

Analisis Pengaturan Robot Lengan Berbasis Computer Vision

Aprildy Randy Andrew Ferdinandus^{1*}, Nindy Gaby Sepang²

¹Teknik Informatika, Universitas Sariputra Indonesia Tomohon, 95416, Indonesia

²Teknik Sipil, Universitas Sariputra Indonesia Tomohon, 95416, Indonesia

*aprildy.ferdinandus@gmail.com, nindysepangaby@gmail.com

Abstrak

Penggunaan teknologi robot untuk menggantikan pekerjaan manusia semakin banyak digunakan dewasa ini serta dikombinasikan dengan teknologi *computer vision* agar lebih memudahkan pekerjaan pun terus dikembangkan oleh para peneliti. Metode Haar Cascade sebagai metode pengenalan suatu gambar atau bentuk dalam *computer vision* yang telah terlebih dahulu dilatih untuk mengenali suatu bentuk digunakan untuk dapat mengenali bentuk instruksi tangan berupa kepalan tangan dan telapak tangan. Hasil dari pengenalan bentuk kepalan dan telapak tangan diteruskan menjadi instruksi untuk lengan robot berbasis arduino lewat *serial port* sehingga lengan robot akan melakukan gerakan sesuai dengan perintah dari pergerakan tangan yang dikenali. Hasil pengujian menunjukkan robot lengan dapat melakukan gerakan sesuai dengan instruksi tangan yang ditangkap oleh kamera dan menunjukkan performansi yang baik sejak instruksi ditangkap oleh kamera dan dijalankan oleh robot lengan.

Kata kunci: computer vision, haar cascade, robot lengan.

Abstract

The use of robot technology to replace human work is increasingly being used nowadays and is combine with computer vision technology to make work easier. The Haar Cascade method as a method to recognize an object in computer vision that has been previously trained to recognize an object is used to be able to recognize the form of hand instructions in the form of fists and palms. The results of the recognition of the shape of the fist and palm are forwarded as instructions for the arduino-based arm robot via the serial port so that the arm robot will perform movements according to the commands of the recognized hand. The test results show that the arm robot can make movements according to the hand instructions captured by the camera and shows good performance since the instruction are captured by the camera till the instruction are executed by the arm robot.

Key words: computer vision, haar cascade, arm robot.

1. PENDAHULUAN

Teknologi *computer vision* dewasa ini terus berkembang dengan pesat, teknologi yang lahir dari teknologi Pengolahan Citra Digital (PCD) dan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) ini terus dikembangkan dan dimanfaatkan untuk memudahkan pekerjaan manusia saat ini. Metode *Machine Learning* digunakan untuk melatih mesin dalam mengenali gambar, video atau hasil tangkapan kamera sehingga dapat digunakan untuk tugas selanjutnya. Ratna, Silvia dalam penelitiannya melakukan pengolahan citra digital dan histogramnya dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan hasilnya dapat dimodifikasi sesuai dengan keinginan (Ratna, 2020). M.Andrekha et dan Y. Huda meneliti tentang teknik pengolahan citra digital menggunakan bahasa pemrograman Python untuk mendeteksi warna dari buah manggis dan

membedakan setiap buah manggis akan tingkat kematangannya (Andrekha & Huda, 2021). G. Sai Prasanna et al melakukan penelitian untuk mendeteksi gambar untuk menentukan apakah gambar tersebut merupakan hasil sambungan dari beberapa gambar atau tidak dengan menggunakan metode algoritma Viola-Jones (Sai Prasanna et al., 2022).

Teknologi *computer vision* juga dimanfaatkan untuk mengenali wajah dari setiap gambar yang dimasukkan atau ditangkap oleh kamera. C. Li et al menggunakan metode gabor wavelet untuk membuat mesin mempelajari fitur wajah dari kondisi gambar atau video dengan resolusi rendah, kondisi kabur dan memiliki banyak noise sehingga tetap dapat mengenali wajah yang ada pada gambar yang ditangkap kamera (Li et al., 2021). A. Shetty et al juga meneliti tentang pengenalan wajah manusia dengan dua metode

pengenalan wajah yaitu Haar Cascade dan *Local Binary Pattern* (LBP), hasil perbandingannya adalah metode Haar Cascade lebih akurat mengenali wajah tetapi metode LBP lebih cepat dalam waktu eksekusi (Shetty et al., 2021).

