

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

1. Hasil Proses Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan informasi dengan cara observasi dengan ikut serta secara langsung pembelajaran Penginderaan Visual Robot di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Hasil dari observasi ini antara lain :

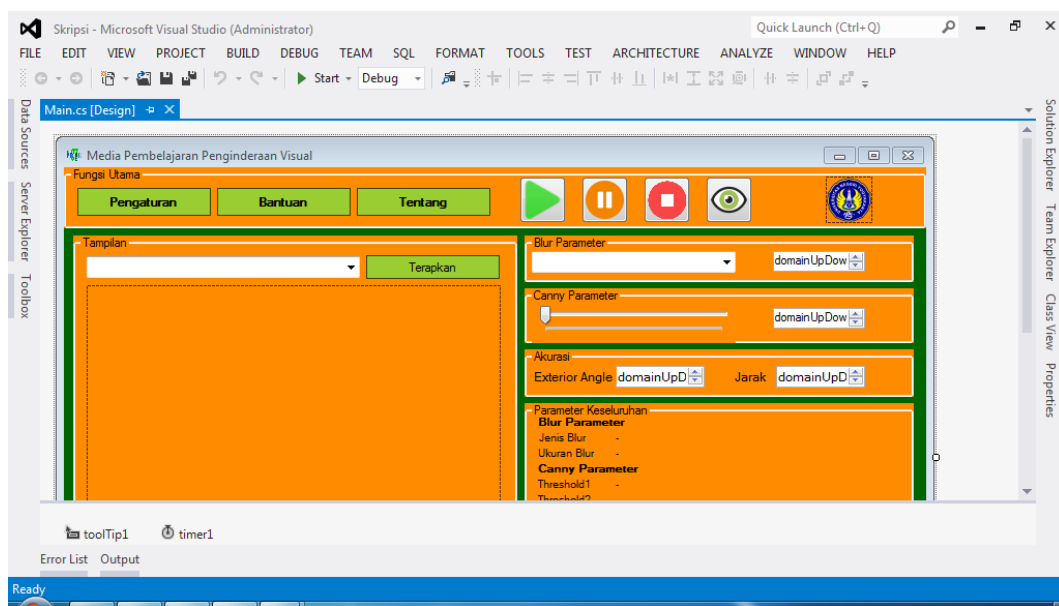
- a. Mahasiswa mampu memahami beberapa dasar dari materi Penginderaan Visual Robot, diantaranya memuat citra, mengakses kamera, *threshold*, *region of interest* (ROI), dan *optical flow*. Namun untuk metode yang bersifat aplikatif, seperti *Contour*, belum diajarkan dalam pembelajaran.
- b. Media pembelajaran untuk praktik Penginderaan Visual Robot belum dikembangkan lebih lanjut, terutama pada media pembelajaran untuk metode *Contour*.
- c. Keaktifan dan minat mahasiswa terhadap mata kuliah Penginderaan Visual Robot terbilang masih kurang.
- d. Perlu adanya penambahan pengetahuan kepada peserta didik tentang metode *Contour* dan *library* selain OpenCV.

Berdasarkan hasil simpulan dari observasi, maka media pembelajaran yang nantinya akan dikembangkan yaitu sebuah aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* dengan menggunakan *library* EmguCV.

2. Hasil Proses Perancangan (*Design*)

a. *Software* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* sebagai media pembelajaran visual robot, yaitu :

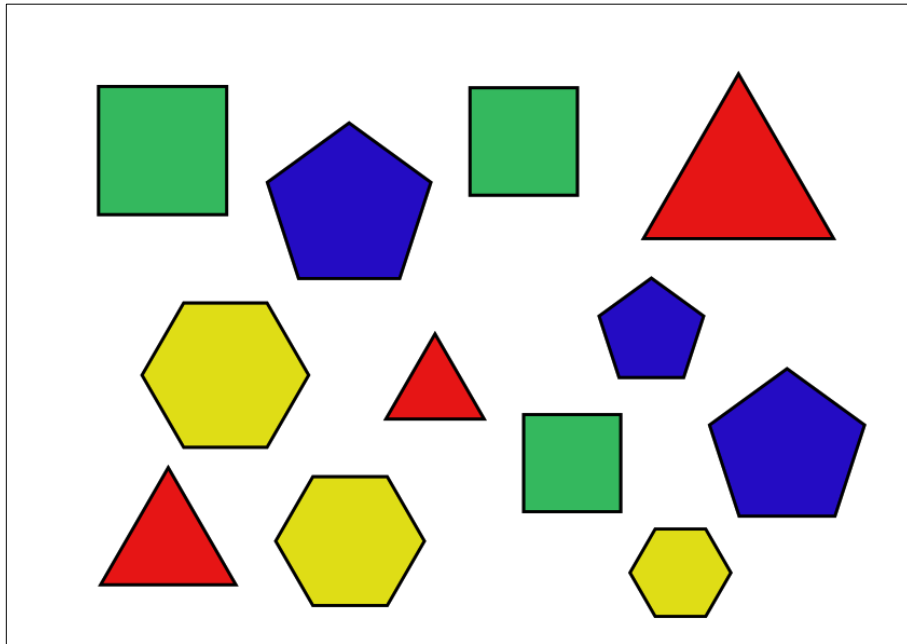
1) Visual Studio 2012, digunakan untuk membuat tampilan *Graphical User Interface* (GUI) serta sebagai IDE utama untuk melakukan *coding*.



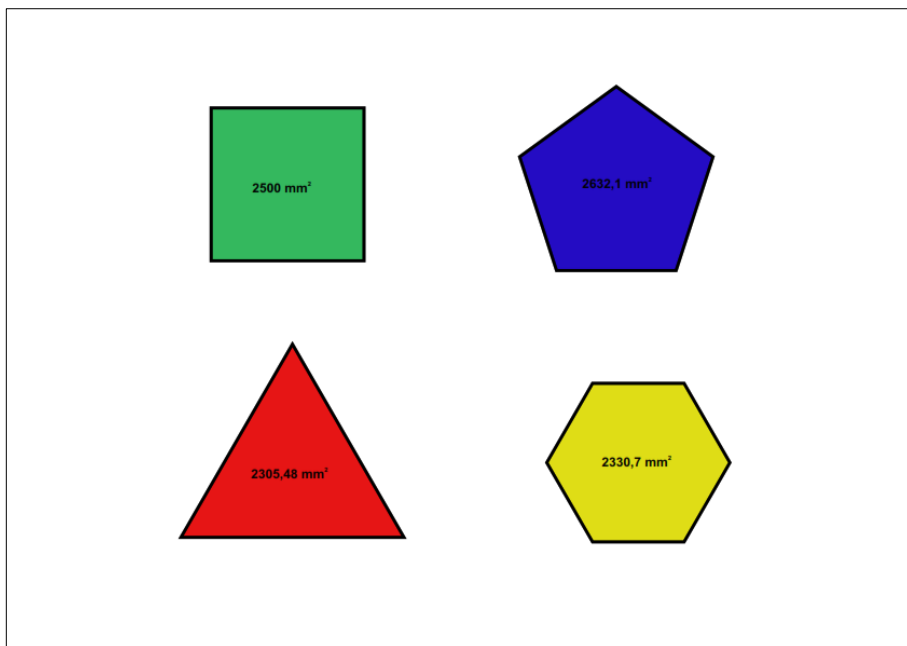
Gambar 14. Tampilan Visual Studio 2012

2) EmguCV, sebuah *library* utama untuk melakukan proses pengolahan citra digital.

b. Media yang dideteksi, dibuat dengan *software* CorelDraw X7 serta dicetak dengan kertas bahan Ivory 230 dengan ukuran A4.

