

PENGENDALI *INTERRUPT* PERILAKU ROBOT PEMADAM API BERODA BERBASIS MESIN VISI

Muhammad Ramadhani

Program Studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jln. Prof.Dr. Supomo Yogyakarta. Tlp. 0274-379418, Fax. 0274-381523
email:Ramadhan852@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat robot agar dapat mengenali objek yang berbeda berdasarkan bentuk dan warna yang terdapat pada arena dengan menggunakan hasil data pengolahan mini komputer *Odroid XU4* untuk dapat digabungkan dengan perangkat arduino dengan perantara *USB to serial* untuk mengatur perilaku robot.

Rancangan penelitian ini menggunakan kamera sebagai sensor, mini komputer *Odroid XU4* sebagai pemroses citra dan pengirim data perintah ke sistem utama yaitu arduino nano dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Robot yang digunakan adalah miniatur robot pemadam api dengan penggerak utama menggunakan 2 buah roda aktif serta arduino nano sebagai otak robot tersebut.

Hasil penelitian ini bahwa setelah diambil beberapa data pengujian diperoleh uji coba tegangan keluaran dengan menggunakan IC7805 sebesar 5,68 volt, tegangan tersebut sudah dapat dipergunakan untuk supply ke mini Komputer Odroid XU 4, Arduino Nano dan sensor ultrasonic SRF 04. Hasil uji coba software OpenCV semua komponen dapat mendeteksi objek boneka dan pancaran titik api. Hasil uji coba ultrasonic SRF 04 memiliki prosentase kegagalan 0% dan keberhasilan 90%. Hasil pengujian secara terpadu pada penelitian ini memiliki rata-rata prosentase keberhasilan 84,12%.

Kata kunci: *robot pemadam api, Odroid XU4, USB to serial, arduino nano, ultrasonic*

1. PENDAHULUAN

Divisi robot pemadam api beroda merupakan salah satu divisi dalam kontes robot Indonesia dimana divisi ini dapat dijadikan tolok ukur kemajuan inovasi iptek robotika di dunia kreatifitas mahasiswa. Jika dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya perilaku robot pemadam api divisi beroda dirancang untuk bisa mematikan api dan menghindari rintangan yang dipasang pada arena manuver maka mulai tahun 2016 ini robot diharuskan mampu untuk menentukan perilaku yang tepat dan memiliki kemampuan pengenalan citra (*image*) melalui

kamera karena obyek yang dituju memiliki perbedaan yang cukup signifikan di antaranya titik api yang harus dipadamkan dan miniatur boneka yang harus dihindari.

Pada tahun ini Tim Robot UAD divisi KRPAI beroda kembali mengikuti kontes robot Indonesia, Mempertimbangkan peraturan yang mewajibkan robot agar dapat memiliki kemampuan untuk untuk menentukan perilaku yang tepat dalam melakukan misi penyelamatan dan pemadaman api dengan menggunakan pengenalan citra (*image*), oleh karenanya diperlukan penelitian tentang pengembangan pengenalan citra.

Atas dasar permasalahan tersebut penulis mencoba untuk mengembangkan perancangan pengendali *interrupt* perilaku robot menggunakan pengolahan citra, pengendali robot dengan perintah menggunakan citra ini menggunakan perangkat mini komputer *odroid xu4* sebagai mesin pengolah citra yang Data masukannya di peroleh dari *webcam*. Sedangkan *software* pemrograman menggunakan *openCv* (*open Source Computer Vision*) dengan bahasa pemrograman yang di gunakan adalah C++, selanjutnya perintah tersebut dikirim ke sistem utama pada robot pemadam api yaitu minisistem Arduino nano, *webcam* ini nantinya akan digunakan sebagai sensor pengganti *UVtrone*, dan *Sharp GP*, serta *Proximity* karena sensor ini masih kurang baik dalam memberikan respon pada obyek yang dituju Pengolahan citra diambil dengan cara *webcam* mengambil gambar dengan format *bitmap*. Dari gambar tersebut diambil nilai warna *Red (R)*, *green (G)*, *Blue (B)*, yang kemudian di konversi menjadi HSV (*hue, saturation, value*)kemudian menggunakan metode *hough circle* untuk menentukan besarnya piksel titik api dan boneka, selanjutnya program pada *odroid xu4* akan mengirimkan perintah berupa data serial ke dalam mikroprosesor pada papan minisistem

arduino nano melalui komunikasi *USB to serial* (FTDI). Setelah data diterima robot akan melakukan pergerakan dan menentukan perilaku sesuai program. Selanjutnya diharapkan penelitian *prototype* Robot pemadam api beroda ini dapat diimplementasikan di kehidupan nyata sebagai robot yang dapat ditugaskan pada kondisi genting seperti saat terjadinya kebakaran di suatu tempat yang sulit untuk dijangkau oleh tim penyelamat.

2. METODE PENELITIAN

1.4 Alat Penelitian Perangkat Keras

2.1.1. Mini computer

Mini computer yang di pakai dalam penelitian ini *Odroid-XU4* (seperti pada Gambar 2.1a) yang digunakan sebagai komputasi dari webcam dan untuk menentukan algoritma objek yang dituju.

2.1.2. Webcam

Webcam (seperti pada Gambar 2.1b) digunakan untuk melakukan pendeteksian objek yang dituju yaitu boneka dan titi api objek tersebut merupakan acuan yang dijadikan pengendali *interrupt* perilaku robot pemadam api beroda.

2.1.3. Mini sistem arduino Nano

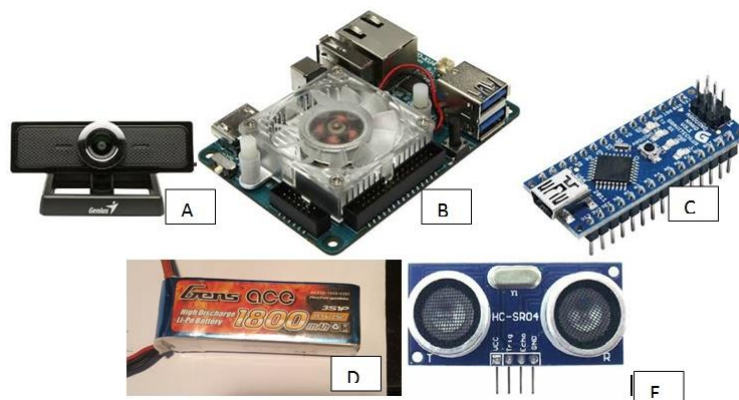
Mini sistem yang digunakan adalah modul berbasis arduino nano sebanyak 2 buah (seperti pada Gambar 2.1c) digunakan sebagai pengolah algoritma data pergerakan robot dan *interrupt* perilaku saat robot berjalan menyusuri arena yang ada.

