul, D. V. (2019). IoT Based Home Security System. *Ijarccce*, 8(4), 179–187. <https://doi.org/10.17148/ijarccce.2019.8430>.
- Suwarno, S., & Kevin, K. (2020). Analysis of Face Recognition Algorithm: Dlib and Opencv. *Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.31289/jite.v4i1.3865>.
- Tian, H., Wang, T., Liu, Y., Qiao, X., & Li, Y. (2020). Computer Vision Technology in Agricultural Automation —A review. In *Information Processing in Agriculture* (Vol. 7, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.09.006>.
- Upton, E., & Halfacree, G. (2016). Raspberry Pi® User Guide. In *Raspberry Pi® User Guide*. <https://doi.org/10.1002/9781119415572>.
- Zulkhaidi, T. C. A.-S., Maria, E., & Yulianto, Y. (2020). Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 3(2). <https://doi.org/10.30872/jurti.v3i2.4033>.