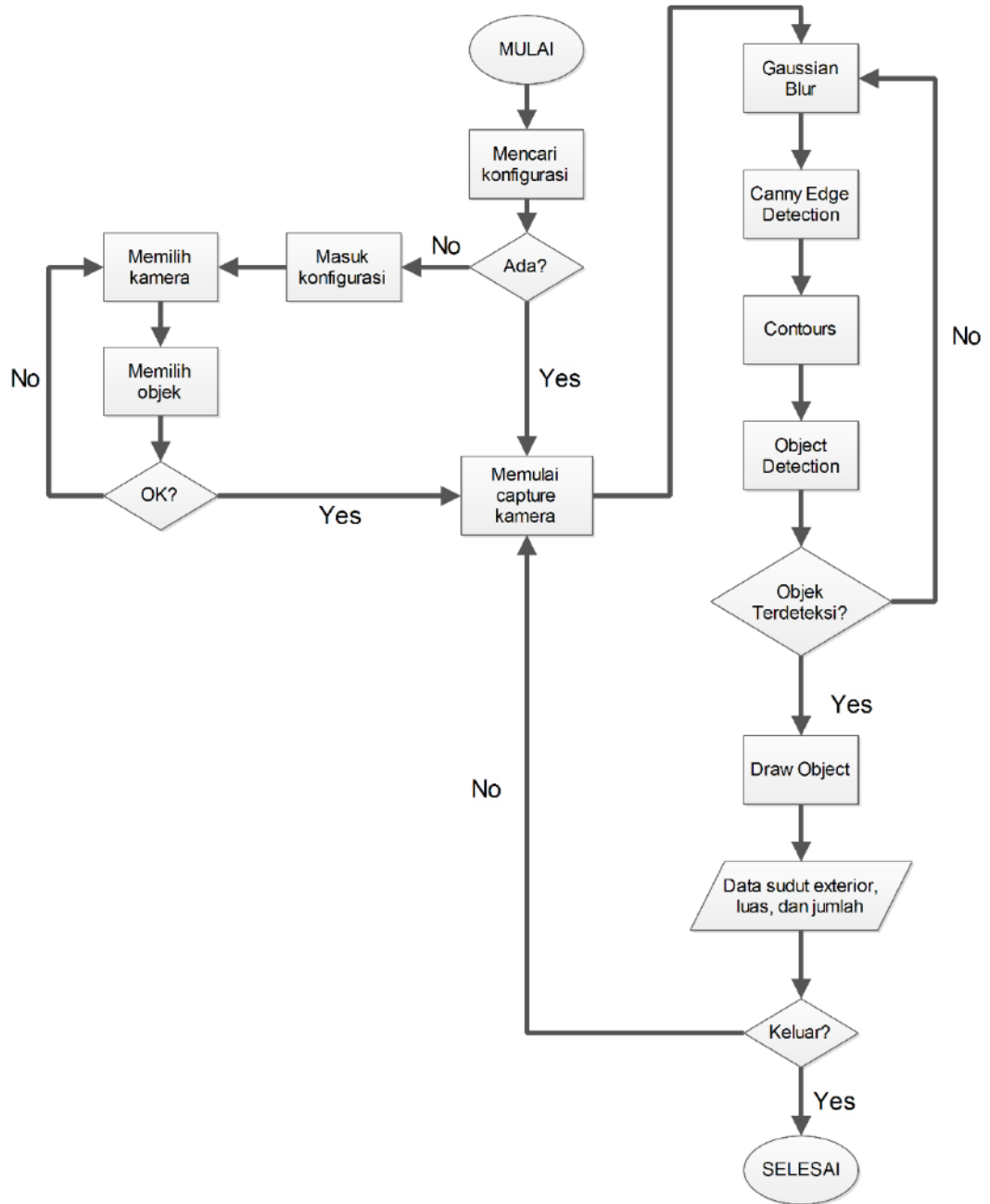


Gambar 15. Media yang dideteksi untuk menghitung jumlah objek



Gambar 16. Media yang dideteksi untuk menghitung luas objek

c. Diagram Alur (*Flowchart*)



Gambar 17. Flowchart media pembelajaran

3. Hasil Proses Pengembangan (*Develop*)

a. *Software*

Tampilan GUI aplikasi dan proses *coding* aplikasi media pembelajaran menggunakan *software* Visual Studio 2012. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C# dengan *library* tambahan EmguCV sebagai *library* untuk pengolahan citra digital. Informasi mengenai keluaran serta pengaturan ditampilkan dalam aplikasi, guna mempermudah pengamatan data. Untuk membantu dalam pengaturan setiap proses pengolahan citra digital, disediakan beberapa *trackBar* serta *domainUpDown* dengan informasi penggunaan yang bisa terlihat ketika *pointer* mengarah ke *trackBar* atau *domainUpDown* yang bersangkutan.

b. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari media pembelajaran yang telah dibuat. Berikut hasil yang didapat dari tahap pengujian :

1) Pengujian Keakuratan Deteksi Objek

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan pendeteksian objek pada aplikasi pendeteksi objek bersegi yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menerapkan parameter berupa jarak serta sudut kemiringan yang berbeda. Hasil untuk pengujian dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Keakuratan deteksi objek dengan parameter jarak berbeda

No	Objek	Jarak	Status	Keakuratan
1	Segitiga	50 cm	Terdeteksi	95%
2		100 cm	Terdeteksi	95%
3		150 cm	Terdeteksi	87%
4		200 cm	Terdeteksi	85%

No	Objek	Jarak	Status	Keakuratan
5	Segiempat	50 cm	Terdeteksi	97%
6		100 cm	Terdeteksi	95%
7		150 cm	Terdeteksi	96%
8		200 cm	Terdeteksi	98%
9	Segilima	50 cm	Terdeteksi	95%
10		100 cm	Terdeteksi	94%
11		150 cm	Terdeteksi	97%
12		200 cm	Terdeteksi	90%
13	Segienam	50 cm	Terdeteksi	92%
14		100 cm	Terdeteksi	90%
15		150 cm	Terdeteksi	92%
16		200 cm	Terdeteksi	90%
Jarak mulai sulit terdeteksi				3,4 meter
Rerata Jarak 50 cm				94,75%
Rerata Jarak 100 cm				93,75%
Rerata Jarak 150 cm				92,25%
Rerata Jarak 200 cm				92,5%
Rerata Total Keakuratan				93,3%

Tabel 11. Keakuratan deteksi objek dengan parameter kemiringan berbeda

No	Objek	Kemiringan	Status	Keakuratan
1	Segitiga	<i>Horizontal 30°</i>	Terdeteksi	96%
2		<i>Horizontal 60°</i>	Terdeteksi	86%
3		<i>Vertical 30°</i>	Terdeteksi	92%
4		<i>Vertical 60°</i>	Terdeteksi	80%
5	Segiempat	<i>Horizontal 30°</i>	Terdeteksi	95%
6		<i>Horizontal 60°</i>	Terdeteksi	88%
7		<i>Vertical 30°</i>	Terdeteksi	92%
8		<i>Vertical 60°</i>	Terdeteksi	88%
9	Segilima	<i>Horizontal 30°</i>	Terdeteksi	89%
10		<i>Horizontal 60°</i>	Terdeteksi	75%
11		<i>Vertical 30°</i>	Terdeteksi	83%
12		<i>Vertical 60°</i>	Terdeteksi	73%
13	Segienam	<i>Horizontal 30°</i>	Terdeteksi	86%
14		<i>Horizontal 60°</i>	Terdeteksi	72%
15		<i>Vertical 30°</i>	Terdeteksi	86%
16		<i>Vertical 60°</i>	Terdeteksi	71%
Sudut mulai sulit terdeteksi				70°
Rerata Horizontal				86%
Rerata Vertical				83%
Rerata Keseluruhan				85%

