

Sistem Keamanan berbasis *Face-Capture* dan 4-digit Pin untuk Robot Delivery Autonomous

1st Ahimsa Adimulya
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ahimsaa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ir. Porman Pangaribuan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
porman@telkomuniv.ac.id

3rd Muhammad Azhar Ismail
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
muhammadazhar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Seiringnya waktu berjalan, teknologi pun tetap berkembang pesat dan mengubah gaya hidup manusia. Yang awalnya dimulai dari menggunakan batu sebagai alat, hingga sekarang yang dimana kehidupan sehari-hari dapat di kontrol dan monitor melalui sebuah aplikasi di smartphone individu. Tentunya, dengan berkembangnya teknologi, pengiriman barang atau paket mengalami perubahan menjadi lebih inovatif dalam bentuk e-commerce. Topik ini bertujuan untuk merancang dan membangun Prototipe Robot Pengantar dengan fokus pada metode keamanan berbasis 4-digit PIN dan face-capture, yang dimana dengan adanya robot ini, maka dapat menggantikan posisi manusia dalam pengantaran barang di daerah yang tidak dapat dimasuki oleh individu asing. Penggunaan Robot Delivery ini masih terbatas di lingkungan yang tertutup, seperti pada kompleks perumahan yang tertutup, apartemen, hingga perkantoran untuk memastikan keamanan dari barang atau paket yang dikirim serta mengurangi beban terhadap satpam serta risiko akan terganggunya kerja mereka dalam menjaga tempat yang ditentukan. Dengan demikian, rancang bangun robot, atau prototipe dari robot ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam proses pengantaran barang serta meningkatkan keamanan dari paket yang diantarkan.

Kata kunci - Robot Delivery, e-commerce, smartphone

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robot setiap tahun terus mengalami peningkatan yang sangat pesat. Teknologi robot terus menerus dikembangkan dengan harapan bisa membantu dan menggantikan posisi manusia untuk pekerjaan yang sulit^[1]. Perkembangan teknologi khususnya robot sudah semakin pesat diterapkan di industri manufaktur yang ada di Indonesia seiring perjalanan memasuki era revolusi industri 4.0^[2]. Untuk penerapan kemajuan teknologi tersebut, belum sepenuhnya dapat diterapkan dan mengganti peran manusia, akan tetapi salah satu cabang dari kemajuan teknologi tersebut sudah mulai disentuh dan diterapkan di dalam kehidupan sehari-hari, cabang tersebut adalah otonomus (*autonomous*) pada robot.

Robot otonom (*autonomous robot*) adalah sebuah perangkat mekanis yang mampu bergerak bebas di lingkungan yang terdapat rintangan, dapat menjalankan berbagai jenis fungsi, mampu menyimpan program yang telah dibuat dan memperoleh informasi lingkungan melalui sensor yang dimiliki^[3]. Pada proses pengendalian *autonomous robot* dibutuhkan perencanaan jalur agar robot mampu mencapai tujuan yang dituju dengan jalur yang dilewati.

Dengan perkembangan e-commerce, cara orang berbelanja pun berubah. Semakin banyak orang membeli barang secara online yang memicu peningkatan jumlah pengiriman paket. Pengiriman paket tidak lagi terbatas pada barang-barang kecil atau ringan. Banyak pelanggan memesan barang-barang besar dan berat secara online seperti elektronik, perabotan, dan perlengkapan rumah tangga. Di Indonesia, pada umumnya pengantaran barang masih menggunakan manual contoh driver kurir itu mengantarkan barang langsung diterima atau driver kurir biasanya barang dititipkan ke satpam. Metode seperti ini kurang sesuai untuk perumahan cluster tertutup. Selain itu, Metode ini juga rawan akan tindak kriminal, seperti pengantaran barang yang berbahaya ataupun pengantaran oleh oknum kurir palsu. Adapun hal lainnya, adalah terjadinya kekeliruan dalam pengantaran serta penerimaan paket atau barang.

II. KAJIAN TEORI

A. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) merupakan sebuah *open-source library* yang berfungsi untuk *Image-Processing* dan pembelajaran *software*. OpenCV dibangun untuk komputasi yang efisien untuk aplikasi secara *real-time*, seperti pada fungsi *face-capture*. OpenCV telah menyediakan banyak algoritma visi komputer dasar, yang dimana salah satu dari modul yang tersedia adalah pendeteksian objek yang menggunakan metode computer vision^[4]. Pada studi ini, OpenCV berfungsi sebagai inti pada fitur *face-capture* yang selanjutnya akan diproses melalui Cascade Classifier.

B. Face Capture/Feature Recognition (Haar Cascade Classifier)

Haar Cascade Classifier, atau Haar Klasifikasi Kaskade merupakan pembelajaran mesin berdasarkan

pendekatan yang ampuh, yang dimana fungsi kaskade dilatih menggunakan sampel yang berisi gambar positif (*colored*) dan negatif (*black-and-white*) yang nantinya akan menghasilkan serangkaian klasifikasi yang lebih sederhana yang dapat diterapkan pada bagian yang diminati hingga objek tersebut diterima atau ditolak. Proses tersebut dilakukan melalui klasifikasi Adaboost, yang dimana klasifikasi yang kuat/berbobot dibagi menjadi beberapa tahap untuk membentuk klasifikasi kaskade^[5].

III. METODE

A. Metode OpenCV

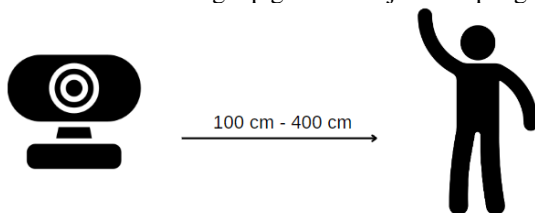
Pengujian pada OpenCV akan bersangkutan dengan kaskade, yaitu dengan menggunakan wajah penguji yang diarahkan ke sensor gambar (*webcam*). Proses tersebut dilakukan untuk mendeteksi akurasi dan presisi dari sensor dalam menerima input dibawah kondisi yang berbeda. Dengan menguji jarak dan intensitas cahaya, penguji dapat mengetahui jarak dan pencahayaan yang baik ntuk mendapatkan hasil yang optimum.



GAMBAR 1
Metode Pengujian OpenCV

B. Metode Haar Cascade Classifier

Pengujian kaskade bersangkutan dengan OpenCV, dimana sensor gambar (*webcam*) menangkap gambar wajah penguji berdasarkan fitur-fitur yang telah ditentukan. Dalam jarak dan pencahayaan yang baik, proses pengujian dapat dilakukan dari jarak 100 cm hingga 400 cm untuk melihat apakah proses dapat mendeteksi dan menangkap gambar wajah dari penguji.

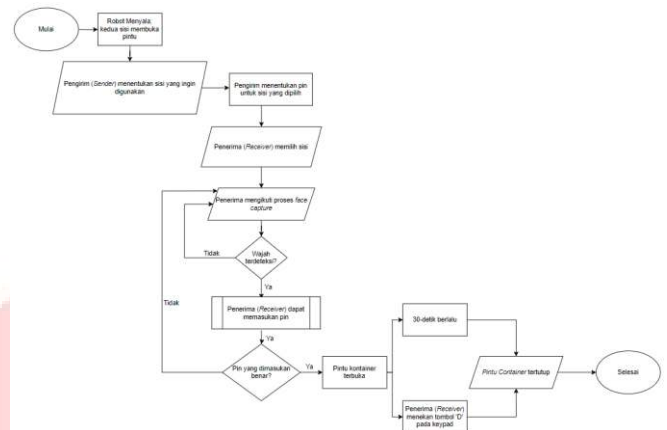


GAMBAR 2
Metode Pengujian Haar Cascade Classifier

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dibawah dua kondisi yang berbeda, yang pertama adalah pada pencahayaan yang baik, dan yang kedua ada pada

pencahayaan yang kurang baik atau redup. Data yang didapatkan akan digunakan untuk mencari nilai rata-rata keakuratan pembacaan *input* oleh *webcam* dan jarak yang optimum dibawah kedua kondisi tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 3
Flowchart dari sistem Face-Capture pada fitur keamanan

