

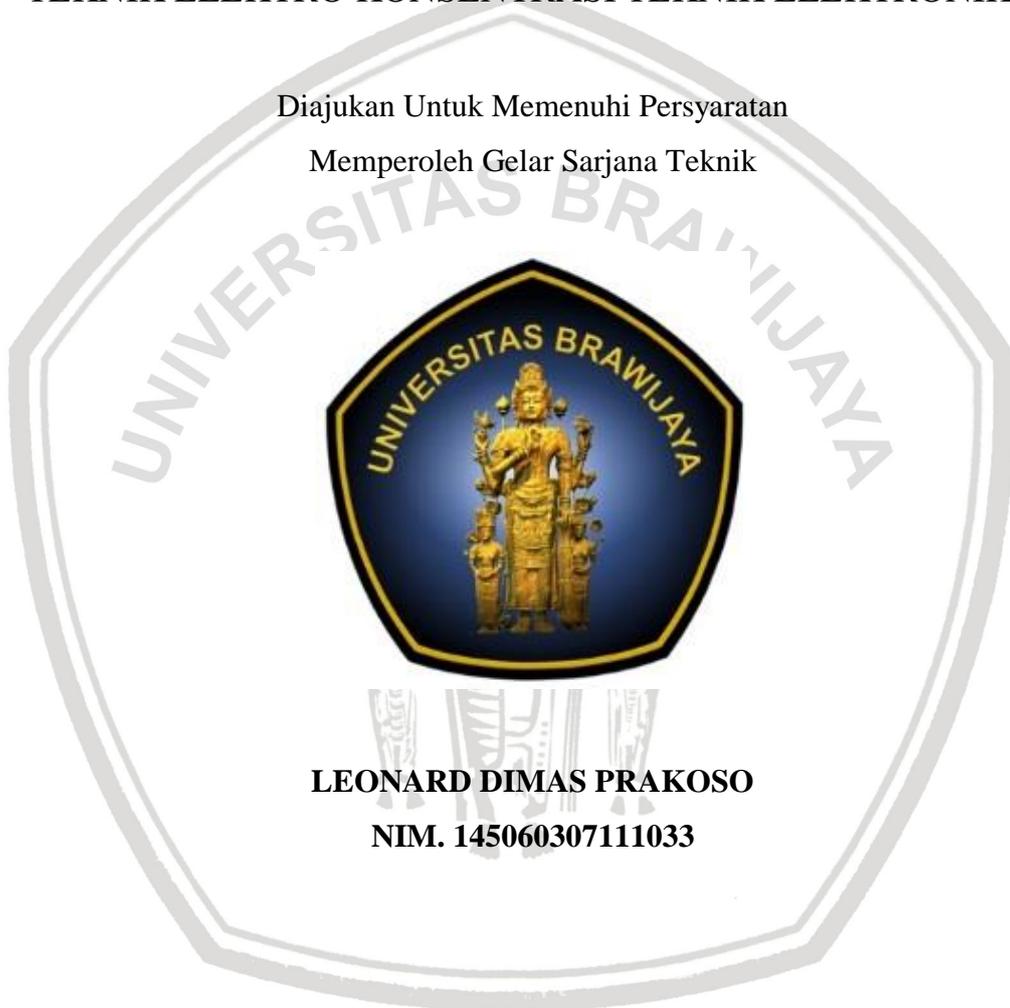
**PENGLASIFIKASI WARNA BERBASIS HISTOGRAM s-RGB
UNTUK APLIKASI PEMBACA KARTU**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



LEONARD DIMAS PRAKOSO

NIM. 145060307111033

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

MALANG

2018



LEMBAR PENGESAHAN
PENGLASIFIKASI WARNA BERBASIS HISTOGRAM s-RGB UNTUK APLIKASI
PEMBACA KARTU

SKRIPSI
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



LEONARD DIMAS PRAKOSO
NIM. 145060307111033

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 30 Juli 2018

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T
NIP. 19700329 200012 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D, IPM.
NIP. 19730520 200801 1 013



JUDUL SKRIPSI :

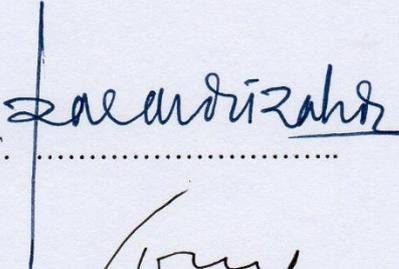
PENGLASIFIKASIAN WARNA BERBASIS HISTOGRAM s-RGB UNTUK
APLIKASI PEMBACA KARTU

Nama Mahasiswa : Leonard Dimas Prakoso

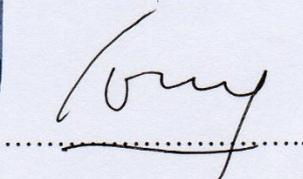
NIM : 145060307111033

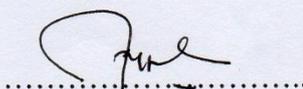
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

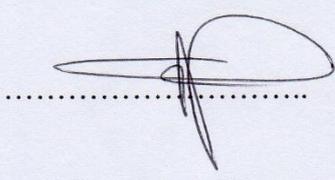
Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T. 

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc. 

Dosen Penguji 2 : Ir. Nurussa'adah, M.T. 

Dosen Penguji 3 : Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng. 

Tanggal Ujian : 20 Juli 2018

SK Penguji : 1496 Tahun 2018





Life moves pretty fast.

*If you don't stop and look around once in a while,
you could miss it*



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur pelanggaran, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 30 Juli 2018

Mahasiswa,



LEONARD DIMAS PRAKOSO

NIM. 145060307111033





DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Leonard Dimas Prakoso
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 22 Agustus 1996
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Katholik
Status : Belum menikah
Alamat : Jalan Pelita no.8 RT/RW 002/003, Kedung Halang, Bogor,
Jawa Barat
No. HP : +6285921772809
E-mail : leonardprakoso@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

1. SD Budi Mulia Bogor : 2002-2008
2. SMP Budi Mulia Bogor : 2008-2011
3. SMAN 3 Bogor : 2011-2014
4. S1 Teknik Eletro : 2014-2018
Universitas Brawijaya

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya.

