

Implementasi *Histogram of Oriented Gradients* dengan *Support Vector Machine* dalam Rancang Bangun Tempat Sampah Kantor Otomatis

Marsha Nur Shafira¹, Fitri Utamingrum²

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹mns981004@gmail.com, ²f3_ningrum@ub.ac.id

Abstrak

Penumpukan sampah mengakibatkan penanganan sampah di daerah kantor tidak terkendali dengan baik. Selain itu, pekerja kantor cenderung kurang peka terhadap lingkungan sekitar, terutama pada sampah. Solusi untuk menangani masalah tersebut dapat dilakukan dengan mendaur ulang sampah dengan memilah sampah berdasarkan jenisnya. Maka dari itu dibuatlah sistem tempat sampah kantor otomatis yang dapat memilah tiga jenis sampah kantor. Proses jalannya sistem dibantu dengan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). Komponen utama pada sistem ini adalah Raspberry Pi, sensor kamera dan sensor *infrared proximity*. *Output* yang didapatkan pada sistem yaitu bergeraknya motor servo untuk menentukan tempat sampah yang sesuai dengan jenisnya dan penandaan penuhnya sampah oleh sensor *infrared proximity*. Pengujian dilakukan dengan mendeteksi tiga objek pada tiga jenis sampah yang berbeda. Hasil uji rata-rata keakuratan sistem dalam mengenali objek pada botol plastik dan botol kaleng mencapai 90,63%. Hasil terbaik didapatkan saat mendeteksi botol kaleng dengan mencapai 96,88%. Hasil uji waktu komputasi yang sesuai dengan deteksi pada botol plastik sebesar 3,45 s, pada botol kaleng 3,496 s dan kertas dengan 2,529 s. Pengujian pada sensor *infrared proximity* dalam mendeteksi penuhnya sampah mencapai 100%.

Kata kunci: *Sampah kantor, Histogram of Oriented Gradients, Support Vector Machine, Raspberry Pi*

Abstract

Irregularities that occur in the waste buildup causes the handling of waste that's not well controlled. The office workers tend to be busy which causes them to be careless about waste they produce every day. The solution to the problem can be done by recycling the waste and categorize the waste by its type. Therefore a system was made in a form of the Automatic Office Trash Bin which is able to categorize the three types of offices waste. The main component that is used in this research are Raspberry Pi, camera and infrared proximity. The process of this system is assisted by Histogram of Oriented Gradients (HOG) and Support Vector Machine (SVM). The result of the system will produce an output which are determination the type of the waste and measured based on the full amount of waste in the trash. . The average examination result of the accuracy in detecting plastic bottles and papers reach 90.63%. Cans got the best result of this examination, it has reach 96,88%. The average examination result of the computing time reach 3,45 s for plastic bottles, 3,496 s for cans and 2,529 s for paper. The examination of the infrared proximity sensor in detecting the amount of waste in the trash can reach 100%.

Keywords: *Office waste, Histogram of Oriented Gradients, Support Vector Machine, Raspberry Pi*

1. PENDAHULUAN

Direktur Jenderal Pengelolaan Limbah, Sampah, dan Bahan Beracun Berbahaya (PSLB3), Rosa Vivien Ratnawati, menerangkan bahwa rata-rata jumlah sampah yang dihasilkan oleh kota besar mencapai 1.300 ton per harinya, yang berarti menghasilkan 64 juta ton pada tiap

tahunnya. Dari angka tersebut, tercatat penghasil sampah terbesar kedua di dunia adalah perkantoran. Jenis sampah yang sering kali ditemukan di perkantoran yaitu sampah botol plastik, botol kaleng dan kertas.

Konklusi dari keterangan Rosa Vivien Ratnawati adalah manusia masih kurang kesadaran akan sampah dan juga pembagian

jenis sampah. Masih banyak orang yang bingung membedakan jenis sampah. Diluar itu, kebanyakan tenaga kerja di perkantoran sebetulnya dapat mengategorikan jenis sampah, namun karena kesibukan mereka yang mengakibatkan kurangnya atensi terhadap lingkungan, membuat mereka melupakan hal-hal kecil diluar pekerjaan mereka, yang tentu salah satunya adalah pembagian jenis sampah.

