

Identifikasi Label Kode Pipa pada Sistem Konveyor untuk *Pipe Handling* Berbasis *Template Matching*

Imam Mulyono¹⁾, Iman Fahruzi²⁾
^{1,2} Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

E-mail: *2) iman@polibatam.ac.id

Abstract: Nowadays, technological advancements are growing need for computer programs that might benefit industrial purposes. Image recognition is crucial in technological advancements spanning from medical demands to security and other industries. One of them is the necessity in the oil and gas industry for a computer application that can recognize pipe code labels, particularly in pipe handling. Because of the requirement for production assistance, to recognize the pipe code label image, an NI Vision control system was built. There are numerous stages of label identification in this study, including taking photographs with a webcam camera (capture), cropping, grayscale, and saving data. The system can provide an accuracy of 88% based on test results on 25 samples of 3/4 inch PVC pipe code labels with a camera distance to the pipe code label field of 85 cm, 493 color weights, and an optimal score level of 75%.

Keywords: Identification label, NI vision, plumbing code label, template matching

Abstrak: Dengan kemajuan teknologi sekarang ini semakin meningkatnya tuntutan akan aplikasi komputer yang mampu memberi manfaat bagi kebutuhan industri. Pengenalan citra memainkan peranan penting dalam perkembangan teknologi mulai dari kebutuhan medis, keamanan, maupun industri lainnya. Salah satunya adalah kebutuhan suatu aplikasi komputer yang dapat mengenali label kode pipa dalam industri *oil and gas* terutama berkaitan dengan penanganan pipa. Oleh karena kebutuhan akan penunjang produksi, dirancanglah sebuah sistem pengontrol label kode pipa dengan menggunakan *NI Vision* untuk mengenali citra label kode pipa. Pada penelitian ini ada beberapa tahapan dari proses identifikasi label, yaitu pengambilan gambar dengan kamera webcam dengan tahapan proses *capture*, *cropping*, *grayscale*, dan penyimpanan data. Berdasarkan hasil pengujian pada 25 sampel label kode pipa pvc ukuran 0.75 inci dengan jarak kamera terhadap bidang label kode pipa sejauh 85 cm, 493 bobot warna dan menggunakan level skor optimal sebesar 75%, sistem mampu menghasilkan akurasi sebesar 88%.

Kata kunci: Identifikasi label, label kode pipa, NI Vision, template matching

1. Pendahuluan

Di era modern ini, kemajuan teknologi yang berkembang semakin pesat. Dengan banyaknya peredaran peralatan-peralatan canggih yang dapat mengambil dan menyimpan citra. Pengolahan citra yang serba digital sangat dibutuhkan. Pengolahan citra merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan jalan memanipulasinya menjadi data gambar yang mendapatkan informasi yang diinginkan. Kamera sebagai sensor yang menangkap gambar, jika memiliki kualitas yang kurang baik memerlukan pengaturan atau perangkat lunak yang mumpuni sehingga mampu memproses dan menganalisa hasil tangkapan gambar. Penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak berupa aplikasi yang tepat akan mengurangi kesalahan akibat penilaian subjektivitas manusia dalam mengenali objek atau pola.

Masalah yang umumnya terjadi pada pendekatan konvensional saat identifikasi adalah penanganannya memerlukan biaya tinggi, target yang berat, besar, sulit dijangkau atau mudah rusak serta operator bekerja manual sehingga ada keterbatasan kecepatan, kesalahan manusia yang menyebabkan biaya personel tinggi atau pekerjaan yang diperlukan berbahaya dan resiko tinggi mengalami kecelakaan kerja. Kondisi tersebut membutuhkan pendekatan teknologi untuk mengurangi meningkatnya beban industri dalam melakukan inspeksi visual dalam mengenali objek. Teknik pengenalan objek sudah banyak dihasilkan, salah satunya menggunakan metode *template matching*, yang penerapannya pada beberapa kasus, antara lain pengenalan plat kendaraan [1], pengenalan data tangan digital [2], pengenalan wajah [3], pengenalan huruf [4], kata atau kalimat. Metode *template matching* juga bisa diterapkan pada skala industri, seperti industri minyak dan gas. Salah satunya adalah pada gudang *pipe handling*. Penelitian yang menggunakan teknologi pengolah gambar untuk *pipe handling*, antara lain inspeksi visual hasil pengelasan pipa dengan teknik praproses berupa pentapisan dan pengaturan nilai ambang batas [5]. Penelitian lainnya pada pengolahan gambar untuk membantu pengemasan pipa berdasarkan gambar RGB [6]. Penelitian pada pengenalan label produk dengan teknik *scale Invariant*