Malang, 27 Juli 2018



Leonard Dimas Prakoso



RINGKASAN

Leonard Dimas Prakoso, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018. *Pengklasifikasian Warna Berbasis Histogram s-RGB untuk Aplikasi Pembaca Kartu*. Dosen Pembimbing: Panca Mudjirahardjo.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang setiap waktunya, tak terkecuali di bidang keamanan. Pada tahun 2016, Indonesia menempati peringkat ke-41 dalam hal indeks kejahatan dunia. Indeks kejahatan di Indonesia mencapai angka 49.51, di mana angka tersebut masuk pada kategori sedang. Indeks kejahatan ini dapat dikurangi dengan membuat suatu *counter measure* yang akurat. Salah satu pembuatan *counter measure* adalah dengan mengaplikasikan teknologi *image processing* ke dalam suatu sistem keamanan. Teknologi yang dapat digunakan adalah dengan pengklasifikasian deteksi warna berbasis histogram *sum of RGB* (s-RGB) dengan penambahan fungsi *region of interest* (ROI). Pengklasifikasian warna RGB merupakan salah satu cara untuk memfilter warna obyek yang dideteksi dengan warna lain berdasarkan lingkup warna *red*, *green*, dan *blue*. Untuk menyeleksi daerah mana yang akan dideteksi oleh kamera dan mempercepat proses filter warna, maka ditambahkan fungsi ROI untuk mengambil nilai dari parameter yang dibutuhkan.

Histogram s-RGB telah diperkenalkan sebagai sebuah metode baru untuk menentukan warna yang dominan pada ruang warna RGB untuk menandakan objek yang diamati (Mudjirahardjo, 2017). Data yang digunakan dalam histogram adalah modus dari keluaran nilai RGB dari warna yang dideteksi. Nilai RGB ini didapatkan dari hasil pembacaan tiap piksel dari daerah objek yang telah diseleksi. Penyeleksian daerah menggunakan fungsi *region of interest* (ROI) dengan cara menggambar kotak sebesar luas daerah yang menjadi daerah pendeteksian pada objek yang diinginkan.

Fungsi ROI sendiri digunakan untuk menyeleksi daerah dari obyek yang akan dideteksi kemudian mengambil nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi suatu obyek (Kapsala, 2008). Dengan menggunakan *library* OpenCV fungsi ROI dapat dikombinasikan dengan fungsi *rectangle* untuk mendapat *region* pada objek yang dideteksi seragam setiap pembacaan.

Hasil pengujian pengambilan nilai R, G, dan B masih didapatkan rentang error yang cukup besar. Untuk *error min* dan *error max*, rentang *error* 0-100%, dengan rata-rata nilai *error min* R 41%, *error min* R max 31%, *error min* G 30%, *error max* G 24%, *error min* B 25%, dan *error max* B 32%. Pada hasil pengujian *range* nilai s-RGB, didapatkan bahwa nilai terkecil *error min* dan *error max* sama yakni 0%, nilai terbesar *error min* 100%, nilai terbesar *error max* 55%, nilai rata-rata *error min* 22 %, dan nilai rata-rata *error max* 14%. Pada pengujian tingkat akurasi pembacaan, ditemukan beberapa kesalahan hasil pembacaan kartu. Terdapat beberapa kartu dengan warna yang memiliki *range* pembacaan yang hampir sama, sehingga terdapat kesalahan pada penentuan keputusan pintu yang terbuka. Kartu warna tersebut adalah kartu id_20 dan id_38, id_21 dan id_40, id_8 dan id_41, serta id_49 dan id_53.

Kata Kunci : Pengklasifikasian warna RGB, histogram, *sum of RGB*, pembacaan kartu



SUMMARY

Leonard Dimas Prakoso. *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Brawijaya University, July 2018. Color Classification Based on Histogram of s-RGB for Card Reading Application. Academic Supervisor : Panca Mudjirahardjo.*

The advancement of science and technology is growing from time to time, not least in the field of security. In 2016, Indonesia was ranked at 41st in terms of world crime index. Crime index in Indonesia is reaching the score of 49.51, where the score is considered as medium category. This crime index can be lowered by making an accurate counter measure. One of the counter measure is the application of image processing technology into a security system. The technology of image processing which can be used is classification of color detection technology based on histogram of sum of RGB (s-RGB) with the addition of region of interest function (ROI). RGB color classification is one of the way to filter the detected object color from another color based on red, green, and blue color intensities. To select the area of detection which will be detected by camera and to accelerate the process of color filtering, ROI function can be added, which serves to extract the value of required parameters. This research will apply this technology into a locker security system.

Histogram of s-RGB has been introduced as a new method to determines dominant color at RGB color room to indicates the observed object (Mudjirahardjo, 2017). The data used for histogram are modus from RGB output values of detected color. Selection area using region of interest function by drawing a rectangle as big as area which become the detection area of desired object.

ROI function used to select the area of detected object then take the value from parameter-parameter need to detect an object (Kapsala, 2008). By using OpenCV library, ROI function can be combined with rectangle function to get the same region of detected object everytime the detection is occurred.

The result of test to take the value of R, G, and B still obtained a large error range. For error min and error max, the error range are 0-100%, with the average value of error min R is 41%, error max R is 31%, error min G is 30%, error max G is 24%, error min B is 25% and error max B is 32%. For the result of range value of s-RGB test, we obtained that the minimum value of error min and error max is 0%, maximum value of error min is 100%, maximum value of error max is 55%, the average value of error min is 22%, and for error max is 14%. At the accuration of system reading test, we found several mistakes. There are several different colored card with almost similar detection range value of RGB, which make error at decision making to determine which door will open. The colored card is id_20 and id_38, id_21 and id_40, id_8 and id_41, and id_49 and id_53.

