

PROTOTYPE SISTEM DETEKSI CACAT OTOMATIS PADA LABEL BOTOL SIRUP BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DENGAN METODE 2 DIMENSIONAL PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (2DPCA)

Dimas Adityo Pangestu¹, Rini Indarti², Muhammad Khoirul Hasin³

¹²³Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : dimasadityopangestu@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan sektor industri di Indonesia mengalami perkembangan yang terus meningkat beberapa tahun terakhir. Peran sistem otomasi pada era *industry 4.0* menjadi sangat penting dalam perkembangannya. Salah satunya adalah teknologi pengemasan yang terus berkembang seiring berjalannya waktu, mulai dari proses yang sederhana sampai teknologi modern seperti saat ini. Tetapi dalam pelaksanaannya sering muncul berbagai macam kendala terkait proses pengemasan tersebut. Salah satu item yang ada dalam proses pengemasan adalah proses pemasangan label. Cacat dalam pemasangan label dapat menurunkan nilai jual dari produk tersebut. Label merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi suatu produk karena berisi informasi dari produk tersebut disamping tertera ijin usaha dan kehalalannya. Pada pengolahan citra menggunakan metode *2D Principal Component Analysis* (2D-PCA) dan kamera *WebCam Logitech C270* sebagai sensor pengganti fungsi mata manusia yang digunakan untuk mengambil gambar sampel label botol sirup lalu dikirimkan ke PC (*Personal Computer*) dan diolah hingga menghasilkan *Output* kondisi label yang akan ditampilkan pada *interface* sistem. Pada penelitian ini tingkat keberhasilan rata-rata pendekripsi untuk 2 sampel label normal sebesar 85%, sedangkan untuk rata-rata pengujian 4 sampel label tidak normal sebesar 96,25%. Sehingga rata-rata akurasi sistem yang didapat dalam pengujian 6 sampel kondisi label dengan metode 2DPCA sebesar 92,50%.

Kata kunci: Pengolahan Citra, 2D *Principal Component Analysis*, Label

1. PENDAHULUAN

Kehadiran era revolusi industri keempat (Industri 4.0) sudah tidak dapat dielakkan lagi. Indonesia perlu mempersiapkan langkah-langkah strategis agar mampu beradaptasi dengan era industri digital ini. Indonesia berkomitmen untuk membangun industri manufaktur yang berdaya saing global melalui percepatan implementasi *industry 4.0*. Hal ini ditandai dengan peluncuran *Making Indonesia 4.0* sebagai sebuah roadmap dan strategi Indonesia memasuki era digital ini (Satya, 2018). Dalam era revolusi industri 4.0 saat ini, sektor industri di Indonesia sudah banyak yang menanamkan teknologi otomasi dalam setiap proses pembuatan produknya. Salah satu contoh adalah industri makanan dan minuman.

Kementerian Perindustrian menggenjot pertumbuhan di industri makanan dan minuman. Pasalnya, industri ini merupakan salah satu sektor manufaktur yang mampu

tumbuh positif pada triwulan II 2020 setelah tertekan berat akibat dampak pandemi Covid-19. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada triwulan II-2020, industri

makanan dan minuman tumbuh sebesar 0,22 persen secara tahunan. Pertumbuhan positif sektor industri makanan dan minuman ini merupakan momentum yang harus terus dijaga dan juga ditingkatkan sehingga dapat konsisten memberikan kontribusi signifikan bagi perekonomian nasional (Rochim, 2020). Selain meningkatkan pemasaran pada suatu produk yang dihasilkan, beberapa kendala sering terjadi pada hal pengemasan suatu produk tersebut, seperti adanya cacat pada hasil pelabelan kemasan produk sirup.

Sehubungan dengan hal itu maka diperlukan adanya suatu rancang bangun sistem yang dapat mengklasifikasi hasil pelabelan secara otomatis. Penelitian yang telah dilakukan berupa analisa dan simulasi perancangan sistem reject hasil klasifikasi pelabelan berbasis pengolahan citra dengan

input citra menggunakan 1 sensor kamera dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA).

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengambil penelitian untuk membuat rancang bangun sistem yang dapat mengklasifikasi hasil pelabelan pada label produk sirup berupa sempurna atau cacat dengan *input* citra menggunakan 2 sensor kamera sebagai sensor utama yang berfungsi memproses kelayakan label kemasan produk sirup dan akan diolah melalui sebuah PC (*Personal Computer*).

