

Identifikasi Penyebab Cacat Pada Hasil Pengelasan Dengan *Image Processing* Menggunakan Metode YOLO

Rizal Lucky Pradana, Agus Khumaidi, Rocky Andiana

Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Kode Pos 60111

Email: rizalpradana@student.ppns.ac.id, aguskhumaidi@ppns.ac.id

Abstrak— Pengelasan adalah proses penggabungan antara 2 logam atau lebih menjadi suatu bentuk sambungan dengan menggunakan energi panas sebagai media mencairkan bagian logam yang akan disambung. Pengelasan yang tidak sempurna dapat menyebabkan kecacatan pada hasil pengelasan tersebut, terjadinya penumpukan elektroda, terjadinya spatter yang berlebih, dan porositas yang terjadi pada plat logam, pada umumnya cacat ini dapat disebabkan karena pengaturan arus listrik yang tidak benar dan skill seorang welder itu sendiri. *Visual Inspection* adalah salah satu metode *Non Destructive Test (NDT)* untuk proses uji hasil pengelasan, *Visual Inspection* ini adalah tahap awal inspeksi sebelum hasil las dilanjutkan ke *Destructive Test*. Proses ini masih menggunakan cara manual yaitu dengan penglihatan manusia, sehingga hasil pengujian masih subjektif, sehingga dibutuhkan sistem pendeteksian penyebab cacat pengelasan secara otomatis menggunakan *image processing* dengan metode YOLO yang difokuskan untuk kesalahan pengaturan arus listrik pada mesin las, dengan kriteria arus terlalu besar, normal, dan rendah. Berdasarkan pengujian menggunakan metode YOLO, dengan menggunakan sample 39 plat didapatkan nilai keberhasilan sebesar 92%.

Kata Kunci— YOLO, Cacat Pengelasan, NDT, arus.

I. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah menyambung dua benda kerja atau lebih, tanpa menggunakan atau dengan menggunakan bahan tambah dengan cara memanasi benda kerja tersebut sampai titik cair dan menyatu menjadi satu, sehingga membentuk suatu sambungan/kampuh.

Dalam hasil pengelasan tidak semua logam akan menghasilkan hasil las yang baik atau sempurna. Ada beberapa hasil pengelasan yang tidak sempurna atau cacat. Untuk dapat mengetahui hasil pengelasan tersebut dengan beberapa metode. Metode inspeksi hasil pengelasan biasa dilakukan melalui 2 metode yaitu, *Destructive Testing (DT)* dan *Non Destructive Testing (NDT)*. (DT) adalah suatu cara pengujian hasil pengelasan dengan cara merusak hasil pengelasan yang diuji. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan las terhadap suatu jenis pembebanan. Pengujian DT antara lain [1] [2] yaitu pengujian tarik, pengujian beban kejut (*impact*), pengujian kekerasan, pengujian *macro (structure test)*.

NDT adalah aktivitas atau inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, *discontinuity*, dan lain tanpa merusak benda yang kita tes. Pada dasarnya, tes ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman dan belum melewati *damage tolerance*. Terjadinya cacat pada hasil pengelasan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu arus yang dipakai terlalu besar

ataupun terlalu rendah, jenis elektroda yang digunakan, posisi pada saat melakukan pengelasan, dan juga kecepatan pada saat pengelasan.

Pada tahun 2007, J. Mirapeix telah melakukan pengujian terhadap hasil pengelasan kecerdasan yang bertujuan untuk mengetahui cacat pengelasan dengan menggunakan sinyal plasma spectrum yang diekstraksi dengan menggunakan *Principal Component Analytic (PCA)* dan klasifikasi menggunakan *Artificial Neural Network* untuk klasifikasi tingkat panas [3].

Jayenda Kumar tahun 2014 pada penelitiannya, citra yang digunakan adalah citra hasil radio graphic dengan ekstraksi fitur menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan untuk proses training menggunakan *Back Propagation Neural Network (BPNN)* [4]. Karena data yang digunakan adalah hasil dari radio graphic maka *noise* yang dimiliki sangat kecil sehingga sangat mudah dalam mengambil fitur, vektor input dari ekstraksi GLCM yang digunakan sejumlah 4 unit yang terdiri dari *contrast, correlation, energy, dan homogeneity*. Karena vektor input yang digunakan hanya 4 unit maka bisa dipastikan nilai output setiap vektor akan sangat berdekatan, bukan hanya itu untuk mendapatkan dataset yang baik maka citra yang digunakan harus memiliki texture yang mencolok atau berbeda untuk setiap kelasnya, tetapi akan kesulitan apabila dataset mempunyai bentuk pola yang hampir sama [5].