Keywords : RGB Color classification, histogram, sum of RGB, card reading



PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala pertolongan dan perlindungan-Nya skripsi berjudul “Pengklasifikasian Warna Berbasis Histogram s-RGB untuk Aplikasi Pembaca Kartu” dapat diselesaikan. Penulis menghaturkan rasa terimakasih dan apresiasi yang sebesar- besarnya atas bantuan dalam penyelesaian skripsi ini kepada:

1. Keluarga tercinta, ayah yang selalu mengingatkan dan memberi semangat serta motivasi, ibu yang selalu mendoakan dan memberi semangat penulis dalam segala kondisi, dan juga kakak yang selalu memberi semangat dan dukungan selama penulisan skripsi,
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
3. Ibu Ir. Nurussa’adah, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Dosen Penasihat Akademik, serta Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, bantuan, serta kritik dan saran dalam kelancaran studi maupun dalam penyelesaian skripsi,
4. Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Raden Arief Setyawan, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika,
6. Bapak Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas segala bimbingan, pengarahan, serta kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi,
7. Seluruh dosen pengajar dan *staff* Recording Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
8. Laboran Laboratorium Elektronika Bapak Dulhadi, S.T. atas semua fasilitas dan dukungan selama bekerja menjadi aslab dan selama menyelesaikan pengerjaan skripsi.
9. Rekan- rekan Tim Robot TEUB 2014, Esa, Muis, Luthfi, Octa, Hanin, Meilan, Abdan, Hafidin, Tommy, Ojik, Wahyu, Dion, Enggar, Rizky, Andy, Gilank Botol, Gilang Luih, Nola, Titi, Upik, Ion, terimakasih sudah berjuang bersama dan memberi warna yang signifikan pada kehidupan perkuliahan,
10. Seluruh anggota tim robot KRSBI Beroda TEUB, Mas Hasdi, Mas Andy, Mas Chandra, Mas Hemi, Mbak Ulya serta adik- adik penerus, Gerdy, Saidan, Shamsul,

Cita, Rif'al, Yayak, Yola Tercinta, Meong, Mugni, Al, Dendy, Guffron, Musa, Dayah Tercinta, terimakasih atas niat, semangat, dan pengorbanan dalam melanjutkan perjuangan KRSBI Beroda, cabang baru yang tidak main-main sulitnya.

11. Seluruh Keluarga Besar Tim Robot Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala bantuan, dukungan, candaan, dan semangat yang telah diberikan,
12. Seluruh Keluarga Besar Laboratorium Sistem Digital yang senantiasa membantu selama masa aktif mengajar, Mas dan Mbak angkatan 2013, Mas Abyan, Mas Chandra, Mas Dicka, Mas Doni, Mas Mukti, Mas Arsyil, Mas Machfud, Mas Fatah, Mbak Nadia, Mbak Esti, Mas Alec, rekan-rekan aslab 2014 Rifqi, Harahap, Hasan, Regi, Ilham, Muis, Enggar, Dion, Upik serta adik-adik penerus aslab 2015, Toni, Ipeh, Ester, Luga, Nugi, Roy, Ina, Shamsul, terima kasih atas kerja samanya selama 2 tahun.
13. Seluruh Keluarga Besar Laboratorium Robotika dan Mekatronika,
14. Teman-e3teman Konsentrasi Teknik Elektronika angkatan 2014,
15. Teman-teman DIODA angkatan 2014,
16. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Katholik sebagai teman pertama ketika saya menginjakan kaki di Malang, terima kasih atas dukungan, semangat, kemroh, jalan-jalannya, canda tawa, pusing jadi panitia, tanpa kalian hidup ini terasa hampa. Hidup Gedhang!
17. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungan.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa mencatat segala bantuan dari semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini sebagai amalan ikhlas yang akan bermanfaat kelak.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu banyak perbaikan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar kedepannya skripsi ini dapat dikembangkan lebih lanjut. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, 9 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi Warna RGB	5
2.2 Pendeteksian Warna RGB	6
2.3 Histogram s-RGB	7
2.4 ROI (<i>Region of Interest</i>).....	8
2.5 Raspberry Pi 3 Model B	8
2.6 <i>Web Camera</i>	10
2.7 Monitor.....	11
2.8 Visual Studio	12
2.9 Open CV	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Penentuan Spesifikasi Alat	15
3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat	15
3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	16
3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	17
3.2.2.1 Perancangan Algoritma Pengambilan Data Range Nilai RGB	18
3.2.2.2 Perancangan Algoritma Sistem Keseluruhan	19



3.3	Pengujian Alat	20
3.3.1	Pengujian Hasil Pembuatan <i>Range</i> Nilai <i>Red</i> , <i>Green</i> , dan <i>Blue</i>	20
3.3.2	Pengujian Hasil Pembuatan <i>Range</i> Nilai <i>s-RGB</i> (<i>sum of RGB</i>)	21
3.3.3	Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Pengujian Hasil Pembuatan <i>Range</i> Nilai <i>Red</i> , <i>Green</i> , dan <i>Blue</i>	23
4.2	Pengujian Hasil Pembuatan <i>Range</i> Nilai <i>s-RGB</i> (<i>sum of RGB</i>).....	30
4.3	Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN.....		47



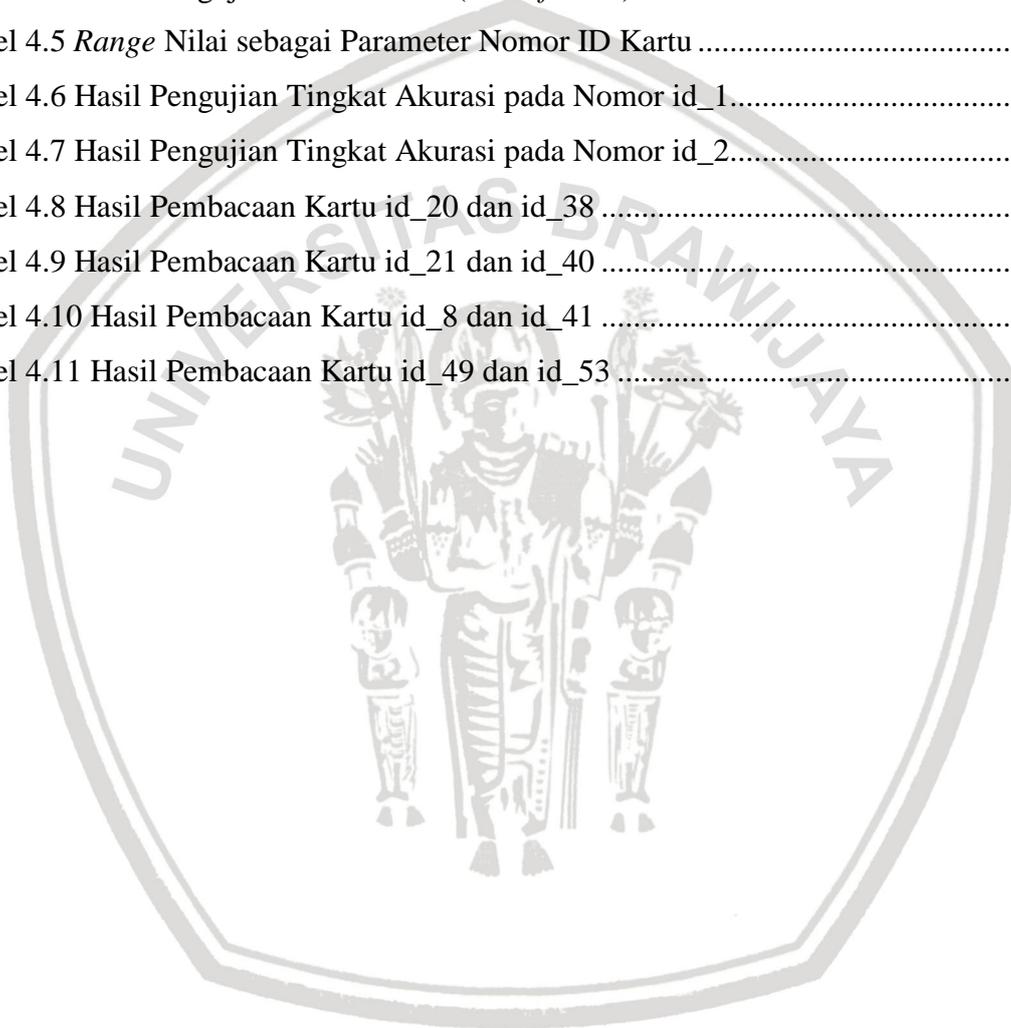
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Balok Klasifikasi Warna RGB.....	5
Gambar 2.2 Histogram dari s-RGB	7
Gambar 2.3 Hasil ROI.....	8
Gambar 2.4 Raspberry Pi 3 Model B	9
Gambar 2.5 Web camera Odroid USB-CAM 720P	10
Gambar 2.6 Board Web camera Odroid USB-CAM 720P	11
Gambar 2.7 Struktur dan konten OpenCV	14
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengambilan Data Nilai <i>Range</i> RGB	18
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Keseluruhan.....	19
Gambar 3.4 Skema pengujian <i>range</i> nilai R, G, dan B	20
Gambar 3.5 Skema pengujian hasil pembuatan <i>range</i> nilai s-RGB	21
Gambar 3.6 Skema pengujian tingkat akurasi pembacaan	21
Gambar 4.1 (a) Proses Pendeteksian kartu id_1, (b) Histogram warna dari kartu id_1 .	30
Gambar 4.2 Hasil Pendefinisian pada kartu id_1	35
Gambar 4.3 (a) kartu id_20, (b) kartu id_38.....	37
Gambar 4.4 (a) Hasil Pembacaan kartu id_20, dan (b) kartu id_38	37
Gambar 4.5 (a) kartu id_21, (b) kartu id_40.....	38
Gambar 4.6 (a) Hasil Pembacaan kartu id_21, dan (b) kartu id_40	38
Gambar 4.7 (a) kartu id_8, (b) kartu id_41.....	39
Gambar 4.8 (a) Hasil Pembacaan kartu id_8, dan (b) kartu id_41	39
Gambar 4.9 (a) kartu id_49, (b) kartu id_53.....	39
Gambar 4.10 (a) Hasil Pembacaan kartu id_49, dan (b) kartu id_53	40
Gambar 4.11 10 Kartu Warna Tambahan.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Warna Dasar Beserta Nilai RGB	6
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Nilai R (<i>Red</i>)	24
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Nilai G (<i>Green</i>)	26
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Nilai B (<i>Blue</i>)	28
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Nilai s-RGB (<i>sum of RGB</i>).....	31
Tabel 4.5 <i>Range</i> Nilai sebagai Parameter Nomor ID Kartu	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi pada Nomor id_1.....	36
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi pada Nomor id_2.....	36
Tabel 4.8 Hasil Pembacaan Kartu id_20 dan id_38	38
Tabel 4.9 Hasil Pembacaan Kartu id_21 dan id_40	38
Tabel 4.10 Hasil Pembacaan Kartu id_8 dan id_41	40
Tabel 4.11 Hasil Pembacaan Kartu id_49 dan id_53	40





DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Dokumentasi Alat	45
LAMPIRAN 2 <i>Listing Program</i>	46
LAMPIRAN 3 <i>Datasheet</i>	64





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi seperti sekarang ini, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang setiap waktunya. Teknologi menjadi bagian yang penting dalam kehidupan manusia. Hal ini tidak terlepas dari fungsi teknologi yang semakin mempermudah aktifitas manusia sehari-hari. Perkembangan teknologi pun menjadi bagian yang penting dalam perkembangan tingkat kehidupan manusia, tak terkecuali di bidang keamanan. Pada tahun 2016, Indonesia menempati peringkat ke 41 dalam hal indeks kejahatan dunia. Lebih sedikit aman di banding Meksiko, namun masih lebih banyak kejahatan di bandingkan Ukraina. Indeks kejahatan di Indonesia mencapai angka 49,51 di mana angka itu merupakan kategori sedang. Kejahatan domestik dan melibatkan warga asing di Tanah Air bukanlah hal yang baru (Ari Mega Prastiwi, 2016). Indeks kejahatan di Indonesia dapat dikurangi dengan membuat suatu *counter measure* yang akurat.

Salah satu *counter measure* adalah dengan mengaplikasikan teknologi *image processing* ke dalam suatu sistem keamanan. Teknologi yang dapat digunakan adalah pengklasifikasian deteksi warna berbasis histogram *sum of RGB* (s-RGB) dengan penambahan fungsi *region of interest* (ROI) untuk aplikasi pembaca kartu. Pengklasifikasian warna RGB merupakan salah satu cara untuk memfilter warna obyek yang dideteksi dengan warna lain berdasarkan lingkup warna *red*, *green*, dan *blue*. Untuk menyeleksi daerah mana yang akan dideteksi oleh kamera dan mempercepat proses filter warna, maka ditambahkan fungsi ROI. ROI berfungsi menyeleksi daerah dari obyek yang akan dideteksi untuk mengambil nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi suatu obyek.

Warna sudah sangat membantu dalam hal pendeteksian objek selama bertahun-tahun. Proses dari klasifikasi warna melibatkan pengambilan informasi yang berguna mengenai sifat spektrum warna dari permukaan objek dan menemukan pasangan yang tepat dari kumpulan deskripsi atau model kelas yang telah dikenali untuk kemudian mengimplementasikan perintah pengenalan obyek (Sahin, 1997). Kebanyakan industri

manufaktur cenderung memilih sistem klasifikasi warna yang dapat beroperasi secara berulang dan dapat terus diandalkan, tidak seperti inspeksi yang dilakukan manusia, dimana memiliki margin *error* yang besar karena banyaknya faktor yang mempengaruhi kesalahan pembacaan, seperti kelelahan, gangguan dari luar dan faktor-faktor lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, sistem klasifikasi warna RGB diperkenalkan. Sistem ini digunakan secara luas pada industri manufaktur juga robotika, karena dapat mengurangi ketergantungan pada keterbatasan sumber daya manusia, juga meningkatkan nilai produksi (Azmi, 2010).

Histogram s-RGB telah diperkenalkan sebagai sebuah metode baru untuk menentukan warna yang dominan pada ruang warna RGB untuk menandakan objek yang diamati (Mudjirahardjo, 2017). Data yang digunakan dalam histogram adalah modus dari keluaran nilai RGB dari warna yang dideteksi. Nilai RGB ini didapatkan dari hasil pembacaan tiap piksel dari daerah objek yang telah diseleksi. Penyeleksian daerah menggunakan fungsi *region of interest* (ROI) dengan cara menggambar kotak sebesar luas daerah yang menjadi daerah pendeteksian pada objek yang diinginkan.

Fungsi ROI sendiri digunakan untuk menyeleksi daerah dari obyek yang akan dideteksi kemudian mengambil nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi suatu obyek (Kapsala, 2008). Dengan menggunakan *library* OpenCV fungsi ROI dapat dikombinasikan dengan fungsi *rectangle* untuk mendapat *region* pada objek yang dideteksi seragam setiap pembacaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan di latar belakang, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana pengklasifikasian warna RGB dengan penambahan fungsi ROI menjadi dasar pembuatan s-RGB (*sum of RGB*)?
- 2) Bagaimana hasil s-RGB (*sum of RGB*) diubah menjadi sebuah histogram sebagai nilai masukan suatu sistem keamanan?
- 3) Bagaimana cara mengaplikasikan histogram dari s-RGB dalam sistem keamanan menggunakan kamera dengan metode pendeteksian warna RGB dengan penambahan fungsi ROI?

- 4) Bagaimana cara alat menangkap citra warna sehingga warna yang dideteksi dapat stabil setiap pembacaan?

1.3 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, batasan masalah untuk skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) *Tracking* warna menggunakan metode deteksi s-RGB dengan penambahan fungsi ROI
- 2) Tidak membahas rancang bangun sistem keamanan
- 3) Tidak membahas pencatuan daya sistem
- 4) Ukuran kartu sebesar $8.5\text{cm} \times 5.5\text{cm}$
- 5) Warna pada kartu berbentuk persegi dengan ukuran $2.5\text{cm} \times 2.5\text{cm}$
- 6) Daerah pendeteksian kartu sebesar 105×100 piksel
- 7) Warna yang akan dideteksi sebanyak 60 warna

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem pengklasifikasian warna dengan basis histogram s-RGB yang dapat mengklasifikasikan warna dengan gradasi yang lebih banyak lagi. Dengan ini implementasi penelitian sebelumnya dapat lebih dikembangkan dan diaplikasikan pada bidang yang lebih luas.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah pengembangan dalam sistem pengklasifikasian warna menggunakan kamera berbasis histogram s-RGB dan pengaplikasiannya dapat digunakan sebagai pengembangan teknologi dalam suatu sistem keamanan. Selain itu hasil penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi pada bidang lain selain bidang keamanan, misalkan sebagai pendeteksi kode warna untuk bidang industri.



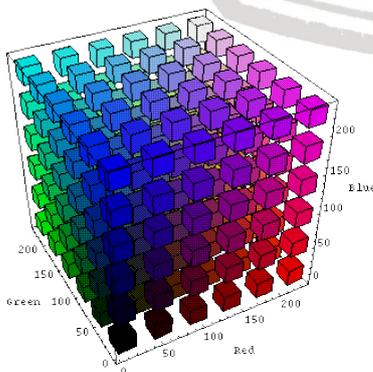
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Warna RGB

RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna: merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna. Kegunaan utama model warna RGB adalah untuk menampilkan citra/gambar dalam perangkat elektronik, seperti televisi dan komputer, walaupun juga telah digunakan dalam fotografi biasa. Sebelum era elektronik, model warna RGB telah memiliki landasan yang kuat berdasarkan pemahaman manusia terhadap teori trikromatik. RGB merupakan model warna yang bergantung kepada peranti: peranti yang berbeda akan mengenali atau menghasilkan nilai RGB yang berbeda, karena elemen warna (seperti fosfor atau pewarna) bervariasi dari satu pabrik ke pabrik, bahkan pada satu peranti setelah waktu yang lama.

Model warna ini merupakan model warna yang paling sering dipakai. Contoh alat yang memakai mode warna ini yaitu TV, kamera, pemindai, komputer, dan kamera digital. Kelebihan model warna ini adalah gambar mudah disalin/dipindah ke alat lain tanpa harus dikonversi ke mode warna lain, karena cukup banyak peralatan yang memakai mode warna ini. Kelemahannya adalah tidak bisa dicetak sempurna dengan printer, karena printer menggunakan mode warna CMYK, sehingga harus diubah terlebih dahulu. RGB merupakan model warna aditif, yaitu ketiga berkas cahaya yang ditambahkan bersama-sama, dengan menambahkan panjang gelombang, untuk membuat spektrum warna akhir.



Gambar 2.1 Balok Klasifikasi Warna RGB

Sumber: <https://engineering.purdue.edu/~abe305/HTMLS/rgbspace.html>

2.2 Pendeteksian Warna RGB

RGB (*red*, *green*, dan *blue*) menyatakan sistem pewarnaan yang digunakan pada tampilan layar elektronik seperti computer. RGB dapat dikombinasikan dengan beragam proporsi nilai untuk mendapatkan warna yang ada pada spectrum cahaya. *Level* dari RGB memiliki batasan dari 0 hingga 100 persen dalam intensitas penuh. Setiap *level* warna direpresentasikan dengan bilangan desimal 0 hingga 255 (256 *level* untuk setiap warna RGB), sama dengan bilangan biner dari 00000000 hingga 11111111, atau bilangan heksadesimal 00 hingga FF. Jumlah total dari warna yang dapat dihasilkan adalah 256x256x256 warna, atau mencapai hingga 16.777.216 warna.

Sistem warna RGB membuat warna dengan kombinasi nilai warna merah, hijau, dan biru. Tiap warna menggunakan 8 bit, dimana memiliki nilai integer dari 0 hingga 255. Tiap piksel pada layar monitor LED diwarnai dari ketiga kombinasi warna tersebut. Ketika piksel merah diset 0, maka LED akan mati. Apabila diset 255, maka LED akan nyala sepenuhnya. Nilai diantara 0 hingga 255 akan mensetting LED untuk menyala secara parsial.

Berikut adalah contoh hasil deteksi tabel warna dasar beserta nilai RGB

Tabel 2.1
Tabel warna dasar beserta nilai RGB

Color	HTML / CSS Name	Hex Code #RRGGBB	Decimal Code (R,G,B)
	Black	#000000	(0,0,0)
	White	#FFFFFF	(255,255,255)
	Red	#FF0000	(255,0,0)
	Lime	#00FF00	(0,255,0)
	Blue	#0000FF	(0,0,255)
	Yellow	#FFFF00	(255,255,0)
	Cyan / Aqua	#00FFFF	(0,255,255)
	Magenta / Fuchsia	#FF00FF	(255,0,255)
	Silver	#C0C0C0	(192,192,192)
	Gray	#808080	(128,128,128)
	Maroon	#800000	(128,0,0)
	Olive	#808000	(128,128,0)
	Green	#008000	(0,128,0)
	Purple	#800080	(128,0,128)
	Teal	#008080	(0,128,128)
	Navy	#000080	(0,0,128)

Sumber: https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html

2.3 Histogram s-RGB

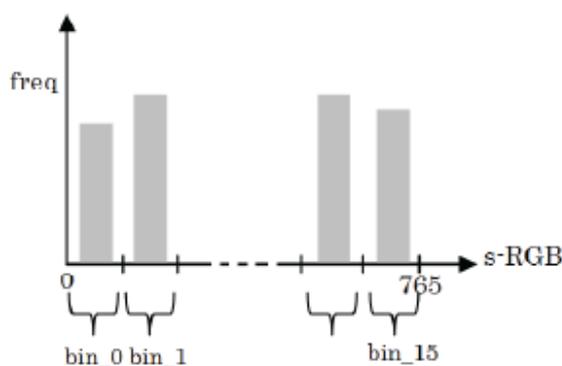
Pada bidang statistik, histogram adalah tampilan grafis dari tabulasi frekuensi yang digambarkan dengan grafis batangan sebagai manifestasi *data binning*. Tiap tampilan batang menunjukkan proporsi frekuensi pada masing-masing deret kategori yang berdampingan dengan interval yang tidak tumpang tindih.

Kata histogram berasal dari bahasa Yunani: *histos* dan *gramma*. Pertama kali digunakan oleh Karl Pearson pada tahun 1895 untuk memetakan distribusi frekuensi dengan luasan area grafis batangan menunjukkan proporsi banyak frekuensi yang terjadi pada tiap kategori dan merupakan salah satu dari 7 *basic tools of quality control* yaitu Diagram Pareto (*Pareto chart*), *check sheet*, diagram kontrol (*control chart*), Diagram ishikawa (*cause-and-effect diagram*), Diagram alir (*flowchart*), dan *scatter diagram*.