Pengolahan kembali sampah atau kerap disebut daur ulang adalah hal yang penting namun kerap terlupakan oleh manusia. Daur ulang sampah akan jauh lebih mudah dengan adanya pembagian jenis sampah. Karena sampah-sampah dari perkantoran akan menjadi sesuatu yang berguna jika dikelola dengan benar. Hal ini tentunya hanya bisa dicapai jika dibentuknya sistem pembagian jenis sampah.

Metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) digunakan untuk mendapatkan ciri dari objek yang dideteksi oleh sensor kamera. Untuk mendapatkan ciri tersebut, dibutuhkan suatu perhitungan untuk mencari nilai gradien sudut tersebut (Singh, 2019). Ciri fitur yang didapatkan akan digunakan untuk menentukan kelas pada metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). Metode *Support Vector Machine* (SVM) adalah sebuah metode klasifikasi yang dapat membangun kecerdasan artifisial dalam mengambil keputusan. Pemilihan Algoritma SVM didasari oleh data data dari ekstraksi fitur HOG yang didapatkan akan diolah untuk menentukan output berupa kelas berdasarkan jenis sampah. Sehingga dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengguna serta dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan implementasi pada sistem baik dari segi perangkat lunak dan perangkat keras.

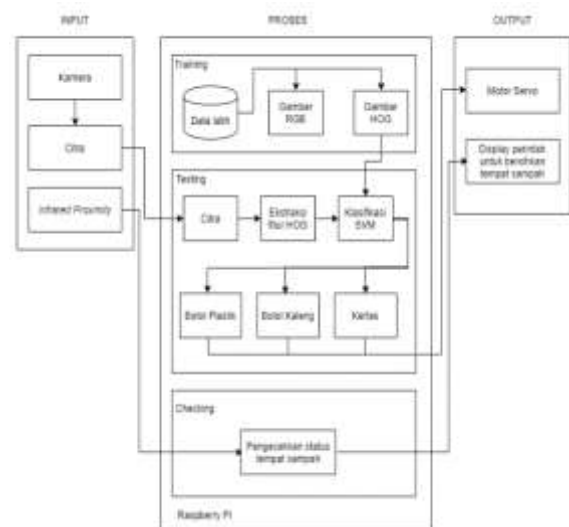
2.1. Gambaran umum sistem

Pada sub bab ini menjelaskan bagaimana cara kerja sistem dari awal dijalankan sampai menghasilkan output yang diinginkan. Perancangan system dibagi menjadi tiga aspek yaitu bagian *input*, proses dan *output*, yang dapat dilihat di gambar 1.

Pada gambar 1 merupakan gambaran perancangan secara umum pada sistem. Dalam perancangan sistem terbagi atas tiga aspek yaitu

bagian *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* terdapat dua sensor yaitu sensor kamera dan sensor *infrared proximity*. Pada sensor kamera memiliki fungsi untuk menangkap citra. Sensor *infrared proximity* berfungsi untuk mendeteksi ruang tempat sampah yang penuh. Citra yang ditangkap akan digunakan untuk tahap selanjutnya, yaitu proses.

Proses dilakukan untuk mengolah citra yang sudah ditangkap oleh kamera. Data latih berperan penting pada proses pengolahan. Pengolahan dilakukan dengan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan *Support Vector Machine* (SVM). Metode tersebut digunakan untuk menentukan jenis sampah yang dideteksi seperti botol plastik, botol kaleng dan kertas. Setelah proses dilakukan akan menghasilkan output dengan dua kondisi yang berbeda. Kondisi akan berubah ketika keadaan tempat sampah penuh. Jika ruang pada tempat sampah masih cukup, maka motor servo bergerak ke arah yang disesuaikan dengan input. Ketika keadaan tempat sampah penuh yang terdeteksi oleh sensor *infrared proximity*, maka lampu pada sensor akan menyala dan memberikan output tampilan perintah untuk membersihkan tempat sampah dahulu. Ketika tampilan itu muncul maka program dihentikan sementara sampai tempat sampah dibersihkan.

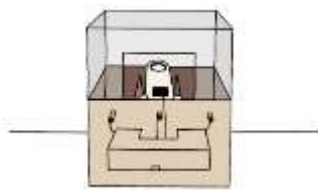


Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

2.2. Perancangan Sistem

Komponen perangkat keras yang digunakan sistem untuk membuat sampah kantor adalah kamera *webcam*, *Raspberry Pi*, motor servo dan sensor *infrared proximity*. Berikut pada gambar

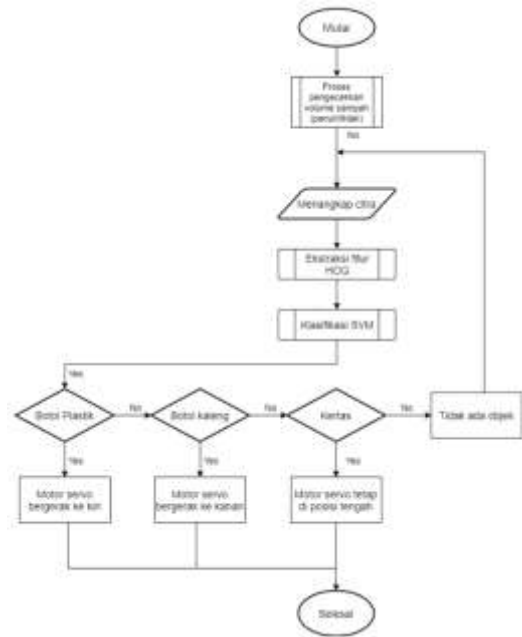
2 adalah *prototype* desain dari sistem ini. Sensor *infrared proximity* dan sensor kamera adalah komponen perangkat keras yang diletakkan secara terpampan. Kotak kecil yang terdapat di bagian depan berfungsi untuk menaruh komponen perangkat keras lainnya seperti Raspberry Pi dan motor servo drive PCA9685, kotak kecil ini pun berfungsi untuk menutupi banyaknya kabel pada sistem dan membuat tempat sampah kantor ini terlihat lebih rapih dan berestetika. Untuk penempatan motor servo, diletakkan di bawah papan panjang penyaring sampah.



Gambar 2. *Prototype* Sistem

2.3. Program Utama Sistem

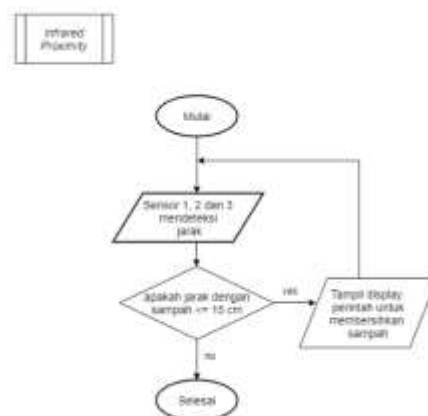
Gambar 3 menunjukkan diagram alir program utama pada sistem. Perancangan pada program utama diawali dengan kamera webcam yang menangkap citra dengan resolusi input sebesar 320x240. Sampah yang dideteksi harus berposisi tegak lurus agar citra dapat ditangkap oleh kamera. Langkah selanjutnya adalah metode *Hsitogram of Oriented Gradients* (HOG) yaitu untuk mendapatkan ciri fitur dari citra yang dideteksi untuk selanjutnya dilakukan pengekstrakan. Ciri fitur yang telah diekstrak akan digunakan untuk tahap selanjutnya, yaitu pengklasifikasian sampah. Pengklasifikasian sampah dibagi menjadi empat kelas yang sudah ditentukan, yakni botol plastik, botol kaleng, kertas dan tidak ada objek. Klasifikasi objek ini dilakukan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan *multi-class*. Metode ini akan menghasilkan dua kondisi, yaitu motor servo yang bergerak ke arah sesuai input, seperti yang sudah ditentukan. Kondisi kedua akan terjadi jika tempat sampah terdeteksi sudah penuh oleh *infrared proximity*, yang akan memberi sinyal berupa lampu merah. Hal ini merupakan perintah untuk membersihkan tempat sampah. Karena Ketika tampilan ini muncul, maka program dihentikan sementara sampai tempat sampah dibersihkan.



Gambar 3. Program Utama Sistem

2.4. Proses pendeteksian penuhnya sampah dengan sensor *infrared proximity*

Pada gambar 4 adalah proses pendeteksian penuhnya sampah menggunakan *infrared proximity*. Sensor yang dirancang secara sekuensial ini membutuhkan jarak kurang lebih 15cm untuk medeteksi sampah. jika pada salah satu sensor tersebut medeteksi sebuah *obstacle* sampah, maka lampu indikator *built-in* sensor akan menyala dan memunculkan display pada layar berupa perintah untuk membuang sampah, karena salah satu atau beberpa slot sudah penuh.



Gambar 34. Proses penuhnya deteksi sampah oleh *infrared proximity*

2.5. Proses pengenalan objek dengan *Histograms of Oriented Gradients*

Gambar 5 menunjukkan proses dari

pengenalan citra yang ditangkap oleh kamera dengan metode ekstraksi ciri fitur *Histograms of Oriented Gradients* (HOG). Citra yang sudah ditangkap oleh kamera diolah dengan metode ini. Langkah pertama dari proses ekstraksi HOG adalah preprocessing. Preprocessing adalah tahap persiapan sebelum dilakukan pengolahan. Di tahap ini citra yang sudah ditangkap oleh kamera yang berupa format RGB akan diubah menjadi *grey-scale*. Setelah dikonversi, maka langkah selanjutnya yaitu memotong citra yang difokuskan untuk dideteksi dan dilanjutkan dengan merubah ukuran citra.

Setelah tahap preprocessing selesai, maka dilanjutkan dengan operasi perhitungan untuk mencari nilai gradien Gx yang artinya nilai gradien dari arah horizontal, dan Gy yang artinya nilai gradien dari arah vertikal. Hasil perhitungan menggunakan konvolusi sobel lah yang menghasilkan nilai tersebut. Nilai yang didapatkan dari gradien Gx dan Gy, akan dipakai untuk menghitung gradien *magnitude* dan gradien orientasi, yang akan menjadi titik ukur arah sudut pada citra yang dideteksi dengan cara menempatkan nilai tersebut pada 9 bin.

Proses menghitung untuk menentukan nilai pada 9 bin ditentukan dengan rentang sudut 20°, yaitu 0°, 20°, 40°, 60° sampai 160°. Penentuan dilakukan dengan membandingkan posisi gradien *magnitude* dan orientasi. Jika nilai pada gradien *magnitude* sama dengan posisi nilai orientasi dengan sudut derajat yang diketahui, maka nilai gradien *magnitude* akan dimasukkan ke dalam bin yang sesuai dengan sudut derajat orientasi yang diketahui. Jika nilai gradien orientasi berada di antara kedua sudut bin, maka nilai gradien *magnitude* akan dibagi menjadi dua sehingga kedua bin mendapatkan nilai. Ketika kondisi bin sudah terisi dengan lengkap, kemudian dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap normalisasi blok.

Normalisasi blok merupakan suatu pendekatan untuk mengatasi masalah ketika intensitas cahaya pada citra tidak seimbang. Setelah intensitas cahaya pada citra diseimbangkan, maka dilakukan penghitungan vektor akhir berdasarkan perpindahan blok dari arah horizontal dan vertikal. Dengan melakukan langkah di atas ciri ekstraksi fitur HOG didapatkan dan hasil yang diperoleh yaitu berupa array.



Gambar 5. Proses Deteksi Stroberi Matang Menggunakan Nilai Hue dan Saturation

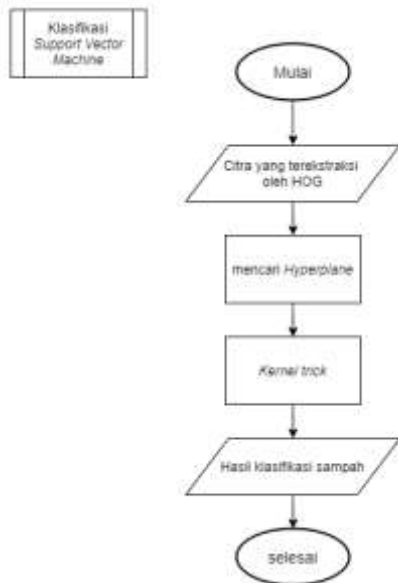
2.6. Proses pengklasifikasian citra dengan Support Vector Machine

Gambar 6 menggambarkan proses pengklasifikasian metode *Support Vector Machine*, yang adalah pengklasifikasian kelas yang digunakan untuk mengidentifikasi citra untuk disesuaikan dengan kelas yang sudah ditentukan. Kelas yang digunakan pada penelitian ini lebih dua, yang berarti perlu suatu pendekatan untuk dapat melakukan klasifikasi. *One-vs-One* adalah pendekatan yang digunakan pada penelitian ini yang dimana fungsi kelas umum pada SVM dimanfaatkan untuk mengenali semua pola pada tiap kelas.

Botol plastik, botol kaleng, kertas dan data negatif tidak ada objek adalah empat kelas yang ditentukan pada penelitian ini. Keempat kelas tersebut dapat diaplikasikan dengan menggunakan binary-class oleh *One-vs-One*. Terdapat enam penyelesaian yang terimplementasi pada tempat sampah otomatis oleh *One-vs-One* pada SVM. Penyelesaian pertama menggunakan dua kelas pada botol plastik dan botol kaleng, dilanjut dengan botol plastik dengan kertas, botol kaleng dengan kertas, tidak ada objek dengan botol plastik,

tidak ada objek dengan botol kaleng dan tidak ada objek dengan kertas.

Dua data yang diolah akan menentukan *hyperplane* yang dicari. Data yang digunakan pada penelitian ini cukup banyak dan kompleks, maka perlu dibantu dengan *kernel trick* yang berfungsi untuk membuat plot pada dua kelas yang diolah menjadi dimensi yang lebih tinggi. Hal ini mempermudah pencarian *hyperplane* pada sistem.



Gambar 6. Proses Pengklasifikasian citra dengan *Support Vector Machine*

2.7. Implementasi Sistem

Pada tahap yang berfokus pada pengimplementasian komponen yang dibutuhkan pada sistem ini sudah dapat dipastikan bahwa komponen sistem mampu bekerja dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Sebuah sistem untuk mendeteksi jenis sampah kantor akan dibentuk dengan cara perangkaian beberapa komponen menjadi satu komponen, yang dapat dilihat pada gambar 7. Sistem dibuat dengan tiga sensor infrared proximity yang diletakan pada tiga slot sampah yang berbeda jenis. Pada gambar tersebut juga tampak peletakan kamera dan tempat untuk menaruh sampah menuju klasifikasi dan pembuangan. Untuk memudahkan pendeteksian sensor dan mendapatkan hasil yang tepat, maka ukuran slot sampah disamakan.



Gambar 7. Implementasi alat yang sudah dirangkai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian tingkat akurasi sistem dalam mengenali jenis sampah kantor menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) dengan klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

Tujuan dari dilakukan pengujian ini yaitu mengetahui hasil akurasi dari bentuk sampah yang sudah diekstraksi. Pada tabel 1 sampai 3 merupakan hasil akurasi yang didapatkan dalam mengenali. Pengujian dilakukan menggunakan empat objek pada setiap jenis sampah, yaitu botol plastik, botol kaleng dan kertas. Hasil yang didapatkan pada pengujian ini sebesar 90,63% untuk sampah jenis botol plastik dan kertas. Hasil terbaik didapatkan oleh sampah jenis kaleng dengan mencapai 96,88%.

Tabel 1. Hasil uji pengenalan botol plastik


Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Akurasi (%)
1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	
1		tidak	75%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		tidak	
7		ya	
8		ya	


1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	

1		ya	90,63%
2		tidak	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	
Rata-rata akurasi		90,63%	

Tabel 2. Hasil uji pengenalan botol kaleng

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Akurasi (%)
1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	

1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	


1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	


1		ya	
2		ya	
3		ya	


4		ya	87,5%
5		ya	
6		tidak	
7		ya	
8		ya	
Rata-rata akurasi		96,88%	

Tabel 3. Hasil uji pengenalan kertas

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Akurasi (%)
1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	

1		ya	87,5%
2		ya	
3		ya	
4		tidak	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	

1		ya	75%
2		tidak	
3		ya	
4		tidak	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	


1		ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	


Rata-rata akurasi		96,88%
-------------------	--	--------

3.2. Pengujian rata-rata waktu komputasi sistem dalam memilah tiga jenis sampah kantor





Tujuan untuk melakukan pengujian ini agar mengetahui berapa rata - rata waktu yang akan dibutuhkan sistem untuk dapat mengeksekusi program dalam memilah tiga jenis sampah kantor menggunakan metode HOG dan klasifikasi SVM. Pada tabel 4 sampai 7 merupakan hasil dari pengujian. Rata-rata waktu komputasi yang sesuai pada botol plastik sebesar 3,435 detik, sedangkan pada botol kaleng sebesar 3,469 detik dan pada sampah kertas mencapai 2,529 detik.

Tabel 4. Hasil uji waktu komputasi botol plastik

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Komputasi waktu (s)
1		ya	3,050 s
2		ya	3,417 s
3		ya	3,478 s
4		ya	3,067 s
5		ya	3,238 s
6		ya	3,411 s
7		ya	3,321 s
8		ya	3,301 s
1		tidak	2,140 s
2		ya	3,190 s
3		ya	3,270 s
4		ya	3,078 s
5		ya	3,180 s
6		tidak	2,401 s
7		ya	3,422 s
8		ya	3,553 s
1		ya	3,683 s
2		ya	3,708 s
3		ya	3,419 s
4		ya	3,224 s
5		ya	3,764 s
6		ya	3,520 s
7		ya	3,492 s
8		ya	3,787 s
1		ya	3,785 s
2		tidak	3,809 s
3		ya	3,563 s
4		ya	3,438 s
5		ya	3,514 s
6		ya	3,714 s
7		ya	3,489 s





8		ya	3,541 s
Rata-rata komputasi waktu sistem yang sesuai deteksi			3,435 s
Rata-rata komputasi waktu sistem yang tidak sesuai deteksi			2,783 s
Rata-rata komputasi waktu sistem secara keseluruhan			3,374 s

Tabel 5. Hasil uji waktu komputasi botol kaleng

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Komputasi waktu (s)
1		ya	3,429 s
2		ya	3,437 s
3		ya	3,492 s
4		ya	3,734 s
5		ya	3,435 s
6		ya	3,507 s
7		ya	3,697 s
8		ya	3,702 s
1		ya	3,166 s
2		ya	3,389 s
3		ya	3,381 s
4		ya	3,236 s
5		ya	3,259 s
6		ya	3,364 s
7		ya	3,293 s
8		ya	3,166 s
1		ya	3,561 s
2		ya	3,492 s
3		ya	3,555 s
4		ya	3,622 s
5		ya	3,467 s
6		ya	3,613 s
7		ya	3,568 s
8		ya	3,427 s
1		ya	3,758 s
2		ya	3,671 s
3		ya	3,404 s
4		ya	3,642 s
5		ya	3,445 s
6		tidak	2,778 s
7		ya	3,782 s
8		ya	3,495 s

Rata-rata komputasi waktu sistem yang sesuai deteksi	3,496 s
Rata-rata komputasi waktu sistem yang tidak sesuai deteksi	3,254 s
Rata-rata komputasi waktu sistem secara keseluruhan	3,473 s

Tabel 6. Hasil uji waktu komputasi botol kertas

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Komputasi waktu (s)
1		ya	2,683 s
2		ya	2,652 s
3		ya	2,440 s
4		ya	2,572 s
5		ya	2,419 s
6		ya	2,590 s
7		ya	2,595 s
8		ya	2,630 s
<hr/>			
1		ya	2,404 s
2		ya	2,696 s
3		ya	2,614 s
4		ya	3,328 s
5		ya	2,547 s
6		ya	2,472 s
7		ya	2,407 s
8		ya	2,539 s
<hr/>			
1		ya	2,478 s
2		ya	3,218 s
3		ya	2,563 s
4		ya	3,137 s
5		ya	2,548 s
6		ya	2,393 s
7		ya	2,450 s
8		ya	2,667 s
<hr/>			
1		ya	2,510 s
2		ya	2,554 s
3		ya	2,430 s
4		ya	2,609 s
5		ya	2,390 s
6		tidak	2,526 s
7		ya	2,541 s
8		ya	2,435 s
Rata-rata komputasi waktu sistem yang sesuai deteksi			2,529 s
Rata-rata komputasi waktu sistem yang tidak sesuai deteksi			3,228 s
Rata-rata komputasi waktu sistem secara keseluruhan			2,595 s

3.3. Pengujian akurasi sensor *infrared proximity* dalam mendeteksi penuhnya tempat sampah

Tujuan untuk melakukan pengujian ini agar mengetahui keakurasian sensor *infrared proximity* dalam mendeteksi penuhnya sampah pada tempat sampah kantor otomatis. Pada tabel 7 merupakan hasil dari pengujian deteksi penuhnya tempat sampah. Dari pengujian sensor *infrared proximity* didapatkan hasil yang cukup baik yaitu ketiga sensor yang digunakan mampu mendeteksi secara akurat objek dengan jarak maksimal yang telah ditentukan yaitu pada jarak 15cm sehingga dapat dikatakan bahwa sensor *infrared proximity* ini bekerja dengan baik.

Tabel 7. Pengujian akurasi *infrared proximity*

Uji ke-	Bentuk sampah	Status terdeteksi	Akurasi (%)
1	Botol Plastik	ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	
<hr/>			
1	Botol kaleng	tidak	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		tidak	
7		ya	
8		ya	
<hr/>			
1	Kertas	ya	100%
2		ya	
3		ya	
4		ya	
5		ya	
6		ya	
7		ya	
8		ya	
Rata-rata akurasi sensor dalam mendeteksi sampah			100%

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengujian, akurasi yang didapatkan dari proses pendeteksian tiga jenis sampah kantor dengan metode Histogram Of Oriented Gradients (HOG) dan metode

klasifikasi Support Vector Machine (SVM) mendapatkan hasil deteksi terbaik dengan rata-rata akurasi 96,88% dalam mendeteksi botol plastik. Hasil pendeteksian jenis sampah memiliki hasil akurasi yang baik.

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan diketahui bahwa rata-rata waktu komputasi yang diperlukan untuk melakukan proses deteksi sampah kantor yang berhasil sebesar 3,435 detik untuk botol plastik, sedangkan pada botol kaleng sebesar 3,496 detik dan pada sampah kertas mencapai 2,529 detik.

Pengujian pada sensor infrared Proximity berjalan dengan baik. Hasil yang akurasi yang didapatkan pada sensor sangat baik yaitu mencapai 100%.

Adanya saran pada penelitian ini yaitu perlu dilakukan penentuan jumlah data latih paling optimal sehingga tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit karena jika terlalu banyak akan mempengaruhi waktu komputasi dan jika terlalu sedikit akan mempengaruhi tingkat akurasi. Perlu dilakukan penyesuaian besarnya overclock dan over voltage pada processor raspberry pi karena itu akan mempengaruhi kecepatan mengolah gambar

DAFTAR PUSTAKA

- Adharsyah, T., 2019. *Sebegini Parah Ternyata Masalah Sampah Plastik di Indonesia*. [Online] Tersedia di: <<https://www.cnbcindonesia.com/lifestyle/20190721140139-33-86420/sebegini-parah-ternyata-masalah-sampah-plastik-di-indonesia>> [Diakses 24 Agustus 2019].
- Anggreni, M. W., 2012. *Pengelolaan Sampah Perkantoran dalam Kaitannya dengan Green Building*. [Online] Tersedia di: <<https://www.kompasiana.com/maria.winda/551743bda333117507b65b1c/pengelolaan-sampah-perkantoran-dalam-kaitannya-dengan-green-building>> [Diakses 24 Agustus 2019].
- Permana, E., 2019. *Indonesia hasilkan 67 juta ton sampah pada 2019*. [Online] Tersedia di: <<https://www.aa.com.tr/id/headline-hari/indonesia-hasilkan-67-juta-ton-sampah-pada-2019/1373712>> [Diakses 24 Agustus 2019].
- Singh, A., 2019. *Feature Engineering for Images: A Valuable Introduction to the*

HOG Feature Descriptor. [Online] Tersedia di: <<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/09/feature-engineering-images-introduction-hog-feature-descriptor/>> [Diakses 15 desember 2019].