

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **KLASIFIKASI CACAT PEMOTONGAN PELAT BAJA DENGAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM)**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai  
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Agandi Haryo Widagdo

NIM : 41419120083

Pembimbing : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KLASIFIKASI CACAT PEMOTONGAN PELAT BAJA DENGAN  
ALGORITMA *SUPPORT VEKTOR MACHINE***



Disusun Oleh :

Nama : Agandi Haryo Widagdo

N.I.M : 41419120083

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc.)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc.)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Agandi Haryo Widagdo

NIM : 41419120083

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Akhir : Klasifikasi Cacat Pemotongan Pelat Baja Dengan  
*Algoritma Support Vektor Machine*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan Laporan Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 15 Agustus 2021

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



(Agandi Haryo Widagdo)

## KATA PENGANTAR

Tiada kata yang pantas kecuali mengucap rasa syukur kepada ALLAH Swt. Tuhan semesta alam yang dengan rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Klasifikasi Cacat Pemotongan Pelat Baja Dengan Algoritma *Support Vector Machine*” sebagai syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercubuana

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua Orang Tuaku tercinta yang telah memberikan doa dan semua dukungan yang sangat berarti.
2. Istriku tersayang, Titis Valentika seseorang yang teramat istimewa yang telah memberikan motivasi tak bertepi.
3. Adik-adik saudara kandungku yang telah memberikan support dan nasihat pantang menyerah.
4. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng., Kaprodi Teknik Elektro. Beliau sangat berjasa dalam menyalurkan informasi penting sekaligus membantu terkait apapun yang berhubungan dengan birokrasi tugas akhir.
5. Bapak M. Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing dan sebagai koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercubuana. Beliau adalah dosen pembimbing yang sangat perhatian dalam mencurahkan segenap usaha untuk membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih dan penghargaan yang tinggi untuk beliau dari penulis.
6. PT.Krakatau Posco, tempat penulis bekerja sekaligus mengambil data guna menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Sahabat-sahabatku, Ansyori Fernanda dan Muhammad Muhlisin, teman seperjuangan yang tanpa lelah saling bahu membahu hingga penulis mampu berdiri tegar hingga akhir.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekeliruan, baik kata maupun cara penulisan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan pada laporan-laporan selanjutnya. Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya, terkhusus mahasiswa Jurusan Teknik Universitas Mercubuana.



## ABSTRAK

Kebutuhan pelat baja dalam negeri dari tahun-ketahun semakin meningkat seiring dengan gencarnya pembangun nasional oleh pemerintah serta swasta di dalam negeri. Kualitas yang baik akan memberikan kehandalan pada penggunaan akhir dari pelat baja. Salah satu komponen kualitas adalah keadaan pemotongan pelat baja yang bebas dari cacat. Salah satu cacat yang banyak terjadi adalah cacat pemotongan oleh mesin *Dividing Shear* dan *Dividing Side Shear*.

Cacat pemotongan memiliki nilai batas toleransi yang diperbolehkan. Sehingga, tidak semua pemotongan jelek adalah cacat, hanya yang melebihi standar tertentu yang tergolong sebagai cacat. Pilah-memilih cacat pemotongan ini atau mengklasifikasikan cacat dan tidak cacat ini masih dilakukan secara manual. Dengan perkembangan teknologi saat ini, klasifikasi atau pengelompokan ini dapat memanfaatkan kecerdasan buatan atau *artificial intelligence*. Kecerdasan buatan yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma *support vector machine (SVM)* yang merupakan bagian dari *machine learning*.

Pada penelitian ini *dataset* (himpunan data) yang digunakan untuk proses klasifikasi dengan SVM adalah citra pemotongan pelat yang telah melalui tahap *preprocessing*. Penelitian dilakukan pada 300 citra pemotongan. Pembelajaran model dilakukan dengan 4 kernel berbeda yaitu linear, sigmoid, polynomial, dan *Radial Basis Function (RBF)*. Berdasarkan proses pembelajaran menggunakan algoritma SVM didapatkan model terbaik, yaitu kernel RBF dengan nilai parameter  $C = 1$  menghasilkan nilai akurasi model sebesar 88.33 %, presisi 78.12%, *recall* 100%, dan *F1-score* 87.71%. Sedangkan pengujian model terhadap *dataset* baru menghasilkan akurasi sebesar 87.50%, presisi 89.47%, *recall* 85%, dan *F1-score* 87.17%.