Histogram s-RGB digunakan pada pendeteksian warna RGB untuk mendapatkan nilai warna RGB yang dominan pada suatu warna/gambar yang dideteksi. Prosesnya dengan cara mengitung jumlah dari intensitas warna RGB pada setiap piksel warna/gambar yang dideteksi. Penghitungan ini menggunakan persamaan (2.1)

$$s\text{-}RGB(x, y) = I_R(x, y) + I_G(x, y) + I_B(x, y) \quad (2.1)$$

dimana $s\text{-}RGB(x,y)$ adalah jumlah dari intensitas RGB pada kordinat piksel (x,y) . $I_R(x, y)$, $I_G(x, y)$, dan $I_B(x, y)$ adalah nilai intensitas *red*, *green*, dan *blue* pada tiap kordinat piksel. Ketika kita menggunakan 8 bit kode untuk mengkodekan intensitas warna, maka kita bisa mendapatkan nilai s-RGB. Langkah selanjutnya, bagi nilai s-RGB menjadi 16 bins, kemudian buat histogramnya seperti gambar 2.2



Gambar 2.2 Histogram dari s-RGB

Sumber: *Real Time Object Localization based on Histogram of s-RGB*, 2017

Langkah ketiga, dari histogram yang sudah dibuta kita tentukan modus dari s-RGB menggunakan persamaan (2.2)

$$\text{mod}_{s\text{-}RGB} = \arg_{\text{bin}} \max (\text{histogram}_{s\text{-}RGB}) \quad (2.2)$$

Nilai modus membatasi bin piksel untuk proses selanjutnya.

2.4 ROI (*Region of Interest*)

ROI (*Region of Interest*) merupakan salah satu fungsi untuk membuat *sub image* suatu gambar yang telah disediakan di *library* OpenCV. ROI digunakan untuk menyeleksi daerah dari obyek yang akan dideteksi kemudian mengambil nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi suatu obyek. Dengan menggunakan *library* OpenCV fungsi ROI dapat dikombinasikan dengan fungsi *rectangle* untuk mendapatkan *region* pada obyek yang akan dideteksi sebelum adanya objek yang dideteksi sehingga daerah pendeteksian dapat ditentukan terlebih dahulu. Adapun contoh dari hasil ROI dengan *mouse event* pada suatu gambar ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hasil ROI

Sumber: <https://www.pyimagesearch.com/2015/03/09/capturing-mouse-click-events-with-python-and-opencv/>

2.5 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi adalah sebuah perangkat komputer seukuran kartu kredit. Sistem operasinya ditanam pada sebuah *SD Flash Card* yang menjadikannya sangat mudah untuk

diganti dan ditukar. Potensinya luar biasa, dari yang sudah maupun belum pernah dieksplorasi, tetapi telah diuji sebagai *multimedia player* dengan kemampuan *streaming*, sebagai perangkat mesin game, Internet dan sebagai *mainboard* pengembangan perangkat keras.



Gambar 2.4 Raspberry Pi 3 Model B
Sumber: *datasheet*

Raspberry Pi 3 Model B diluncurkan pada bulan Februari 2016. Menggunakan CPU Mid-core 64MHz quad-core ARM Cortex-A53, memiliki RAM 1GB, LAN nirkabel 802.11n terpadu, dan Bluetooth 4.1. Raspberry Pi 3 Model B memiliki fleksibilitas yang tinggi sehingga cocok digunakan bagi pelajar. Adapun spesifikasi teknis dari Raspberry Pi 3 Model B adalah sebagai berikut :

- Broadcom BCM 64bit ARMv7 *Quad Core Processor* bertenaga *Single Board Computer* bekerja pada 1.2GHz
- 1GB RAM
- BCM43143 WiFi
- *Bluetooth Low Energy (BLE)*
- 40pin GPIO
- 4 x USB 2 *ports*
- 4 keluaran Stereo dan port *Composite video*
- Port HDMI
- Port kamera CSI untuk dihubungkan dengan kamera Raspberry Pi
- Port *display* DSI untuk dihubungkan dengan *display touch screen* Raspberry Pi
- Port Micro SD untuk *operating system* dan menyimpan data
- Peningkatan catu daya melalui Micro USB (hingga 2.4A)

- Memiliki bentuk yang hamper sama dengan Pi 2 Model B, namun posisi LED berubah

2.6 Web Camera

Web camera adalah perangkat elektronik penangkap objek yang digunakan bersamaan dengan PC atau laptop.” (Aryanto, 2009: 6). *Web camera* juga dapat dipergunakan untuk komunikasi visual sehingga sesama pengguna dapat saling bertatap muka melalui internet. *Web camera* biasanya dilengkapi dengan *software*, *software* ini mengambil gambar-gambar dari kamera digital secara terus menerus ataupun dalam interval waktu tertentu dan menyiarkannya melalui koneksi internet. Ada beberapa metode penyiaran, metode yang paling umum adalah perangkat keras mengubah gambar ke dalam bentuk berkas JPG dan mengunggahnya ke *web server* menggunakan *File Transfer Protocol* (FTP).



Gambar 2.5 Web camera Odroid USB-CAM 720P

Sumber: https://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G137517754892

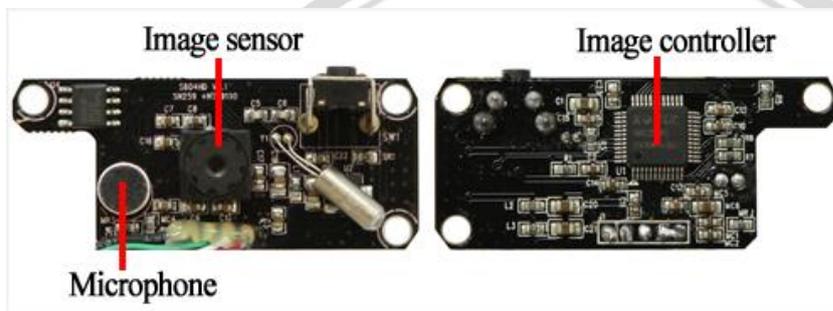
Frame rate mengindikasikan jumlah gambar sebuah software dapat ambil dan kirim dalam satu detik. Untuk *streaming video*, dibutuhkan minimal 15 *frame per second* (fps) atau idealnya 30 fps. Untuk mendapatkan *frame rate* yang tinggi, dibutuhkan koneksi internet yang tinggi kecepatannya.

