

PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI KERETAKAN PADA ETERNIT BERBASIS IMAGE PROCESSING UNTUK PROSES QUALITY CONTROL

Bonanza Dwi Bijaksana¹, Edy Setiawan², Joessianto Eko Poetro³

¹²³Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : bona78963@gmail.com

Abstrak

Eternit merupakan salah satu produk industri yang biasa digunakan untuk melindungi atap yang sering digunakan. Selain kelebihan yang ringan, eternit juga tahan dari berbagai iklim serta tidak menghantarkan listrik sehingga eternit banyak diminati oleh masyarakat. Akan tetapi, pada proses *quality control* pembuatan eternit ini masih menggunakan tenaga manual. Pada penelitian ini, diharapkan nantinya bisa membantu bidang industri pembuatan eternit khususnya pada proses *quality control* agar lebih efektif dan efisien dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra. Pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem klasifikasi otomatis berbasis *image processing* dengan menggunakan metode *haar cascade* dan ekstraksi kontur yang kemudian akan dilakukan analisa dan perbandingan untuk diputuskan metode mana yang lebih efektif, kemudian akan dilakukan pendeteksian keretakan pada eternit berdasarkan citra yang diambil untuk kemudian dilakukan pengambilan keputusan apakah eternit tersebut tergolong *good product* apakah *rejected product*. Dengan menggunakan Mini PC jenis NVIDIA Jetson Nano sebagai *controller* yang akan mengolah seluruh data *input* dan kamera WebCam Logitech C270 sebagai sensor pengganti fungsi mata pada manusia yang digunakan untuk mengambil gambar. Nantinya data yang telah diolah di Mini PC akan dikirim ke aktuator berupa piston pneumatik untuk dilakukan pemisahan *product* saat Mini PC mendeteksi adanya keretakan pada eternit. Pada penelitian ini, persentase akurasi deteksi menggunakan metode *haar cascade* masih cukup rendah yaitu sebesar 70%. Sedangkan penggunaan metode kontur untuk pendeteksian pada sistem ini memiliki akurasi sebesar 100%. Dari pengujian tersebut, penggunaan metode kontur sangat disarankan untuk diimplementasikan pada pendeteksian keretakan eternit.

Kata kunci: NVIDIA Jetson Nano, Haar Cascade, WebCam C270, Klasifikasi

1. PENDAHULUAN

Dengan ditandainya penggunaan teknologi informasi dan komunikasi yang telah dimanfaatkan sepenuhnya, dunia telah memasuki era revolusi industri 4.0. Pada revolusi industri 4.0 ini terjadi perkembangan pesat pada sektor industri. Sehingga dalam hal ini sektor industri di Indonesia perlu dilakukan perbaikan berskala besar agar dapat bersaing dengan negara lain, terutama pada sektor teknologi (Satya, 2018).

Kecerdasan buatan atau yang biasa disebut dengan *Artificial Intelligence* (AI) adalah teknik yang digunakan untuk meniru kecerdasan yang dimiliki manusia untuk digantikan oleh mesin atau robot. *Machine Learning* (ML) atau pembelajaran mesin merupakan salah satu metode dalam AI yang cukup banyak digunakan dalam menggantikan tenaga manusia sehingga lebih efektif dan efisien (Ahmad, 2017).

Seiring berkembangnya teknologi, otomatis juga mempengaruhi produksi di bidang bahan bangunan salah satunya adalah eternit. Selain kelebihan yang ringan, eternit juga tahan dari berbagai iklim serta tidak menghantarkan listrik sehingga eternit banyak diminati oleh masyarakat (Darmono *et al.*, 2010)

Dalam persaingan yang ketat perusahaan harus mampu menghasilkan produk yang benar-benar berkualitas agar mampu bersaing dengan perusahaan sejenis. Dalam mencapai tujuan produk yang berkualitas, kegiatan perusahaan yang menjadi fokus adalah kegiatan produksi khususnya pada pengendalian kualitas (*Quality Control*)

Quality control di sebuah perusahaan sangatlah penting, untuk mencapai target standart produksi dan mengurangi tingkat kerusakan serta meningkatkan tingkat efisiensi produksi perusahaan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Namun, pada kondisi di lapangan masih ditemukan eternit yang

memiliki kualitas kurang memenuhi standart. Proses *quality control* yang dilakukan masih secara konvensional, yakni dengan menggunakan tenaga manusia.