**Kata kunci :** Pelat Baja, Cacat Pemotongan, Preprocessing, klasifikasi, SVM

## **ABSTRACT**

*The need for domestic steel plates from year to year is increasing in line with the incessant national development by the government and the domestic private sector. Good quality will provide reliability in the final use of the steel plate. One of the quality components is the cutting state of the steel plate that is free from defects. One of the most common defects is cutting defects by the Dividing Shear and Dividing Side Shear machines.*

*Cutting defects have an allowable tolerance limit value. Thus, not all bad cuts are defects, only those that exceed certain standards are classified as defects. Sorting out these cutting defects or classifying defects and non-defects is still done manually. With current technological developments, this classification or grouping can take advantage of artificial intelligence. The artificial intelligence used in this research is a support vector machine (SVM) algorithm which is part of machine learning.*

*In this study, the dataset used for the classification process with SVM is a plate cutting image that has gone through the preprocessing stage. The research was conducted on 300 cropped images. Model learning is carried out with 4 different kernels, namely linear, sigmoid, polynomial, and Radial Basis Function (RBF). Based on the learning process using the SVM algorithm, the best model was obtained, namely the RBF kernel with parameter value  $C = 1$  producing a model accuracy value of 88.33%, precision 78.12%, recall 100%, and F1-score 87.71%. Meanwhile, testing the model on the new dataset resulted in an accuracy of 87.50%, precision of 89.47%, recall of 85%, and an F1-score of 87.17%.*

**Keywords :** *Steel Plate, Cutting Defect, Preprocessing, Classification, SVM*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II      LANDASAN TEORI .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Pembelajaran Mesin ( <i>Machine Learning</i> ) .....	12
2.3 <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .....	14
2.3.1 Konsep <i>Support Vector Machine (SVM)</i> .....	16
2.3.2 <i>Two-Class Classification Problem</i> .....	17
2.3.3 <i>Hyperplane Support Vector Machine(SVM)</i> .....	20
2.3.4 Konsep Matematika .....	21
2.4 Klasifikasi .....	23
2.5 Bahasa Pemrograman Python .....	24
2.6 Pemotongan Kualitas Pelat Baja .....	26
2.7 Himpunan Data ( <i>Dataset</i> ) .....	27
2.8 <i>Digital Image Processing</i> .....	29
2.8.1 Pengertian Citra .....	29



	2.8.2 Pengolahan Citra .....	30
	2.8.3 <i>Red-Green-Blue</i> .....	31
	2.8.4 <i>Grayscale</i> (Derajat Keabuan) .....	31
	2.9 Pengujian Performansi Model .....	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	34
	3.1 Blok Diagram Penelitian .....	34
	3.2 Tahapan Perancangan .....	36
	3.2.1 Akuisisi Citra Digital .....	36
	3.2.2 Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	36
	3.2.3 Pengolahan Citra Digital .....	37
	3.3 Metode SVM .....	43
	3.4 Simulasi Program .....	46
	3.4.1 <i>Import Libraries</i> .....	46
	3.4.2 <i>Import Dataset</i> .....	48
	3.4.3 Langkah <i>Preprocessing</i> Data .....	48
	3.4.4 Menentukan Parameter SVM .....	49
	3.4.5 Membagi Data Pelatihan dan Data Pengujian .....	50
	3.4.6 Membuat Model SVM .....	50
	3.4.7 Validasi Model .....	51
	3.4.8 Pengujian Model .....	51
	3.5 <i>Flowchart</i> Pengujian Parameter .....	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	54
	4.1 Hasil Rancangan .....	54
	4.2 Analisa Perhitungan Model SVM .....	59
	4.3 Pengujian Model Dengan <i>Dataset</i> Baru .....	66
BAB V	PENUTUP .....	74
	5.1 Kesimpulan .....	74
	5.2 Saran .....	74
	DAFTAR PUSTAKA .....	xiv
	LAMPIRAN .....	xvi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tipe <i>machine learning</i> secara umum .....	13
Gambar 2.2	Batas keputusan yang mungkin untuk <i>dataset</i> .....	16
Gambar 2.3	Model data kelas .....	17
Gambar 2.4	Model data kelas dengan garis pemisah L1, L2, dan L3.....	18
Gambar 2.5	Titik data <i>support vector</i> .....	19
Gambar 2.6	Garis batas ( <i>boundary line</i> ).....	19
Gambar 2.7	Garis batas ( <i>hyperplane</i> ) .....	20
Gambar 2.8	Hyperplane memisahkan dua kelas positif (+1) dan negatif (-1).....	21
Gambar 2.9	<i>Boundary Line</i> dan <i>Hyperplane</i> .....	21
Gambar 2.10	Jarak antara <i>boundary line</i> dengan masing-masing titik data setiap class .....	23
Gambar 2.11	<i>Dataset fashion-MNIST</i> .....	29
Gambar 3.1	Blok Diagram Penelitian .....	35
Gambar 3.2	Dataset bukan cacat pemotongan .....	37
Gambar 3.3	Dataset cacat pemotongan .....	37
Gambar 3.4	Contoh hasil pemotongan citra ( <i>cropping image</i> ).....	38
Gambar 3.5	Skrip Python untuk menampilkan karakteristik dataset citra.....	39
Gambar 3.6	Keluaran karakteristik citra .....	39
Gambar 3.7	Skrip Python normalisasi ukuran citra .....	39
Gambar 3.8	Karakteristik citra setelah normalisasi ukuran .....	39
Gambar 3.9	Skrip Python konversi citra RGB ke <i>grayscale</i> .....	40
Gambar 3.10	Citra dan grafik citra sebelum diproses dengan histogram equalization.....	42
Gambar 3.11	Citra dan grafik citra setelah diproses dengan <i>histogram equalization</i> .....	42
Gambar 3.12	Koordinat masing-masing data .....	43
Gambar 3.13	Visualisasi hasil <i>hyperplane</i> .....	45
Gambar 3.14	Input dan output klasifikasi SVM .....	46
Gambar 3.15	Skrip Python <i>import libraries</i> .....	47