2.1.4. Catudaya

Robot Pemadam api Beroda membutuhkan catu daya yang cukup besar karena harus mampu bertahan lama menggerakkan sistem pada robot sesuai dengan lamanya durasi waktu manuver, sumber tegangan yang digunakan yaitu baterai lithium-polymer yang akan didistribusikan menjadi beberapa variasi tegangan yang berbeda-beda. Pemilihan baterai lithium-polymer karena merupakan salah satu sumber tegangan DC yang mampu bertahan lebih lama dibandingkan sumber tegangan DC yang ada dijual di pasaran.

2.1.5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini bekerja Mendeteksi obyek di depan dengan cara menangkap pantulan dari sinyal yang dipancarkan, mirip dengan Kelelawar dan Radar (seperti pada Gambar 2.1e), Untuk mendeteksi objek (dinding), dengan sensor ini maka robot akan mengetahui jarak benda dari semua sisi badan robot, sehingga robot tidak akan menabrak dinding penghalang yang ada di area manuver



Gambar 2.1. Sensor kamera webcam genius 1050 (a) Odroid-XU4 (b), Arduino Nano (c), Baterai Li-Po 11,1V 1800mAh (d), Sensor ultrasonik HC-SR04 (e)

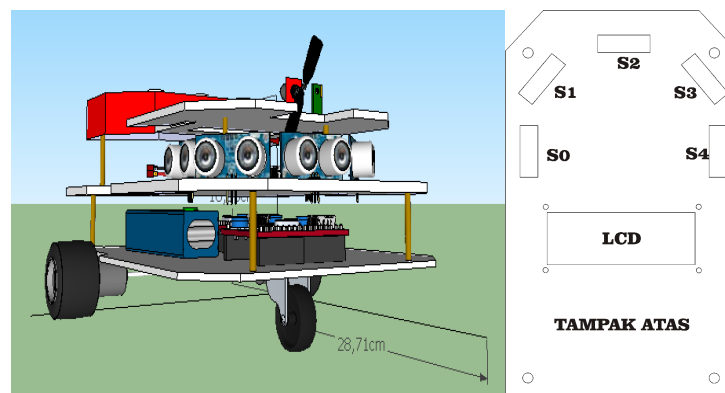
2.4 Alat Penelitian Perangkat Lunak

2.2.1. OpenCv

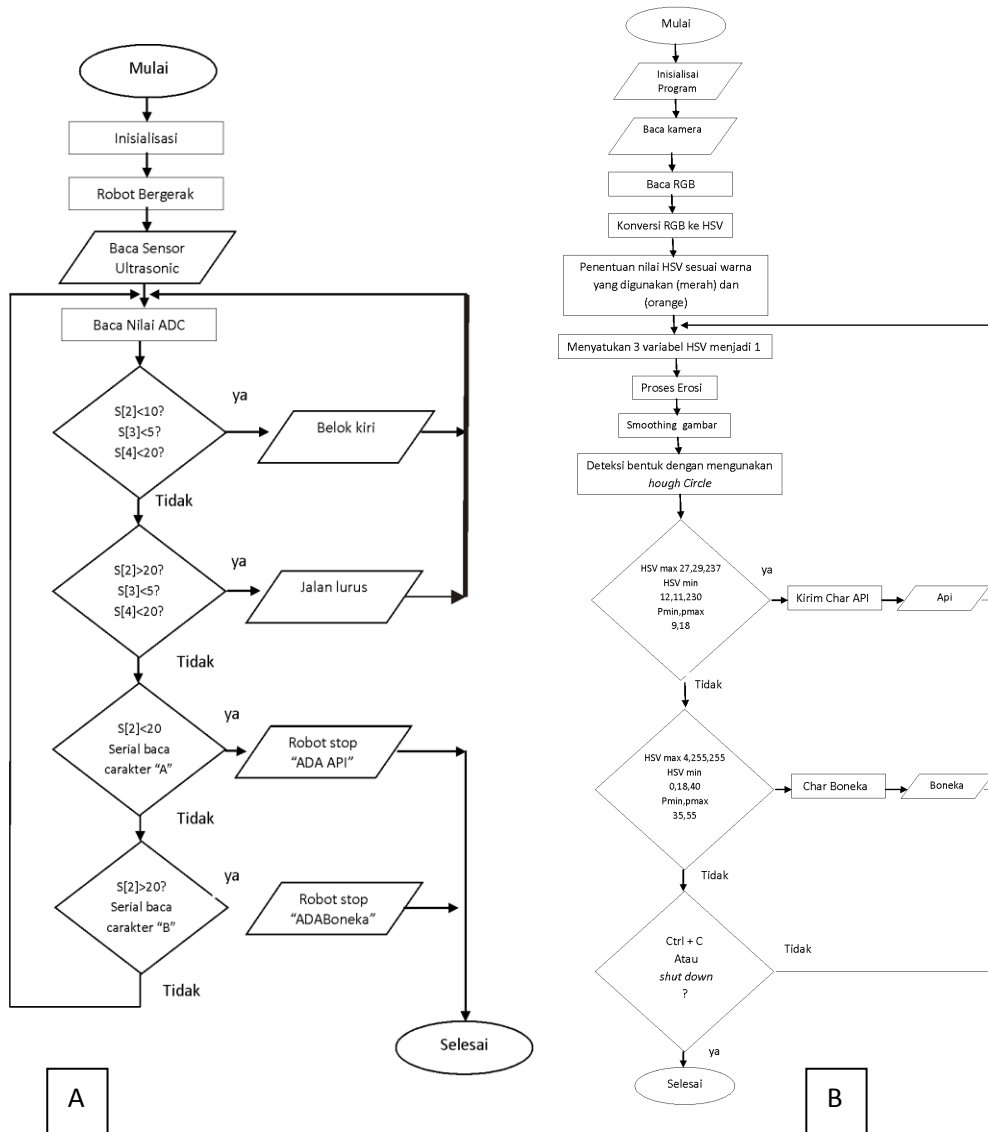
OpenCv (*Open Source Computer Vision*) adalah *library* / pustaka fungsi pemrograman untuk pemrosesan waktu nyata pada *computer vision*. *OpenCv* dirilis dibawah lisensi *BSD*, gratis untuk digunakan untuk kegunaan akademis maupun untuk fungsi komersial. Menggunakan antarmuka *C++*, *C* dan *Python*, juga *Java*. *OpenCv* adalah *library Open Source* untuk *Computer Vision* untuk *C/C++*, *OpenCv* didesain untuk aplikasi *real-time*, memiliki fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk *image/video* (Huaman, 2012). *Library* ini dapat berjalan pada sistem operasi *Windows*, *Linux* maupun *Mac*.

2.2.2 Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja robot pemadam api beroda saat dijalankan mini sistem akan melakukan proses inialisai untuk membaca seluruh sensor yang terhubung, lalu robot bergerak dan pada saat itu juga Sensor ultrasonic mulai membaca jarak dan merubahnya menjadi pulsa keluaran berupa data yang dikirimkan ke mini sistem arduino, setelah di peroses maka akan diketahui nilai jarak dalam bentuk nominal hasil proses data yang dilakukan oleh mini sistem arduino, bila masing masing sensor mengirim data yang berupa $s[2] < 10$, $s[3] < 5$, dan $s[4] < 20$ maka robot akan berjalan belok kiri, bila masing masing sensor mengirim data berupa $s[2] > 20$, $s[3] < 5$, dan $s[4] < 20$ maka robot akan berjalan lurus atau maju, bila sensor mengirim data yang berupa $s[2] < 20$, dan deteksi serial menerima data karakter "A" maka robot akan *interrupt* berhenti dan menampilkan pada LCD "ADA API", bila deteksi serial menerima data karakter "B" maka robot akan *interrupt* putar kiri lalu berhenti dan menampilkan pada LCD "ADA BONEKA", bila deteksi serial tidak menerima data berupa karakter A maupun B program akan melakukan perulangan, dan bila menemukan salah satu *interrupt* maka loop selesai. Tata letak sensor pada robot ditunjukkan pada Gambar 2.2. dan *flowchart* proses *interrupt* robot pemadam api beroda di sajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.2. Skema tata letak sensor robot tampak atas dan depan



Gambar 2.3. *Flowchart* proses interrupt robot(A) *Flowchart* Proses Vision(B)

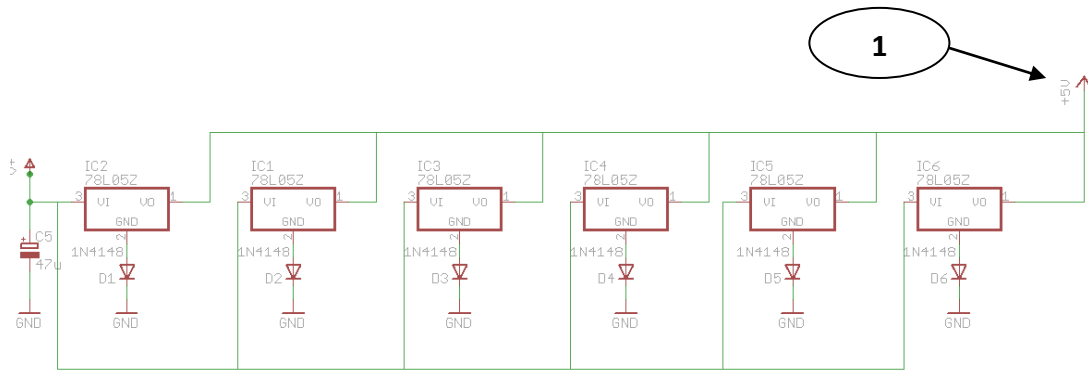
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja dari Pengendali *Interrupt* Perilaku Robot Pemadam Api Beroda Berbasis Mesin Visi ini, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian dari masing masing sub sistem pada robot pemadam api beroda, pengujian ini dilakukan untuk memastikan sitem dapat berjalan dengan baik setelah dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Pengujian pada sub sistem dimulai dengan menguji rangkaian regulator agar dapat diketahui tegangan masukan dan keluaran sudah sesuai dengan yang dibutuhkan atau belum. Setelah pengujian pada regulator dilakukan selanjutnya adalah pada sensor ultrasonic SRF04 sebagai sensor pengindraan saat robot bermanuver diarena dan selanjutnya *software* opencv yang menjadi *software* pengendali untuk melakukan pendeteksian objek yang akan dijadikan pengendali *inttrupt* pergerakan robot pemadam api beroda. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah *software* telah berjalan dengan baik dan masing masing komponen telah berfungsi. Tahap pengujian yang terakhir adalah pengujian sistem secara terpadu yang dilakukan setelah semua sub sistem dipadukan. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan uji coba pendeteksian boneka dan titik api, dengan pembagian pengujian pada pendeteksian boneka

diantaranya melakukan pendeteksian terhadap boneka dengan objek lain yang berbeda warna, melakukan pendeteksian boneka dengan objek lain yang berbeda bentuk, melakukan pendeteksian boneka dengan intensitas cahaya yang berbeda, dan melakukan pendeteksian boneka dengan jarak yang berbeda. Selanjutnya untuk pembagian uji deteksi titik api terdiri dari melakukan uji coba pendeteksian titik api dengan pancaran cahaya yang lain, melakukan pendeteksian titik api dengan pantulan cahaya yang lain, melakukan pendeteksian cahaya titik api dengan intensitas cahaya yang berbeda, melakukan pendeteksian titik api dengan jarak yang berbeda. Pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan apakah penelitian dengan judul pengendali *Interrupt* robot Pemadam api beroda berbasis mesin visi telah berjalan sesuai dengan yang diperintahkan.