Feature Transform (SIFT) sehingga mampu mengenali setiap karakter pada label produk[7]. Pada sistem *pipe handling*, tahapan awal biasanya dengan pengecekan label kode nomor pipa yang dilakukan secara visual manual, dengan cara tersebut banyak ditemukannya kesalahan dengan banyaknya pipa yang lolos tanpa kode nomor yang semestinya. Kondisi pipa yang berada pada konveyor memiliki ciri-ciri atau kode nomor seri yang diperlukan proses pengecekan. Karena jumlah pipa yang banyak sangat mungkin terjadinya kesalahan yang dilakukan oleh operator.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sistem otomatis berupa aplikasi identifikasi label kode pipa untuk mengurangi kegagalan produk karena faktor kesalahan manusia dalam menginspeksi visual selama proses produksi. Proses pengecekan sebaiknya dilakukan secara terkomputerisasi dengan *computer vision*. Dengan mengenali tanda atau label kode nomor pada pipa diharapkan bisa memberikan informasi pada operator, sehingga dapat mengurangi dan mendeteksi produk *defect* lebih awal sebelum pipa tersebut masuk kedalam proses selanjutnya. Pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas atau standar dari pipa tersebut sehingga memberikan kepuasan kepada pelanggan atau pengguna.

2. Metode

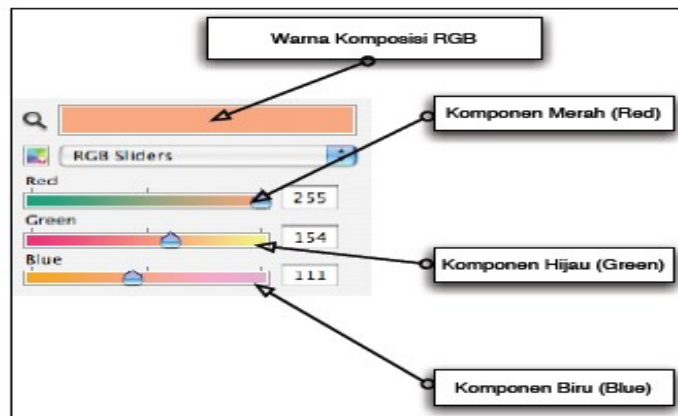
Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai metode yang digunakan untuk mengidentifikasi label kode pipa pada kasus penanganan perpipaan pada industri minyak dan gas. Berkaitan dengan pengenalan label kode pipa ada beberapa studi pendukung seperti yang dijelaskan berikut ini:

2.1 Citra RGB

Citra adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal – sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Teknologi yang paling mendasar untuk menciptakan, menampilkan suatu warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa warna merupakan sebuah kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, biru (*Red, Green, Blue* – RGB). Persamaan 1 adalah proses konversi citra warna menjadi *greyscale*

$$K = \frac{R+G+B}{3} \quad (1)$$

Dimana, K adalah konversi *greyscale*, R adalah representasi warna merah, G adalah warna hijau, dan B adalah warna biru.