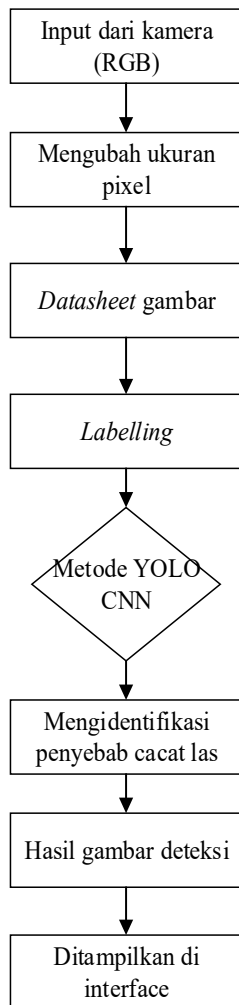
Dari penelitian tersebut didapatkan jenis cacat yang terjadi pada hasil pengelasan tetapi tidak dengan penyebab kenapa cacat itu bisa terjadi. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini penulis mencoba untuk menganalisa penyebab terjadinya cacat pada hasil pengelasan yang disebabkan oleh pengaturan arus yang tidak benar seperti pada Tabel 1 dengan bantuan kamera yang memiliki resolusi tinggi untuk menggantikan penglihatan manusia agar lebih mudah. Pengaplikasian dari alat ini maka digunakan sebuah teknologi bernama Laptop dan kamera. dengan kedua teknologi tersebut dapat dimanfaatkan *Image Processing* untuk mendeteksi objek dengan metode *You Only Look Once (YOLO)*.

Tabel 1. Pengaruh Besar Kecil Arus terhadap hasil pengelasan

No.	Arus terlalu besar	Arus cukup	Arus terlalu kecil
1.	Overspatter	Crack	Porosity
2.	Undercut	Underfill	Porosity

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode yang Digunakan



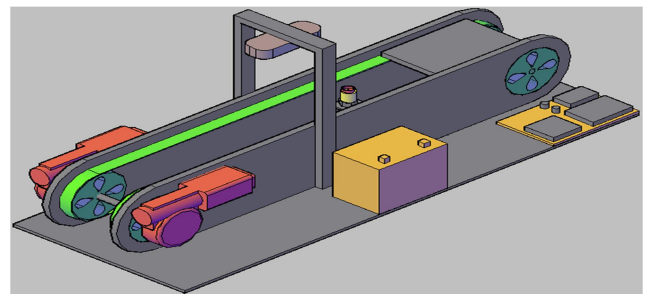
Gambar 1. Alur Pengolahan Citra

Sistem ini dirancang menggunakan kamera sebagai input citra, selanjutnya mengubah ukuran pixel $416 \times 416 \text{ pixels}$. Gambar yang telah diubah pixelnya akan dijadikan datasheet gambar kemudian melakukan labelling pada setiap datasheet. Input gambar diproses dan disiapkan pada komputer menggunakan metode YOLO CNN, hasil output berupa deteksi penyebab pada hasil pengelasan dan akan ditampilkan pada interface.

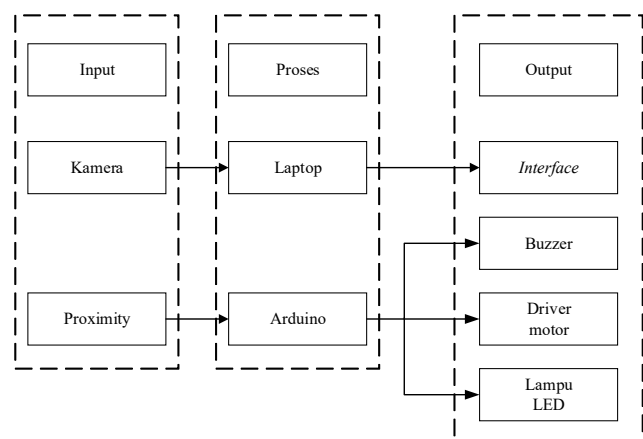
Image processing adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi image processing dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar [6]. Tahapan YOLO [7] [8] yang pertama ialah *Pre-processing*, *Pre-processing* adalah proses yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai citra asli yang siap diolah, selanjutnya yakni processing dan mendapatkan result. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan pengambilan citra dari objek yang digunakan sebagai *dataset*, selanjutnya melakukan *labelling* serta menentukan *class* pada objek, hasil dari proses tersebut akan mendapatkan titik koordinat dan juga *class* dari objek yang akan digunakan sebagai *Dataset*.