Penulis membuat rancang bangun menggunakan metode pengolahan citra berbasis 2 *Dimensional Principal Component Analysis* (2DPCA) yang merupakan metode pengembangan dari metode PCA untuk mengetahui hasil klasifikasi label yang sesuai standar. Jika label tidak sesuai standar maka akan di *reject* oleh sebuah motor servo ke bagian lain dan akan dihitung sebagai produk yang cacat. Sedangkan produk yang memenuhi standar juga akan dihitung sebagai produk yang layak jual dan siap untuk dipasarkan.

2. METODE

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra menjadi citra lain untuk tujuan tertentu, misalnya mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Suatu citra yang seringkali mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang (Munir, 2019).

2.2 Dimensional Principal Component Analysis

2DPCA merupakan perkembangan dari metode PCA. Algoritma pada 2DPCA hampir menyerupai algoritma PCA. Tetapi keduanya memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pada 2DPCA pemrosesan matriks citra dilakukan dalam representasi dua dimensi, bukan dengan vektor satu dimensi seperti metode PCA. Dengan dasar tersebut, maka matriks citra dua dimensi tidak perlu ditransformasikan menjadi vektor satu dimensi seperti yang dilakukan pada metode

PCA. Jadi, pemrosesan metode 2DPCA dilakukan secara langsung dengan menggunakan matriks citra. Hal ini mengakibatkan ukuran dimensi matriks untuk perhitungan matriks kovarian menjadi lebih kecil dibandingkan dengan metode PCA (Lina & Feriyansah, 2019).

Tahapan dalam proses analisa citra (data) dengan menggunakan metode 2DPCA adalah sebagai berikut:

1. Mengambil citra acuan.
2. Normalisasi data.
3. Menentukan Matriks Kovarian dari citra

$$C = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (A_k - \bar{A})^T (A_k - \bar{A}) \quad (1)$$

4. Menentukan nilai Eigen dan vektor Eigen dari matriks kovarian.
5. Menentukan komponen penting berdasarkan vektor Eigen.

$$y_i^j = A_j x_i \quad (2)$$

Dengan :

y = Hasil proyeksi citra dengan vektor Eigen

A = Matriks citra

x = Vektor Eigen berdasarkan beberapa nilai Eigen terbesar

i, j = indeks dimana $i = 1, \dots, d$ dan $j = 1, \dots, M$ M = jumlah citra acuan

6. Memproses citra baru (citra uji).

2.3 Euclidean Distance

Dalam matematika Jarak Euclidean menyatakan jarak antara dua titik dalam satu ruang. Secara umum, yang dimaksud jarak antara dua titik adalah garis terpendek diantara semua garis yang menghubungkan kedua titik tersebut. Pemilihan Jarak *euclidean* dikarenakan metode ini cocok digunakan menghitung jarak antara titik-titik piksel dari dua citra yang berbeda (Pamungkas & Hariri, 2016). Kombinasi Jarak *euclidean* dengan 2DPCA akan memaksimalkan jarak antar vector citra label sempurna dan cacat.

$$D_{x,y} = \sum_{i=1}^m (X_i + Y_i)^2 \quad (3)$$

Keterangan :

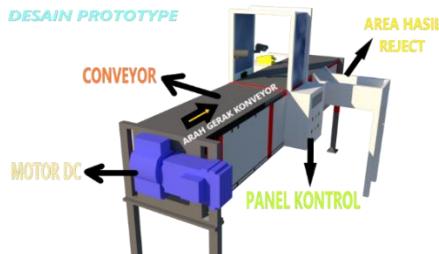
D = Jarak Euclidean m = Dimensi data

X_i = Titik data pertama Y_i = Titik data kedua

2.4 Rancangan Sistem Hardware

Rancangan sistem *hardware* pada tugas

akhir ini seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Desain Hardware

Pada **Gambar 1** ini menjelaskan tentang *Hardware* yang akan digunakan pada sistem deteksi cacat otomatis pada label botol sirup. Dari gambar ini dapat diketahui, sensor *aktuuator* dan *kontroler* yang akan digunakan. Pada *aktuuator* terdapat motor DC yang akan berfungsi sebagai penggerak konveyor. Untuk sensornya digunakan untuk mendeteksi adanya objek yang akan di deteksi.

Kemudian, pada kontroler terdapat PC yang berfungsi sebagai kontroler yang mengirim data hasil kamera ke arduino dan menerima data dari sensor dan kamera.

2.5 Rancangan Sistem Software

Dalam perancangan *software*, aplikasi akan menampilkan secara langsung dari kamera yang ada pada *prototype* sistem deteksi. Tampilan itu akan muncul pada *human machine interface* (HMI). Berikut ini adalah tampilan HMI yang telah dirancang oleh penulis.



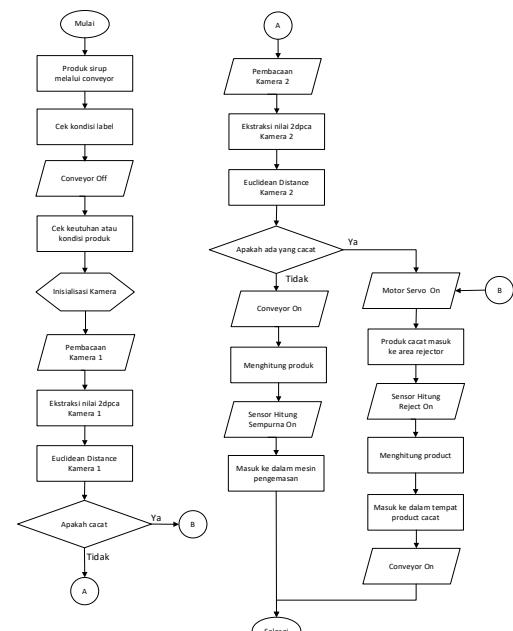
Gambar 2. Desain HMI

Halaman *login* pada HMI sistem deteksi cacat label. Pada halaman *login* tersebut

berisikan kolom *username* dan *password* yang harus diisi terlebih dahulu sebelum masuk pada halaman *training* data. Sedangkan halaman *training* data menampilkan data *real time* objek yang akan diidentifikasi, dan untuk keterangan hasil klasifikasinya ditampilkan berupa tulisan sempurna atau cacat yang terdapat pada HMI tersebut.

2.6 Alur Kerja Sistem

Tahap awal pada sistem deteksi ini adalah jalannya konveyor ketika sistem mulai dihidupkan, dataset dan library untuk pemrograman dipersiapkan, dan 2 kamera *webcam* aktif. Kemudian konveyor tersebut akan aktif terus sampai sensor mendeteksi objek yaitu botol sirup. Ketika sensor tersebut mendeteksi adanya objek, maka konveyor berhenti dan kedua kamera kamera akan melakukan pembacaan kondisi label. Setelah itu masuk ke tahap selanjutnya yaitu identifikasi kesempurnaan pada label dengan pengambilan citra objek berupa tampak kiri dan tampak kanan. Ini adalah tahap inti dari sistem ini dimana jika label pada botol sirup yang terdeteksi adalah normal, maka konveyor akan aktif dan servo *reject* akan *off*. Dan ketika kondisi label yang terdeteksi cacat maka botol sirup akan di *reject*. Semua proses akan terus berjalan hingga proses di hentikan secara manual.



Gambar 3. Flowchart Alur Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Sensor dan Aktuator

Proses pengujian alat pada tugas akhir ini bertujuan agar dapat mengetahui tingkat keakuratan pada setiap komponen yang digunakan serta dapat mengetahui besarnya persentase error pada setiap komponen tersebut. Berikut ini bentuk pengujian pada setiap komponen yang digunakan pada tugas akhir ini.

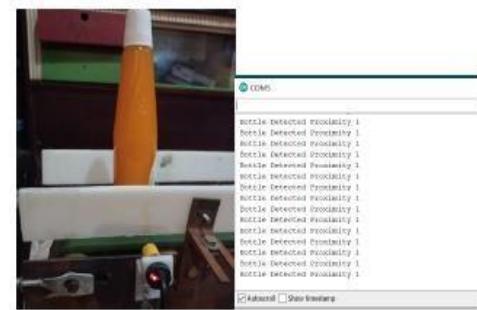
Pada sub bab ini, berisi tentang pengujian kamera. Pada sistem ini, yang digunakan adalah kamera Logitech C270. Tahap awal adalah pengecekan koneksi kamera terhadap PC. Jika berhasil, pengujian terhadap koneksi kamera telah selesai. Pada sistem saya berikut ini, saya menggunakan 2 kamera Logitech C270 yang terdapat sisi kanan dan kiri konveyor. Penggunaan 2 kamera bertujuan agar sistem mendeteksi kondisi label dengan maksimal. Untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya, dibutuhkan adanya pengujian sensor yang akan dipasang pada plant ini. Berikut ini adalah hasil pengujian sensor pada plant tugas akhir ini. Pada **Gambar 4** merupakan hasil pengujian koneksi antara kamera dengan PC.



Gambar 4. Pengujian 2 Kamera Logitech C270

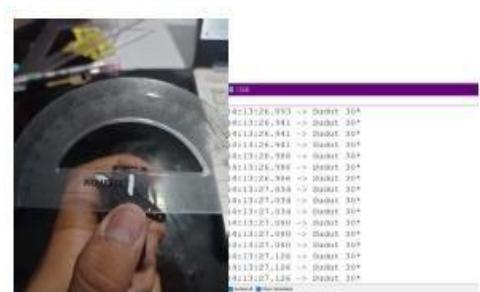
Pada pengujian sensor *proximity*, sensor ini akan dihubungkan dengan program Arduino. Sensor ini akan diberikan suatu kondisi. Ketika *proximity* aktif, maka serial akan menampilkan tulisan “*Bottle Detected*” apabila *proximity* tidak aktif atau tidak terkena objek, maka serial akan menampilkan tulisan “*Bottle No Detected*”. Pengujian dilakukan pada 3 sensor *proximity* yang terdapat di sistem, dimana sensor *proximity* 1 berfungsi sebagai Start awal berjalananya sistem. Sensor *proximity* 2 berfungsi untuk pembacaan proses *image processing* menggunakan 2 kamera. Sensor *proximity* 3 sebagai pembacaan jumlah botol yang selesai terproses pada sistem. **Gambar 5** adalah hasil pengujian sensor *proximity* 1 pada

kondisi aktif.



Gambar 5. Hasil Pengujian Sensor *Proximity* 1 Terdeteksi

Selanjutnya digunakan sebuah aktuator berupa sebuah motor servo 5v yang bertipe MG995 yang berfungsi sebagai tuas pemilihan label cacat supaya masuk kedalam area rejektor. Pada tugas akhir ini servo digerakkan pada rentang sudut 30, 60 dan 90 derajat sesuai dengan pendektsian *proximity* untuk menentukan servo akan bergerak. Berikut adalah gambar pengujian keakuratan pada motor servo dan Arduino.



Gambar 6 Hasil Pengujian Servo MG995 30 Derajat

Selanjutnya sebuah aktuator berupa Motor DC yang berfungsi sebagai penggerak *conveyor belt* pada saat sedang berlangsungnya sistem mulai dari proses awal hingga akhir. Pada tugas akhir ini Motor DC akan berjalan apabila relay “ON” dan akan berhenti saat relay “OFF”. Berikut adalah gambar kondisi relay saat *off*.



Gambar 7. Pengujian Relay Motor DC Kondisi *OFF*

3.2 Hasil Pengujian 2 Dimensional Principal Component Analysis

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan persentase keberhasilan dari metode 2 Dimensional Principal Component Analysis. Tahap yang dilakukan terlebih dahulu yaitu pengambilan data *training* sebanyak 100 citra untuk setiap sampel label. Sehingga dari 6 sampel yang ada maka total seluruh dataset berjumlah 600 citra. Terdapat 6 sampel parameter kondisi label yang saya gunakan yaitu :

1. Label Normal 1 Tampak Kiri
2. Label Normal 2 Tampak Kanan
3. Label Cacat 1
4. Label Cacat 2
5. Label Cacat 3
6. Label Cacat 4

Pada 6 sampel kondisi label yang akan di *training* masing-masing memiliki resolusi sebesar 50 x 50 pixel.

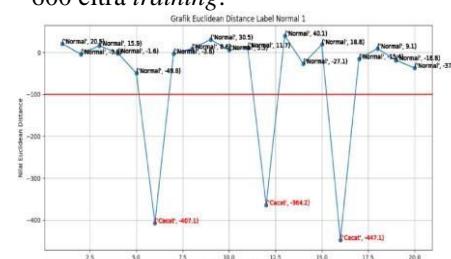
Tabel 1. Grafik Hasil Euclidean Distance

No.	Data Set	Sampel	Result
1.		Label Normal 1 Tampak Kiri	Norma 1
2.		Label Normal 2 Tampak Kanan	Norma 1

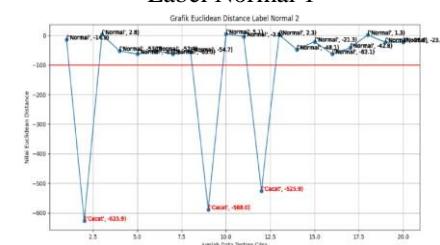
No.	Data Set	Sampel	Result
3.		Label Cacat 1	Tidak Norma 1
4.		Label Cacat 2	Tidak Norma 1
5.		Label Cacat 3	Tidak Norma 1
6.		Label Cacat 4	Tidak Norma 1

3.3 Hasil Pengujian nilai 2DPCA dengan Euclidean Distance

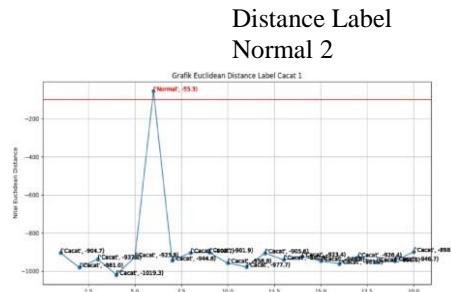
Berikut adalah hasil dari pengujian 6 sampel kondisi label yang digunakan dengan jumlah 20 citra testing pada setiap sample. Total dari citra *testing* yang digunakan pada pengujian berikut ini adalah 120 citra dari 600 citra *training*.



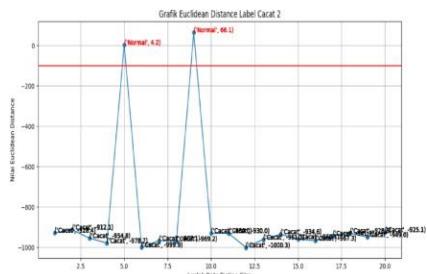
Gambar 8. Grafik Hasil Euclidean Distance Label Normal 1



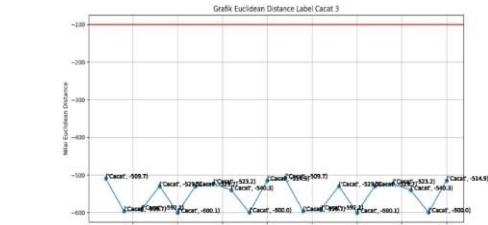
Gambar 9. Grafik Hasil Euclidean



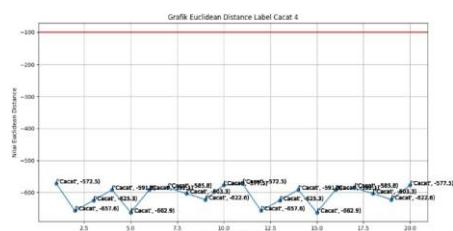
Gambar 10. Grafik Hasil Euclidean Distance Label Cacat 1



Gambar 11. Grafik Hasil Euclidean Distance Label Cacat 2



Gambar 12. Grafik Hasil Euclidean Distance Label Cacat 3



Gambar 13. Grafik Hasil Euclidean Distance Label Cacat 4

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Klasifikasi kondisi label menggunakan pengolahan citra dengan metode 2DPCA dinilai mampu dilakukan dengan rata – rata akurasi keberhasilan sebesar 92,5%. Serta hasil pengujian pada pengenalan citra menggunakan metode 2DPCA dan *Euclidean*

Distance sebagai pengenalan 2 sampel Label Normal memiliki persentase yang cukup baik yaitu memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 85%. Serta untuk 4 sampel Label Tidak Normal memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 96,25%. Sedangkan penentuan label normal dan tidak normal dapat dikenali dengan menggunakan metode 2 *Dimensional Principal Component Analysis* dan *Euclidean Distance*.

4.2 Saran

Dari percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka terdapat beberapa hal yang dapat di perhatikan dan ditingkatkan lagi pada penelitian selanjutnya yaitu menggunakan kamera yang memiliki resolusi lebih tinggi, memperbanyak varian dan jumlah dataset yang akan digunakan dalam *training* metode 2DPCA, lebih memperhatikan kondisi cahaya sekitar karena sangat mempengaruhi hasil pembacaan dengan kamera.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dewi Rosmala, G. D. (2012). Pembangunan Website Content monitoring system Menggunakan Diflib Python. *Jurnal Informatika*, 3(3), 17-22.
- I Wayan Suartika E. P, A. Y. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101. *JURNAL TEKNIK ITS*, 5(1), 66-69.
- J. T. Springenberg, A. D. (2015). Striving For Simplicity: The All Convolutional Net. *ICLR 2015*.
- Kusumanto, R., & Tompunu, A. N. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek. Palembang: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan.
- Lina, & Feriyansah, A. J. (2019). Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode 2d-Pca. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 132-133.
- Mauridhi Hery, A. K. (2006). *Supervised Neural Networks dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muchammad Husni, R. M. (2005). Prototype sistem monitoring rumah menggunakan Webcam. *JUTI : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 4(2), 105- 111.

Munir, R. (2019). Pengantar Pengolahan Citra. In *Interpretasi dan Pengolahan Citra* (Vol. 2, pp. 15-18).

Norvig, S. J. (1995). *Artificial Intelligence Modern Approach* (3rd ed.). New Jersey: Prentice Hall