

# OTOMATISASI SISTEM IDENTIFIKASI DAN PENYORTIRAN BOTOL PLASTIK DAN KALENG MINUMAN BERDASARKAN GEOMETRINYA

Irsyadi Yani

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya  
Jl.Raya Palembang Prabumulih km 32, Inderalaya-Ogan Ilir (30662)  
Sumatera Selatan, Indonesia  
E-mail: yani\_irs@ft.unsri.ac.id

## ABSTRAK

Artikel ini memaparkan implementasi suatu prototip dari sistem otomatisasi untuk mengidentifikasi dan menyortir sampah botol plastik dan kaleng minuman secara real-time berdasarkan bentuk geometrinya. Bentuk geometri merupakan salah satu bentuk dari sistem biometrik yang stabil dan memiliki suatu karakteristik yang unik. Teknik ini terbukti sangat efektif digunakan untuk pengidentifikasian dan penyortiran botol sampah plastik dan kaleng minuman. Sebuah web kamera dipergunakan untuk menangkap gambar benda yang melalui sistem ban berjalan secara otomatis. Selanjutnya gambar tersebut diolah oleh suatu sistem pengolahan citra digital untuk mendapatkan bentuk geometri dari benda tersebut. Langkah selanjutnya adalah pencocokan bentuk geometri dari objek yang ditangkap oleh web kamera dengan database yang telah dilakukan pelatihan oleh sistem identifikasi. Sistem pelatihan digunakan untuk meminimalkan jumlah data yang diperlukan oleh sistem. Dua buah uji coba telah dilakukan berdasarkan pada posisi dan jenis dari botol plastik dan kaleng minuman tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kemampuan identifikasi dan penyortiran memiliki akurasi hingga 95%. Artinya sistem yang dikembangkan ini mampu secara akurat mengidentifikasi dan menyortir botol plastik dan kaleng minuman secara real-time.

*Keywords: Identifikasi, penyortiran, bentuk geometri, real-time*

## 1. Pendahuluan

Pendaur ulangan sampah plastik dan kaleng minuman telah menjadi prosedur standar dari segi ekonomi dan lingkungan (Schaut, 2007; Siddique et al., 2008). Pendaur ulangan bahan-bahan tersebut telah menjadi ketetapan undang-undang pada negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, Kanada, Jepang, dan beberapa negara berkembang lainnya. Proses pendaur ulangan ini dimulai dengan melakukan penyortiran sampah berdasarkan jenisnya tersendiri untuk mempermudah pendaur ulangannya. Secara umum ada dua jenis penyortiran yang umum dilakukan sekarang ini, penyortiran manual dan penyortiran otomatis.

Penyortiran secara manual berdasarkan pada hasil pengamatan yang dilakukan oleh pekerja yang berusaha mengidentifikasi dan mengambil jenis sampah berdasarkan jenis/tipenya dimana sampah

tersebut umumnya diletakkan dipermukaan suatu ban berjalan. Hasil penyortiran tersebut kemudian diletakkan secara terpisah ke dalam tempatnya masing-masing. Penyortiran secara manual ini sangat tidak cocok untuk digunakan pada industri-industri pendaur ulangan berskala besar. Yang juga menjadi catatan untuk penyortiran secara manual ini adalah sangat sulit untuk menjaga konsistensi pekerja tersebut untuk jangka waktu yang lama dalam melakukan penyortiran.

Sistem penyortiran otomatis menggunakan suatu sistem pendeteksian atau kombinasinya untuk mengidentifikasi sampah berdasarkan jenisnya. Sistem ini secara otomatis akan memisahkan sampah mengikuti bentuk, warna dan jenis bahan atau campuran diantaranya. Sistem ini dapat bekerja secara terus menerus selama 24 jam secara konsisten. Sistem penyortiran otomatis ini dapat diimplementasikan untuk penyortiran dalam volume yang besar secara efisiensi dengan penggunaan tenaga manusia yang minimal akan tetapi membutuhkan investasi besar dengan teknologi yang spesifik (hearn dan Ballard, 2005; Taylor, 2006).



Bagaimanapun juga, untuk Negara-negara yang sedang berkembang, tenaga kerja manusia tetaplah lebih murah sehingga sistem penyortiran secara manual masih tetap merupakan pilihan utama.

Dewasa ini, sangat banyak teknik penyortiran yang telah dikembangkan, sebagai contoh, teknologi infra red, dengan sensor X-Ray dan optik telah dikembangkan untuk sistem penyortiran ini [feng et al. 2007, MB Mesina et al. 2007, Wahab 2006]. Untuk penyortiran plastik container berdasarkan karakteristik warna juga telah dilakukan [Ahmad 2008], demikian juga dengan penyortiran kaleng minuman berdasarkan jenis bahannya [Irsyadi et al., 2009]. Bagaimanapun juga penelitian dan pengembangan dalam area ini masih sangat terbuka.