2) Pengujian Keakuratan Deteksi Luas Objek

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan dalam mendeteksi luas dari objek yang terdeteksi. Untuk membantu perhitungan luas dari objek, maka perlu ditambahkan parameter tambahan berupa jarak antara objek dengan kamera. Pengujian dilakukan dengan menggunakan objek yang dihadapkan lurus terhadap kamera. Hasil untuk pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Keakuratan deteksi luas objek dengan parameter jarak berbeda

No	Objek	Jarak	Luas Hitung	Luas Asli	Error
1	Segitiga	15 cm	2263,74 mm ²	2305,48 mm ²	1,8%
2		20 cm	2267,58 mm ²	2305,48 mm ²	1,6%
3		25 cm	2247,61 mm ²	2305,48 mm ²	2,5%
4		30 cm	2296,59 mm ²	2305,48 mm ²	0,3%
5	Segiempat	15 cm	2455,06 mm ²	2500 mm ²	1,8%
6		20 cm	2471,18 mm ²	2500 mm ²	1,6%
7		25 cm	2496,85 mm ²	2500 mm ²	0,1%
8		30 cm	2477,81 mm ²	2500 mm ²	0,8%
9	Segilima	15 cm	2549,47 mm ²	2632,1 mm ²	3,1%
10		20 cm	2578,69 mm ²	2632,1 mm ²	2%
11		25 cm	2612,89 mm ²	2632,1 mm ²	0,7%
12		30 cm	2605,52 mm ²	2632,1 mm ²	1%
13	Segienam	15 cm	2291,28 mm ²	2330,7 mm ²	1,7%
14		20 cm	2289,59 mm ²	2330,7 mm ²	1,8%
15		25 cm	2316,91 mm ²	2330,7 mm ²	0,6%
16		30 cm	2288,79 mm ²	2330,7 mm ²	1,8%
Rerata error jarak 15 cm					2,1%
Rerata error jarak 20 cm					1,75%
Rerata error jarak 25 cm					0,97%
Rerata error jarak 30 cm					0,97%
Rerata error total					1.45%

3) Pengujian Keakuratan Deteksi Jumlah Objek

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan dalam mendeteksi jumlah objek yang terdeteksi dengan bentuk yang sama. Pengujian

dilakukan dengan menerapkan parameter berupa jarak yang berbeda. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Keakuratan deteksi jumlah objek dengan parameter jarak berbeda

No	Objek	Jarak	Jumlah Asli	Jumlah Terdeteksi	Error
1	Segitiga	30 cm	3	3	0%
2		35 cm	3	3	0%
3		40 cm	3	3	0%
4		45 cm	3	3	0%
5	Segiempat	30 cm	3	3	0%
6		35 cm	3	3	0%
7		40 cm	3	3	0%
8		45 cm	3	3	0%
9	Segilima	30 cm	3	3	0%
10		35 cm	3	3	0%
11		40 cm	3	3	0%
12		45 cm	3	3	0%
13	Segienam	30 cm	3	3	0%
14		35 cm	3	3	0%
15		40 cm	3	3	0%
16		45 cm	3	3	0%
Rata-rata error					0%

c. Pembuatan Modul Bahan Ajar, Panduan Penggunaan, dan *Labsheet*

Modul bahan ajar berisi berbagai materi dasar yang mendukung proses praktikum pada *labsheet*. Materi yang terdapat pada modul diantaranya yaitu, memuat citra digital, mengakses kamera *webcam*, proses *smoothing* menggunakan metode *gaussian blur*, deteksi tepian menggunakan metode *canny edge detection*, dan deteksi bentuk bersegi seperti segitiga, segiempat, segilima,serta segienam Panduan penggunaan berisi langkah-langkah pengoperasian aplikasi. *Labsheet* berisi latihan beserta penugasan dari setiap materi yang ada pada modul.

d. Uji *Blackbox*

Uji *blackbox* dilakukan pada aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot. *Blackbox* berfungsi untuk mengetahui fungsionalitas dari setiap komponen dalam GUI dari aplikasi, apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak.

Keterangan :

- 1) Fungsi *button* Pengaturan, digunakan untuk membuka jendela pengaturan.
- 2) Fungsi *button* Bantuan, digunakan untuk membuka *file* bantuan penggunaan aplikasi.
- 3) Fungsi *button* Tentang, digunakan untuk membuka jendela profil.
- 4) Fungsi *button* Play, digunakan untuk memulai proses pengambilan citra serta memulai proses pengolahan citra.
- 5) Fungsi *button* Pause, digunakan untuk menghentikan sementara proses pengambilan citra serta proses pengolahan citra.
- 6) Fungsi *button* Stop, digunakan untuk menghentikan proses pengambilan citra serta proses pengolahan citra, dan memulai ulang aplikasi.
- 7) Fungsi *button* View Code, digunakan untuk melihat *file* yang berisikan *code* lengkap.
- 8) Fungsi *comboBox* untuk pemilihan Kamera pada *Form* Pengaturan.
- 9) Fungsi *checkBox* untuk pemilihan Objek pada *Form* Pengaturan.
- 10) Fungsi *comboBox* Tampilan, digunakan untuk memilih citra yang ingin ditampilkan.

- 11) Fungsi *button* Terapkan, digunakan untuk menerapkan pilihan citra yang ingin ditampilkan.
- 12) Fungsi *imageBox* untuk tampilan Gambar Asli.
- 13) Fungsi *imageBox* untuk tampilan Blur.
- 14) Fungsi *imageBox* untuk tampilan Canny.
- 15) Fungsi *imageBox* untuk tampilan Hasil Akhir.
- 16) Fungsi *comboBox* untuk pemilihan jenis Blur.
- 17) Fungsi *domainUpDown* untuk nilai Blur.
- 18) Fungsi *trackbar* nilai *Threshold1*.
- 19) Fungsi *domainUpDown* nilai pengali untuk *Threshold2*.
- 20) Fungsi *domainUpDown* untuk nilai Akurasi *Exterior Angle*.
- 21) Fungsi penampil dari Parameter Keseluruhan.
- 22) Fungsi deteksi Segitiga.
- 23) Fungsi deteksi Segiempat.
- 24) Fungsi deteksi Segilima.
- 25) Fungsi deteksi Segienam.

Hasil uji *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil uji *Blackbox*

No.	Keterangan	Fungsi	
		Ya	Tidak
1	Fungsi <i>button</i> Pengaturan	√	
2	Fungsi <i>button</i> Bantuan	√	
3	Fungsi <i>button</i> Tentang	√	
4	Fungsi <i>button</i> Play	√	
5	Fungsi <i>button</i> Pause	√	
6	Fungsi <i>button</i> Stop	√	
7	Fungsi <i>button</i> View Code	√	

No.	Keterangan	Fungsi	
		Ya	Tidak
8	Fungsi <i>comboBox</i> untuk pemilihan Kamera pada <i>Form</i> Pengaturan	√	
9	Fungsi <i>checkBox</i> untuk pemilihan Objek pada <i>Form</i> Pengaturan	√	
10	Fungsi <i>comboBox</i> Tampilan	√	
11	Fungsi <i>button</i> Terapkan	√	
12	Fungsi <i>imageBox</i> untuk tampilan Gambar Asli	√	
13	Fungsi <i>imageBox</i> untuk tampilan Blur	√	
14	Fungsi <i>imageBox</i> untuk tampilan Canny	√	
15	Fungsi <i>imageBox</i> untuk tampilan Hasil Akhir	√	
16	Fungsi <i>comboBox</i> untuk pemilihan jenis Blur	√	
17	Fungsi <i>domainUpDown</i> untuk nilai blur	√	
18	Fungsi <i>trackbar</i> nilai <i>Threshold1</i>	√	
19	Fungsi <i>domainUpDown</i> nilai pengali untuk <i>Threshold2</i>	√	
20	Fungsi <i>domainUpDown</i> untuk nilai Akurasi <i>Exterior Angle</i>	√	
21	Fungsi penampil dari Parameter Keseluruhan	√	
22	Fungsi deteksi Segitiga	√	
23	Fungsi deteksi Segiempat	√	
24	Fungsi deteksi Segilima	√	
25	Fungsi deteksi Segienam	√	

e. Uji Kelayakan Media dan Materi

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kualitas media pembelajaran aplikasi pendeteksi objek bersegi, ditinjau dari segi kualitas media dan kualitas materi. Pengujian dilakukan oleh dua orang ahli untuk pengujian kualitas media, serta dua orang ahli untuk pengujian kualitas materi. Keempat ahli merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Hasil pengujian untuk kualitas media terdapat pada Tabel 15, sedangkan hasil pengujian untuk kualitas materi terdapat pada Tabel 16.

