

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC CONTROL* PADA *AUTOMATIC SORTING SYSTEM* UNTUK MEMILAH BARANG MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA

Riky Tri Yunardi¹, Winarno², Pujiyanto³

^{1,2}Departemen Teknik, Fakultas Vokasi,

³Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi

^{1,2,3}Universitas Airlangga, Surabaya 60115

¹rikytriyunardi@vokasi.unair.ac.id

ABSTRACT

An automatic parcel sorting is used for sorting the shaped box parcel to increase efficiency in the sorting process. In this research, the sorting machine is developed by implementing fuzzy logic controller using cameras on otomation system. Fuzzy logic is implemented to determine the size of the box based on broad sides of a package surface. Automatic sorting machine formed from conveyor belt can sort an object using DC servo motors. Cameras as vision sensor are utilized to detecting object with an accuracy of 87.5%. The experiments shown the implementation of fuzzy logic controller in automatic parcel sorting can sort for three sizes classification of parcel with percentage of success are more than 80%.

Keywords: Automatic parcel sorting, fuzzy logic controller, camera, automation.

ABSTRAK

Automatic parcel sorting digunakan untuk memilah barang berbentuk kotak bingkisan paket kiriman memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi proses pemilahan barang. Pada penelitian ini, pengembangan terhadap mesin pemilah dengan mengimplementasikan *fuzzy logic controller* menggunakan kamera pada sistem otomasi. Logika fuzzy diimplementasikan untuk menentukan ukuran dari barang berdasarkan luas sisi-sisi permukaan paket berbentuk kotak. Mesin pemilah otomatis berupa *conveyor belt* dapat memilah barang menggunakan motor servo DC. Kamera sebagai *vision sensor* dimanfaatkan untuk mendeteksi barang dengan akurasi 87.5%. Dari hasil pengujian menunjukkan implementasi *fuzzy logic controller* pada *automatic parcel sorting* dapat memilah untuk tiga klasifikasi ukuran paket dengan persentase keberhasilan lebih dari 80%.

Kata kunci: Automatic parcel sorting, fuzzy logic controller, kamera, otomasi.

I. PENDAHULUAN

Saat ini bidang jasa pengiriman barang dan paket menjadi usaha yang sangat dibutuhkan. Peningkatan usaha pengiriman paket dipengaruhi oleh fasilitas situs penjualan secara *online* yang semakin

berkembang dalam bisnis modern [1]. Produk hasil penjualan akan dikemas dalam bentuk kotak menggunakan kotak kardus atau kotak kayu untuk menjaga produk agar tidak rusak saat pengiriman.

Di pusat-pusat logistik paket dalam proses pemilahan memerlukan ketelitian dan

kesabaran untuk memisahkan sejumlah besar barang yang akan di kirim. Seperti yang diketahui manusia memiliki keterbatasan dalam berfikir, sering kali merasa bosan atau lalai selama menjalankan aktivitas yang berakibat meningkatnya beban kerja petugas pemilah dan menurunkan efisiensi waktu kerja.

Sistem pendeteksian dan kecerdasan buatan akan diimplementasikan pada penelitian ini untuk membentuk sistem otomasi pada mesin pemilah. Tahap-tahap koordinasi dimulai dari pendeteksian objek menggunakan kamera, pengolahan citra digital dan pengidentifikasian hasil pengolahan data. Kecerdasan buatan dibentuk untuk mengklasifikasikan ukuran objek untuk menentukan perilaku sistem otomasi saat pemilahan objek.

Dari permasalahan tersebut maka sangat perlu dirancang sebuah metode penelitian yang digunakan pada sebuah *automatic parcel sorting* berupa *conveyor belt* untuk memilah kotak paket kiriman untuk mengatasi masalah petugas dalam menyelesaikan tugasnya. Kotak bingkisan paket dapat di pisahkan berdasarkan klasifikasi ukuran barang yang berbeda-beda menggunakan *fuzzy logic controller* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Metode pengolahan citra digunakan untuk mengetahui ukuran kotak dengan menggunakan kamera *webcam* sebagai sensor visual.

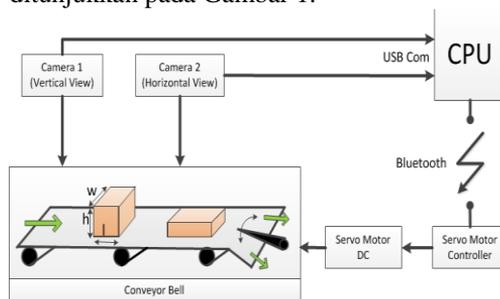
Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektifitas sistem otomasi menggunakan logika fuzzy sebagai metode untuk mengklasifikasi ukuran dan mengetahui keakurasian penggunaan kamera sebagai sensor untuk mendeteksi ukuran pada sebuah sistem otomasi pemilah barang secara otomatis.

II. METODELOGI

1. Automatic Parcel Sorting

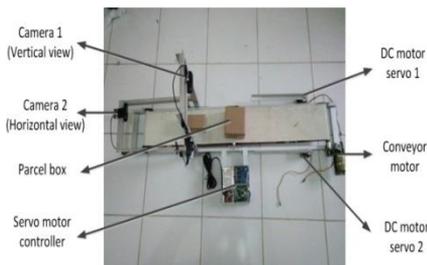
Sistem pemilah bukanlah merupakan hal yang baru dalam teknologi otomasi. Di bidang jasa pelayanan pengiriman barang dan paket merupakan salah satu pengguna teknologi ini. Telah banyak penelitian yang mengembangkan metode pemilahan barang

pada perusahaan-perusahaan logistik menggunakan *automatic parcel sorting* [2][3][4]. Diantaranya dalam mengidentifikasi sebuah paket menggunakan RFID untuk menentukan lokasi yang akan dilalui namun medan elektromagnetiknya harus mengenai label yang ada di permukaan paket. Telah dikembangkan pula untuk menangani paket berdasarkan beratnya saja sehingga antara paket yang berukuran besar dan kecil tidak terpisah. Penelitian lainnya yang telah dilakukan dengan membuat sebuah sistem mengelompokkan berdasarkan perbedaan warna yang sangat berpengaruh terhadap perubahan cahaya ruangan. Skematik sistem *automatic sorting system* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik sistem *automatic parcel sorting*

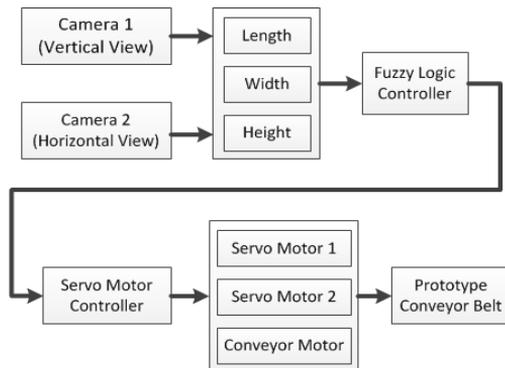
Prototipe mesin yang digunakan pada penelitian ini berbentuk sebuah mesin konveyor yang berfungsi untuk melakukan proses pemilahan barang yang digerakkan oleh motor DC 12 volt, serta palang pemisah yang digerakkan menggunakan motor servo 5 volt. Panjang sabuk konveyor yang digunakan memiliki panjang 150 cm dan lebar 20 cm. Seluruh sistem penggerak menggunakan perangkat modul pengendali yang diperintahkan dari komputer (CPU) menggunakan komunikasi *wireless* berupa bluetooth. Bentuk prototipe mekanik *automatic sorting system* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Prototipe mekanik *automatic sorting system*
2. Fuzzy Logic Controller

Fuzzy logic controller termasuk dalam kendali yang menerapkan kecerdasan buatan. Logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menyesuaikan masalah yang dimiliki oleh sistem plan. Keuntungan menggunakan fuzzy adalah tidak diperlukan model matematika yang sulit didapatkan dari sebuah plan. Desain kendali fuzzy lebih sederhana karena yang diperlukan informasi perilaku dari sistem plan. Kendali ini terbentuk dari perhitungan probabilitas yang tidak hanya bernilai benar dan salah, sehingga dapat memberikan hasil diantaranya dengan menggunakan aturan logika fuzzy. Sistem kendali pada *automatic parcel sorting* ditunjukkan pada Gambar 3. Dan rangkaian perangkat keras sistem kendali ditunjukkan pada Gambar 4.

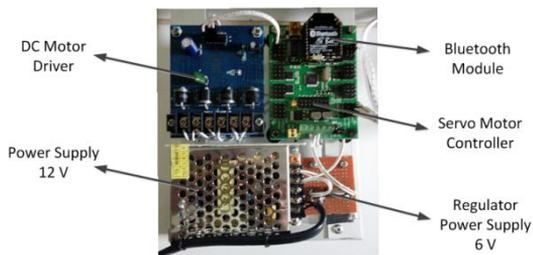
Kendali fuzzy dibentuk dari tiga tahap yaitu *fuzzyfication*, *inference* dan *defuzzyfication* [5]. Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah variabel *crisp* menjadi variabel fuzzy untuk mendapatkan derajat keanggotaan bagi tiap-tiap masukkan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah disusun. *Inference* digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan dari keluaran fuzzy. Hubungan antara masukkan dan keluaran menggunakan aturan *if-then* yang telah ditetapkan. Dan tahap defuzzifikasi untuk mendapatkan derajat keanggotaan dengan mengubah variabel fuzzy menjadi variabel *crisp* berupa nilai numerik.



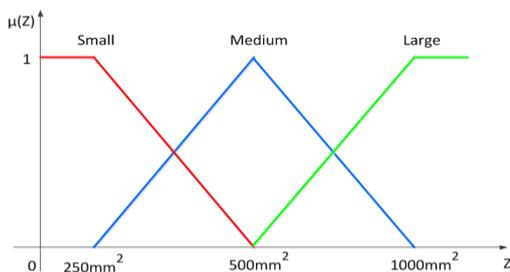
Gambar 3. Sistem kendali pada *automatic parcel sorting*

Dalam mendesain *fuzzy logic controller* yang perlu diperhatikan adalah tingkahlaku dari mesin pemilah. Yang perlu diamati adalah pengaruh nilai data panjang, lebar dan tinggi sisi paket yang dideteksi oleh dua buah kamera. Data masukkan fuzzy berupa data luas permukaan objek. Data keluaran berupa gerakan motor servo palang pemisah. Gerakan palang pemisah akan menentukan hasil pemisahan barang terhadap ukuran barang.

Proses fuzzifikasi dalam logika fuzzy menggunakan *input membership function* luas permukaan objek seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Dari *membership function* tersebut akan didapatkan nilai atau derajat keanggotaan. Masing-masing nilai keanggotaan tersebut kemudian dimasukkan sebuah proses evaluasi rule seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 4. Rangkaian perangkat keras sistem kendali

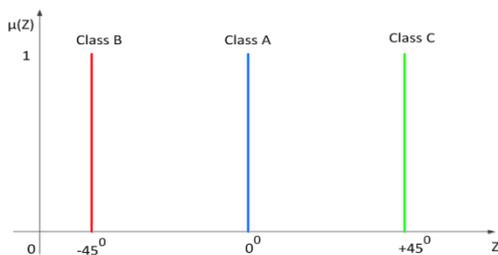


Gambar5. Input membership function luas permukaan

Setelah mendapatkan derajat keanggotaan dan melakukan evaluasi rule maka langkah berikutnya adalah proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi yang dilakukan menggunakan *centre of gravity* model Sugeno dengan posisi singleton pada sumbu Z seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Z_{Output} = \frac{\sum \mu(Z)Zdz}{\sum \mu(Z)dz} \quad (1)$$

Dari proses defuzzifikasi didapatkan *output membership function* gerakan motor servo palang pemisah yang memisahkan klasifikasi dari objek seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Output membership function gerakanservo

Tabel 1. Evaluasi klasifikasi luas permukaan

		Vertical View		
		Small	Medium	Large
Horizontal View	Small	Class A	Class B	Class B
	Medium	Class B	Class B	Class C
	Large	Class B	Class C	Class C

3. Sensor Kamera

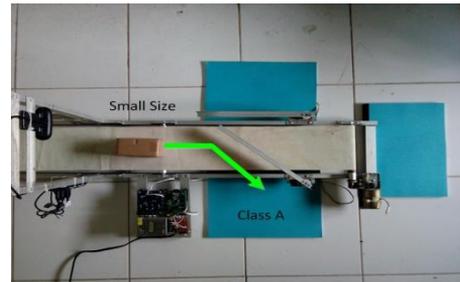
Sensor kamera adalah suatu perangkat optikal yang digunakan untuk mendeteksi permukaan sebuah objek dalam bentuk informasi citra. Sensor visual memerlukan dukungan tekni pengolahan citra untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan cara menangkap pantulan cahaya dari objek yang mengarah ke sensor yang peka terhadap cahaya. Intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor ini akan diolah sehingga berbentuk citra. Perangkat sensor visual yang digunakan adalah kamera *webcam* yang dapat memproyeksikan objek tiga dimensi menjadi dua dimensi dengan satuan piksel. Setiap kamera terdiri dari sebuah lensa yang digunakan untuk memproyeksikan objek tiga dimensi menjadi gambar dua dimensi. Kontur dapat ditemukan jika ada titik piksel yang mempunyai lokasi tepi yang signifikan pada gambar, maka dapat dilakukan pendekatan tepi yang sesuai dengan arah tepi yang diasumsikan. Menggunakan cara memisahkan antara posisi objek dengan latar belakang menggunakan kombinasi *Contour-based detection* dan *color segmentation* yang dianggap cukup efektif [6].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

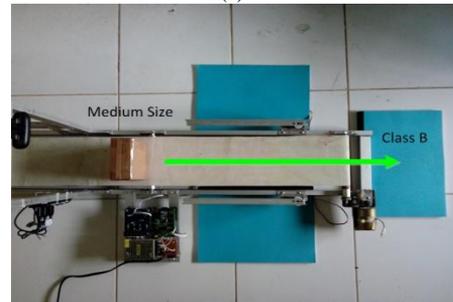
Proses pengujian untuk mendapatkan nilai akurasi pengukuran antara hasil yang terukur dan perhitungan barang menggunakan paket dengan ukuran yang berbeda. Ukuran panjang masing-masing sisi panjang, lebar dan tinggi antara 5 cm sampai 10 cm. Untuk jarak pengukuran, sistem dapat mengidentifikasi objek antara 1 – 15 cm untuk sisi panjang dan lebar, sedangkan sisi tinggi antara 5 – 20 cm. Pengukuran menggunakan kamera diperoleh akurasi rata-rata sebesar 87,5%. Kegagalan perhitungan dikarenakan kondisi lingkungan seperti kurangnya pencahayaan pada permukaan objek dan warna antara objek dengan latar belakang

Tabel2. Pengukuran dan perhitungan sisi objek [6]

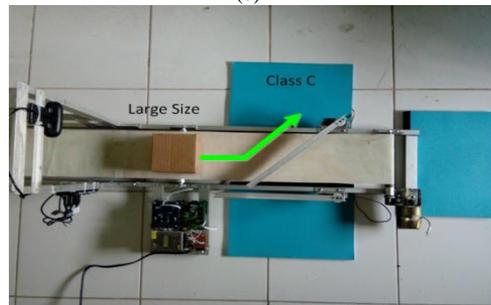
Parcel Boxes	Horizontal and Vertical View	Distance Calculate (cm)	Distance Measurement (cm)
	 	Width = 10 Height = 10 Length = 10	Width = 11.1 Height = 10.2 Length = 10.7
	 	Width = 10 Height = 10 Length = 5	Width = 9.7 Height = 9.4 Length = 4.8
	 	Width = 5 Height = 10 Length = 10	Width = 5.1 Height = 10 Length = 9.1
	 	Width = 10 Height = 5 Length = 10	Width = 10.1 Height = 4.8 Length = 9.8
	 	Width = 5 Height = 5 Length = 10	Width = 5.1 Height = 5.0 Length = 9.7
	 	Width = 10 Height = 5 Length = 5	Width = 9.5 Height = 4.7 Length = 4.6