Dalam bidang yang lain pun dapat menggunakan teknologi *computer vision* contohnya dalam bidang pekerjaan konstruksi seperti yang diteliti oleh H. Wu et al yaitu tentang mengkombinasikan teknologi *computer vision* dengan teknik ontologi untuk manajemen keamanan dalam lokasi pekerjaan konstruksi (Wu et al., 2021), juga oleh H. Nian yang meneliti tentang pemanfaatan *computer vision* dalam menginspeksi kondisi terkini dari pekerjaan konstruksi yang menawarkan kemudahan serta solusi dalam pengawasan pekerjaan konstruksi pada lokasi yang sulit dijangkau (Nian, 2021).

Teknologi robot untuk membantu pekerjaan manusia semakin banyak digunakan, baik itu robot yang dikendalikan oleh manusia sebagai operator ataupun robot yang dapat bekerja sendiri sesuai dengan instruksi yang sudah diberikan sebelumnya. Robot yang dikendalikan oleh manusia atau operator untuk bekerja banyak digunakan dalam kondisi-kondisi yang tidak memungkinkan manusia untuk melakukannya, contohnya pada kondisi lingkungan yang berbahaya bagi manusia, ataupun pada kondisi manusia yang terbatas contohnya pada orang lumpuh untuk membantunya berjalan. Salah satu contoh robot yang digunakan dalam membantu kerja manusia adalah robot lengan atau robot manipulator.

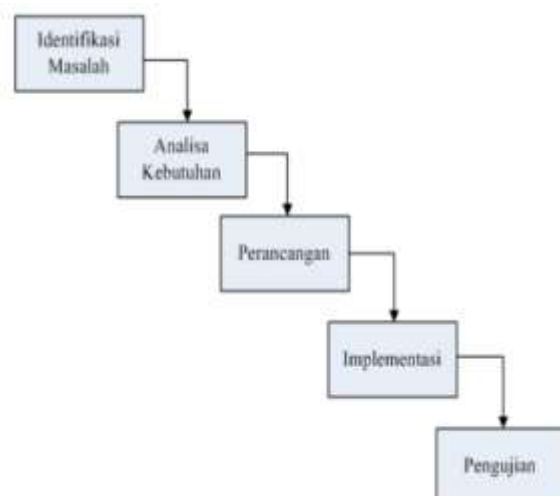
W. Wiliam et al dalam penelitiannya mengemukakan tentang pengendalian lengan robot dalam proses pemindahan barang menggunakan Arduino sebagai data processor dan *Programmable Logic Control* (PLC) sebagai aktuator untuk memindahkan barang (Wiliam et al., 2019). Erwin Sitompul juga melakukan penelitian tentang lengan robot yang berbasis Arduino dan menggunakan metode kendali *Lead-Trough* sehingga dapat melaksanakan pekerjaan sesuai dengan yang diinginkan (Sitompul, 2020). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan terkait robot lengan, S. Oltean juga meneliti tentang navigasi otomatis dari *Mobile Robot Platform* dengan menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi untuk dapat mengangkat barang dan membawanya melewati rintangan atau halangan hingga sampai pada lokasi yang sudah ditentukan (Oltean, 2019).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan *computer vision* juga pengendalian robot, maka akan dikembangkan pengendalian robot menggunakan *computer vision* seperti yang dilakukan oleh S. Sumardi tentang robot lengan pemindah barang yang menggunakan sensor warna dengan metode *computer vision* dan berbasis Arduino (Sumardi, 2018), namun pengendalian robot lengan yang dilakukan akan dibuat dengan menggunakan metode *computer vision* yang mengenali instruksi gerakan tangan manusia. Dalam pengenalan instruksi gerakan tangan manusia penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh K. Sadeddine et al yaitu mengenali gerakan tangan dalam aplikasi pada bahasa isyarat (Sadeddine et al., 2021) dan oleh Sharma dan Singh tentang pengenalan gerakan tangan dalam menginterpretasi bahasa isyarat menggunakan metode *deep learning* (Sharma & Singh, 2021).

Pada akhirnya diharapkan hasil dari penelitian ini adalah suatu metode pengenalan instruksi tangan menggunakan metode Haar Cascade dalam bahasa pemrograman Python dan mengimplementasikannya sebagai instruksi pada pencapit robot lengan yang digerakan menggunakan Arduino Nano.