Tabel 15. Hasil pengujian oleh Ahli Media

No.	Kesesuaian dengan	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Tujuan	1	2	4
		2	2	4
		3	3	4
		4	3	4
2.	Karakteristik	5	3	4
		6	3	4
		7	3	3
		8	3	3
3.	Materi	9	3	4
		10	3	4
		11	3	4
		12	3	4
4.	Teori	13	3	3
		14	3	3
		15	3	4
		16	3	4
5.	Gaya Belajar	17	3	3
		18	3	4
6.	Kondisi	19	4	4
		20	3	3

Pengujian media pembelajaran pada segi media terbagi menjadi enam kriteria kesesuaian, yaitu kesesuaian dengan tujuan, kesesuaian dengan karakteristik, kesesuaian dengan materi, kesesuaian dengan teori, kesesuaian dengan gaya belajar, dan kesesuaian dengan kondisi. Keenam kriteria kesesuaian memiliki total 20 butir indikator yang diuji oleh dua ahli media menggunakan skala *Likert* empat pilihan, yaitu skor 1 untuk menyatakan sangat tidak setuju, skor 2 untuk menyatakan tidak setuju, skor 3 untuk menyatakan setuju, dan skor 4 untuk menyatakan sangat setuju. Hasil dari pengujian para ahli media kemudian diproses pada bagian analisis data.

Tabel 16. Hasil pengujian oleh Ahli Materi

No.	Kriteria	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Relevansi	1	4	4
		2	4	4
		3	3	3
		4	4	4
		5	4	3
		6	4	4
		7	4	4
		8	4	4
		9	4	3
		10	4	4
		11	4	4
		12	3	4
2.	Penyajian	13	3	4
		14	4	3
		15	4	3
		16	4	4
3.	Bahasa	17	4	4
		18	4	3
		19	4	3
		20	4	4
4.	Kegrafikaan	21	4	3
		22	4	4
		23	4	4
		24	4	4

Pengujian media pembelajaran pada segi materi terbagi menjadi empat kriteria, yaitu relevansi, penyajian, bahasa, dan kegrafikaan. Keempat kriteria memiliki total 20 butir indikator yang diuji oleh dua ahli materi menggunakan skala *Likert* empat pilihan, yaitu skor 1 untuk menyatakan sangat tidak setuju, skor 2 untuk menyatakan tidak setuju, skor 3 untuk menyatakan setuju, dan skor 4 untuk menyatakan sangat setuju. Hasil dari pengujian para ahli media kemudian diproses pada bagian analisis data

f. Perbaikan

Saran perbaikan diberikan oleh para ahli media dan ahli materi pada saat uji kelayakan media dan materi. Hasil dari uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan sesuai dengan saran yang telah diberikan oleh para ahli. Saran perbaikan dari segi media dapat dilihat pada Tabel 17, sedangkan saran perbaikan dari segi materi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 17. Saran perbaikan oleh ahli media

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Ariadie Chandra Nugraha, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Langkah-langkah praktik pada <i>labsheet</i> perlu diperjelas. - Pada modul pendamping, tambahkan informasi aplikasi demo. - Perlu ada contoh <i>image</i> untuk keperluan uji pada <i>labsheet Gaussian Blur</i>.
2.	Andik Asmara, M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> - Tambahkan menu tujuan pembelajaran / diawal tampilan.

Tabel 18. Saran perbaikan oleh ahli materi

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Moh. Khairudin, Ph.D.	<ul style="list-style-type: none"> - Tambahkan modul : <ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Threshold</i>, 2) <i>ROI</i>, 3) <i>Histogram</i>, 4) <i>Optical Flow</i>
2.	Sigit Yatmono, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Nama dari masing-masing <i>imagebox</i> lebih baik ditampilkan pada jendela <i>form</i>. - Informasi tambahan untuk mengisi tabel pengujian mohon dilengkapi, misalnya untuk <i>job</i> nomor 6, maka cara untuk mendapatkan data kemiringan objek dilakukan dengan cara bagaimana.

4. Hasil Proses Penerapan (*Implement*)

a. Menyiapkan Pengajar

Peneliti pada tahap ini memberikan penjelasan kepada pengajar tentang cara penggunaan dan tahapan pengoperasian aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot. Kemudian peneliti menunjukkan kepada pengajar perihal materi yang diperlukan sesuai dengan *labsheet* dan modul, untuk kemudian dijelaskan kepada para peserta didik.

b. Menyiapkan Peserta Didik

Peserta didik diberi pencerahan mengenai dasar-dasar visual robot, lalu diberi pengetahuan tentang cara penggunaan aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot. Peserta didik diberi penjelasan singkat mengenai materi dan langkah kerja pada *labsheet* yang tersedia.

Setelah semua yang diperlukan sudah siap, maka proses implementasi aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot sudah bisa dilakukan. Hasil implementasi yang diperoleh yaitu aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot dapat berjalan dengan baik.

5. Hasil Proses Evaluasi (*Evaluate*)

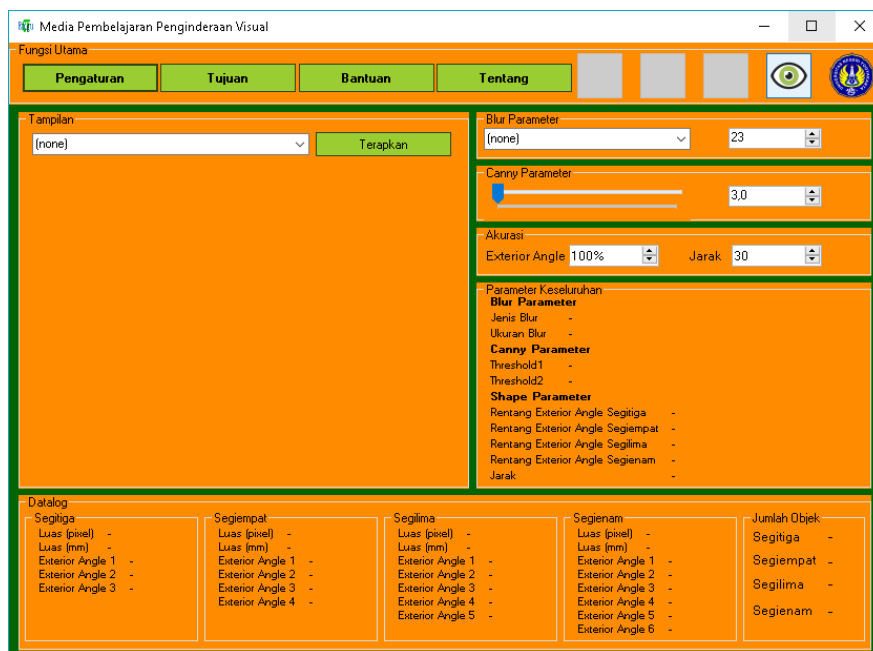
a. Revisi Tahap Pertama

Revisi tahap pertama berdasarkan atas kritik serta saran dari ahli media dan ahli materi. Masing-masing aspek dinilai oleh dua orang ahli. Revisi ini dilakukan guna memperbaiki kualitas media pembelajaran dari segi media serta materi, sebelum masuk ke uji pengguna.