B. Kontroler

Sistem dirancang menggunakan kamera sebagai input citra, selanjutnya hasil las diletakkan pada konveyor berjalan seperti pada Gambar 2, saat hasil las memasuki zona deteksi konveyor akan berhenti karena dideteksi oleh proximity yang dikontrol oleh Arduino UNO, kemudian dilanjutkan pengambilan gambar oleh kamera. Input gambar diproses pada komputer dengan menggunakan metode yolo cnn, hasil output berupa deteksi penyebab terjadinya cacat pada hasil pengelasan akan ditampilkan pada interface. Setelah selesai di deteksi, buzzer akan berbunyi memberikan tanda bahwa proses identifikasi telah selesai. Kemudian sample akan diarahkan ke tempat pengumpulan. Proses akan berlangsung berulang seperti penjelasan di atas.



Gambar 2. Sistem Mekanik



Gambar 3. Desain Kontroler

C. Pengolahan Metode YOLO

Proses pertama adalah *Input* gambar atau video dengan resolusi 1280×720 pixel dengan dimensi warna RGB, kemudian gambar tersebut akan melalui proses cropping/pemotong area pengelasan dan diubah ukurannya menjadi ukuran $416 \times 416 \text{ pixels}$. Terdapat 2 proses utama dalam algoritma ini, yaitu *Convolution* dan *MaxPooling*. Konvolusi adalah sebuah proses dimana citra dimanipulasi dengan menggunakan eksternal *mask/subwindows* 3×3 untuk menghasilkan citra yang baru. *MaxPooling* adalah proses mereduksi *input* secara spasial (mengurangi jumlah parameter) dengan operasi *down-sampling*, yakni dengan mengambil nilai terbesar dari bagian tersebut. *MaxPooling* pada YOLO menggunakan kernel 2×2 filters dan *stride* 2, yang artinya setiap *matrix* akan selalu terbagi menjadi setengahnya (416×416 menjadi 208×208 dst).

Kedua proses ini akan terus berulang sampai menghasilkan *output grid cell* $13 \times 13 \times 125$. Proses ini akan berakhir dengan menghasilkan 125 *channels*. Angka 125

berisi data untuk *bounding boxes* dan prediksi kelas, karena setiap *grid cells* memprediksi 5 kotak *bounding box*. Proses tersebut menggunakan Darknet-53, *framework* ini merupakan *neural network* yang bersifat *open source*, berfungsi sebagai media *training* dan dengan proses yang lebih efisien untuk melakukan evaluasi dan lebih cepat dalam proses *training*

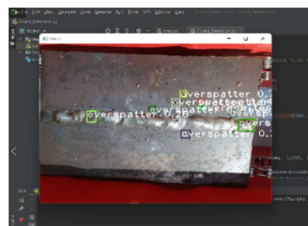
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Webcam

Dibawah ini adalah pengujian deteksi objek menggunakan kamera logitech C920 dengan jarak 10 cm dari permukaan conveyer tanpa metode dan menggunakan metode YOLO.



Gambar 4. Pengujian Tanpa Metode



Gambar 5. Pengujian Menggunakan Metode

B. Pengujian Proximity

Pengujian sensor *Proximity* ini menggunakan power supply 12V dan Arduino UNO sebagai mikrokontrolernya. Pengujian ini dilakukan jarak yang optimal dari sample dengan sensor proximity sehingga dapat terbaca dengan baik dan akurat.

Tabel 2. Pengujian Proximity

No.	Jarak proxy dengan plat (mm)	Status Deteksi
1.	0	Terdeteksi
2.	1	Terdeteksi
3.	2	Terdeteksi
4.	3	Tidak Terdeteksi
5.	4	Tidak Terdeteksi
6.	5	Tidak Terdeteksi

Dari Tabel di atas diketahui bahwa jarak maksimal proxy dengan plat adalah 2mm. Ketika jarak proxy lebih dari 2mm, maka plat tidak akan terdeteksi.

C. Pengujian Software

Tabel 3. Hasil Proses Labelling

No.	Gambar Asli	Hasil Labelling	Keterangan
1.			Overspatter
2.			Crack

No.	Gambar Asli	Hasil Labelling	Keterangan
3.			Porosity
4.			Underfill
5.			Undercut

Labelling dan menentukan *class dataset* berfungsi sebagai proses awal pengenalan objek dalam citra, umumnya membutuhkan suatu ciri yang dapat membedakan antara objek yang satu dengan objek lainnya. Proses tersebut menghasilkan koordinat objek pada *dataset*. Ketika proses *labelling* ditentukan juga berapa *class* yang akan digunakan dalam tahap selanjutnya. Pada proses ini penulis membagi *class* objek menjadi 5 *class*, *Over Spatter*, *Undercutting*, *Porosity*, *Crack*, dan *Surface Underfill*.

Dalam menggunakan algoritma YOLO, diperlukan 2 file penting untuk dapat melakukan proses *object detection*, yaitu *file* dengan ekstensi *.cfg* dan ekstensi *.weights*. kedua file ini dapat diunduh pada *Google Drive* yang terkonfigurasi dengan *Google colab* sebagai *platform* melakukan proses *training*. *Configuration file* pada YOLO merupakan kumpulan operasi dari arsitektur YOLO untuk proses *object detection* dan *classification*

```
[net]
# Testing
batch=64
subdivisions=16
# Training
# batch=64
# subdivisions=166
width=416
height=416
channels=3
momentum=0.9
decay=0.0005
angle=0
saturation = 1.5
exposure = 1.5
hue=.1
```

Gambar 6. Konfigurasi file yolo.cfg

```
[convolutional]
batch_normalize=1
filters=32
size=3
stride=1
pad=1
activation=leaky

# Downsample
[convolutional]
batch_normalize=1
filters=64
size=3
stride=2
pad=1
activation=leaky
```

Gambar 7. Konfigurasi Convolutional yolo.cfg

```
[yolo]
mask = 6,7,8
anchors = 10,13, 16,30, 33,23, 30,61, 62,45, 59,119, 116,90, 156,198, 373,326
classes=5
num=9
jitter=.3
ignore_thresh = .7
truth_thresh = 1
random=1
```

Gambar 8. Konfigurasi Nilai Threshold yolo.cfg

Tabel 4. Konfigurasi Model YOLO

Jenis Konfigurasi	Jumlah
<i>Batch</i>	64
<i>Subdivision</i>	16
<i>Max Batches</i>	10000
<i>Steps</i>	8000,9000
<i>Width</i>	416
<i>Classes</i>	5
<i>Filters</i>	30

Uji performa YOLO dibutuhkan *dataset* yang digunakan sebagai data *training*. Terdapat 1000 Gambar digunakan

sebagai *dataset* yang diberi label dan dikelompokkan sesuai dengan *class* objek, yakni *Overspatter*, *Crack*, *Underfill*, *Undercut*, *Porosity*.

Jumlah *batch* dan *subdivisions* menentukan jumlah Gambar yang diproses sekaligus pada GPU pada tiap 1 iterasi. Jumlah maximum iterasi pada *training* disebut dengan *max_batches*. Jika iterasi sudah mencapai 10000 iterasi, maka proses *training* akan berhenti. *Batch* adalah teknik untuk meningkatkan kinerja dan stabilitas dari *neural network*. Sedangkan *subdivision* adalah proses dimana *batch* dibagi menjadi banyak nilai *subdivision*.