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, penulis memiliki sebuah inovasi untuk membuat sistem *quality control* untuk memisahkan antara eternit yang memiliki kualitas bagus dan eternit yang memiliki kualitas belum memenuhi 2 standart. Pada Tugas Akhir ini, objek eternit akan dilewatkan konveyor kemudian akan dideteksi menggunakan sebuah kamera yang terintegrasi dengan *controller* berupa *Mini PC*. *Output* dari rancang bangun ini adalah sebuah keputusan untuk menentukan lolos tidaknya sebuah eternit saat dilakukan *quality control* berdasarkan keretakan pengurangan jumlah poin yang terdapat pada tepi agar lebih sederhana.

2. METODOLOGI

2.1 Haar Cascade

Haar like Feature merupakan metode yang sering digunakan dalam pendeteksian objek. Nama *Haar* mengacu pada *Haar Wavelet*, sebuah fungsi matematika yang berbentuk kotak dan memiliki prinsip seperti pada fungsi Fourier (Sajati, 2018).

Haar-like features adalah fitur persegi panjang, yang dapat memberikan instruksi khusus pada gambar. Prinsip *Haar-like features* adalah mengidentifikasi objek berdasarkan nilai fitur yang sederhana daripada nilai piksel objek gambar. Kelebihan metode ini adalah kecepatan perhitungannya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi, bukan nilai setiap piksel pada citra (Viola and Jones, 2001). Metode yang diusulkan Viola dan Jones menggabungkan empat kunci utama untuk mendeteksi sebuah obyek, yaitu:

1. Fitur persegi sederhana, disebut fitur Haar
2. Integral *image* untuk pendeteksian fitur dengan cepat
3. Metoda *AdaBoost machine-learning*
4. *Cascade classifier* untuk mengkombinasikan banyak fitur

Haar like feature akan memproses citra dalam sebuah kotak persegi dengan ukuran tertentu. Dalam kotak inilah proses *filtering* objek dilakukan untuk mengetahui objek yang dideteksi apakah ada atau tidak. Proses filtrasi ini dilakukan secara bertingkat yang menyebabkan metode ini nantinya disebut sebagai *Haar Cascade Classifier*.

2.2 Ekstraksi Kontur

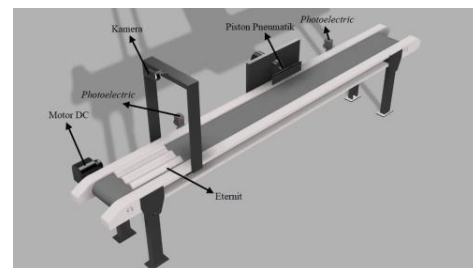
Kontur merupakan rangkaian *pixel-pixel* yang membentuk batas daerah (*region boundary*). Metode dalam komputasi geometris algoritma untuk ekstraksi kontur adalah dua tahap, yang pertama adalah konversi *input* dan algoritma geometris dan tahap kedua adalah menemukan titik-titik yang saling berhubungan dalam kontur dengan menggunakan algoritma geometris. Tahap kedua terdiri dari tiga langkah yaitu pengelompokan titik, setelah itu dihubungkan tiap titik berdasarkan kedekatan dan orientasinya kemudian dilakukan pengurangan jumlah poin yang terdapat pada tepi agar lebih sederhana.

Representasi kontur dapat berupa senarai tepi (*edge list*) atau berupa kurva. Representasi kontur ke dalam kurva merupakan representasi yang kompak untuk analisis citra. Misalnya, rangkaian pixel tepi yang membentuk garis dapat direpresentasikan hanya dengan sebuah persamaan garis lurus.

Representasi seperti ini dapat digunakan untuk menyederhanakan perhitungan selanjutnya seperti arah dan panjang garis.