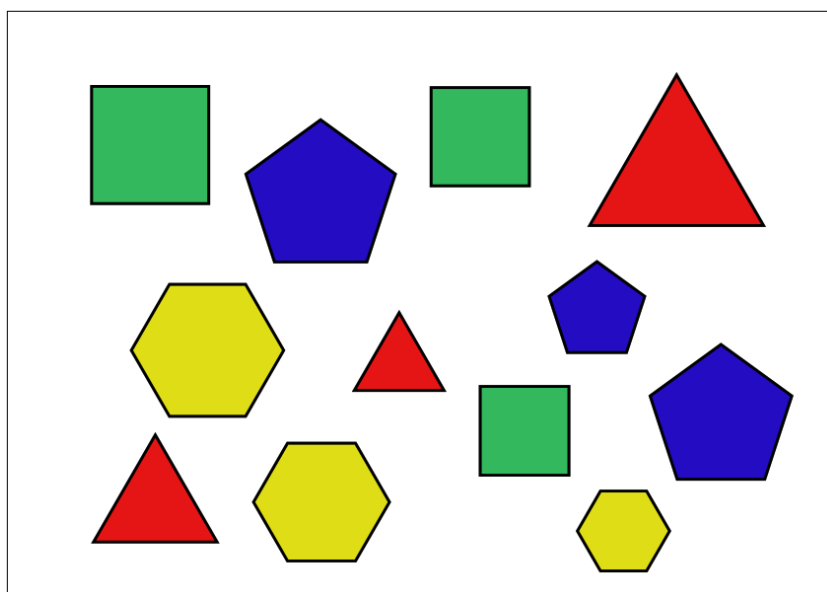
- 1) Kritik dan Saran Ahli Media
 - a) Langkah-langkah praktik pada *labsheet* perlu diperjelas.
 - b) Pada modul pendamping, tambahkan informasi aplikasi *demo*.
 - c) Perlu ada contoh *image* untuk keperluan uji pada *labsheet Gaussian Blur*.
 - d) Tambahkan menu tujuan pembelajaran / diawal tampilan.
- 2) Kritik dan Saran Ahli Materi
 - a) Tambahkan modul : 1) *Threshold*, 2) *ROI*, 3) *Histogram*, 4) *Optical Flow*.
 - b) Nama dari masing-masing *imagebox* lebih baik ditampilkan pada jendela *form*.
 - c) Informasi tambahan untuk mengisi tabel pengujian mohon dilengkapi, misalnya untuk *job* nomor 6, maka cara untuk mendapatkan data kemiringan objek dilakukan dengan cara bagaimana.
- 3) Tahap Revisi

Hal yang pertama kali penulis perbaiki adalah menambahkan menu tujuan pada aplikasi. Perbaikan ini merujuk pada saran dari ahli media poin **d**. Untuk saran dari ahli media poin **a** serta ahli materi poin **c**, memiliki maksud yang sama, yaitu untuk memperjelas langkah kerja pada *labsheet* yang ada. Oleh karena itu, penulis memperbaiki langkah kerja yang ada pada *labsheet* agar lebih mudah dipahami. Untuk saran ahli media poin **b**, penulis memperbaiki modul pendamping dengan menambahkan materi mengenai aplikasi pendeteksi objek bersegi pada bagian awal Bab IV. Penulis telah menyediakan *image* yang bisa digunakan untuk melakukan uji coba pada *labsheet* yang ada, dimana perbaikan ini mengacu pada saran ahli media poin **c**. Penulis membuat empat *labsheet* lagi yang mengacu pada saran ahli

materi poin **a**. Untuk saran ahli materi poin **b**, penulis melakukan perbaikan dengan mengganti nama *form* pada setiap gambar pada modul pendamping dengan materi yang sedang dijelaskan oleh gambar yang bersangkutan.



Gambar 18. Penambahan menu Tujuan



Gambar 19. Media yang digunakan untuk uji coba pada *labsheet*

b. Revisi Tahap Kedua

Revisi tahap kedua mengacu pada saran dan kritik saat melakukan uji coba pengguna. Pengujian melibatkan 34 responden dari mahasiswa pendidikan teknik mekatronika angkatan 2016 kelas E yang sedang menempuh mata kuliah penginderaan visual robot. Mayoritas responden memberikan saran pada tampilan GUI pada aplikasi pendeteksi objek bersegi, yaitu mengenai warna GUI yang perlu diperlembut dan menerapkan sistem skala pada GUI sehingga saat ditampilkan dalam mode *maximize* atau *minimize* tampilan masih dapat tertata dengan rapi. Dikarenakan dalam aplikasi *Windows Form Application* tidak ada fitur untuk membuat tampilan dengan sistem skala, maka penulis belum bisa melakukan perbaikan pada poin tersebut. Pada warna GUI sudah disesuaikan agar tampilan menjadi lebih nyaman ketika dipandang.

B. Analisis Data

Data yang dianalisis merupakan data yang berasal dari pengujian oleh ahli media dan ahli materi, serta data dari hasil uji pengguna.

1. Analisis Data Kelayakan Media

Penilaian kelayakan media diberikan oleh dua ahli media dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Masing-masing ahli memberikan nilai berdasarkan enam kriteria kesesuaian, antara lain kesesuaian dengan tujuan, kesesuaian dengan karakteristik, kesesuaian dengan materi, kesesuaian dengan teori, kesesuaian dengan gaya belajar, dan kesesuaian dengan kondisi. Nilai yang diberikan oleh para ahli media akan dikalkulasi lalu dibandingkan dengan kategori

penilaian kelayakan media. Kategori penilaian media dapat dilihat pada Tabel 19.

Penjelasan lebih lengkap bisa dilihat pada Lampiran 6.1.

Tabel 19. Kategori penilaian kelayakan media

Kategori Penilaian	Interval						
	Tujuan	Karakteristik	Materi	Teori	Gaya Belajar	Kondisi	Keseluruhan
Sangat Layak	$13,6 \leq X \leq 16$	$13,6 \leq X \leq 16$	$13,6 \leq X \leq 16$	$13,6 \leq X \leq 16$	$6,8 \leq X \leq 8$	$6,8 \leq X \leq 8$	$68 \leq X \leq 80$
Layak	$11,2 \leq X < 13,6$	$11,2 \leq X < 13,6$	$11,2 \leq X < 13,6$	$11,2 \leq X < 13,6$	$5,6 \leq X < 6,8$	$5,6 \leq X < 6,8$	$56 \leq X < 68$
Cukup Layak	$8,8 \leq X < 11,2$	$8,8 \leq X < 11,2$	$8,8 \leq X < 11,2$	$8,8 \leq X < 11,2$	$4,4 \leq X < 5,6$	$4,4 \leq X < 5,6$	$44 \leq X < 56$
Kurang Layak	$6,4 \leq X < 8,8$	$6,4 \leq X < 8,8$	$6,4 \leq X < 8,8$	$6,4 \leq X < 8,8$	$3,2 \leq X < 4,4$	$3,2 \leq X < 4,4$	$32 \leq X < 44$
Tidak Layak	$4 \leq X < 6,4$	$4 \leq X < 6,4$	$4 \leq X < 6,4$	$4 \leq X < 6,4$	$2 \leq X < 3,2$	$2 \leq X < 3,2$	$20 \leq X < 32$

Masing-masing kesesuaian memiliki interval yang berbeda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Untuk penilaian keseluruhan, dapat dinyatakan masuk kategori sangat layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval $68 \leq X \leq 80$, masuk kategori layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $56 \leq X < 68$, masuk kategori cukup layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $44 \leq X < 56$, masuk kategori kurang layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $32 \leq X < 44$, dan masuk kategori tidak layak apabila rerata skor (X) masuk pada nilai $20 \leq X < 32$. Data yang didapat dari penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Data hasil penilaian media

No.	Penilaian Kesesuaian dengan	Skor Max	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Kesesuaian	Persentase Tiap Kesesuaian	Kategori
1.	Tujuan	16	4	13	81,25%	Layak
2.	Karakteristik	16	4	13	81,25%	Layak
3.	Materi	16	4	14	87,5%	Sangat Layak
4.	Teori	16	4	13	81,25%	Layak
5.	Gaya Belajar	8	2	7	87,5%	Sangat Layak
6.	Kondisi	8	2	7	87,5%	Sangat Layak
Total		80	20	67	83,75%	Layak

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari kedua ahli media, untuk penilaian kesesuaian dengan tujuan mendapat rerata nilai 13 dari nilai nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 81,25% sehingga masuk kategori layak. Kesesuaian dengan karakteristik mendapat rerata nilai 13 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 81,25% sehingga masuk kategori layak. Kesesuaian dengan materi mendapat rerata nilai 14 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 87,5% sehingga masuk kategori sangat layak. Kesesuaian dengan teori mendapat rerata nilai 13 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 81,25 sehingga masuk kategori layak. Kesesuaian dengan gaya belajar mendapat rerata nilai 7 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2 dengan persentase 87,5% sehingga masuk kategori sangat layak. Kesesuaian dengan kondisi mendapat rerata nilai 7 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2 dengan persentase 87,5% sehingga masuk kategori sangat layak. Dari semua nilai tersebut, didapat nilai rerata total sebesar 67 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20 dengan persentase 83,75% sehingga masuk kategori layak.

2. Analisis Data Kelayakan Materi

Penilaian kelayakan materi diberikan oleh dua ahli media dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Masing-masing ahli memberikan nilai berdasarkan empat kriteria, antara lain relevansi, penyajian, bahasa, dan kegrafikaan. Nilai yang diberikan oleh para ahli materi akan dikalkulasi lalu dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Kategori penilaian materi dapat dilihat pada Tabel 21. Penjelasan lebih lengkap bisa dilihat pada Lampiran 6.2.

Tabel 21. Kategori penilaian kelayakan materi

Kategori Penilaian	Interval Relevansi	Interval Penyajian	Interval Bahasa	Interval Kegrafikaan	Keseluruhan
Sangat Layak	$40,8 \leq X \leq 48$	$13,6 \leq X \leq 16$	$13,6 \leq X \leq 16$	$13,6 \leq X \leq 16$	$81,6 \leq X \leq 96$
Layak	$33,6 \leq X < 40,8$	$11,2 \leq X < 13,6$	$11,2 \leq X < 13,6$	$11,2 \leq X < 13,6$	$67,2 \leq X < 81,6$
Cukup Layak	$26,4 \leq X < 33,6$	$8,8 \leq X < 11,2$	$8,8 \leq X < 11,2$	$8 \leq X < 11,2$	$52,8 \leq X < 67,2$
Kurang Layak	$19,2 \leq X < 26,4$	$6,4 \leq X < 8,8$	$6,4 \leq X < 8,8$	$6,4 \leq X < 8,8$	$38,4 \leq X < 52,8$
Tidak Layak	$12 \leq X < 19,2$	$4 \leq X < 6,4$	$4 \leq X < 6,4$	$4 \leq X < 6,4$	$24 \leq X < 38,4$

Masing-masing kriteri memiliki interval yang berbeda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Untuk penilaian keseluruhan, dapat dinyatakan masuk kategori sangat layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval $81,6 \leq X \leq 96$, masuk kategori layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $67,2 \leq X < 81,6$, masuk kategori cukup layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $52,8 \leq X < 67,2$, masuk kategori kurang layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $38,4 \leq X < 52,8$, dan masuk kategori tidak layak apabila rerata

skor (X) masuk pada nilai $24 \leq X < 38,4$. Data yang didapat dari penilaian ahli materi dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Data hasil penilaian materi

No.	Penilaian Kriteria	Skor Max	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Kriteria	Persentase Tiap Kriteria	Kategori
1.	Relevansi	48	12	46	95,83%	Sangat Layak
2.	Penyajian	16	4	14,5	90,63%	Sangat Layak
3.	Bahasa	16	4	15	93,75%	Sangat Layak
4.	Kegrafikaan	16	4	15,5	96,88%	Sangat Layak
Total		96	24	91	94,79%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari kedua ahli materi, untuk penilaian kriteria relevansi mendapat rerata nilai 46 dari nilai nilai maksimal 48 dan nilai minimal 12 dengan persentase 95,83% sehingga masuk kategori sangat layak. Untuk penilaian kriteria penyajian mendapat rerata nilai 14,5 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 90,63% sehingga masuk kategori sangat layak. Untuk kriteria bahasa mendapat rerata nilai 15 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 93,75% sehingga masuk kategori sangat layak. Untuk kriteria kegrafikaan mendapat rerata nilai 15,5 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 96,88% sehingga masuk kategori sangat layak. Dari semua nilai tersebut, didapat nilai rerata total sebesar 91 dari nilai maksimal 96 dan nilai minimal 24 dengan persentase 94,79% sehingga masuk kategori sangat layak.

3. Uji Pengguna

Pengujian dilakukan pada 34 mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2016 yang sedang mengikuti mata kuliah penginderaan visual robot. Dari nilai yang didapat, nantinya akan dikalkulasi dan dibandingkan dengan kategori penilaian pengguna. Kategori penilaian pengguna dapat dilihat pada Tabel 23. Penjelasan lebih lengkap bisa dilihat pada Lampiran 6.3.

Tabel 23. Kategori penilaian pengguna

Kategori Penilaian	Interval Isi & Tujuan	Interval Teknis	Interval Instruksional	Interval Efektivitas dan Efisiensi	Keseluruhan
Sangat Layak	$20,4 \leq X \leq 24$	$13,6 \leq X \leq 16$	$27,2 \leq X \leq 32$	$6,8 \leq X \leq 8$	$68 \leq X \leq 80$
Layak	$16,8 \leq X < 20,4$	$11,2 \leq X < 13,6$	$22,4 \leq X < 27,2$	$5,6 \leq X < 6,8$	$56 \leq X < 68$
Cukup Layak	$13,2 \leq X < 16,8$	$8,8 \leq X < 11,2$	$17,6 \leq X < 22,4$	$4,4 \leq X < 5,6$	$44 \leq X < 56$
Kurang Layak	$9,6 \leq X < 13,2$	$6,4 \leq X < 8,8$	$12,8 \leq X < 17,6$	$3,2 \leq X < 4,4$	$32 \leq X < 44$
Tidak Layak	$6 \leq X < 9,6$	$4 \leq X < 6,4$	$8 \leq X < 12,8$	$2 \leq X < 3,2$	$20 \leq X < 32$

Masing-masing kriteri memiliki interval yang berbeda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Untuk penilaian keseluruhan, dapat dinyatakan masuk kategori sangat layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval $60 \leq X \leq 80$, masuk kategori layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $56 \leq X < 68$, masuk kategori cukup layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $44 \leq X < 56$, masuk kategori kurang layak apabila rerata skor (X) masuk pada interval nilai $32 \leq X < 44$, dan masuk kategori tidak layak apabila rerata skor (X)

masuk pada nilai $20 \leq X < 32$. Data yang didapat dari penilaian pengguna dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Data hasil penilaian pengguna

No.	Penilaian Kriteria Kualitas	Skor Max	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Kriteria	Persentase Tiap Kriteria	Kategori
1.	Isi dan Tujuan	24	6	21,88	91,18%	Sangat Layak
2.	Teknis	16	4	13,65	85,29%	Sangat Layak
3.	Instruksional	32	8	28,59	89,34%	Sangat Layak
4.	Efektivitas dan Efisiensi	8	2	7,18	89,71%	Sangat Layak
Total		80	20	71,29	89,12%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari uji pengguna, untuk penilaian kriteria isi dan tujuan mendapat rerata nilai 21,88 dari nilai maksimal 24 dan nilai minimal 6 dengan persentase 91,18% sehingga masuk kategori sangat layak. Kriteria teknis mendapat rerata nilai 13,65 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4 dengan persentase 85,29 sehingga masuk kategor sangat layak. Kriteria instruksional mendapat rerata nilai 28,59 dari nilai maksimal 32 dan nilai minimal 8 dengan persentase 89,34% sehingga masuk kategori sangat layak. Kriteria efektivitas dan efisiensi mendapat rerata nilai 7,18 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2 dengan persentase 89,71% sehingga masuk kategori sangat layak. Dari hasil tersebut dapat diperoleh rerata nilai total uji pengguna sebesar 71,29 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20 dengan persentase 89,12 sehingga masuk kategori sangat layak.

4. Uji Reliabilitas

Instrumen yang telah divalidasi oleh para validator, kemudian diuji reliabilitasnya. Uji reliabilitas ini digunakan pada instrumen pengguna. Perhitungan dari data yang diperoleh menggunakan rumus *alpha* belah dua dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas, instrumen yang digunakan mendapat hasil sebesar 0,82232 sehingga masuk dalam kategori reliabilitas sangat tinggi. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran x.

C. Kajian Produk

Aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot dikembangkan dengan menggunakan penelitian model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Media pembelajaran ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti kamera *webcam* sebagai sensor, media yang dicetak di kertas Ivory, *library* EmguCV yang berfungsi sebagai *library* utama dalam pengolahan citra digital, serta aplikasi pendeteksi objek bersegi itu sendiri yang terdapat GUI sebagai tampilan antarmuka dari data-data yang ada.

Aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot melewati beberapa tahap pengujian, mulai dari uji *blackbox*, uji validasi oleh ahli media dan ahli materi, serta uji pengguna. Hasil dari uji *blackbox* yakni setiap fungsi komponen dari aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot dapat bekerja dengan baik. Pengujian *blackbox* dimulai dengan membuka aplikasi

pendeteksi objek bersegi, dimana akan muncul *splash screen* yang kemudian baru masuk ke tampilan utama. Masuk ke tampilan Pengaturan dimana fungsinya adalah untuk mengatur terlebih dahulu kamera *webcam* yang akan digunakan serta objek bersegi yang ingin dideteksi. Setelah semua pengaturan dilakukan, tombol *Start* bisa digunakan untuk memulai proses pengolahan citra digital. Terdapat satu *imageBox* dimana isi dari *imageBox* tersebut dapat dirubah dengan memilih tahapan yang ingin ditampilkan melalui *domainUpDown* pada menu Tampilan. Terdapat *trackBar* dan juga *domainUpDown* pada sebelah kanan dimana fungsinya adalah untuk mengatur keluaran dari tiap tahapan yang ada pada menu Tampilan. Ringkasan dari parameter pada tiap tahapan proses pengolahan citra dapat dilihat pada menu Parameter Keseluruhan. Pada bagian paling bawah terdapat *Datalog* yang digunakan untuk menampilkan data *exterior angle*, luas, serta jumlah dari objek yang terdeteksi.

Uji validasi media pembelajaran dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, terdapat beberapa masukan untuk perbaikan, yaitu: (1) Langkah-langkah praktik pada *labsheet* perlu diperjelas, (2) Pada modul pendamping, tambahkan informasi aplikasi demo, (3) Perlu ada contoh *image* untuk keperluan uji pada *labsheet Gaussian Blur*, (4) Tambahkan menu tujuan pembelajaran / diawal tampilan, (5) Tambahkan modul : 1) *Threshold*, 2) *ROI*, 3) *Histogram*, 4) *Optical Flow*, (6) Nama dari masing-masing *imagebox* lebih baik ditampilkan pada jendela *form*, (7) Informasi tambahan untuk mengisi tabel pengujian mohon dilengkapi, misalnya untuk *job* nomor 6, maka cara untuk mendapatkan data kemiringan objek dilakukan dengan cara bagaimana.

Tahap selanjutnya yaitu uji pengguna. Dari hasil uji pengguna, banyak yang memberikan saran agar warna dari tampilan GUI dibuat lebih lembut, serta tampilan yang disajikan dibuat lebih besar. Beberapa pengguna menyarankan untuk menggunakan warna yang lembut dan tidak terlalu mencolok, seperti warna biru muda. Untuk ukuran tampilan, ada yang memberikan saran untuk membuat tampilan model skala untuk mengatasi ketika aplikasi ditempatkan pada mode *maximize* ataupun *minimize*.

Aplikasi pendeteksi objek bersegi sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot memiliki jarak pendeteksian yang masih terbatas. Untuk mendapatkan data luas objek dengan akurat, jarak yang diperbolehkan adalah 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan luas asli objek, diperlukan parameter tambahan yang digunakan untuk acuan perhitungan.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot. Penilaian unjuk kerja pada aplikasi pendeteksi objek bersegi ini menggunakan metode uji *blackbox*. Penilaian tingkat kelayakan media pembelajaran menggunakan instrumen berupa angket, yang diujikan kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna. Instrumen untuk ahli media memiliki beberapa kriteria penilaian kesesuaian, diantaranya kesesuaian dengan tujuan, kesesuaian dengan karakteristik, kesesuaian dengan materi, kesesuaian dengan teori, kesesuaian dengan gaya belajar, dan kesesuaian dengan kondisi.

Instrumen untuk ahli materi memiliki beberapa kriteria penilaian, diantaranya relevansi, penyajian, bahasa, dan kegrafikaan pada materi pembelajaran. Instrumen untuk uji pengguna memiliki beberapa kriteria penilaian, diantaranya kualitas isi dan tujuan, teknik, instruksional, serta efektivitas dan efisiensi.

Hasil unjuk kerja aplikasi pendeteksi objek bersegi menggunakan metode *Contour* sebagai media pembelajaran penginderaan visual robot yaitu aplikasi dapat mendeteksi objek bersegi sesuai dengan bentuk objek yang dipilih pada pengaturan, adapun pilihan objek tersebut adalah segitiga, segiempat, segilima, dan segienam. Berdasarkan data hasil uji coba, aplikasi dapat mengukur *exterior angle*, luas, serta jumlah objek yang terdeteksi. Dikarenakan prinsip kerja dari metode yang digunakan adalah *exterior angle* terlebih dahulu harus bisa mengukur *exterior angle* dari objek yang terdeteksi baru selanjutnya bisa teridentifikasi objek yang ada, maka untuk mendapatkan hasil deteksi yang diinginkan, harus ada nilai toleransi untuk *exterior angle* dari objek yang ingin dideteksi. Aplikasi dapat mengkalkulasi besarnya luas asli pada objek bersegi dengan menambahkan parameter acuan berupa jarak antara kamera dengan objek. Variasi jarak yang didukung oleh aplikasi pendeteksi objek bersegi untuk perhitungan luas dimulai dari 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Aplikasi juga dapat mendeteksi jumlah objek yang dideteksi dalam jarak tertentu. Jarak yang didukung oleh aplikasi untuk melakukan perhitungan jumlah objek dimulai dari 30 cm, 35 cm, 40 cm, dan 45 cm.

Berdasarkan hasil dari unjuk kerja didapatkan data yang berupa tingkat keakuratan deteksi objek, tingkat keakuratan perhitungan luas objek, dan tingkat keakuratan perhitungan jumlah objek. Aplikasi dapat mendeteksi objek dengan

rerata tingkat keakuratan 94,75% pada jarak 50 cm, rerata tingkat keakuratan 93,75% pada jarak 100 cm, rerata tingkat keakuratan 92,25% pada jarak 150 cm, dan rerata tingkat keakuratan 92,5% pada jarak 200 cm, dari data tersebut didapatkan rerata tingkat keakuratan keseluruhan sebesar 93,3%. Data tersebut didapatkan dengan merubah parameter jarak, tanpa memperhatikan sudut kemiringan objek. Sementara untuk hasil unjuk kerja dengan merubah parameter sudut kemiringan didapatkan nilai sebesar 86% untuk rerata keakuratan dengan merubah sudut kemiringan objek secara *horizontal*, dan nilai sebesar 83% untuk rerata keakuratan dengan merubah sudut kemiringan objek secara *vertical*. Dari data tersebut didapatkan rerata total keakuratan sebesar 85%. Perhitungan aplikasi dalam menghitung luas dari objek yang terdeteksi memiliki nilai rerata *error* sebesar 2,1% pada jarak 15 cm, 1,75% pada jarak 20 cm, 0,97% pada jarak 25 cm, dan 0,97% pada jarak 30. Dari data tersebut, didapatkan rerata *error* total sebesar 1,45% untuk perhitungan luas objek. Perhitungan aplikasi dalam menghitung jumlah objek yang terdeteksi menggunakan parameter tambahan berupa jarak, yang dimulai dari 30 cm, 35 cm, 40 cm, dan 45 cm. Dari semua jarak yang dipakai, didapatkan *error* sebesar 0%, sehingga bisa disimpulkan bahwa perhitungan jumlah objek tidak *error* sama sekali.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, tingkat kelayakan yang diperoleh dari ahli media yaitu pada kriteri kesesuaian dengan tujuan mendapat rerata nilai 13 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori layak dengan persentase 81,25%. Pada kriteria kesesuaian dengan karakteristik mendapat rerata nilai 13 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk

kategori layak dengan persentase 81,25%. Pada kriteria kesesuaian dengan materi mendapat rerata nilai 14 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 87,50%. Pada kriteria kesesuaian dengan teori mendapat rerata nilai 13 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori layak dengan persentase 81,25%. Pada kriteria kesesuaian dengan gaya belajar mendapat rerata nilai 7 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 87,50%. Pada kriteria kesesuaian dengan kondisi mendapat rerata nilai 7 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 87,50%. Dari semua nilai yang diperoleh dari dua ahli media, didapat nilai rerata keseluruhan sebesar 67 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20, sehingga masuk kategori layak dengan persentase 83,75%.

Uji validitas media menunjukkan bahwa media yang telah dibuat mendapatkan kategori layak digunakan berdasarkan enam kriteria kesesuaian. Media dinyatakan layak ditinjau dari kesesuaian dengan tujuan, karena: (1) penggunaan media membantu untuk mengetahui tujuan pembelajaran dalam proses belajar mengajar, (2) penggunaan media membantu untuk mengetahui tujuan media pembelajaran untuk mempermudah cara belajar peserta didik. Media dinyatakan layak ditinjau dari kesesuaian dengan karakteristik, karena: (1) penggunaan media membantu untuk mengetahui manfaat media pembelajaran untuk meningkatkan keaktifan peserta didik, (2) penggunaan media membantu untuk mengetahui keterkaitan media pembelajaran dengan pelajaran lain. Media dinyatakan sangat layak ditinjau dari kesesuaian dengan materi, karena: (1) penggunaan media

membantu untuk mengetahui tingkat pengetahuan perangkat lunak pada media pembelajaran, (2) penggunaan media membantu untuk mengetahui tingkat pengetahuan tentang gambaran umum media pembelajaran. Media dinyatakan layak ditinjau dari kesesuaian dengan teori, karena: (1) penggunaan media membantu untuk mengetahui tingkat pemahaman bagian-bagian media pembelajaran, (2) penggunaan media membantu untuk mengetahui tingkat pemahaman dengan fungsi pada bagian-bagian media pembelajaran. Media dinyatakan sangat layak ditinjau dari kesesuaian dengan gaya belajar, karena penggunaan media membantu untuk mengetahui tingkat kemudahan dan ketertarikan pada media pembelajaran. Media dinyatakan sangat layak ditinjau dari kesesuaian dengan kondisi lingkungan, karena penggunaan media membantu untuk mengetahui tingkat kecocokan media pembelajaran dengan sasaran dan lingkungan pembelajaran.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, tingkat kelayakan yang diperoleh dari ahli materi yaitu pada kriteria relevansi mendapat rerata nilai 46 dari nilai maksimal 48 dan nilai minimal 12, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 95,83%. Pada kriteria penyajian mendapat rerata nilai 14,5 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 90,63%. Pada kriteria bahasa mendapat rerata nilai 15 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 93,75%. Pada kriteria kegrafikaan mendapat rerata nilai 15,5 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 96,88%. Dari semua nilai yang diperoleh dari dua ahli materi, didapat

nilai rerata keseluruhan sebesar 91 dari nilai maksimal 96 dan nilai minimal 24, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 94,79%.

Uji validitas materi menunjukkan bahwa materi yang telah dibuat mendapatkan kategori sangat layak digunakan berdasarkan empat kriteria. Materi dinyatakan sangat layak ditinjau dari relevansi, karena: (1) materi sudah sesuai dengan silabus, (2) materi mencakup kompetensi yang diperlukan, (3) materi pada media pembelajaran cukup lengkap, (4) tingkat pemahaman materi pada media pembelajaran cukup tinggi, (5) cakupan materi yang diperoleh dari media pembelajaran cukup luas, (6) materi pada media pembelajaran sesuai dengan kebutuhan eserta didik, (7) materi pada media pembelajaran sesuai dengan tuntutan DU/DI. Materi dinyatakan sangat layak ditinjau dari penyajian, karena: (1) teknik penyajian materi pada media pembelajaran sudah sesuai, (2) materi yang disajikan mudah untuk dipelajari. Materi dinyatakan sangat layak ditinjau dari kebahasaan, karena: (1) penggunaan bahasa pada media mudah dipahami, (2) kata-kata yang digunakan sudah sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia. Materi dinyatakan sangat layak ditinjau dari kegrafikaan, karena: (1) desain cover dan isi yang dari modul menarik, (2) kualitas cetakan dan jilidan pada modul bagus.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, tingkat kelayakan yang diperoleh dari 34 pengguna yaitu pada kriteri kualitas isi dan tujuan mendapat rerata nilai 21,88 dari nilai maksimal 24 dan nilai minimal 6, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 91,18%. Pada kriteria instruksional mendapat rerata nilai 28,59 dari nilai maksimal 32 dan nilai minimal 8, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 89,34%. Pada kriteria teknik mendapat rerata nilai

13,65 dari nilai maksimal 16 dan nilai minimal 4, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 85,29%. Pada kriteria efektif dan efisien mendapat rerata nilai 7,18 dari nilai maksimal 8 dan nilai minimal 2, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 89,71%. Dari semua nilai yang diperoleh dari 34 pengguna, didapat nilai rerata keseluruhan sebesar 71,29 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20, sehingga masuk kategori sangat layak dengan persentase 89,12%.