(a)



(b)



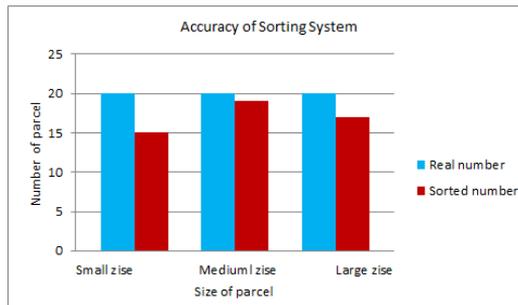
(c)

Gambar 7. Hasil pengujian pemilahan barang (a) dengan ukuran barang kecil, (b) dengan ukuran barang sedang dan (c) dengan ukuran barang besar

Hasil perbandingan antara pengukuran dan perhitungan jarak sisi-sisi objek ditunjukkan pada Tabel 2.

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga jenis ukuran barang paket seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Persentase keberhasilan implementasi *fuzzy logic controller* pada sistem dalam mengidentifikasi ukuran paket dihitung dari jumlah barang yang berhasil dipilah berdasarkan klasifikasinya. Dari hasil pengujian sistem kendali ini menunjukkan bahwa *automatic parcel sorting* mampu melakukan tugas pemilahan barang

berdasarkan ukuran barang dengan prosentase keberhasilan 85%. Persentase kegagalan diakibatkan karena kesalahan perhitungan ukuran yang dilakukan sebelumnya menggunakan kamera. Grafik akurasi kinerja sistem memilah barang menggunakan kendali fuzzy ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik akurasi kinerja sistem

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem yang dibangun dengan menggunakan metoda-metoda yang telah ditentukan, dapat disimpulkan bahwa pengukuran barang menggunakan kamera diperoleh akurasi rata-rata sebesar 87,5%.

Untuk jarak pengukuran, sistem dapat mengidentifikasi objek antara 1 – 15 cm untuk sisi panjang dan lebar, sedangkan sisi tinggi antara 5 – 20 cm. Tingkat keberhasilankendali *fuzzy logic* pada sistem *automatic parcel sorting* untuk memilah barang mampu melakukan tugas dengan prosentase keberhasilan 85%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang telah didapatkan, maka ada beberapa bagian yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Pengembangan perlu dilakukan untuk mendapatkan sistem yang lebih akurat. Diantaranya adalah dalam menggunakan sensor visual mampu agar bekerja optimal diperlukan luminasi pencahayaan yang cukup agar seluruh permukaan objek terdeteksi oleh kamera dan sistem kendali dapat digantikan dengan kendali jaringan syaraf tiruan maupun kendali cerdas lainnya

agar sistem bisa memilah barang lebih cepat dengan akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumar, Sanjeev, and SavitaMaan. "Status and scope of online shopping: An interactive analysis through literature review." *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies* 2.12 (2014): 100-8.
- [2] Yu, Wooyeon, et al. "Design and Implementation of Robotic Parcel-Sorting Systems." *SmartCR* 4.2 (2014): 108-117.
- [3] Khojastehnazh, M., M. Omid, and A. Tabatabaeefar. "Development of a lemon sorting system based on color and size." *African Journal of Plant Science* 4.4 (2010): 122-127.
- [4] Rokunuzzaman, Md, and H. P. W. Jayasuriya. "Development of a low cost machine vision system for sorting of tomatoes." *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 15.1 (2013).
- [5] Assanov, A. "Controlling the Speed of a Coding Line Conveyor Using Fuzzy Logi." *Cybernetics And Information Technologies* 9.3 (2009).
- [6] Yunardi, Ricky Tri. "Contour-based object detection in Automatic Sorting System for a parcel boxes." *Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA), 2015 International Conference on.* IEEE, 2015.