Gambar 1. Komposisi warna RGB

2.2 Template Matching

Teknik pengenalan dengan pencocokan yaitu tiap *class* diwakili oleh vektor. Selanjutnya contoh sebuah pola ditempatkan menjadi sebuah *class* dimana yang nilainya paling mendekati dengan matriks vektor yang sudah ditetapkan. Prinsip kerja *template matching* adalah dengan mengenali pola yang dibentuk pada setiap karakter objek yang akan dideteksi dan membandingkan antara pola sebagai masukan dengan *template* yang sudah disimpan sebelumnya. Pada penelitian ini, penulis menggunakan modul *NI Vision* dari *National Instruments LABVIEW*. Pada pendekatan *NI Vision* melakukan pencocokan pola dengan dua proses, yaitu *learning* dan *matching*. Pada proses *learning* modul *NI Vision* akan mempelajari karakteristik gambar berdasarkan gambar asli, hasil *cropping*, hasil *grey scale*, hasil *binary* dan selanjutnya informasi yang dipelajari tadi disimpan sebagai *template* sesuai dengan *Region of Interest (ROI)* yang di *capture*. Selanjutnya pada proses

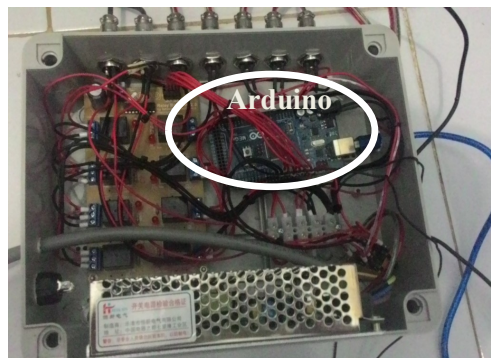
matching, modul *NI Vision* akan melakukan pencocokan dari gambar yang diperiksa (sesuai dengan informasi yang dipelajari dari *template*). kemudian, algoritma mencari dan menentukan gambar yang memiliki nilai korelasi yang tinggi, yang diwakili oleh nilai skor.



Gambar 2. Pipe label sesuai dengan ROI

2.3 Mikrokontroler Arduino Uno

Pengendali pada sistem ini adalah sebuah mikrokontroler Arduino Uno dengan prosesor tipe ATmega328. Kemampuan sistem kontrol ini adalah mengendalikan sistem konveyor sebagai fungsi *pipe handling* yang bekerja secara otomatis saat ada komunikasi antara mikrokontroler dan antarmuka berbasis Labview. Sistem kontrol untuk identifikasi label kode pipa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sistem ini terdiri dari sumber tegangan, perangkat kontrol dan perangkat lunak yang berisi program yang selanjutnya akan memberikan instruksi-instruksi kepada komponen motor, *sensor photoelectric switch* dan *central lock*.



Gambar 3. Sistem kontrol menggunakan arduino

2.4 Motor DC

Sebagai penggerak sistem konveyor, sebuah motor DC sebagai motor listrik yang memerlukan sumber tegangan searah yang mampu memberikan informasi pada kumparan jangkar dan kumparan medan magnet untuk dikonversi menjadi energi mekanik atau energi gerak. Sistem penggerak yang digunakan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Motor DC 12V, 30 RPM

2.5 Motor Penggerak *Central Lock*

Sebuah sistem *central lock* bekerja berdasarkan adanya dorongan pada gigi penggerak dan lengan batang penggerak yang diperoleh dari motor DC sebagai aktuatornya. Selanjutnya menggunakan sistem solenoid yaitu bila arus masuk melalui *electromagnetic* dalam satu arah, maka magnet akan bereaksi dan bergerak maju menyebabkan *plunger* yang menempel pada magnet akan ikut bergerak dengan arah yang sama maka hal ini akan mendorong tuas bergerak turun pada posisi *Lock*. Selanjutnya jika arus mengalir dari sisi yang berbeda, maka magnet dan *plunger* akan bergerak ke arah yang berlawanan sehingga pergerakan ini akan mendorong tuas bergerak naik pada posisi *Unlock*. Sistem penggerak yang digunakan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Motor *Central Lock*

2.6. Modul Relay

Komponen pendukung lainnya adalah sebuah modul Relay dengan delapan kanal. Setiap kanal merupakan saklar dimana mempunyai fungsi yang sama dengan relay pada umumnya yaitu memutus atau mengubah satu atau lebih kontaktor menggunakan arus DC. Sistem saklar yang digunakan adalah modul relay seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Modul relay 8 channel