3.1 Pengujian Rangkaian Regulator

Pengujian rangkaian catu daya dilakukan dengan memberikan tegangan *input* pada rangkaian. Sumber tegangan menggunakan baterai Li-Po dengan tegangan *output* 11,1 Volt. Titik pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rangkaian *Regulator*

Pengujian *output* Rangkaian *regulator* menggunakan multimeter untuk mengetahui besar tegangan yang dihasilkan oleh *regulator*. Besar tegangan *output regulator* dipastikan sebesar 5 volt DC. Hasil dari pengukuran dengan menggunakan multimeter dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tegangan *output regulator*

Titik	<i>Regulator</i>	<i>Output</i>	Keterangan
1	IC 7805	5,68 volt	Sesuai

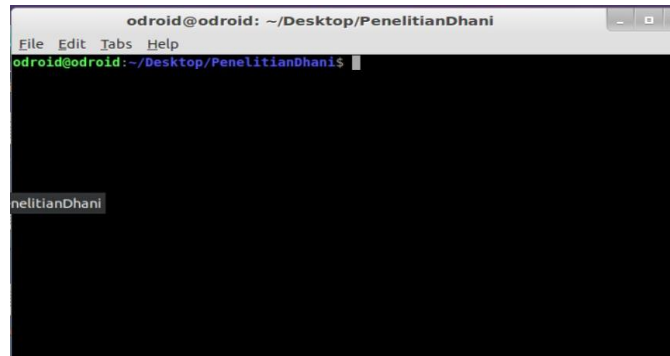
3.2 Pengujian *Software*

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan *Software* OpenCV pada Odroid XU4 dengan membuka listing program yang sudah dibuat seperti yang tertera pada Gambar 4.2.



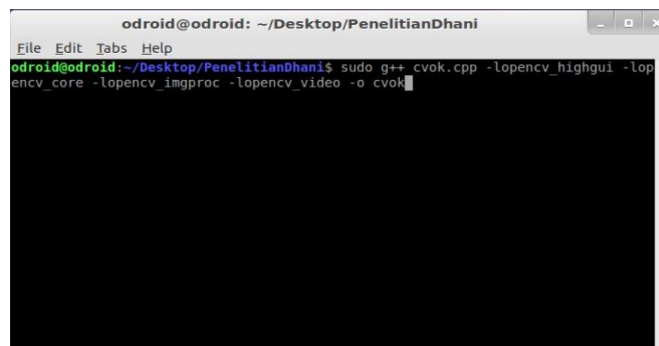
Gambar 3.2 perintah untuk memunculkan terminal eksekusi program

Dengan memilih folder yang dituju klik kanan dan *open in terminal* maka mula mula tampilan terminal yang dibuka ditunjukkan pada Gambar 3.3.



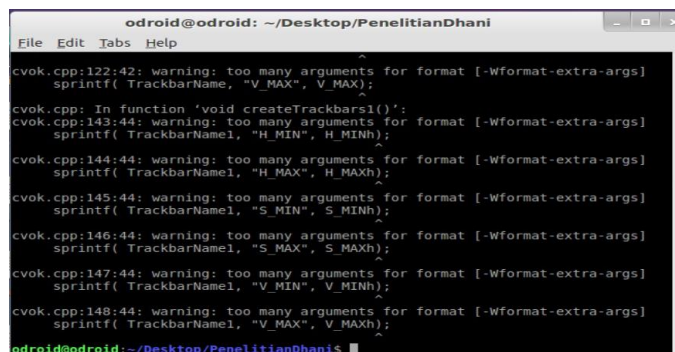
Gambar 3.3 Tampilan Awal Terminal

Langkah selanjutnya ialah melakukan *compile* program yang sudah dibuat dengan menuliskan perintah seperti yang tertera pada Gambar 3.4.



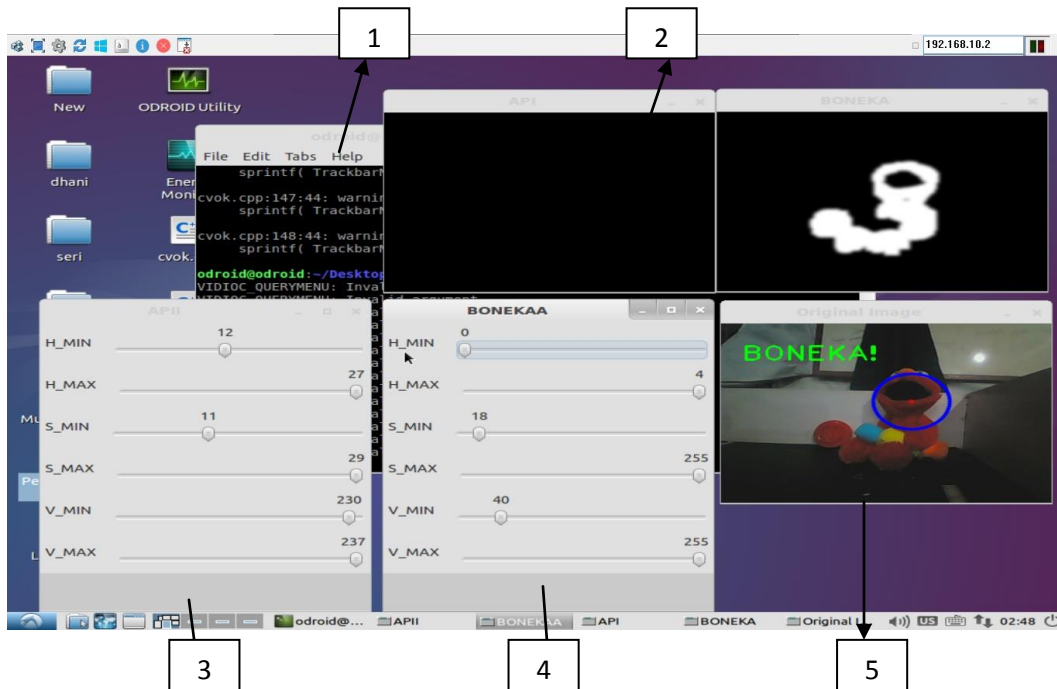
Gambar 3.4 perintah Awal *compile* program

Dengan melakukan pengetikan perintah diatas maka selanjutnya akan termonitor apakah program yang dibuat terjadi *error* dengan memastikan tampilan seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan Terminal saat *Compile* Program

Gambar 3.5. menunjukkan bahwa program yang dibuat telah dipastikan tidak ada *error* yang terjadi maka dengan demikian program dapat dijalankan dan tampilannya dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Software* OpenCV

Setiap komponen atau jendela monitor ditunjukkan dengan nomor pada Gambar 3.6 memiliki fungsi masing-masing. Adapun fungsi dari masing-masing disajikan dalam Tabel 3.2.

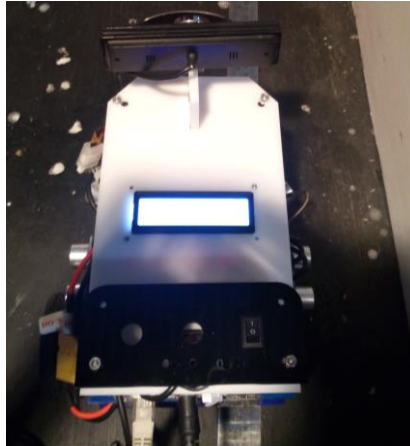
Tabel 3.2 Fungsi jendela pada *Software* OpenCV

No	Nama Kompnen/Jendela	Fungsi	Keterangan
1	Jendela <i>Threshold</i> API	Menampilkan indikasi Api dalam bentuk tampilan garis tepi	Sesuai
2	Jendela <i>Threshold</i> Boneka	Menampilkan indikasi Boneka dalam bentuk tampilan hitam putih	Sesuai
3	Jendela pengatur HSV api	Berfungsi sebagai pengatur Nilai HSV titik Api	Sesuai
4	Jendela pengatur HSV Boneka	Berfungsi sebagai Pengatur niali HSV Boneka	Sesuai
5	Jendela Gambar Asli	Menampilkan Gambar/ citra asli yang diperoleh dari kamera webcam	Sesuai

Setelah pengujian pada *software* dilakukan, dapat dipastikan program dapat deksekusi dengan baik tanpa terjadi *error* dan masing-masing komponen dapat bekerja sesuai dengan yang telah dituliskan pada program.

3.3 Pengujian Sensor ultrasonic HC-SR04

sensor ini merupakan komponen utama untuk robot pemadam api beroda melakukan pengindraan saat melakukan manuver diarena, adapun pengujian sensor Ultrasonik ini ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 ujicoba sensor Ultrasonik SRF04

Pengujian ini dilakukan di gedung robot UAD, pada arena yang digunakan untuk melakukan simulasi pertandingan robot pemadam api beroda. Pengujian ini dilakukan dengan mendekatkan masing masing sensor pada pembatas atau tembok arena dengan acuan membaca nilai ADC (*analog digital conversion*) dengan rentang nilai terjauh = 100 untuk jarak lebih dari 10 cm dan terdekat < 10 untuk jarak kurang dari 2 cm.

pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 pada robot secara keseluruhan disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 pengujian sensor HC-SR04 dengan nilai terjauh=100 dan terdekat= 10

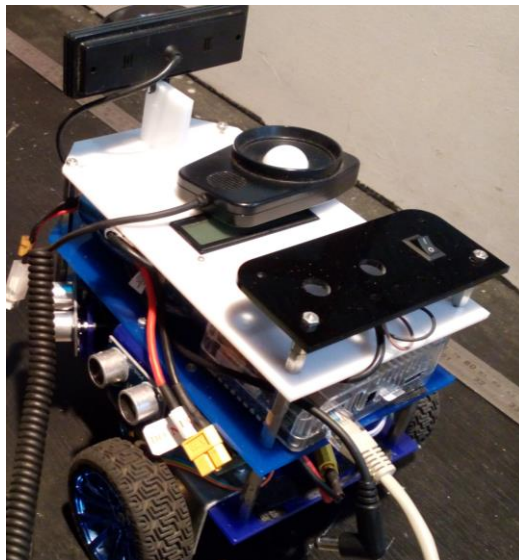
Percobaan ke	Nilai ADC	Nilai Sensor Terbaca					Jarak cm	Keterangan Keberhasilan uji %
		S0	S1	S2	S3	S4		
1	<10 cm	31	31	26	31	30	10	100
2	>ADC	28	28	24	28	26	9	100
3	20	26	26	21	26	25	8	100
4	<2 cm	25	25	19	25	23	7	80
5	<ADC	23	23	23	23	21	6	100
6	10	21	19	21	21	19	5	60
7		17	17	17	17	17	4	0
8		9	9	9	9	10	3	100
9		8	8	8	6	8	2	100
10		5	5	5	4	5	1	100

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 4.6 pengujian sensor ultrasonic SRF04 bagian sisi kiri dengan nilai rentang terjauh >10cm dengan nilai ADC >100 dan nilai terdekat <2cm dengan nilai ADC <10 dapat dinyatakan berhasil dengan alasan respon sensor yang tertera pada LCD telah sesuai dengan perintah yang diberikan. prosentase keberhasilan pendeteksiian jarak terdekat dan terjauh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & \text{Total hasil uji} \\
 = & \frac{\quad}{\text{Jumlah Pengujian}} \\
 = & \frac{840}{10} \\
 = & 84\%
 \end{aligned}$$

3.4 Pengujian Sistem Secara Terpadu

Sebelum melakukan pengujian ini, terlebih dahulu semua sub sistem dipadukan menjadi satu. Odroid Xu4, *regulator*, Sensor Ultrasonik SRF04, Minisitem Arduino Nano dan webcam dipasang pada badan robot kemudian diberikan catudaya dari baterai Li-Po, adapun sistem yang telah dipadukan tertera pada Gambar 3.8.





Gambar 3.8 Sistem Robot KRPAI beroda yang telah dipadukan

Pengujian dimulai dengan memberikan perintah pada robot diantaranya melakukan pendeteksian objek boneka yang disandingkan dengan warna yang berbeda, melakukan pendeteksian boneka yang disandingkan dengan objek yang berbeda bentuk, melakukan pendeteksian cahaya dengan nilai intensitas cahaya yang berbeda, melakukan pendeteksian boneka dengan jarak yang berbeda, selanjutnya melakukan pendeteksian api dengan cahaya selain cahaya api, melakukan pendeteksian cahaya api dengan gangguan pantulan cahaya lain, melakukan pendeteksian api dengan intensitas cahaya yang berbeda dan yang terakhir melakukan pendeteksian titik api dengan jarak yang berbeda.

Adapun nilai-nilai warna dalam (HSV), piksel besar bentuk, jarak, dan intensitas cahaya yang digunakan dalam pengujian ini memiliki batasan-batasan nilai. Nilai-nilai piksel yang digunakan untuk pengujian sistem secara terpadu ini disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai-nilai *setting* parameter Boneka dan Titik Api

Tabel acuan nilai <i>Setting</i> parameter Pengendali <i>Interrupt</i> Robot pemadam Api Beroda Berbasis Mesin visi					
Objek yang dideteksi	Nilai <i>Setting</i> HSV Warna		Nilai jarak Deteksi	Intensitas cahaya penerangan	Nilai Piksel Bentuk
Boneka	<i>Setting</i> HSV Boneka		Jarak Boneka	Intensitas penerangan boneka	Piksel bentuk boneka
	*H ma	*Mi	Jarak ±50 cm (<i>interrupt</i> robot stop)	Intensitas Max	Piksel max <55 Piksel
	4	0		<750 lux	
	*S ma	*Mi		Intensitas Minimal	Piksel minimal
	255	18			
	*V ma	*Mi			

	255	40		>124 lux	>35 piksel
Titik Api	Setting HSV Titik Api		Jarak Titik api	Intensitas penerangan Api	Piksel bentuk titik Api
	*H ma	*Mi	Jarak Max	Intensitas Max	Piksel Maksimal
	27	12	±200 cm		
	*S ma	*Mi		<750 lux	<18 piksel
	29	11	Jarak Minimal	Intensitas Minimal	Piksel Minimal
	*V ma	*Mi	±5 cm (<i>Intrrupt</i> Robot Stop)		
	237	230		>124 lux	>9 piksel

Keterangan:

*H ma = *Hue* maximal, *S ma = *Saturation* Maximal, *V ma = *Value*

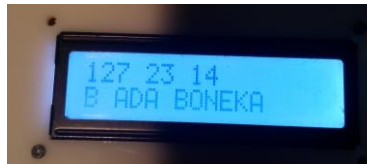
* mi = Minimal

Cara pengujian dilakukan dengan menghadapkan robot pada objek yang di tuju dan diarahkan pada kamera *webcam*, untuk memonitor apakah sistem berjalan dapat dilihat pada LCD yang terdapat pada Robot serta pada layar monitor Leptop. Cara pengujian di sajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 3.9 Cara pengujian

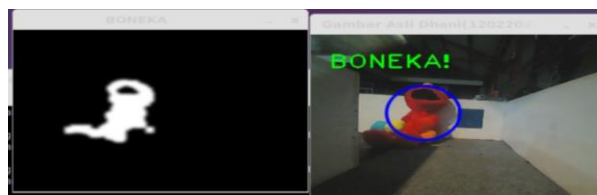
Untuk memastikan *intrrupt* berjalan pada robot dapat dimonitor melalui LCD yang terdapat pada Robot pemadam api beroda seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Tampilan LCD pada Robot saat *interrupt* Bekerja

3.4.1 Pengujian Deteksi Boneka Dengan Warna Yang Berbeda

Boneka merupakan salah satu objek yang dijadikan sebagai pengendali *interrupt* perilaku robot pemadam api beroda, dalam penelitian ini dilakukan pengujian deteksi boneka dengan diberi gangguan berupa karpet biru yang ditempelkan pada dinding arena dan botol serta tutup toples yang diletakan pada sisi samping boneka.



Gambar 3.11 Citra *webcam* pada *software* OpenCV

Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada robot pemadam api beroda maka hasil untuk pengujian boneka yang diberi gangguan warna karpet berwarna biru yang di tempelkan pada dinding arena disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil pengujian deteksi boneka diberi gangguan karpet warna biru pada dinding arena

Percobaan ke	Jenis pengujian	Warna Karpet biru terdeteksi	Warna Boneka Terdeteksi
1	Deteksi boneka	X	√
2	dengan gangguan	X	√
3	karpet warna biru	X	√
4	Nilai Setting HSV	X	√
5	H max : 4	X	√
6	S Max : 255	X	√
7	Vmax : 255	X	√
8	H min : 0	X	√
9	S min : 18	X	√
10	V min : 40	X	√

Keterangan :

√ = Objek terdeteksi

x = Objek tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam tabel 4.8 pengujian deteksi boneka dengan gangguan karpet warna biru yang ditempelkan pada dinding arena dapat dinyatakan berhasil dengan alasan respon kamera pada LCD dan Monitor Leptop telah sesuai dengan perintah yang diberikan yaitu *pointer* tetap berada pada posisi boneka dan LCD menunjukkan keterangan "ADA BONEKA". prosentase keberhasilan pendeteksian boneka dengan gangguan karpet warna biru sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Boneka terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \\
 &= \frac{10}{10} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Jadi Prosentase kesalahan terdeteksinya karpet warna biru yang ditempelkan pada dinding arena terhadap Pengujian *filtering* warna merah pada *OpenCV* adalah 0% untuk warna biru terdeteksi saat pendeteksian warna merah.

Perdasarkan prosentase kesalahan deteksi di atas dapat disimpulkan semakin kecil nilai prosentase kesalahan maka semakin baik deteksi warna merahnya karena semakin kecil nilai prosentase kesalahan deteksi maka semakin kecil *misdetection* terhadap warna selain warna boneka.

3.4.2 Pengujian Deteksi Boneka Dengan Gangguan bentuk yang berbeda

Pengujian selanjutnya yaitu melakukan ujicoba deteksi objek boneka yang diberi gangguan berupa tutup toples dan botol bekas oli adapun mekanisme pengujianya seperti tertera pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Metode uji deteksi bentuk yang berbeda dengan boneka

Pengujian ini dilakukan masih pada lingkungan yang sama pada arena yang digunakan untuk melakukan simulasi pertandingan robot pemadam api beroda di gedung robot UAD. Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada robot pemadam api beroda maka hasil untuk pengujian boneka yang diberi gangguan bentuk botol oli dan tutup toples tersaji pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil pengujian deteksi Boneka diberi gangguan bentuk Botol Oli dan bentuk tutup toples

Percobaan ke	Jenis pengujian	Bentuk Botol oli terdeteksi	Bentuk Botol tutup toples	Bentuk Boneka Terdeteksi
1	Deteksi boneka dengan gangguan Botol oli	X	X	√
2		X	X	√
3		X	X	√
4	Nilai Setting piksel bentuk boneka: Batas maksimal 55 Piksel Batas minimal 33 piksel	X	X	√
5		X	X	√
6		X	X	√
7		X	X	√
8		X	X	√
9		X	X	√

Keterangan :

√ = Objek terdeteksi

x = Objek tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 3.6 pengujian deteksi boneka dengan gangguan botol oli dan bentuk tutup toples dapat dinyatakan berhasil dengan alasan respon kamera pada LCD dan monitor laptop telah sesuai dengan perintah yang diberikan yaitu *pointer* tetap berada pada posisi boneka dan LCD menunjukkan keterangan "ADA BONEKA". prosentase keberhasilan pendeteksian boneka dengan gangguan bentuk botol oli sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Boneka terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{9} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

Jadi berdasarkan Prosentase kesalahan terdeteksinya bentuk botol oli dan tutup toples terhadap bentuk boneka berdasarkan piksel yang terdeteksi dengan menggunakan metode *hough circle* pada *OpenCV* adalah 0% untuk bentuk objek tersebut terdeteksi

saat pendeteksian bentuk boneka. Berdasarkan prosentase kesalahan deteksi di atas dapat disimpulkan semakin kecil nilai prosentase kesalahan maka semakin baik deteksi bentuk boneka.

3.4.3 Pengujian Deteksi Boneka Dengan Intensitas Cahaya Yang Berbeda

Pengujian selanjutnya yaitu melakukan ujicoba deteksi objek boneka yang diberi gangguan berupa intensitas cahaya yang berbeda beda dengan mengatur ketinggian lampu maka diperoleh nilai intensitas cahaya lampu yang dapat diatur adapun mekanisme pengaturan cahaya lampu terlampir pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Metode pengaturan cahaya lampu

Berdasarkan hasil pengujian deteksi boneka rentan Intensitas cahaya dari 124 – 750 Lux dapat dikatakan berhasil dengan respon kamera pada LCD dan monitor laptop sesuai dengan perintah yang diberikan yaitu *pointer* tetap berada pada posisi boneka dan LCD menunjukkan keterangan “ADA BONEKA”. prosentase keberhasilan pendeteksian boneka dengan perubahan cahaya dari 124 – 750 Lux sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Boneka terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{46}{50} \times 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan Prosentase pengujian deteksi boneka rentan Intensitas cahaya dari 124 – 750 Lux yang terdeteksi dengan menggunakan metode *hough circle* pada *OpenCV* adalah 8% untuk bentuk kesalahan mendeteksi bentuk boneka.

Berdasarkan prosentase kesalahan deteksi di atas dapat disimpulkan semakin kecil nilai prosentase kesalahan maka semakin baik deteksi bentuk boneka terhadap pengaruh perubahan cahaya.

3.4.4 Pengujian Deteksi Boneka Dengan Jarak yang Berbeda

Pengujian selanjutnya yaitu melakukan ujicoba deteksi objek boneka dengan melakukan pengaturan jarak deteksi, nilai *setting* yang sudah di berikan untuk pendeteksian yaitu pada jarak ± 50 cm robot akan melakukan *interrupt Stop*, adapun metode pengujian untuk deteksi boneka dengan jarak terlampir seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Metode pengambilan data deteksi jarak

Pengujian ini dilakukan masih pada lingkungan yang sama yaitu pada arena yang digunakan untuk melakukan simulasi pertandingan robot pemadam api beroda di gedung robot UAD. Metode pengambilan data uji deteksi boneka dengan jarak yaitu dengan menjalankan robot sebanyak 10 kali lalu dilihat prosentase robot stop pada jarak ± 50 cm dan diluar dari nilai tersebut. Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan pada robot pemadam api beroda maka data hasil untuk uji pendeteksian boneka berdasarkan jarak *setting* 50 cm tersaji pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil uji deteksi boneka dengan jarak *setting* ± 50 cm

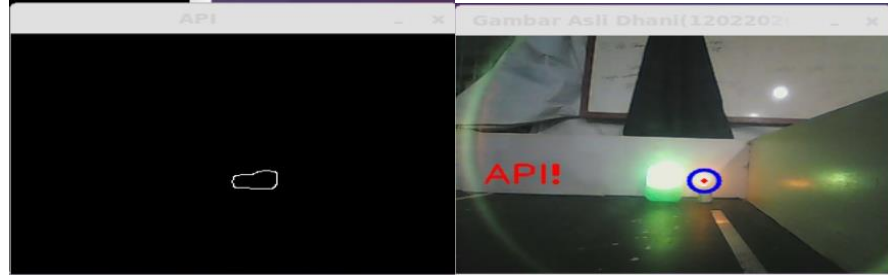
NO	Jarak Dalam cm	Banyak Uji	Jumlah Berhasil	Jumlah Tidak Berhasil	Prosentase
1	± 210	10	0	10	0
2	± 200	10	0	10	0
3	± 180	10	0	10	0
4	± 160	10	0	10	0
5	± 140	10	0	10	0
6	± 120	10	1	9	10
7	± 100	10	1	9	10
8	± 80	10	2	8	20
9	± 70	10	2	8	20
10	± 60	10	8	2	80
11	± 50	10	10	0	100

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 4.15 pengujian deteksi boneka dengan jarak *setting* ± 50 cm dapat dikatakan berhasil dengan respon kamera pada LCD dan monitor laptop sepenuhnya sesuai dengan perintah yang diberikan yaitu *pointer* tetap berada pada posisi boneka dan LCD menunjukkan keterangan "ADA BONEKA".

Berdasarkan prosentase kesalahan deteksi di atas dapat disimpulkan bahwa dengan memberikan ketetapan nilai sebesar 35 piksel pada deteksi boneka pada jarak tersebut robot sudah mampu mendeteksi boneka dengan sangat baik.

3.4.5 Uji deteksi pancaran cahaya api

Api merupakan objek kedua sebagai pengendali *interrupt* perilaku robot pemadam api beroda, dalam penelitian ini dilakukan pengujian deteksi api dengan diberi gangguan berupa pancaran cahaya dari sumber yang berbeda pada sisi samping titik api menyala uji ini dilakukan pada jarak $\pm 30\text{cm}$ dan intensitas cahaya $\pm 126\text{Lux}$, metode uji cobanya seperti terlampir pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Citra *webcam* pada *software* OpenCV deteksi api

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 4.17 pengujian deteksi cahaya titik api dengan gangguan pancaran cahaya berwarna hijau dapat dinyatakan berhasil dikarenakan kamera pada LCD dan Monitor Laptop telah sesuai dengan perintah yang diberikan yaitu *pointer* tetap berada pada posisi titik api dan LCD menunjukkan keterangan "ADA API". prosentase keberhasilan pendeteksian titik api dengan gangguan pancaran cahaya warna hijau sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Titik api terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{10}{10} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Jadi Prosentase kesalahan terdeteksinya pancaran cahaya warna hijau yang terhadap Pengujian *filtering* warna titik api pada *OpenCV* adalah 0% untuk pancaran cahaya warna hijau terdeteksi saat pendeteksian warna titik api.

Berdasarkan prosentase kesalahan deteksi di atas dapat disimpulkan semakin kecil nilai prosentase kesalahan maka semakin baik deteksi cahaya titik api karena semakin kecil nilai prosentase kesalahan deteksi maka semakin kecil kesalahan deteksi terhadap selain objek titik api

4 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka telah berhasil dibuat sebuah prototipe dengan judul Pengendali *Interrupt* Perilaku Robot Pemadam Api Beroda Berbasis Mesin Visi, menggunakan *software* *opencv* yang digunakan untuk mengakses kamera *webcam* dengan menerapkan beberapa metode untuk mendeteksi boneka sebagai objek yang harus dihindari dan pancaran cahaya titik api sebagai objek yang harus dideteksi untuk didekati. Setelah diambil beberapa data pengujian dapat diambil kesimpulan:

1. Hasil ujicoba untuk tegangan keluaran *regulator* dengan menggunakan IC7805 yang disusun secara paralel sejumlah 6 buah terukur sebesar 5,68 volt saat kondisi tegangan baterai sebesar 11,1 volt. Tegangan keluaran yang dihasilkan sudah dapat dipergunakan untuk *supplay* ke mini Komputer Odroid XU4, Arduino Nano, dan sensor ultrasonic SRF 04.

2. Hasil ujicoba *Software OpenCV* semua komponen sudah sesuai dengan fungsi masing-masing tidak terjadi *error* dan program sudah dapat berjalan dengan baik untuk melakukan pendeteksian objek Boneka dan Pancaran cahaya titik api.
3. Hasil Ujicoba sensor jarak/ ultrasonic SRF04 dari 5 buah sensor yang terpasang pada robot pemadam api beroda secara garis besar saat di ujicoba memiliki prosentase kegagahan 0%, hanya ada satu buah sensor pada bagian tengah yang saat uji coba dilakukan terjadi kegagalan dan prosentase kegagalannya 1 kali dalam 10 kali percobaan atau memiliki tingkat keberhasilan 90%.
4. Berdasarkan Hasil pengujian secara terpadu kinerja pengendali *interrupt* perilaku robot pemadam api beroda berbasis mesin visi dapat disimpulkan rata-rata prosentase keberhasilan pengujian dalam penelitian yang berjudul pengendali *interrupt* perilaku robot pemadam api beroda berbasis mesin visi adalah 84,12 %

5 REFRENSI

- [1] Bradski dan Kaehler, 2008, Learning OpenCV, O'Really Publication. New York .
- [2] Hu, Y,H., 2002. Introduction to Digital Image Processing, Dept. of Electrical and Computer Engineering, ECE533 Digital Image Processing Univ of Wisconsin.
- [3] <http://febriputuhpermana.blogspot.com/2011/03/konversi-color-space-rgb-hsv-dan-hsv.html> (Diakses pada 5 April 2016)
- [4]http://simlitabmas.dikti.go.id/fileUpload/pengumuman/Rule-KRPAI_beroda-2014-beta-Nop13-v2.pdf (diakses 6 April 2016)
- [5]https://www.google.co.id/search?q=diagram+warna+hsv&biw=1280&bih=693&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIxhu1q9a6xwIVzlyUCh1dQwM3(diakses pada 20 Mei 2016)
- [6]Huaman, A., 2012. OpenCV Reference Manual, disadur dari www.opencv.org/download/manual/OpenCV_Manual.pdf, (diakses pada 20 Mei 2016.)
- [7]Munir, R., 2004. Kontur dan Representasinya. Dept. Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung. Disadur dari http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Buku/Pengolahan%20Citra%20Digital/Bab-9_Kontur%20dan%20Representasinya.pdf. (Diakses pada 16 juli 2016.)
- [8]OpenCV developers team. 2015. OpenCV Documents. OpenCV It Seez, disadur dari http://docs.opencv.org/master/d4/d70/tutorial_hough_circle.html#gsc.tab=0, (diakses tanggal 10 Juli 2016).
- [9]Putra, Darma, 2010,Pengolahan Citra Digital, CV. Andi Offset, Yogyakarta
- [10]Rahadian, fauziazuhry, 2013, purwarupa pengaturan lampu otomatis dengan pengolahan citra berbasis opencv
- [11]Rahayu, Wahono Cipta, 2012 , Pengendali gerakan robot menggunakan pengolahan citra warna
- [12]Tsani, Teuku Makmur, 2015 , Mesin Visi Pada Robot Sepak Bola R-SCUAD
- [13]Sutoyo, T, Edy mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayat, Wijanarto, 2009, Teori Pengolahan Citra Digital, CV.Andi Offset, Yogyakarta