2.3 Rancangan Sistem Hardware

Rancangan sistem *hardware* pada tugas akhir ini seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Desain Alat



Gambar 1 merupakan rancangan sistem *hardware* dari tugas akhir ini berupa alat pendeteksi keretakan pada eternit untuk proses *quality control* pada industri eternit. Dengan alat ini diharapkan dapat meningkatkan sistem *quality control* pada industri eternit agar lebih efektif dan efisien. Alat ini dikontrol menggunakan *Mini PC NVIDIA Jetson Nano* yang tersambung dengan kamera web dan juga dua sensor jarak yaitu *photoelectric* sensor dan juga satu aktuator berupa piston melalui pin *GPIO (General Purpose Input-Output)* yang tersedia di *NVIDIA Jetson Nano*. Pada Gambar 1 Alat ini akan bekerja saat sensor jarak pertama mendeteksi sebuah eternit yang berjalan diatas konveyor lalu kamera web akan

melakukan *capture* dan dikirim ke Mini PC untuk dilakukan pemrosesan citra. Sehingga piston akan bekerja saat sensor jarak kedua mendeteksi eternit yang memiliki keretakan atau biasa disebut *rejected product* yang telah dideteksi menggunakan Mini PC. Pada gambar terdapat konveyor dengan panjang 2 m dan lebar 40 cm yang dikontrol dengan Motor DC. Selain itu terdapat dua buah sensor *photoelectric* yang digantung dengan ketinggian 40 cm. Pada proses *output* terdapat sebuah piston pneumatik. Alat ini dibuat menyesuaikan dengan ukuran eternit yaitu 30 cm x 30 cm.

2.4 Dataset

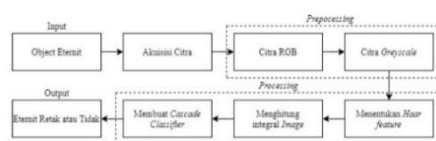
Dataset merupakan sebuah himpunan data yang berisi tentang informasi dari masa lampau. Pada penelitian ini *dataset* diambil dari beberapa contoh gambar yang disimpan pada ruang penyimpanan sebuah NVIDIA Jetson Nano, data tersebut digunakan untuk proses klasifikasi pada sampel objek. Dan semakin banyak jumlah himpunan data maka semakin tinggi juga tingkat keakuratan dari sebuah proses klasifikasi. Berikut adalah beberapa contoh *dataset* pada kualitas eternit.

Tabel 1. *Dataset*

Nama Dataset	Kualitas	Gambar Dataset	Jumlah Dataset
Eternit <i>Rejected Product</i>	Retak		50
Eternit <i>Good Product</i>	Tidak Retak		100

2.5 Skema Pengolahan Citra

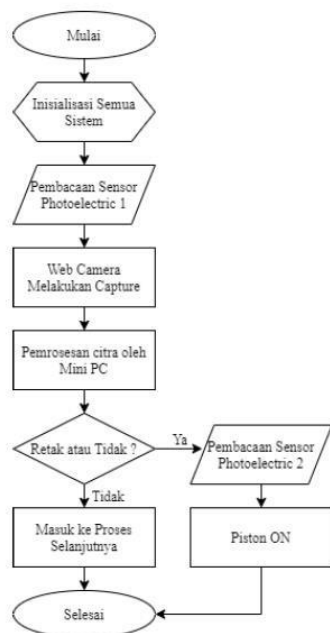
Pada pengolahan citra *preprocessing* merupakan tahap awal yang dilakukan untuk mendapatkan informasi dari sebuah citra dan akan diolah untuk tahap selanjutnya, yang disebut tahap *processing*. Sehingga hasil akhir bisa didapatkan



Gambar 2. Alur Proses Klasifikasi

Pada **Gambar 2** adalah alur proses pengolahan citra dengan metode *haar cascade classifier* dengan nilai *input* berupa objek eternit di akuisisi untuk mendapatkan citra digital yang diproses ke tahap *preprocessing*. Tahap ini merupakan proses perolehan data citra yang kemudian dikonversi dari citra RGB ke citra *grayscale*. Pada tahap *processing* dilakukan penentuan *haar feature*, *Haar-like features* merupakan *rectangular features* (fungsi persegi), yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah *image* atau gambar. Prinsip *Haar-like features* adalah mengenali obyek berdasarkan nilai sederhana dari fitur. Tetapi bukan merupakan nilai piksel dari *image* obyek tersebut. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah *image* (Viola and Jones, 2001). Setelah data integral *image* dihitung, *Haar like feature* akan memproses citra dalam sebuah kotak persegi dengan ukuran tertentu. Di dalam kotak inilah proses *filtering* objek akan dilakukan untuk diketahui apakah ada atau tidak objek yang akan dideteksi. Proses *filtrasi* ini dilakukan secara bertingkat yang menyebabkan metode ini nantinya disebut sebagai *Haar Cascade Classifier*.

2.6 Flowchart Alur Kerja Sistem



Gambar 3. Flowchart Alur Kerja Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Sensor dan Aktuator

Pada pengujian sensor dan aktuator, terdapat beberapa pengujian antara lain: kamera, proximity, *solenoid valve* dan *cylinder pneumatic*. Pada penelitian ini, pengujian kamera bertujuan untuk menguji kamera yang digunakan mampu bekerja dengan baik atau tidak. Hasil pengambilan gambar pada kamera ini berupa citra yang selanjutnya akan dikirim ke Mini PC untuk kemudian dilakukan proses selanjutnya.



Gambar 4. Flowchart Alur Kerja Sistem

Selanjutnya sensor proximity yang digunakan adalah proximity berjenis kapasitif. Pengujian proximity ini dilakukan dengan cara *monitoring* tegangan/sinyal *high* atau *low* pada proximity menggunakan program sederhana yang telah dihubungkan dengan Mini PC. Tabel 2 berikut merupakan hasil pengujian jarak yang dapat dideteksi oleh proximity.

Tabel 2. Dataset

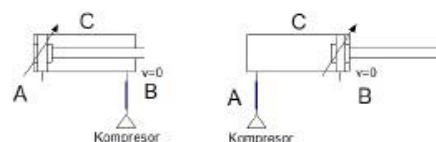
Jarak (cm)	Kondisi Proximity	
	High	Low
7	√	
10	√	
13	√	
16	√	
19	√	
20		√
21		√

Selanjutnya pengujian *solenoid valve* dilakukan dengan memberikan sinyal *high/low* kepada *solenoid valve* menggunakan program sederhana yang telah dihubungkan dengan Mini PC. Tabel 3 merupakan hasil pengujian kondisi *solenoid valve*. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa *solenoid valve* dapat merespon perintah yang diberikan dengan baik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Solenoid Valve

Kondisi Solenoid Valve pada Mini PC (On = 1, Off = 0)	Kondisi Solenoid Valve Sebenarnya (On = 1, Off = 0)	Error (%)
1	0	0
0	1	0
1	0	0
0	1	0
Error Average		0

Selanjutnya pengujian *Cylinder Pneumatic* dilakukan dengan cara memberikan udara menggunakan kompresor untuk melihat aktuator ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. **Gambar 5** merupakan representasi dari cara pengujian aktuator ini. Udara kompresor akan dimasukkan secara bergantian pada lubang A dan B. Pada gambar tersebut *Cylinder Pneumatic* diwakilkan dengan huruf C.



Gambar 5. Pengujian Cylinder Pneumatic

Tabel 4. Hasil Pengujian Cylinder Pneumatic

Input Kompresor		Hasil Deteksi	Error (%)
A	B		
1	0	C+	0
0	1	C-	0
1	0	C+	0

0	1	C-	0
Error Average			0

3.2 Hasil Pengujian Haar Cascade

Pada algoritma *haar cascade*, terdapat tiga tahapan percobaan dan pengujian antara lain: *haar like feature*, *integral image* dan *adaptive voosting classifier*. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah model warna gambar RGB menjadi *Grayscale* atau skala abu abu. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan gambar keretakan pada eternit. Setelah *image* diubah menjadi *grayscale*, proses selanjutnya adalah memilih fitur Haar dengan menggunakan *Haar-Like Feature*.

Haarlike feature memproses gambar dalam tiap kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa piksel. Kemudian per kotak akan diproses dan menghasilkan perbedaan nilai (*threshold*) yang menandakan daerah negatif dan positif. Nilai nilai tersebut yang akan dijadikan dasar dalam *image processing*.

3	7	7	3
1	3	3	1
5	9	9	5
3	6	6	3

Gambar 6. Integral Image

Gambar 6 merupakan matriks asli dengan pixel sesuai dengan nilai masukan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan *integral image* yang nantinya akan diubah menjadi matriks 2x2 yang kemudian dibuat *summed area table* yang merupakan *integral image* dari matriks asli dengan ukuran yang sama. Selanjutnya Algoritma *Adaboost* adalah algoritma yang menghasilkan *strong classifier* dengan kombinasi jumlah *simple* atau *weak classifier* secara linier. *Adaboost* digunakan untuk pemilihan fitur *Haar* yang lebih spesifik dengan cara mengevaluasi setiap fitur terhadap data latih dengan menggunakan nilai di fitur tersebut.

3.3 Hasil Pengujian Kontur

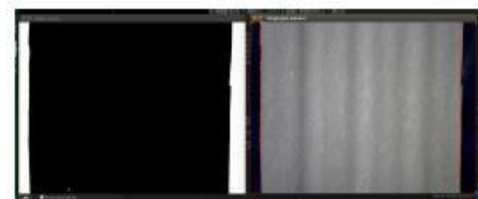
Pada algoritma kontur, terdapat tiga tahapan percobaan dan pengujian antara lain: *Thresholding*, *Masking* dan *Decision*. *Thresholding* merupakan salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan antara objek dengan *background* dalam suatu citra berdasarkan pada perbedaan tingkat kecerahannya. Warna citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap (hitam)

sempurna dengan nilai intensitas sebesar 0), sedangkan *region* citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang (putih sempurna dengan nilai intensitas sebesar 1).



Gambar 7. Citra Hasil Thresholding

Setelah citra sudah tersegmentasi atau sudah berhasil dipisahkan objeknya dengan *background*, maka citra biner yang diperoleh dapat dijadikan sebagai *masking* untuk melakukan proses *cropping* sehingga diperoleh tampilan citra asli tanpa *background* atau dengan *background* yang dapat diubah-ubah, dalam penelitian ini dilakukan proses *cropping* antara eternit dengan *background*. Setelah itu akan dilakukan *masking* lagi pada citra untuk mencari keretakan.



Gambar 8. Citra Hasil Masking

Apabila citra memiliki nilai keretakan selanjutnya akan dilakukan *reject product* yang akan dilakukan oleh *output*, apabila tidak terdapat keretakan maka citra tersebut akan lolos melewati *output*. Berikut tabel pengujian *Decision*.

Tabel 5. Dataset

Percobaan ke-	Kondisi Eternit	Hasil Deteksi	Error (%)
1	Normal	Normal	0
2	Retak	Retak	0
3	Normal	Normal	0
4	Retak	Retak	0
5	Normal	Normal	0
6	Retak	Retak	0
7	Normal	Normal	0
8	Retak	Retak	0
9	Normal	Normal	0
10	Retak	Retak	0
Error Average			0

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Pendeteksian keretakan pada eternit dapat dilakukan dengan menggunakan kamera webcam tipe C-270 dengan jarak 40 cm dari objek dengan implementasi metode *haar cascade* dalam sistem. Dataset dilakukan *training* data berjumlah 50 *dataset* positif (retak) dan 100 *dataset* negatif (normal) untuk didapatkan citra positif dan citra negatif. Sedangkan untuk implementasi metode kontur dilakukan dengan cara mengubah nilai citra berdasarkan tingkat kecerahan yang telah ditentukan nilai HSVnya yaitu sebesar 93, kemudian nilai tersebut akan diubah menjadi 0 (hitam sempurna) ataupun 1 (putih sempurna) sesuai dengan tingkat kecerahan pada citra sehingga didapatkan hasil apakah objek memiliki keretakan atau tidak. Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil keberhasilan metode *haar cascade* sebesar 70%, sedangkan dengan metode kontur didapatkan tingkat keberhasilan pendeteksian sebesar 100%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. (2017) 'Mengenal *Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network*, dan *Deep Learning*'.
Darmono, A. M. *et al.* (2010) 'Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Bahan Serat Terhadap Kualitas Eternit A. Manap Dan Darmono Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY', VI(2), pp. 97–110.
Satya, V. E. (2018) 'Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual Dan Strategis Strategi Indonesia Menghadapi Industri 4.0', *Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*, X(09), p. 19.
Sajati, H. (2018) 'The Effect of Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) Values on Object Detection Accuracy in Viola Jones Method', *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 4. doi: 10.28989/senatik.v4i0.139.
Viola, P. and Jones, M. (2001) 'Rapid object detection using a boosted cascade of simple features', *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1(July 2014). doi: 10.1109/cvpr.2001.990517.