Gambar 3.16 Skrip Python membaca direktori dataset.....	48
Gambar 3.17 Skrip Python preprocessing data.....	48
Gambar 3.18 Skrip Python membuat <i>feature</i> dan target.....	49
Gambar 3.19 Skrip Python memasukan parameter <i>C</i> dan <i>kernel</i> .....	49
Gambar 3.20 Skrip Python membagi <i>dataset</i> .....	50
Gambar 3.21 Skrip Python melatih model SVM.....	50
Gambar 3.22 Skrip Python validasi model SVM.....	51
Gambar 3.23 Skrip Python pengujian model dengan <i>dataset</i> baru.....	51
Gambar 3.24 <i>Flowchart</i> pengujian parameter .....	52
Gambar 4.1 Grafik hubungan parameter <i>C</i> terhadap nilai akurasi terhadap <i>kernel</i> <i>linear</i> .....	55
Gambar 4.2 Grafik hubungan parameter <i>C</i> terhadap nilai akurasi pada <i>kernel</i> <i>polynomial</i> .....	56
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Parameter <i>C</i> terhadap nilai akurasi pada <i>kernel</i> RBF .....	57
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara parameter <i>C</i> terhadap nilai akurasi pada <i>kernel</i> <i>sigmoid</i> .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Referensi penelitian sebelumnya .....	10
Tabel 2. 2 Bentuk <i>Confussion Matix</i> Dua Kelas .....	32
Tabel 3. 1 Sampel hasil konversi citra dengan <i>Grayscale</i> .....	41
Tabel 3. 2 Tabel data latih.....	43
Tabel 3. 3 Perhitungan koordinat garis pemisah ( <i>hyperplane</i> ) .....	45
Tabel 3. 4 Kelas <i>biner dataset</i> pemotongan.....	45
Tabel 3. 5 <i>Library</i> yang digunakan.....	46
Tabel 4.1 Keluaran hasil model pelatihan dengan kernel <i>linear</i> .....	54
Tabel 4.2 Keluaran hasil model pelatihan dengan kernel <i>polynomial</i> .....	56
Tabel 4.3 Keluaran hasil model pelatihan dengan kernel RBF.....	57
Tabel 4.4 Keluaran hasil model pelatihan dengan kernel <i>sigmoid</i> .....	58
Tabel 4.5 Hasil <i>confussion matrix</i> dari hasil terbaik kernel <i>linear</i> .....	59
Tabel 4.6 Hasil <i>confussion matrix</i> dari hasil terbaik <i>kernel polynomial</i> .....	59
Tabel 4.7 Hasil <i>confussion matrix</i> dari hasil terbaik <i>kernel RBF</i> .....	59
Tabel 4.8 Hasil <i>confussion matrix</i> dari hasil terbaik <i>kernel sigmoid</i> .....	60
Tabel 4.9 Data keluaran model prediksi 10 citra (validasi) .....	62
Tabel 4.10 Data keluaran citra dengan klasifikasi tidak tepat .....	65
Tabel 4.11 Hasil prediksi citra pengujian model SVM.....	67
Tabel 4.12 Hasil keluaran citra yang diprediksi tidak tepat.....	69
Tabel 4.13 <i>Confussion matrix</i> model pengujian .....	71



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA