
Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

PREDIKSI LUAS BANGUN BERBASIS IMAGE PROSESSING ALGORITMA CANNY

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono.
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri
Jl. Sersan Suharmadji No. 38 Kota Kediri Jawa Timur
Email : ahsanadik@gmail.com

ABSTRAK

Dalam menentukan luas objek persegi, persegi panjang, dan lingkaran diperlukanlah sebuah penggaris untuk mendapatkan nilai luasannya, agar lebih mudah dan praktis dapat dibantu dengan sebuah web camera dengan cara mengcapture gambar sampel objek yang ingin diketahui luasnya. Image Processing adalah suatu proses yang digunakan untuk mengolah citra atau gambar untuk mendapatkan citra yang lebih bagus menggunakan perangkat sistem komputer. Untuk mendapatkan perolehan panjang (X,Y) dari gambar dapat diukur setelah melewati beberapa tahapan di image processing yaitu dengan konversi citra dari RGB, HSV dan deteksi tepi canny, lalu terdapatlah nilai luasan dari hasil pengukuran objek. Metode Canny sendiri merupakan deteksi tepi paling baik ketika digunakan untuk mendeteksi tepi objek, sehingga hasil deteksi tepi tersebut dapat diambil informasi yang berguna dari citra tersebut. Dengan pengukuran luas secara manual dan secara otomatis terdapat presentase error kurang lebih 5%, hasil luas objek tersebut sudah cukup akurat namun terdapat masalah jika dalam pembuatan objek kurang presisi, peletakan objek yang miring/kurang tegap dan pencahayaan yang kurang mengakibatkan kurangnya tingkat akurasi.

Kata kunci: Luas Objek, Deteksi Tepi, Canny

ABSTRACT

In determining the area of a square, rectangle, and circle object a ruler is needed to get the area value, so that it can be easier and more practical to be assisted by a web camera by capturing the image of the object sample that you want to know the area. Image Processing is a process used to process images or images to get better images using computer system devices. To get the long gain (X, Y) from the image can be measured after passing through several stages in image processing that is by image conversion from RGB, HSV and canny edge detection, then there is an area value from the object measurement results. The Canny method itself is the best edge detection when used to detect the edge of an object, so that the useful information of the edge detection can be retrieved from the image. With the area measurement manually and automatically there is a percentage error of approximately 5%, the object's width results are quite accurate but there is a problem if the object is less precise in making objects, sloping / less robust object laying and less lighting result in a lack of accuracy.

Keywords : Object Area, Edge Detection, Canny

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering mendapati bangun – bangun yang berbentuk persegi, persegi panjang dan bulat/lingkaran, untuk mengukur luas suatu bangun tersebut saat ini masih belum adanya alat untuk menghitung luas objek secara praktis kebanyakan masih menggunakan cara manual dengan penggaris untuk menentukan luasnya. Dengan menggunakan kamera dapat mengcapture gambar sampel objek yang ingin diketahui luasnya, sehingga dapat menentukan panjang, dan lebar (ukuran). Kamera merupakan alat bantu utama dalam *image processing*, karena dengan adanya kamera, *image processing* dapat dengan mudah mengambil data setiap objek yang perlu diteliti sesuai dengan luas asli dan dimasukkan dalam program dan selanjutnya melakukan proses *image processing* (pengolahan citra digital).

Image Processing (pengolahan citra digital) adalah suatu proses yang digunakan untuk mengola citra atau gambar untuk mendapatkan citra yang lebih bagus menggunakan perangkat sistem komputer. Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti akan merancang sebuah sistem otomatis yang dapat menentukan luas objek dengan menggunakan *image processing* yang dapat membantu memberikan solusi atas permasalahan tersebut. Untuk menentukan luas objek agar lebih mudah dan praktis.

Web Camera

Layaknya kamera pada umumnya, sebuah *webcam* dapat mengirimkan gambar-gambar secara *live* dari manapun ia berada ke seluruh penjuru dunia dengan bantuan internet. Awal kemunculannya, *webcam* ini masih merupakan barang mahal. Tapi, seiring dengan kemajuan teknologi, sudah banyak laptop yang layarnya telah dilengkapi oleh *webcam*. Untuk komputer, jarang ada yang secara *default* dilengkapi dengan *webcam*, pemilik komputer harus membelinya terlebih dahulu secara terpisah.

Pixel

Pixel (Picture Elements) adalah nilai setiap entri matriks pada *bitmap*. Rentang nilai-nilai *pixel* ini dipengaruhi oleh banyaknya warna yang dapat ditampilkan. Jika suatu *bitmap* dapat menampilkan 256 warna maka nilai-nilai *pixel*nya dibatasi dari 0 hingga 255. Suatu *bitmap* dianggap mempunyai ketepatan yang tinggi jika dapat menampilkan lebih banyak warna. Prinsip ini dapat dilihat dari contoh pada gambar 1 yang memberikan contoh dua buah *bitmap* dapat memiliki perbedaan dalam menangani transisi warna putih ke warna hitam.

Deteksi Tepi (Edge Detection)

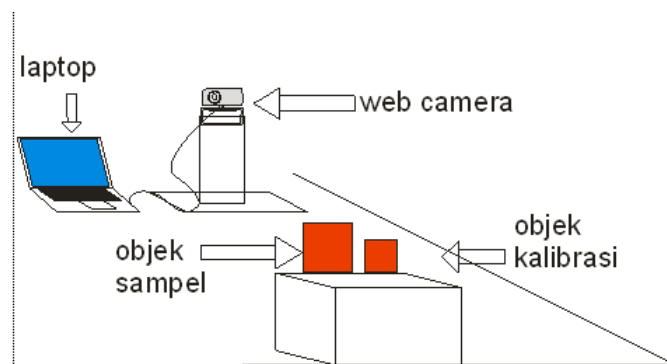
Deteksi tepi (*edge detection*) merupakan salah satu operasi dasar dalam pengolahan citra digital. Deteksi tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra deteksi tepi pada suatu citra.

Canny Edge Detection

Canny edge detector dikembangkan oleh John F. Canny pada tahun 1986 dan menggunakan algoritma multi-tahap untuk mendeteksi berbagai tepi dalam gambar. Walaupun metode tersebut telah berumur cukup lama, namun metode tersebut telah menjadi metode deteksi tepi standar dan masih dipakai dalam penelitian.

Segmentasi Warna dengan Deteksi Warna HSV

Pada metode segmentasi dengan deteksi warna *HSV* dilakukan pemilihan sampel piksel sebagai acuan warna untuk membentuk segmen yang diinginkan. Citra digital menggunakan model warna *RGB* sebagai standart acuan warna, oleh karena itu proses awal pada metode ini yang memerlukan konversi model warna dan *HSV*. Untuk membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan maka ditentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna *HSV*, kemudian nilai toleransi tersebut digunakan dalam perhitungan proses *adaptive threshold*. Hasil dari proses *threshold* tersebut akan membentuk segmen area dengan warna sesuai toleransi yang diinginkan.



Gambar 1. Sketsa Alat Warna Merah

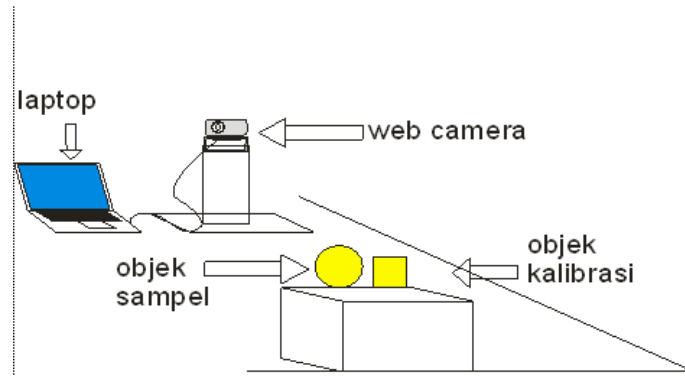
Pengenalan Pola

Pengenalan pola merupakan sebuah metode yang telah lama ada dan terus berkembang hingga saat ini. Pengenalan pola tradisional masih berbasis pada kemampuan alat indera manusia. Manusia mampu mengingat suatu informasi pola secara menyeluruh hanya dengan berdasarkan sebagian informasi yang tersimpan dalam ingatannya.

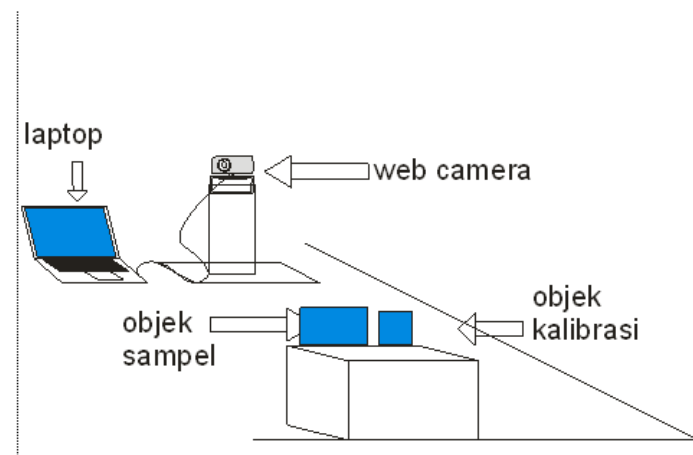
Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan alat untuk prediksi luas objek yang terdiri dari dua bagian utama, meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunaknya. Perangkat keras meliputi pemilihan kamera Laptop/*webcam* yang akan digunakan, dan tiga bentuk sampel sebagai alat ujinya. Sedangkan dalam perancangan perangkat lunaknya menggunakan aplikasi *Python 2.7* dan *OpenCV*.

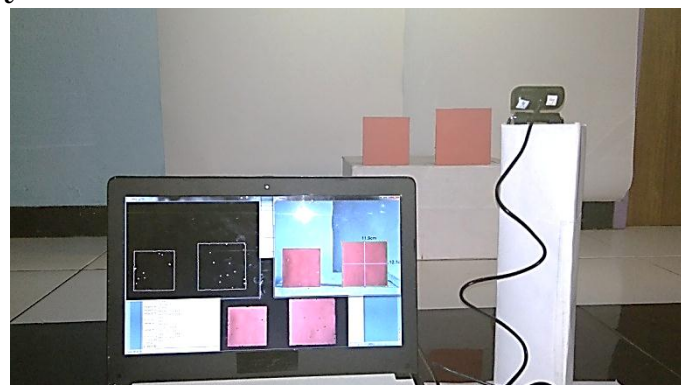


Gambar 2. Sketsa Alat Warna Kuning



Gambar 3. Sketsa Alat Warna Biru

Perancangan *Hardware*



Gambar 4. Peletakan *Web Camera* dan Objek Sampel Uji

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

Pada tahap ini merupakan gambaran alat yang nantinya akan diuji, dari perancangan ini diketahui bahwa letak sampel objek pada posisi datar tidak bengkok/miring ke samping, hal itu dikarenakan berkaitan dengan hasil yang diinginkan.

Bagian ini merupakan tahap awal dari penelitian. Pada bagian ini akan membahas tentang garis besar *processing* yang di lakukan terhadap sampel citra.

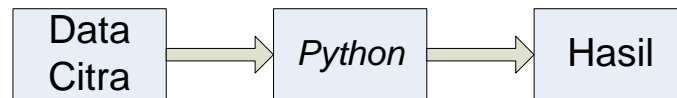


Gambar 5. Diagram Blok *Hardware*

Dalam perancangan ini peneliti menggunakan *Web Camera* sebagai alat utama dalam mengambil citra dari objek uji. Lalu *Web Camera* yang telah mengambil citra pada gambar objek akan mendeteksi nilai *RGB*, warna yang telah dimasukkan di program pada *Web Camera* maka akan terlebih dahulu di ubah menjadi nilai *HSV* yang diinginkan. Alat uji yang digunakan adalah gambar berbentuk persegi, persegi panjang, dan lingkaran, yang akan di tampilkan kedalam layar laptop sebagai *frame* yang sedang peneliti cari dalam menentukan luas tersebut.

Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini meliputi perancangan perangkat lunak untuk pengolahan citra yang dilakukan oleh perangkat laptop, serta perangkat lunak untuk deteksi luas objek.



Gambar 6. Diagram Blok *Software*

Program untuk pengolah citra pada perangkat laptop dibangun dengan bahasa pemrograman yang telah dilengkapi dengan *Library* pengolahan citra digital *openCV series 3*. *Software* aplikasi yang digunakan untuk menetikkan pemrograman adalah *python 2.7*.

Pengambilan Data

Langkah-langkah penelitian tahap awal/*preprocessing* yang dilakukan yaitu pertama citra objek diproses menggunakan *HSV* dan *canny*. Hasil dari proses akan menghasilkan beberapa citra hasil deteksi tepi. Hasil akhir berupa hasil perhitungan. Metode Penelitian ditunjukkan seperti Gambar 7.

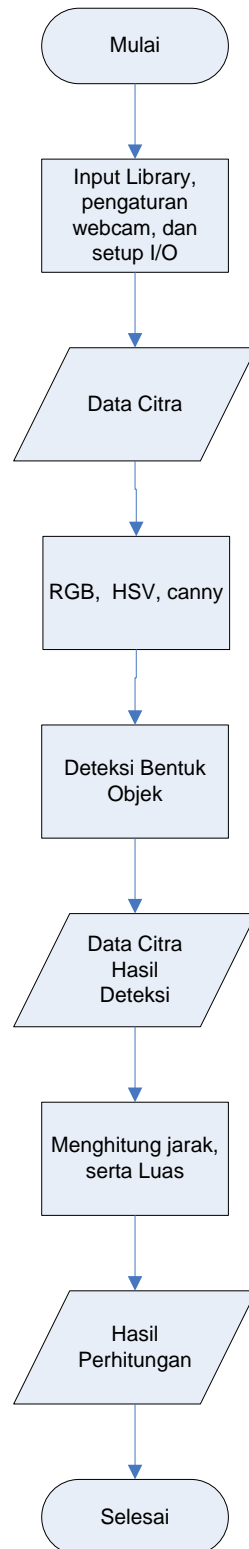
HASIL DAN PEMBAHASAN

pada pengujian ini yang dilakuan meliputi pengukuran terhadap parameter-parameter *input*/masukan proses serta *output*/keluaran yang terdapat dalam sistem yang dirancang dan tahap-tahapannya pengambilan citra, tahap konversi citra *RGB* ke *HSV* dan ke deteksi tepi *canny*, hingga tahap perhitungan prediksi luas kemudian dilanjutkan dengan menganalisis hasil-hasil pengukuran tersebut.

Pengujian Pengambilan Citra Objek

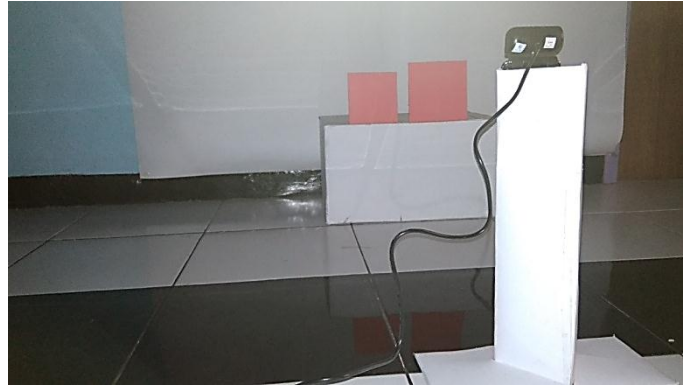
Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter system kerja dari setiap masukan. Citra masukan yang diperoleh dari *web camera* yang ditampilkan dan diolah. Contoh pengambilan citra pada tiga bentuk sampel objek yang berbeda terlampir pada gambar 8.

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

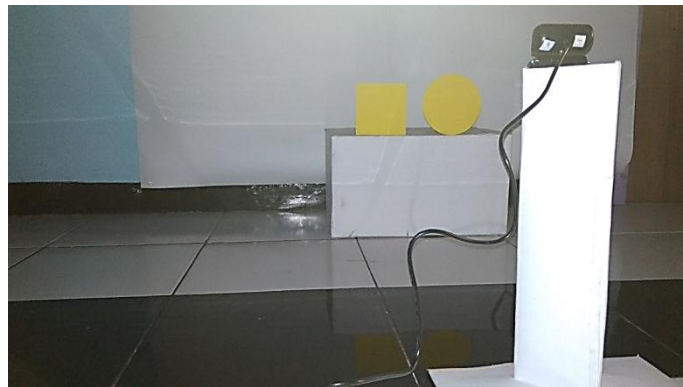


Gambar 7. Flowchart Pengambilan Data

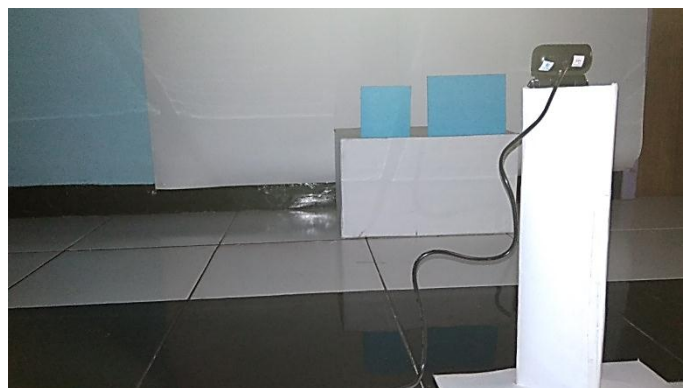
Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Prossing Algoritma Canny.
Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42



(a) Warna Merah Persegi



(b) Warna Kuning Lingkaran



(c) Warna Biru Persegi Panjang

Gambar 8. Posisi Pengambilan Data

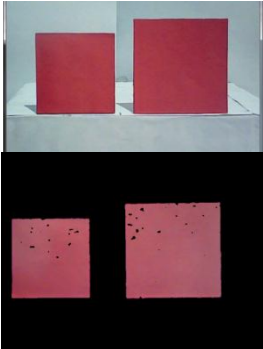
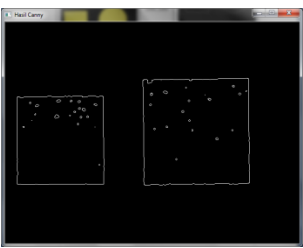
Dari sampel bentuk serta warna objek yang berbeda diatas dapat diketahui ukuran pada objek yang berbeda-beda, hal ini dikarenankan agar program dapat menentukan luas dari luas bentuk objek yang berbeda.

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny. Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

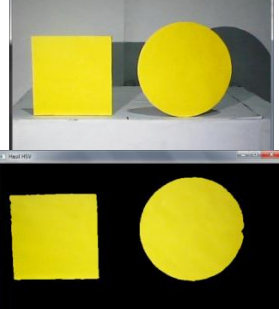
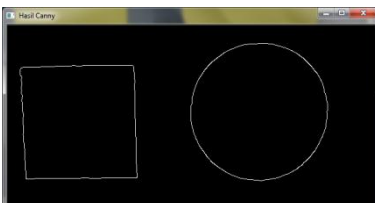
Parameter Canny dan HSV

Tabel 1. RGB ke HSV ke Deteksi Tepi

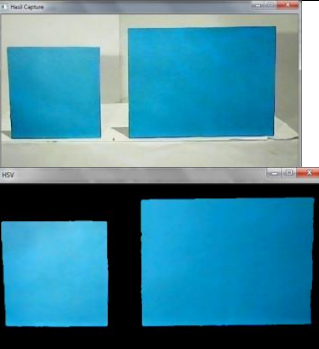

(a) Warna Merah

Citra Merah dan HSV	Parameter Canny	Deteksi Canny
	150, 300	

(b) Warna Kuning

Citra Kuning dan HSV	Parameter Canny	Deteksi Canny
	150, 300	


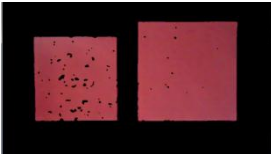
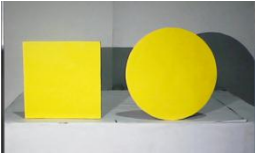
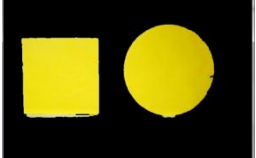

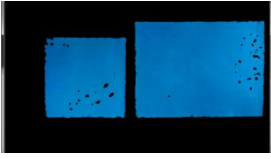
(c) Warna Biru

Citra Biru dan HSV	Parameter Canny	Deteksi Canny
	150, 300	

Berdasarkan Tabel 1. citra RGB ke HSV sebelum dikonversikan ke deteksi tepi canny terlihatlah pixel dari HSV yang telah di capture, terdapat noise yang berada pada gambar yang telah di capture dari web camera.

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

Tabel 2. Hasil warna *HSV*

Warna Yang Di Uji	Parameter <i>HSV</i>	Warna <i>HSV</i>
	Lower_red (136,87,111) Upper_red (180,255,255)	
	Lower_yellow (22,60,200) Upper_yellow (60,255,255)	
	Lower_blue (90,100,145) Upper_blue (120,255,255)	

Dari tabel 2 didapatkan hasil bahwa pada wilayah objek dengan menggunakan *web camera* yang di dapat hanyalah warna *HSV* yang diinginkan, sedangkan gambar yang berwarna selain warna *HSV* yang diinginkan tidak terlihat dalam tampilan. Maka citra *HSV* yang di dapat digunakan untuk proses selanjutnya dalam menghitung luas objek, karena yang didapat hanya warna *HSV* yang diinginkan, maka dalam tahapan selanjutnya akan dilakukan mendeteksi objek serta luas objek.

Hasil Pengujian Luas

Pada pengujian sistem secara keseluruhan hasil akan didapatkan setelah *web camera* mendapatkan *frame* dari sebuah objek sampel.

Tabel 3. Data Hasil Luas Bangun Persegi Warna Merah

Sampel	Jarak (cm)	<i>Pixel per metric</i> Kalibrasi	<i>Object _width</i> Uji	<i>Pixel</i>	Ukuran Luas Real (cm)	Ukuran Luas Uji (cm)	<i>Error</i>
1	60	49,9	154	24024	64	62,3	2,7%
	90	33,6	103	10712	64	61,3	4,2%
	120	24,2	74	5627	64	61,8	3,4%
	150	19,5	61	3721	64	63,1	1,4%
	180	15,9	50	2600	64	66,7	4,4%
2	60	50	193	38030	100	98,1	1,9%
	90	33,9	131	17292	100	97,4	2,6%
	120	24,4	95	9120	100	99,1	0,9%
	150	20,3	77	6160	100	96,7	4,7%
	180	15,9	63	3969	100	101,3	1,3%
3	60	49,9	232	54527	144	141,4	1,8%
	90	33,9	158	24964	144	140,6	2,4%
	120	24,6	115	13399	144	142,6	1%

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

	150	19,6	94	8648	144	144,9	0,6%
	180	16,2	75	5775	144	142,8	0,8%
4	60	49,8	271	74529	196	194,3	0,8%
	90	33,9	184	34040	196	191,7	2,2%
	120	24,6	136	18429	196	196,2	0,001%
	150	20	112	12329	196	198,6	0,1%
	180	15,9	88	8008	196	204,4	4,3%
5	60	50,3	311	96721	256	247,1	3,5%
	90	33,9	211	44521	256	250,7	%
	120	24,6	156	24417	256	259,9	2,1%
	150	20,1	127	16075	256	255,6	0,2%
	180	16,2	103	10609	256	262,3	2,5%

Dari tabel 3 didapatkan hasil bahwa pada objek persegi warna merah dalam pengukuran secara otomatis dengan menggunakan *web camera* di dapat nilai-nilai yang sudah mendekati nilai luasan aktual. Dengan presentase *error* (kurang dari 5%) ada salah satu sampel objek yang hampir sama dengan nilai luasan aktual dengan presentase *error* 0,001%, dan yang paling tinggi 4,7%. Hal ini membuktikan bahwa dalam pengukuran secara otomatis hampir menemukan nilai yang presisi dan cukup akurat.

Tabel 4. Data Hasil Luas Bangun Lingkaran Warna Kuning

Sampel	Jarak (cm)	<i>Pixel per metric</i> Kalibrasi	<i>Object _width</i> Uji	<i>Pixel</i>	Ukuran Luas Real (cm)	Ukuran Luas Uji (cm)	<i>Error</i>
1	60	50,9	155	18859	50,24	46,9	6,6%
	90	33,6	102	18167	50,24	46,7	7%
	120	24,9	77	4654	50,24	48,5	3,5%
	150	19,7	62	3017	50,24	49,9	0,7%
	180	15,6	50	1962	50,24	51,8	3,1%
2	60	51,4	193	29372	78,5	71,7	8,7%
	90	32,9	131	13578	78,5	80,7	2,8%
	120	24,9	96	7329	78,5	76,4	2,7%
	150	20	79	4899	78,5	79,02	0,7%
	180	15,6	63	3115	78,5	82,2	4,7%
3	60	51,3	232	42452	113,04	104,2	7,8%
	90	33,3	153	18499	113,04	107,4	5%
	120	24,9	114	10201	113,04	106,4	5,9%
	150	20	92	6644	113,04	107,2	5,2%
	180	15,9	76	4534	113,04	115,8	2,4%
4	60	51	272	58077	153,86	143,9	6,5%

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.

Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

	90	33,1	184	26576	153,86	156,7	1,8%
	120	24,5	134	14095	153,86	151,6	1,5%
	150	20	108	9156	153,86	147,5	4,1%
	180	15,9	89	6217	153,86	158,7	3,1%
5	60	50,8	308	74468	200,96	186,4	7,2%
	90	33,3	211	34948	200,96	202,9	1%
	120	24,9	153	18374	200,96	191,6	4,7%
	150	20	127	12661	200,96	204,2	1,6%
	180	16,4	103	8385	200,96	200,9	0,03%

Dari tabel 4 didapatkan hasil bahwa pada objek lingkaran warna kuning dalam pengukuran secara otomatis dengan menggunakan *web camera* di dapat nilai-nilai yang sudah mendekati nilai luasan aktual. Dengan presentase *error* salah satunya yang lebih dari (5%) yakni pada sampel ke 3 jarak 60cm dengan jumlah *error* 7,8% dikarenakan peletakkannya yang kurang tegap dapat menimbulkan *error* dan pencahayaan yang kemungkinan terlalu terang, sebab warna kuning dapat dengan mudah mendapatkan cahaya, jadi kalau kelebihan cahaya akan mendapatkan *error*, ada salah satu sampel objek yang hampir sama dengan nilai luasan aktual dengan presentase *error* 0,03%. Hal ini membuktikan bahwa dalam pengukuran secara otomatis hampir menemukan nilai yang presisi dan cukup akurat.

Tabel 5. Data Hasil Luas Bangun Persegi Panjang Warna Biru

Sampel	Jarak (cm)	Pixel per metric Kalibrasi	Object _width Uji	Pixel	Ukuran Luas Real (cm)	Ukuran Luas Uji (cm)	Error
1	60	50,8	231	36498	96	91,4	4,8%
	90	33,9	155	16407	96	92,4	3,8%
	120	24,1	115	8972	96	99,6	3,8%
	150	18,9	91	5369	96	96,2	0,2%
	180	16,2	74	3848	96	95,1	0,9%
2	60	50,8	271	53399	140	133,7	4,5%
	90	33,9	184	24104	140	135,7	3,1%
	120	24,4	136	13192	140	143,4	2,4%
	150	19,2	107	8027	140	139,9	0,07%
	180	15,9	89	5742	140	146,6	4,7%
3	60	50	302	70366	192	181,6	5,4%
	90	33,1	209	32894	192	193,9	1%
	120	24,1	155	17980	192	199,7	4%
	150	19,5	123	11488	192	195,2	1,7%
	180	16,2	103	8034	192	198,6	3,4%
4	60	50,5	340	93160	252	235,6	6,5%
	90	33,6	235	43244	252	247,3	1,7%

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2018), 8(2) : 31-42

	120	24,6	176	24271	252	258,4	2,5%
	150	19,5	137	15207	252	257,9	2,3%
	180	16,2	114	10374	252	256,5	1,8%
5	60	50	386	120046	320	309,8	3,2%
	90	32,8	261	55071	320	329,8	3,1%
	120	24,4	195	30420	320	330,7	3,3%
	150	19,1	153	18839	320	332,1	3,8%
	180	16,4	128	13060	320	312,9	2,2%

Dari tabel 5. didapatkan hasil bahwa pada objek persegi panjang warna biru dalam pengukuran secara otomatis dengan menggunakan *web camera* di dapat nilai-nilai yang sudah mendekati nilai luasan aktual. Dengan presentase *error* salah satunya yang lebih dari (5%) yakni pada sampel ke 4 jarak 60cm dengan jumlah *error* 6,5% dikarenakan peletakannya yang kurang tepat dapat menimbulkan *error* serta warna biru yang membutuhkan pencahayaan yang harus terang, ada salah satu sampel objek yang hampir sama dengan nilai luasan aktual dengan presentase *error* 0,07%. Hal ini membuktikan bahwa dalam pengukuran secara otomatis hampir menemukan nilai yang presisi dan cukup akurat.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang alat perhitungan luas otomatis pada objek dengan menggunakan metode deteksi tepi canny yang telah dilakukan dan diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Citra pada warna objek dapat dibedakan dengan menggunakan beberapa tahapan konversi yang nantinya akan diproses untuk mencari nilai pixel dari gambar. Perolehan panjang (X,Y) dari gambar dapat diukur setelah melewati beberapa tahapan yaitu dengan citra RGB, HSV dan deteksi tepi canny lalu didapatkan nilai luasan dari hasil pengukuran objek.
2. Dari hasil perbandingan pengukuran luas objek secara otomatis dengan ukuran real, diperoleh tingkat presentase *error* (kurang lebih 5%) dari pengukuran secara otomatis dibandingkan ukuran real, dapat disimpulkan bahwa pengukuran secara otomatis sudah cukup akurat namun terdapat masalah jika dalam peletakan objek dengan yang miring dan pencahayaan yang kurang.

REFERENSI

- [1] Ahmad Mustafid, (2016), "Perancangan Sistem Pengolahan Citra Digital Untuk Menentukan Bobot Sapi Menggunakan Metode Canny Edge Detection", Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- [2] Rama Okta Wiyagi, dan Muhamad Yusvin Mustar, (2015), "Deteksi Jarak Objek Bercahaya Secara Real Time Menggunakan Kamera Tunggal", Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- [3] RD. Kusumanto, dan Alan Novi Tomponu, (2011), "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB", Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [4] Ari Kurniawan Saputra, (2016), "Aplikasi Deteksi Objek Menggunakan Histogram Of Oriented Gradient Untuk Modul Sistem Cerdas Pada Robot Nao", Universitas Bandar Lampung, Lampung.
- [5] Yustinus Pancasila Prayitno, dkk, (2017), "Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Bentuk Dan Warna Benda Pada Mobile Robot Berbasis Webcam", STIKOM, Surabaya.
- [6] Hesti Hapsari Handayani Sarkawi Jaya Harahap, (2015), "Visualisasi 3D Objek Menggunakan Teknik Fotogrametri Jarak Dekat", Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- [7] Pelajaran, "Bangun Datar – Pengertian, Macam-Macam, Sifat-Sifat, dan Rumus Bangun Datar Terlengkap", diperoleh dari: www.pelajaran.co.id [diakses 25 Juli 2018].
- [8] Danang Erwanto, (2017), "Pemanfaatan Pengolahan Citra Digital Pada Proses Quality Control Pengemasan Primer Obat Dengan Menggunakan Metode Normalisasi Warna", Tesis Magister, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- [9] Nesaba Media, "Pengertian Webcam Beserta Fungsi dan Cara Kerja Webcam", diperoleh dari: www.nesabamedia.com [diakses 18 Mei 2018].

Ahmad Ahsanudin Syafawi, Farrady Alif Fiolana, Fajar Yumono. 2018. Prediksi Luas Bangun Berbasis Image Processing Algoritma Canny.
Jurnal Qua Teknika, (2018), 8(2) : 31-42

- [10] Rika Favoria Gusa, (2013), "Pengolahan Citra Digital untuk Menghitung Luas Daerah Bekas Penambangan Timah", Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.
- [11] Masnun Dasopang, (2015), "Metode Perancangan Pengarangkat Lunak Mereduksi Noise Citra Digital Menggunakan Contraharmonic Mean Filter", STMIK Budi Darma, Medan.
- [12] Arief Yudianto, dan Murinto, (2014), "Implementasi Metode Canny Untuk Deteksi Tepi Mutu Daun Tembaka", Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [13] Jati Sasongko Wibowo, (2011), "Deteksi dan Klasifikasi Citra Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan HSV", Universitas Stikubank, Semarang.
- [14] Derisma, (2016) "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Eigenface pada Perangkat Mobile Berbasis Android", Universitas Andalas, Padang.
- [15] Therzian Richard Perkasa, Helmy Widyantara, dkk, (2014), "Rancang Bangun Pendeteksi Gerak Menggunakan Metode Image Subtraction Pada Single Board Computer (Sbc)", STMIK, STIKOM, Surabaya.
- [16] Elektronika Dasar, "Pengertian Citra", diperoleh dari: <http://elektronika-dasar.web.id> [diakses 18 Juli 2018].
- [17] R Dimas Adityo, (2014), "Kalibrasi Parameter Kamera Dengan Menggunakan Projector Untuk Rekonstruksi 3d Berbasis Metode Structured Light", Universitas Bhayangkara, Surabaya.
- [18] Wikaria Gazali, Alexander Agung Santoso Gunawan, (2012) "Analisis Dan Pembuatan Sistem Pengenalan Sidik Jari Berbasis Komputer Di Polda Metro Jaya", Binus University, Jakarta Barat.
- [19] Pyimagesearch, "Measuring size of objects in an image with OpenCV", diperoleh dari: www.pyimagesearch.com [diakses 6 Juli 2018].
- [20] Danang Erwanto, et al, 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 190 012043
- [21] Bayu Ardianto, (2017) "Pengukur Jarak Objek Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Bantuan Laser" Universitas Islam Kediri, Kediri.