Sebuah aplikasi baru telah dikembangkan untuk mengidentifikasi sampah botol plastik dan kaleng minuman berdasarkan pada sistem computer vision (Irsyadi et al., 2009). Penerapan teknologi pemrosesan citra diintegrasikan ke dalam sistem tersebut, citra dari sampah botol plastik dan kaleng minuman diambil secara otomatis dari ban berjalan, kemudian citra digital tersebut diproses dan dianalisa untuk mendapatkan data-data mengenai objek digital tersebut. Proses klasifikasi dilakukan untuk membandingkan citra yang didapat dengan data yang ada pada database dari sistem tersebut. Apabila telah diperoleh hasil dari perbandingannya, selanjutnya objek tersebut akan disortir berdasarkan jenisnya, teknik ini bekerja secara otomatis, efisien, dan murah.

Sebuah prototip telah dibuat untuk meninjau kapabilitas dari sistem ini. Dengan memiliki database sebanyak 50 buah jenis botol plastik dan 25 jenis kaleng minuman, keseluruhan sistem ini telah diujicoba.

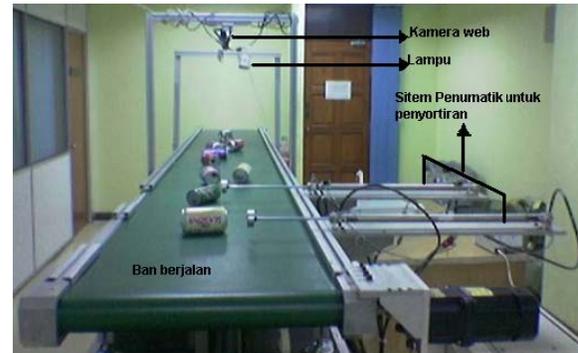
Artikel ini difokuskan pada sistem identifikasi otomatis untuk pengenalan jenis sampah plastik dan kaleng minuman yang diletakkan pada suatu ban berjalan.

## 2. Teori dan metode

Prosedur (Pattern recognition) untuk indentifikasi ini terdiri dari suatu rangkaian langkah komputasional sebagai berikut:

- i. Akuisisi citra (*Image acquisition*)
- ii. Pre-proses citra (*Image pre-processing*)
- iii. Penyaringan cirri-ciri (*Feature extraction*)
- iv. Identifikasi (*Identification*)

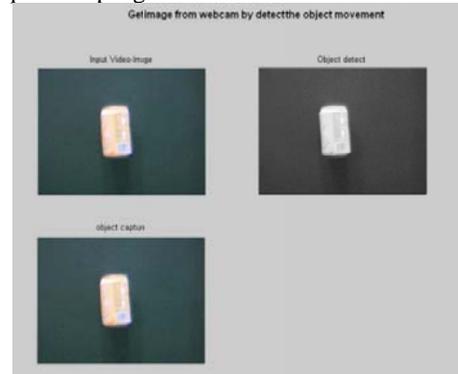
Prosedur ini dilakukan secara real-time dimana objek (botol plastik dan kaleng minuman) yang akan diidentifikasi dijalankan dengan menggunakan sebuah ban berjalan, sehingga akan didapat hasil yang mendekati keadaan sebenarnya.



Gambar 1. Layout sistem Identifikasi

### a. Akuisisi citra (*Image acquisition*)

Sebuah webcam digunakan untuk mendapatkan gambar material dari ban berjalan. Citra tersebut diperoleh secara otomatis dengan mengembangkan suatu algoritma tersendiri. Resolusi yang dipergunakan adalah  $320 * 240$  pixel dengan kondisi pencahayaan rendah. Permasalahan yang didapat karena pengaruh pencahayaan ini adalah dari sudut kontras dan kecerahan yang dapat mempengaruhi kualitas dari citra tersebut.



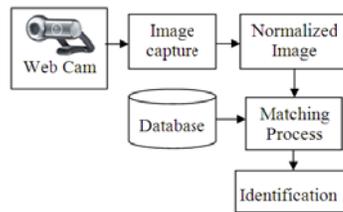
Gambar 2. Penangkapan citra secara otomatis

### b. Pre-proses citra (*Image pre-processing*)

Sekali citra tersebut didapat, penyetaraan/penyamaan histogram (*histogram equalization*) digunakan untuk memperhalus kontras secara otomatis. Dengan cara ini, citra tersebut diharapkan akan memiliki histogram yang sama (Gonzales, 1992).

Selanjutnya sisi tepi (Edge) dari citra tersebut diekstrak dan bentuk geometri dari material tersebut diidentifikasi. Prosedur ini telah dirancang untuk bekerja dalam beberapa kondisi pencahayaan. Hal terpenting dalam pengambilan sisi tepi ini adalah terdapatnya ketiadaan (*lack*) dari jalur yang membuat bentuk dari objek tersebut tidak sempurna. Untuk itu dilakukan proses pengisian semula daerah-daerah yang hilang tersebut secara otomatis dengan mengembangkan suatu algoritma tersendiri berdasarkan pada metode statistik.





Gambar 3. Blok diagram sistem identifikasi



Gambar 4. Contoh database dari kaleng minuman

c. Penyaringan ciri-ciri (*Feature extraction*)

Sekali prosedur Pre-proses citra berjalan, akan didapatlah batas tepi/sisi untuk tiap-tiap objek, satu set ciri-ciri selanjutnya dihitung untuk dipergunakan dalam langkah pengidentifikasian. Ciri-ciri (*Feature extraction*) yang dihitung adalah:

- Panjang (dalam pixel)
- Lebar (dalam pixel)
- Rasio panjang /lebar
- Luas (jumlah pixel dalam citra binary)
- Batas tepi/sisi, yaitu jumlah pixel pada sisi tepi citra

d. Identifikasi (*Identification*)

Untuk menetapkan akurasi dari proses identifikasi, database dari botol plastik dan kaleng minuman diletakkan dalam keadaan standard an ditempatkan tepar ditengah-tengah ban berjalan dengan pencahayaan yang baik.

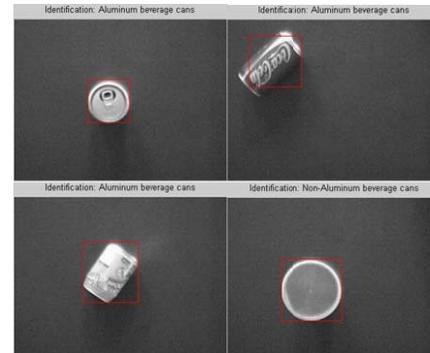
Setelah cirri-ciri citra diperoleh, selanjutnya dihitung jarak dalam ruang n-dimensi dari citra tersebut. Pada metode ini, error dihitung sebagai jarak Euclidean antara titik pengukuran dan semua titik didalam database.

$$err = \left(\frac{p-p_i}{p_i}\right)^2 + \left(\frac{l-l_i}{l_i}\right)^2 + \left(\frac{a-a_i}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{ar-ar_i}{ar_i}\right)^2 \quad ..(1)$$

Diman p adalah panjang, l adalah lebar, a adalah luas, dan ar adalah luas rasio, sedangkan i didapat dari nilai dalam database. Nilai dengan error terkecil merupakan target objek yang hendak disorting. Bagaimanapun juga ,setiap objek mempunyai factor kepatutan (*factor of merit*) yang digunakan untuk mengurangi kesalahan identifikasi. Faktor kepatutan dihitung berdasarkan:

$$form_i = \frac{\exp(-20.err)_i}{\sum_i \exp(-20.err)_i} \quad ..(2)$$

Dalam proses identifikasi ini, sistem akan mencoba mencari nilai kesalahan. Membandingkan setiap nilai kesalahan yang didapat sehingga diperoleh nilai kesalahan terkecil untuk selanjutnya diproses guna menentukan tingkat kemiripan dari object tersebut dengan database yang dimiliki oleh sistem tersebut.



Gambar 5. Contoh identifikasi

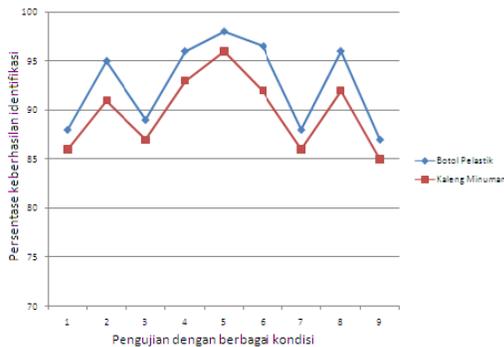
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dalam beberapa kali percobaan dengan berbagai kondisi seperti perbedaan pencahayaan dan posisi dari objek. Akurasi dievaluasi dalam hal kemampuan sistem untuk membedakan objek. Akurasi ini sangat tergantung pada kualitas dan kuantitas data yang disimpan didalam database, selain juga kualitas dari citra yang diperoleh secara otomatis dari objek yang hendak diidentifikasi.

Sistem penyortiran dengan menggunakan kamera web ini dapat diaplikasikan untuk penyortiran yang berbeda, seperti penyortiran kaleng minuman dari bahan aluminum dan bahan non-aluminum serta botol plastik yang dapat didaur ulang dengan yang tidak.

Gambar 6 memperlihatkan hasil pengujian untuk penyortiran Botol plastik dan kaleng untuk berbagai kondisi di ban berjalan. Terlihat bahwa persentasi keakurasian pengidentifikasian melebihi 80%.





Gambar 6. Persentase keberhasilan identifikasi

Adapun table 1 memperlihatkan tingkat kemiripan antara objek yang diidentifikasi. Terlihat bahwa sistem dapat mengenali objek yang hendak diidentifikasi berdasarkan tingkat kemiripannya dengan data pada database.

Table 1. Tingkat kemiripan objek

Aluminum cans	Non-aluminum cans	% of similarity
200/211D cans	X	100.00
Slim 200D cans	X	100.00
Stubby 206D cans	X	100.00
Standard 206D cans	X	100.00
Beverage round cans (250 ml)	X	100.00
Beverage round cans (250 ml)	X	100.00
Beverage round cans (325 ml)	X	100.00
Beverage slim cans	X	100.00
X	2-Piece DWI steel cans	74.0932
X	401D round cans	65.0765
X	502D round cans	62.0690
X	Oval sardine cans	13.4025
X	2-pice tuna cans	18.2504
X	Round ink cans	9.7473
X	Sweetened condensed milk cans	18.1404
X	603D culinary round cans	13.8099

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa akurasi identifikasi dan sistem penyortiran ini memiliki performa melebihi 90%. Sistem ini diuji dan dihitung tingkat akurasi pengenalan objeknya. Akurasi dihitung ketika sistem mampu membedakan objek yang hendak disorting. Akurasi ini sangat tergantung dengan kualitas dan kuantitas dari database yang kita punyai untuk mendapatkan variable dari panjang, lebar, luas dan batasan tepi/sisi dari objek tersebut.

Penelitian ini masih dalam taphapan awal, dan masih memungkinkan untuk mengembangkan lebih lanjut

algorithmnya sehingga tingkat keakurasiannya dan kecepatannya dapat ditingkatkan lagi.

#### Referensi

- [1] Feng Duan, Yao-Nan Wang, Huan-Jun Liu, Yang-Guo Li, *A machine vision inspector for beer bottle*, Engineering Applications of Artificial Intelligence Journal 20 (2007), pp 1013–1021.
- [2] M.B. Mesina, T.P.R. de Jong, W.L. Dalmijn, *Automatic sorting of scrap metals with a combined electromagnetic and dual energy X-ray transmission sensor*, Int. J. Miner. Process. 82 (2007), pp. 222–232.
- [3] D. A. Wahab, A. Hussain, E. Scavino, M.M. Mustafa and H. Basri, *Development of a Prototype Automated Sorting Sistem for Plastik Recycling*, American Journal of Applied Sciences 3 (7) (2006), pp. 1924-1928,
- [4] S.R. Ahmad, *A New Technology for Atomic Identification and Sorting of Plastik for Recycling*, Environmental Technology 28 (2004), pp. 1143-1149
- [5] E. B. Conteras, H. Buxton and E. Spier, *Attention can improve a simple model for objek recognition*, Journal of Image and Vision Computing. 26 (2008), pp776 -787.
- [6] R. A. Reyna, D. Esteve and D. Martinez, *An Integrated Vision Sistem: Objek Detection and Localization*”, Third International Workshop on Design of Mixed-Mode Integrated Circuits and Applications (1999), pp. 118- 121.
- [7] Vetter, T. poggio, et al, *3D Objek Recognition: Symetry and Virtual Views*, Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory and Center for Biological and Computational Learning, A.I. Memo No. 1409. C.B.C.L. Paper No. 76 (1992)
- [8] Feng Duan, Yao-Nan Wang, Huan-Jun Liu, Yang-Guo Li, *A machine vision inspector for beer bottle*, Engineering Applications of Artificial Intelligence Journal 20 (2007), pp 1013–1021.
- [9] P. Sinha, *Objek Recognition via Image Invariants: A Case Study*, Investigative Ophthalmology and Visual Science, Vol. 35 (1994), pp. 1735-1740.
- [10] Irsyadi Y, M A Hannan, H Basri, E Scavino, Noor Ezlin A B, *Detecting Objek using Combination of Sharpening and Edge Detection Method*, European Journal of Basic Science. 32 (2005), pp. 122-128.