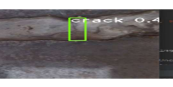


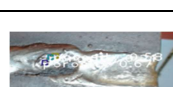
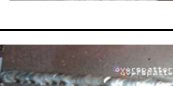
Tabel 5. Hasil Pengujian Performa YOLO

Load Model		Yolo V3
Overspatter	AP	100%
	TP	200
	FP	0
Porosity	AP	100%
	TP	200
	FP	0
Crack	AP	100%
	TP	196
	FP	4
Undercut	AP	100%
	TP	195
	FP	5
Underfill	AP	100%
	TP	200
	FP	0
FN		3
Waktu Proses		72
Precisiion		1.00
Recall		1.00
F1-Score		1.00
IoU		90.15
mAP@0.5		100%

D. Pengujian Real Time

Tabel 6. Pengujian *Realtime*

No.	Gambar	Hasil Klasifikasi	Keterangan
1.		Arus Terlalu Rendah	Benar
2.		Arus Terlalu Rendah	Benar
3.		Arus Terlalu Tinggi	Benar
4.		Arus Terlalu Tinggi	Benar

No.	Gambar	Hasil Klasifikasi	Keterangan
5.		Arus Cukup	Benar
6.		Arus Cukup	Benar
7.		Arus Terlalu Rendah	Benar
8.		Arus Terlalu Tinggi	Benar
9.		Arus Terlalu Rendah	Benar
10.		Arus Terlalu Tinggi	Benar

Dari hasil pengujian dengan menggunakan sampel hasil pengelasan sebanyak 39 plat didapatkan 36 hasil benar dan 3 hasil salah. Dengan itu didapatkan nilai persentase keberhasilan sebesar 92%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini yang didapatkan pada pengujian sistem yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa dari penelitian yang sudah dilakukan untuk identifikasi penyebab cacat las dengan *Image processing* dapat dilakukan secara otomatis menggunakan kamera 1080p dengan metode YOLO dengan jarak kamera dengan benda kerja adalah 10cm. Penelitian menggunakan 39 dataset yang diidentifikasi dengan kamera, didapatkan 36 hasil benar dan 3 hasil salah. Dari penelitian ini didapatkan persentase keberhasilan sebesar 92%.

Untuk meningkatkan akurasi dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah dataset yang akan di training sehingga metode dapat mengenali fitur lebih presisi, serta dengan menambahkan cahaya buatan di sekeliling kamera agar deteksi tidak mendapat intervensi dari cahaya luar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Primo, *Welding Inspection Qualifications & Testing Procedures*, PDHonline Course.org, 2012.
- [2] A. Khumaidi, "Welding Defect Classification Based on Convolution Neural Network (CNN) and Gaussian Kernel," dalam *Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Surabaya, Indonesia, 2017.
- [3] J.Mirapeix, "Real-time arc-welding defect detection and classification with principal component analysis

and artificial neural networks,” *NDT & E International*, 2007.

- [4] Y. W. Nugraga, “Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Prediksi Penerimaan Kredit Nasabah (Studi Kasus Bank BPR Bangkalan),” dalam *Jurnal teknik Elektro dan komputer TRIAC*, Bangkalan, Indonesia, 2017.
- [5] J. Kumar, “Multi - Class Welding Flaws Classification Multi - Class Welding Flaws Classification,” dalam *2014 International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE)*, Roorkee, India, 2014.
- [6] Gonzalez, *Digital Image Processing Third Edition*, Prentice Hall, 2008.
- [7] A. Santoso, “Development of PCB Defect Detection System Using Image Processing With YOLO CNN Method,” dalam *International Journal of Artificial Intelligence Research*, Indonesia, 2022.
- [8] E. Julianto, “Object recognition on patrol ship using image processing and convolutional neural network (CNN),” dalam *International Conference on Applied Science and Technology (iCAST on Engineering Science)*, Indonesia, 2020.
- [9] Ristekdikti, *Buku Panduan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda) 2021*, Jakarta: Ristekdikti, 2021.
- [10] M. I. Ashady, *Implementasi Metode Gyrodometry dan Trigonometri pada Robot Sepak Bola Beroda untuk Strategi Pengumpan dan Penerima Bola*, Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2021.
- [11] Danieal, *Perancangan Alat dan Sistem Deteksi Posisi Objek Menggunakan Kamera Omnidirectional Catadioptric*, Jakarta: Universitas Tarumanegara, 2020.
- [12] K. Nasikhin, *Pemetaan Posisi Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan Metode Gyrodometry Untuk Memprediksi Sudut Tendangan Bola Terhadap Gawang Lawan Dengan Perhitungan Trigonometri*, Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2019.