2. METODE

Suatu prototipe sistem robot lengan dan prototipe sistem pengenalan bentuk tangan dikembangkan menggunakan metodologi pengembangan *waterfall* seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi pengembangan sistem

Tahapan pengembangan sistem yang dilakukan sesuai dengan metodologi pengembangan *waterfall* dilaksanakan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Dilakukan dengan pengumpulan data sesuai dengan latar belakang yang ada yaitu berkaitan dengan *computer vision* dan robot lengan

2. Analisa Kebutuhan

Dilakukan identifikasi kebutuhan dari penelitian yang akan dilaksanakan dan hasilnya adalah beberapa peralatan penelitian yang harus digunakan seperti

- a. Arduino Nano
- b. Laptop dilengkapi dengan webcam
- c. *Hardware* robot lengan
- d. Motor servo, sebagai aktuator robot lengan
- e. Kabel penghubung
- f. *Software* Arduino IDE
- g. *Software* Python IDLE

3. Perancangan

Dilakukan perancangan masing-masing sistem yaitu sistem robot lengan dilengkapi dengan motor servo serta program pada Arduino Nano untuk menggerakkan robot lengan dan sistem *computer vision* untuk mengenali bentuk instruksi tangan dalam perangkat komputer.

4. Implementasi

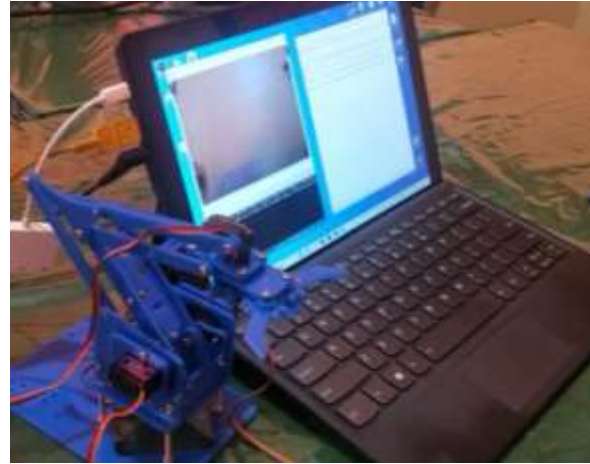
Dilakukan penggabungan kedua sistem untuk menjadi sistem pengaturan robot lengan berbasis *computer vision* secara keseluruhan.

5. Pengujian

Dilakukan pengujian langsung pada sistem dengan pengujian *Black Box* yaitu hanya melihat hasil keluaran sistem atau pergerakan robot lengan berdasarkan masukan sistem atau instruksi bentuk tangan yang diberikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

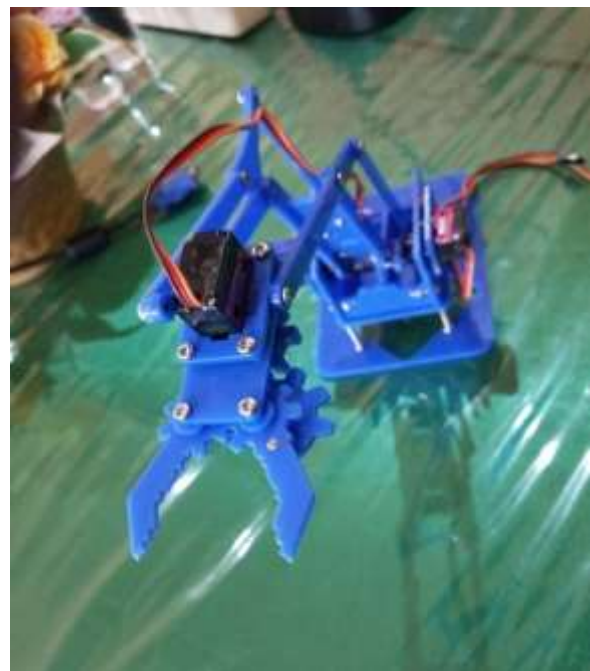
Sistem keseluruhan dari robot lengan berbasis *computer vision* dapat dilihat pada gambar 2. Sistem keseluruhan yang ditunjukkan pada gambar 2 adalah sistem gabungan dari sistem robot lengan berbasis arduino dan sistem pengenalan instruksi tangan berbasis *computer vision*.



Gambar 2. Sistem robot lengan berbasis *computer vision*

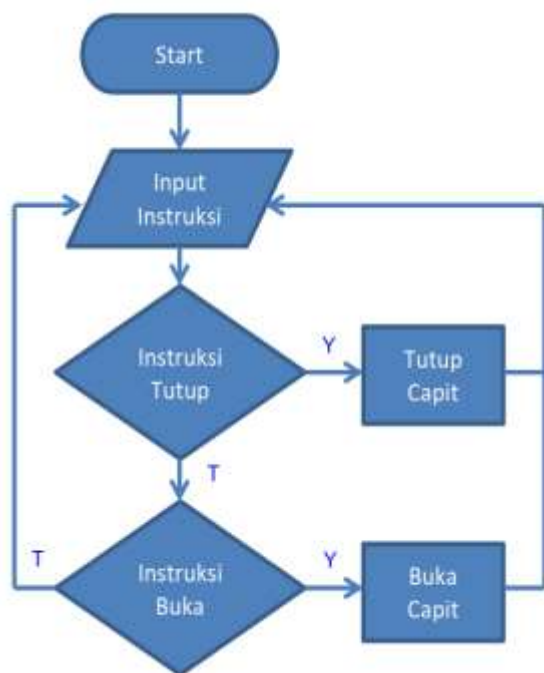
3.1. Sistem Robot Lengan

Robot lengan dibuat menggunakan bahan akrilik sehingga dapat menjamin ringannya robot lengan dan ketahanan yang cukup kuat untuk melakukan pekerjaan. Robot lengan dengan 4 *degree of freedom* (dof) yang dilengkapi 4 buah motor servo sebagai penggerak. Untuk otak dari robot lengan digunakan Arduino Nano dan diprogram untuk menerima instruksi dari keluaran perangkat komputer atau laptop lewat port serial yang nantinya menjadi instruksi selanjutnya untuk menggerakkan pencapit robot lengan lewat motor servo. Gambar 3 menunjukkan sistem robot lengan dengan motor servo sebagai penggerak.



Gambar 3. Sistem robot lengan

Gambar 4 menunjukkan diagram alir (*flowchart*) pemrograman pada Arduino Nano. Saat program dimulai, program akan mengenali instruksi yang dikirimkan oleh komputer melalui *serial port*, instruksi dikenali berupa instruksi untuk menutup caput dan instruksi untuk membuka caput dan akan dieksekusi sesuai dengan perintah yang didapatkan. Jika Arduino tidak mendapat instruksi maka program akan terus berjalan dalam kondisi perulangan (*loop*). Diagram alir pada program Arduino tidak memiliki akhir karena dalam Arduino instruksi yang diberikan akan terus dieksekusi sebagai loop selama Arduino menyala.

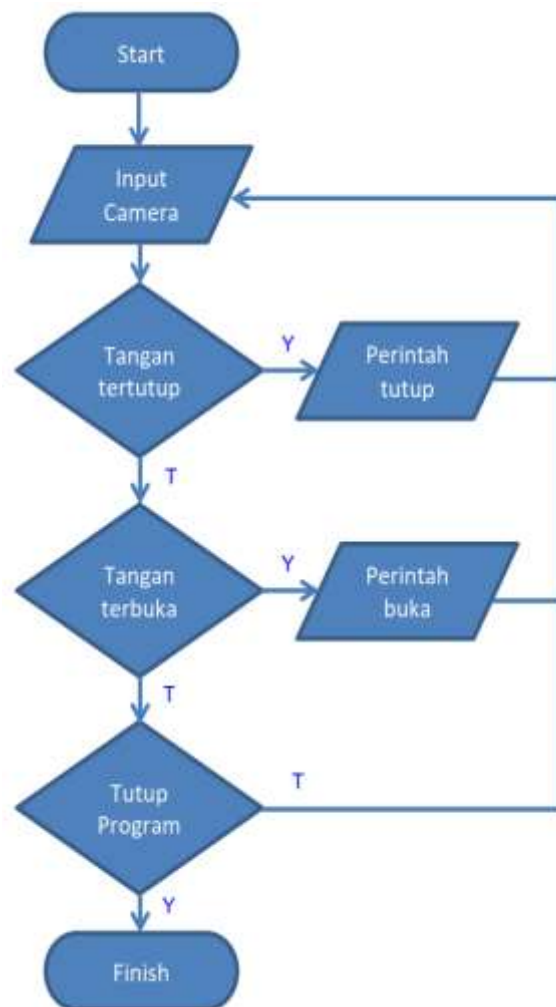


Gambar 4. Diagram alir program Arduino

3.2.Sistem Pengenalan Instruksi Tangan

Sistem pengenalan instruksi tangan dibuat dalam perangkat komputer atau laptop dengan menggunakan bahasa pemrograman Python yang dilengkapi oleh library *opencv-python* sebagai *library* untuk *computer vision* berbasis *opencv* dan *library* *serial* untuk berkomunikasi via *serial port* antara perangkat komputer atau laptop dan Arduino Nano pada robot lengan. Dalam mengenali bentuk instruksi tangan, digunakan metode Haar Cascade yang sudah dilatih untuk mengenali bentuk kepalan tangan dan bentuk telapak tangan sehingga bentuk tersebut akan diinterpretasi sebagai perintah untuk menjepit caput robot lengan serta membuka caput robot lengan. Gambar 5 menunjukkan diagram alir (*flowchart*) dari program python untuk

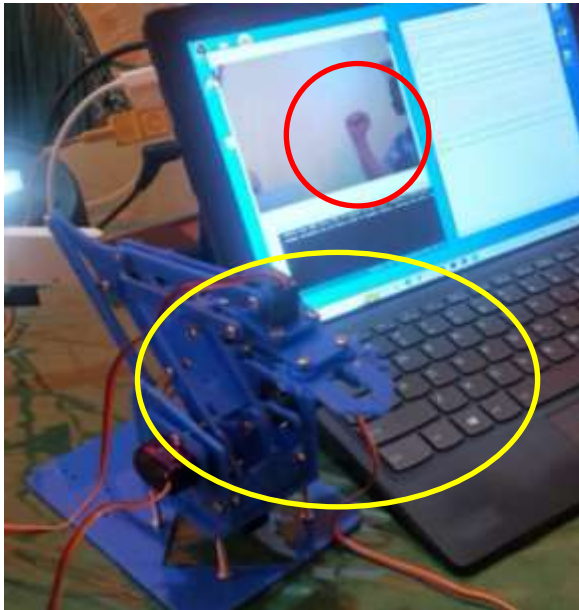
mengenali instruksi dan mengirimkan instruksi lewat *serial port*. Program dalam komputer akan mencoba mengenali bentuk tangan pada hasil tangkapan kamera, jika bentuk tangan dikenali sebagai tangan tertutup maka akan mengirimkan perintah tutup ke sistem Arduino melalui *serial port* dan jika bentuk tangan dikenali sebagai tangan terbuka maka akan mengirimkan perintah buka ke sistem Arduino melalui *serial port*. Program akan berhenti jika memasukan perintah berhenti yaitu dengan menekan tombol "q" pada *keyboard*.



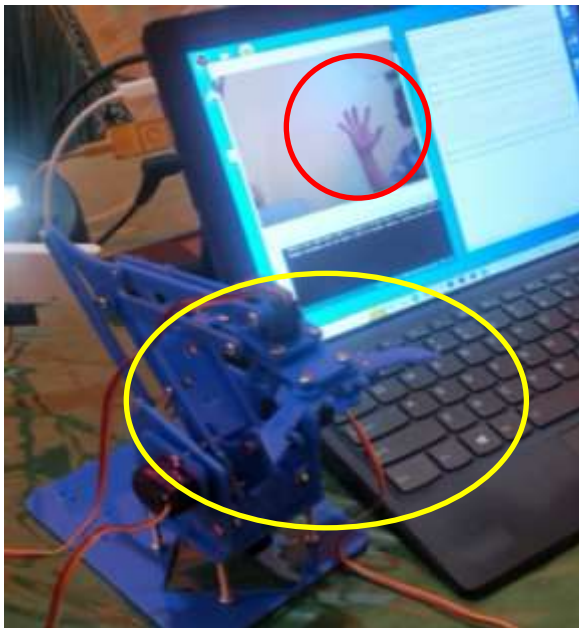
Gambar 5. Diagram alir dari program python

3.3.Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan memberikan masukan berupa instruksi bentuk kepalan tangan dan telapak tangan dan melihat apakah sistem mengenali bentuk instruksi dan mengirimkan instruksi lanjutan kepada robot lengan untuk dapat bergerak sesuai dengan instruksi yang ada. Gambar 6 dan 7 menunjukkan pengujian sistem saat diberi instruksi kepalan tangan (tutup caput) dan instruksi telapak tangan (buka caput).



Gambar 6. Instruksi tutup caprit



Gambar 7. Instruksi buka caprit

Pada gambar 6 terlihat instruksi yang diberikan berupa kepalan tangan (yang dilingkari warna merah) dan robot lengan juga menutup capritnya (yang dilingkari warna kuning). Pada gambar 7 terlihat instruksi yang diberikan berupa telapak tangan (yang dilingkari warna merah) dan robot lengan juga membuka capritnya (yang dilingkari warna kuning). Video pengujian dapat dilihat lewat link berikut ini:

<https://drive.google.com/file/d/1EgMcWFFAdIM2AtbWvIIJ6YG82sdDGpS9/view?usp=sharing>

Lewat pengujian didapatkan hasil bahwa *computer vision* dapat digunakan untuk sistem

tambahan sebagai pembaca instruksi dalam mengendalikan robot lengan. Dengan menggunakan metode Haar Cascade, bentuk kepalan tangan dan telapak tangan dapat dikenali dengan baik dan dapat dikirimkan menjadi instruksi walaupun masih terdapat delay sekitar 0,4 detik hingga instruksi dapat dieksekusi oleh robot lengan. Pengenalan bentuk instruksi juga akan lebih optimal apabila video hasil tangkapan kamera tidak memiliki objek yang lain atau hanya memiliki latar yang monoton dengan hanya memiliki objek tangan sebagai pemberi instruksi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan adalah *computer vision* metode Haar Cascade dapat mengenali dengan baik instruksi dan membedakan antara kepalan tangan dan telapak tangan yang ditangkap oleh kamera serta dapat dipergunakan untuk mengendalikan robot lengan berbasis Arduino lewat instruksi yang diberikan via *serial port*. Pengenalan instruksi akan lebih optimal dengan menggunakan latar monoton dan hanya objek tangan yang ada di dalam hasil tangkapan kamera.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilakukan dengan adanya bantuan hibah penelitian yang diberikan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi lewat program Hibah Kompetisi Nasional Pendanaan Penelitian Dasar anggaran pelaksanaan tahun 2022, untuk itu diucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi atas hibah pendanaan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrekha, M. Z., & Huda, Y. (2021). Deteksi Warna Manggis Menggunakan Pengolahan Citra dengan Opencv Python. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 9(4), 27. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v9i4.114251>
- Li, C., Huang, Y., Huang, W., & Qin, F. (2021). Learning features from covariance matrix of gabor wavelet for face recognition under adverse conditions. *Pattern Recognition*,

- 119, 108085.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.patcog.2021.108085>
- Nian, H. (2021). Civil engineering stability inspection based on computer vision and sensors. *Microprocessors and Microsystems*, 82, 103838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.103838>
- Oltean, S. E. (2019). Mobile Robot Platform with Arduino Uno and Raspberry Pi for Autonomous Navigation. *Procedia Manufacturing*, 32, 572–577. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.254>
- Ratna, S. (2020). Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(3), 181. <https://doi.org/10.31602/tji.v11i3.3294>
- Sadeddine, K., Chelali, F. Z., Djeradi, R., Djeradi, A., & Benabderrahmane, S. (2021). Recognition of user-dependent and independent static hand gestures: Application to sign language. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 79, 103193. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2021.103193>
- Sai Prasanna, G. V, Pavani, K., & Kumar Singh, M. (2022). Spliced images detection by using Viola-Jones algorithms method. *Materials Today: Proceedings*, 51, 924–927. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.300>
- Sharma, S., & Singh, S. (2021). Vision-based hand gesture recognition using deep learning for the interpretation of sign language. *Expert Systems with Applications*, 182, 115657. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115657>
- Shetty, A. B., Bhoomika, Deeksha, Rebeiro, J., & Ramyashree. (2021). Facial recognition using Haar cascade and LBP classifiers. *Global Transitions Proceedings*, 2(2), 330–335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.044>
- Sitompul, E. (2020). *Prototipe Manipulator Lengan Robot Berbasis Arduino dengan Metoda Kendali Lead-Through*. 6(1), 1–14.
- Sumardi, S. (2018). Robot Lengan Pemindah Barang Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Warna. *Jurnal Sains Komputer Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 20–28. <https://doi.org/10.33084/jsakti.v1i1.454>
- Wiliam, W., Kartadinata, B., & Wijayanti, L. (2019). Pengendalian Lengan Robot untuk Proses Pemindahan Barang. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 21(1), 69. <https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3252>
- Wu, H., Zhong, B., Li, H., Love, P., Pan, X., & Zhao, N. (2021). Combining computer vision with semantic reasoning for on-site safety management in construction. *Journal of Building Engineering*, 42, 103036. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103036>