2.7. Sensor Photoelectric Switch

Sensor *Photoelectric switch* digunakan untuk mendeteksi baik logam maupun non logam. Sensor ini bekerja melalui cahaya berupa infrared atau sejenisnya yang dipancarkan oleh pemancar *emitter* dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Sensor ini dapat mendeteksi benda dengan jarak yang bervariasi itu tergantung dari tipe dan jenisnya, ada berbagai jenis dan tipe alat ini, pada prakteknya, sensor ini ada yang menggunakan *reflector* dan ada juga yang tanpa *reflector*. Sensor ini bekerja pada sistem konveyor untuk mendeteksi keberadaan pipa saat proses *handling*.



Gambar 7. Sensor *Photoelectric Switch*

2.8. Web Kamera (Webcam)

Webcam atau web Kamera adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui *port* USB dan digunakan untuk menangkap objek label pada pipa. Kamera Webcam akan mengambil informasi label yang berupa gambar huruf dan angka atau bisa saja disebut dengan kode pipa setelah sensor *photoelectric switch* mendeteksi adanya pergerakan pipa yang mendekatnya.



Gambar 8. Web kamera logitech C170

3. Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibuat menggunakan bantuan dari kamera untuk menangkap kode nomor pada pipa, dan selanjutnya komputer akan memproses data image yang di capture.

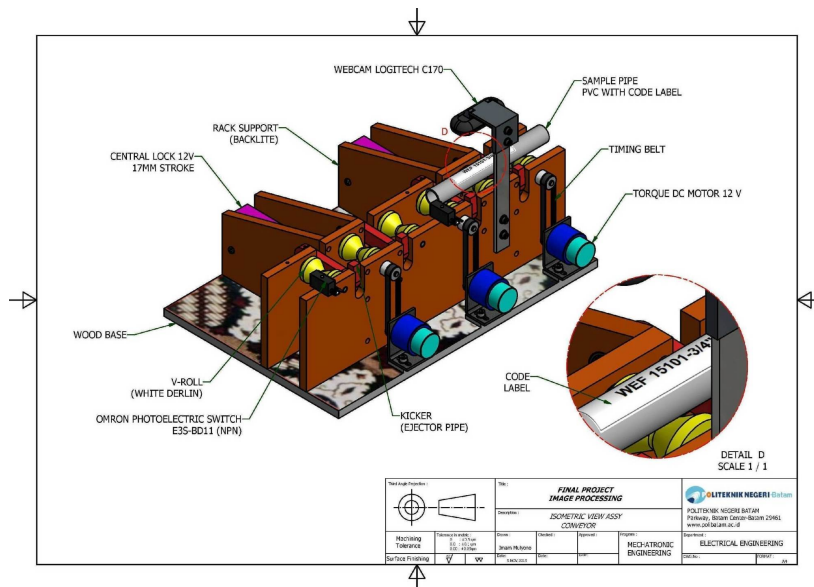
3.1 Perangkat Keras

Sistem ini memiliki rangkaian elektronik, rancangan mekanik dan rancangan perangkat lunak seperti Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 9. Skema akuisisi citra

Pada Gambar 9 menunjukkan pipa yang sudah diberi label diletakkan pada konveyor sesuai dengan posisinya sehingga label bisa di-capture, selanjutnya data hasil capture akan diolah oleh aplikasi yang dijalankan pada komputer.



Gambar 10. Sistem konveyor pipe handling

Pada Gambar 10, sistem konveyor *pipe handling* akan bekerja setelah mendapat perintah awal dari program arduino yang memerintahkan untuk memutar motor *v-roll* guna mendorong pipa yang selanjutnya akan dideteksi oleh sensor *photoelectric switch* guna menghentikan motor *v-roll* dengan berhentinya motor *v-roll* dan pipa yang kemudian camera webcam akan mengambil gambar dengan cara *capture* terlebih dahulu yang kemudian dikirimkan kepada Labview untuk diteruskan lagi kepada Arduino.

3.2 Perangkat Lunak

Selanjutnya, rancangan tahapan perangkat lunak untuk aplikasi inspeksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan aplikasi dengan Labview 2013. Dimana sistem ini bertujuan untuk mengolah citra label yang didapat dari hasil capture dengan kamera webcam yang terintegrasi dengan sistem aplikasi program Labview melalui kabel port USB.



Gambar 11. Diagram alur perancangan sistem identifikasi label kode pipa

Pada Gambar 11 menunjukkan proses diagram alur perancangan, dimulai dengan pengambilan gambar label pada pipa pada konveyor yang sedang berjalan lambat dengan konstruksi mekanik yang disesuaikan dengan ukuran pipa sehingga pipa tidak bisa bergeser. Selanjutnya hasil pengambilan gambar yang berupa *region of interest* (ROI) dilakukan *preprocessing* berupa *cropping*, *grey scale*, *binary* selanjutnya disimpan pada *database* yang selanjutnya disebut *template*.

4. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, penulis menggunakan sampel template label kode pipa berupa kombinasi gambar huruf dan angka seperti pada Gambar 12 sebanyak 25 sampel dengan variasi orientasi.



Gambar 12. Sampel kode pipa dengan orientasi yang berbeda

Berdasarkan hasil pengujian, jika kode pipa tidak sesuai dengan *template* yang disimpan pada database maka proses pemeriksaan akan terhenti dan pipa akan dikategorikan **not good (NG)** dan pipa akan masuk pada wadah penampung **Not Good Pipe** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14, sebaliknya jika hasil identifikasi label kode pipa sesuai dengan *template* maka pipa akan masuk kedalam rak **Good Pipe** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Front panel pengujian program test pass



Gambar 14. Front panel pengujian program test fail

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14, sistem akan bekerja sesuai dengan urutan proses *capture* sampai proses *matching*. Berikut ini adalah urutan proses pengujian program tes **PASS** dan program tes **FAIL**.

Langkah pertama: *camera* akan meng-capture pada area label untuk mendapatkan region of interest (ROI) yang diinginkan.

Langkah kedua: selanjutnya hasil *capture* pada langkah pertama akan dilakukan *preprocessing*.

Langkah ketiga: merupakan area membandingkan antara *image template* dan *image hasil capture*.

Langkah keempat: merupakan area hasil pengujian apakah kode pipa yang diidentifikasi **PASS**, jika ada kecocokkan antara *image template* dan *image capture* atau sebaliknya **FAIL**, jika tidak ada kecocokkan.

5. Hasil Pengujian

Pengujian sistem menggunakan sampel citra label kode pipa dengan variasi orientasi, jarak yang sama antara objek dan kamera, skor dan bobot warna yang sama. Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 15.

No	Code	Template	Score	Bobot Warna	Jarak Kamera	Hasil Capture	Keterangan
1	WEF 15118	WEF 1511	75%	493	85 mm		dua detect
	WEF 15116		75%	493	85 mm		
2	WEF 15113	WEF 1511	75%	493	85 mm		dua detect
	WEF 15116		75%	493	85 mm		
3	WEF 15113	WEF 1511	75%	493	85 mm		dua detect
	WEF 15116		75%	493	85 mm		
4	WEF 15113	WEF 1511	75%	493	85 mm		dua detect
	WEF 15116		75%	493	85 mm		
5	WEF 15108	WEF 1511	75%	493	85 mm		tidak detect
	WEF 15621		75%	493	85 mm		
6	WEF 15108	WEF 1511	75%	493	85 mm		tidak detect
	WEF 15621		75%	493	85 mm		
7	WEF 15113	WEF 1511	75%	493	85 mm		satu detect
	WEF 15921		75%	493	85 mm		

Gambar 15. Data pengujian dengan dua label kode pipa

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada Gambar 15, sistem mampu mengenali pola label kode pipa dengan akurasi 71.43%. Hal ini disebabkan karena posisi label kode pipa tidak tegak lurus terhadap fokus kamera. Pengujian berikutnya dilakukan dengan satu sampel label kode pipa, seperti hasil pada Gambar 16.

No	Code	Template	Score	Bobot Warna	Jarak Kamera	Hasil Capture	Hasil Identifikasi	Keterangan
1	WEF 15112	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
2	WEF 15110	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
3	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
4	WEF 15115	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
5	WEF 15114	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
6	WEF 15119	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
7	WEF 15118	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
8	WEF 15104	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	Error detect
9	WEF 15120	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	Error detect
10	WEF 15921	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	Error detect
11	WEF 15921	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
12	WEF 15921	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
13	WEF 15721	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
14	WEF 15108	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
15	WEF 15921	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
16	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
17	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
18	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
19	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		PASS	OK
20	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
21	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
22	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
23	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
24	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG
25	WEF 15111	WEF 1511	75%	493	85 mm		FAIL	NG

Gambar 16. Hasil pengujian dengan satu label kode pipa

Pada gambar 16, pengujian dilakukan dengan 25 sampel dengan karakteristik citra sampel satu label kode pipa, variasi orientasi, jarak yang sama antara kamera dan objek yang di-capture dan fokus kamera yang optimal, sistem mampu mengenali dan cocok dengan template sebesar 88%, sedangkan untuk label dengan kode pipa

WEF 15104, WEF 15121 dan WEF 15221 terdeteksi (**PASS**) padahal kode tersebut seharusnya (**FAIL**). Penelitian yang menggunakan teknik *template matching* [8] untuk mendeteksi citra rokok pada beberapa metode, antara lain menggunakan teknik *template matching* dengan akurasi deteksi 84.275% dengan pengaturan pada kamera dan pencahayaan.

6. Kesimpulan

Sistem identifikasi label kode pipa yang menggunakan metode *template matching*, selama pengujian pada sistem konveyor *pipe handling* mendapatkan hasil yang cukup baik dengan beberapa hasil, antara lain untuk mendapatkan hasil yang optimal saat pengujian, maka perlu diuji nilai skor yang cocok sehingga saat membandingkan akan menghasilkan tingkat korelasi yang tinggi antara template dan hasil *capture*. Hasil pengujian sistem dengan karakteristik citra sampel satu label kode pipa, variasi orientasi, jarak yang sama antara kamera dan objek yang di-*capture* dan fokus kamera yang optimal, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 88%.

Rujukan

- [1] R. M. D. S. Anggara, A. Aradea, and R. Rianto, "The Application of Template Matching Algorithm to Improve Accuracy of Plate Number Recognition," *JRSI J. Rekayasa Sist. Dan Ind.*, vol. 9, no. 01, Art. no. 01, Jun. 2022, doi: 10.25124/jrsi.v9i01.514.
- [2] A. Sutrisno and I. Fahruzi, "Identifikasi Tandatanganan Digital Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 1, no. 2, p. 161, Jun. 2016, doi: 10.35314/isi.v1i2.135.
- [3] N. Nicco and I. Fahruzi, "Rancang Bangun Sistem Biometrik Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis," *J. Integrasi*, vol. 6, no. 1, pp. 64–71, 2014.
- [4] R. Trianto, N. N. D. Merdekawati, R. P. S. Nugraha, and N. Y. Astiti, "KLASIFIKASI HURUF KATAKANA DENGAN METODE," p. 6.
- [5] G. Liao and J. Xi, "Image Processing Technology for Pipe Weld Visual Inspection," in *2009 WASE International Conference on Information Engineering*, Jul. 2009, vol. 1, pp. 173–176. doi: 10.1109/ICIE.2009.262.
- [6] L. Dörr, F. Brandt, M. Pouls, and A. Naumann, "An Image Processing Pipeline for Automated Packaging Structure Recognition." arXiv, Sep. 29, 2020. doi: 10.48550/arXiv.2009.13824.
- [7] V. Ramya, M. Sundari, and A. .T, "Product label detection and recognition system using SIFT and line detection algorithm," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 9, pp. 5050–5055, Jan. 2014.
- [8] A. Sarkar and B. K. Roy, "Comparative Study of Counting Algorithms and Its Performance Analysis," p. 8.