Gambar 3 menunjukkan *flowchart* atau alur kerja dari bagaimana *face-capture* berfungsi dalam keseluruhan proses sistem keamanan pada kontainer. Proses keamanan dimulai dari robot hidup yang dimana pintu pada kontainer akan terbuka secara otomatis; Pengirim (*Sender*) lalu dapat memasukan paket atau barang yang ingin dikirim ke bagian sisi yang ingin digunakan. Setelah paket dimasukan, Pengirim dapat menekan sisi pada keypad, lalu menentukan password yang dia ingin gunakan.

Lalu ketika robot sudah sampai di titik posisi Penerima (*Receiver*) maka pada Penerima, proses keamanan dimulai dari menentukan sisi yang sudah diberi tahu oleh Pengirim. Setelah memilih sisi, Penerima wajib mengikuti proses *face-capture* yang dimana gambar wajah penerima yang terdeteksi akan disimpan sebagai bukti akan siapa yang telah mengambil barang yang ada pada kontainer. Setelah proses *face-capture* berhasil, Penerima dapat memasukan pin yang sebelumnya telah ditentukan untuk sisi yang digunakan; apabila proses berhasil maka pintu pada kontainer akan terbuka namun apabila salah, maka Penerima harus kembali ke proses sebelumnya yaitu *face-capture* kembali.

Setelah barang diambil dari dalam kontainer, pintu kontainer harus ditutup kembali. Hal ini dapat dilakukan oleh Penerima dengan menekan tombol 'D' pada keypad untuk menutup pintu secara manual; atau dapat dibiarkan saja, yang dimana setelah 30-detik berlalu pintu akan tertutup secara otomatis.

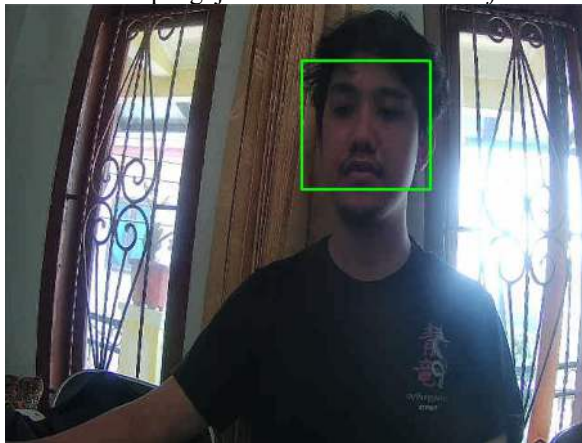
A. Hasil dari pengujian OpenCV



GAMBAR 4
Hasil dari OpenCV

Berdasarkan gambar 4, OpenCV diuji dengan menampilkan wajah dari penguji kedepan kamera. Hal ini ditunjukkan dari adanya kotak hijau yang mengelilingi wajah dari penguji untuk melakukan verifikasi akan aktifnya dari OpenCV.

B. Hasil dari pengujian *Haar Cascade Classifier*



GAMBAR 5
Hasil dari *Haar Cascade Classifier*

Analisi dari proses *Haar Cascade Classifier* dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian OpenCV, akan tetapi perbedaan dari kedua pengujian tersebut adalah kehadirannya dataset yang berbentuk (.xml) yang dimana file tersebut berfungsi sebagai penanda atau dapat disebut sebagai komponen inti dari proses klasifikasi kaskade.

Dilakukannya dua tipe proses pengujian; yang pertama adalah pengujian jarak tangkap dari *face-capture* itu sendiri dan yang kedua adalah pengujian *false-negative* dan *false-positive* dalam proses *face-capture* tersebut.

Pengujian pertama adalah pengujian jarak tangkap dari proses *face-capture* yang dimana pengujian dilakukan dibawah pencahayaan yang berbeda-beda. Dari percobaan tersebut, dapat dihitungnya tingkat akurasi melalui nilai rata-rata menggunakan rumus *mean*.

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

Keterangan:

$\bar{X}$ = Mean (rata-rata)

$\sum X$ = Jumlah data

n = Total data

Proses yang pertama dilakukan dibawah kondisi pencahayaan yang optimal, dengan jarak 100 cm hingga 250 cm, yang dimana pengujian tidak mengalami masalah ataupun delay dalam proses *face-capture*.

$$\bar{X} = \frac{10}{10} \times 100\%$$

Proses selanjutnya dilakukan dibawah kondisi yang sama, akan tetapi pada jarak 300 cm hingga 350 cm, yang dimana pengujian mengalami beberapa masalah dalam penangkapan gambar wajah tetapi tidak mengalami delay dalam proses.

$$\bar{X} = \frac{8}{10} \times 100\%$$

Proses terakhir yang dilakukan dalam kondisi yang sama, akan tetapi pada jarak 400 cm hingga 450 cm, yang dimana pengujian mengalami kegagalan dalam menangkap gambar wajah dari penguji.

$$\bar{X} = \frac{0}{10} \times 100\%$$

Jarak (cm/m)	Persentase Keberhasilan (%)
100 cm / 1 meter	100%
150 cm / 1.5 meter	100%
200 cm / 2 meter	100%
250 cm / 2.5 meter	100%
300 cm / 3 meter	80%
350 cm / 3.5 meter	80%
400 cm / 4 meter	0%

Sedangkan pada pengujian *webcam* dibawah kondisi cahaya yang redup, atau gelap. Pengujian mengalami penurunan jarak yang dapat ditangkap oleh kamera. Pada jarak 100 cm, pengujian tidak mengalami masalah ataupun delay dalam proses *face-capture*.

$$\bar{X} = \frac{10}{10} \times 100\%$$

Proses selanjutnya menggunakan jarak pada 150 cm, proses pengujian tidak mengalami masalah akan tetapi mengalami delay dalam proses *face-capture*.

$$\bar{X} = \frac{7}{10} \times 100\%$$

Proses terakhir ada pada jarak 200 cm, dimana proses pengujian tidak berhasil untuk mendeteksi gambar wajah.

$$\bar{X} = \frac{0}{10} \times 100\%$$

Jarak (cm/m)	Persentase Keberhasilan (%)
100 cm / 1 meter	100%
150 cm / 1.5 meter	70%
200 cm / 2 meter	0%

Dapat dilihat dari kedua tabel, bahwa dibawah kondisi yang optimal, jarak pendeteksian oleh *webcam* dalam proses *face-capture* dapat lebih jauh dibandingkan dengan kondisi pencahayaan yang redup. Dapat ditarik bahwa jarak penangkapan serta nilai akurasi penangkapan oleh *webcam* turun drastis dengan semakin buruknya pencahayaan untuk mendapatkan nilai akurasi yang tinggi.

Lalu dilakukannya pengujian yang kedua, yaitu pengujian *false-negative* dan *false-positive* yang dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan 20 gambar yang berbeda untuk tiap tipe *error* dan dicarinya nilai akurasi dengan menggunakan *haar-cascade classifier* yang digunakan untuk proses *face-capture*.

Pada pengujian *false-negative*, proses uji mendapatkan 1 gambar yang memicu *error* pada proses tersebut, sedangkan pada pengujian *false-positive*, proses uji mendapatkan 5 gambar yang memicu *error* pada proses tersebut.

```
Classifier loaded: True
Testing images with faces (positive set)...
Testing images without faces (negative set)...

Total Positive Images Tested: 20
Total Negative Images Tested: 20
Type-I Errors (False Positives): 5
Type-II Errors (False Negatives): 1
Overall Accuracy: 85.00%
False Positive Accuracy: 75.00%
False Negative Accuracy: 95.00%
```

GAMBAR 6

Hasil pengujian False-Positive dan False-Negative

Dapat dilihat pada gambar diatas, hasil dari pengujian kedua tipe *error* tersebut mendapatkan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 85%, yang dimana pada *false-positive* mendapatkan nilai sebesar 75% dan *false-negative* mendapatkan nilai sebesar 95% dengan menggunakan metode *haar-cascade classifier* tersebut.

C. Implementasi Sistem

Proses keamanan dimulai dengan terintegrasinya aktuator keypad dan servo, serta sensor gambar (*webcam*) yang dimana pintu pada kontainer akan terbuka apabila proses keamanan berhasil dilakukan.

GAMBAR 7
Aktuator KeypadGAMBAR 8
Motor Servo

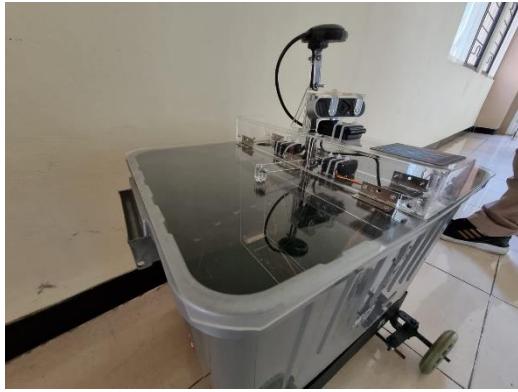
Komponen yang pertama diuji adalah Motor Servo, yang dimana perputaran motor harus dikalibrasi untuk dapat berputar dari 0° hingga 180° untuk membuka dan menutup pintu kontainer sesuai dengan prosedur sistem keamanan. Lalu komponen servo diintegrasikan dengan keypad, yang apabila hasil input sisi dan pin melalui keypad berhasil, maka servo akan berputar dan membuka atau menutup pintu kontainer. Komponen terakhir adalah sensor gambar (*webcam*) yang dimana dengan melalui prosedur keamanan, Penerima dapat memasukkan pin yang sebelumnya sudah ditentukan oleh Pengirim setelah berhasil melalui proses *face-capture*. Apabila Penerima berhasil melalui prosedur keamanan, maka pintu pada kontainer akan terbuka seperti pada gambar 8.



GAMBAR 9

Pintu Terbuka setelah proses keamanan berhasil

Namun apabila Penerima salah memasukkan pin sebanyak 3-kali, maka pitnu pada kontainer akan tertutup dan Penerima harus mengikuti proses *face-capture* kembali seperti pada gambar 9.



GAMBAR 10
Pintu tetap tertutup ketika pin belum benar

V. KESIMPULAN

Sistem keamanan ini berjalan berdasarkan 2 fitur yaitu: *face-capture* dan 4-digit pin. Sistem tersebut dilakukan melalui beberapa proses, yang dimana proses *face-capture* berfungsi sebagai bukti akan siapa yang mengambil barang atau paket yang ada dalam tempat penyimpanan dan 4-digit Pin yang menjadi *input-device* untuk melaksanakan proses dari pemilihan sisi dan memasukan pin bagi Pengirim dan Penerima.

REFERENSI

- [1] R. A. Budiman, "Perkembangan teknologi robot setiap tahun terus mengalami peningkatan yang sangat pesat Teknologi robot terus," p.p 1–1, 2022.
- [2] Universitas Teknokrat Indonesia, "Dosen dan Mahasiswa Universitas Teknokrat Indonesia Kembangkan Robot Pengantar Makanan." Mar. 7.
- [3] H. O. Pakaya, "Robot otonom (autonomous robot) adalah sebuah perangkat mekanis yang mampu bergerak bebas di lingkungan yang terdapat rintangan, dapat menjalankan berbagai jenis fungsi," pp. 1–1, 2021.
- [4] K. Mistry and A. Saluja, — An introduction to OpenCV using Python with Ubuntu, Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol., vol. 1, no. 2, pp. 65–68, 2016.
- [5] S.P. Abirami, G. Kousalya, Balakrishnan, R. Karthick, Chapter 14 - Varied Expression Analysis of Children With ASD Using Multimodal Deep Learning Technique, Editor(s): Arun Kumar Sangaiah, Deep Learning and Parallel Computing Environment for Bioengineering Systems, Academic Press, 2019, Pages 225-243, ISBN 9780128167182,