Selain digunakan untuk mengambil gambar dan sarana komunikasi visual, kamera web pada perkembangannya dapat digunakan juga sebagai sensor pendeteksi bentuk, warna, ataupun objek.

Adapun spesifikasi teknis dari Raspberry Pi 3 Model B adalah sebagai berikut :

- Memiliki resolusi 720P HD, dengan keluaran 16:9 *wide screen*
- Menggunakan USB2.0 dan antar muka *plug-n-play* (UVC)
- CMOS sensor, 1.0 *Megapixel* (resolusi hingga 1280 × 720 HD)

- Memiliki mikrofon UAC(*USB Audio Class*). Bekerja pada sistem operasi Linux dan Android 4.2.2(higher)
- Mencapai 30fps
- SONIX SN9C259 *USB image controller*
- Novatek NY99140 *image sensor*
- *Rating* : DC 5V/500mA
- AOV: 65 derajat
- FOV: 68 derajat (pi 5.2mm)



Gambar 2.6 Board Web camera Odroid USB-CAM 720P

Sumber: https://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G137517754892

2.7 Monitor

Monitor merupakan salah satu perangkat keras dari komputer, salah satu jenis *soft-copy device*, karena keluarannya adalah berupa sinyal elektronik, dalam hal ini berupa gambar yang tampil di layar monitor. Gambar yang tampil adalah hasil pemrosesan data ataupun informasi masukan. Gambar yang ditampilkan berasal dari proses grafis yang dilakukan oleh VGA Card. Secara fisik, monitor mempunyai bentuk seperti halnya layar televisi dan fungsinya untuk menampilkan data dan informasi yang berguna bagi para pemakai komputer. Selain itu monitor juga merupakan alat output yang berguna untuk berinteraksi antara komputer dengan pemakai atau pengguna atau yang dikenal dengan istilah user. Sehingga monitor dapat dikatakan salah satu hardware terpenting dari suatu komputer.

Ketajaman gambar yang ditampilkan pada sebuah layar monitor sangat ditentukan oleh resolusi. Tipe-tipe layar atau monitor komputer sekarang sangat beragam, mulai dari bentuknya yang besar yang memiliki layar cembung sampai dengan monitor yang berbentuk tipis dengan layar datar (flat).

2.8 Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup kompiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun *managed code* (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi Windows Mobile (yang berjalan di atas .NET Compact Framework).

Selain *library* yang telah tersedia dalam Visual Studio, dapat juga ditambahkan *library* lainnya sehingga dapat dilakukan pengembangan aplikasi yang lebih lanjut. Salah satunya adalah dengan penambahan *library* dari Open CV, Visual Studio dapat melakukan pemrograman dengan *library* Open CV dalam sistem operasi Windows.

2.9 Open CV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time, yang dibuat oleh Intel, dan sekarang dikembangkan oleh Willow Garage dan Itseez. Open CV bersifat *open source* dan berada dalam naungan lisensi BSD. Pustaka ini merupakan pustaka lintas platform. Program ini didedikasikan sebagian besar untuk pengolahan citra secara *real-time*. Jika pustaka ini dijalankan dengan pustaka *Integrated Performance Primitives* dari intel dalam sistem komputer, maka program akan mempercepat proses kerjanya secara otomatis.

OpenCV pertama kali diluncurkan secara resmi pada tahun 1999 oleh Inter Research sebagai lanjutan dari bagian proyek aplikasi intensif berbasis CPU, *real-time ray tracing* dan *3D wall mapping*. Para kontributor utama dalam proyek ini termasuk mereka yang berkecimpung dalam bidang optimasi di Intel Russia, dan juga Tim Pusataka

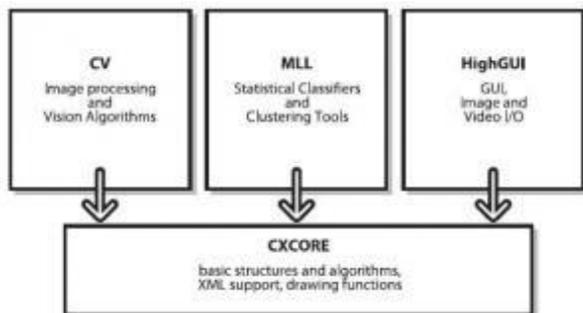
Performansi Intel. Pada awalnya, tujuan utama dari proyek OpenCV ini dideskripsikan sebagai berikut,

- Penelitian penginderaan citra lanjutan, tidak hanya melalui kode program terbuka, tetapi juga kode yang telah dioptimasi untuk infrastruktur penginderaan citra.
- Menyebarkan ilmu penginderaan citra dengan menyediakan infrastruktur bersama di mana para pengembang dapat menggunakannya secara bersama-sama, sehingga kode akan tampak lebih mudah dibaca dan ditransfer.
- Membuat aplikasi komersial berbasis penginderaan citra, di mana kode yang telah dioptimasi tersedia secara bebas dengan lisensi yang tersedia secara bebas yang tidak mensyaratkan program itu harus terbuka atau gratis

OpenCV (*Open Computer Vision*), sebuah API (*Application Programming Interface*) Library yang sudah sangat familiar pada pengolahan citra *Computer Vision*. *Computer Vision* sendiri adalah salah satu cabang dari Bidang Ilmu Pengolahan Citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia. Dengan *vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali objek. Beberapa pengimplementasian dari *Computer Vision* adalah *Face Recognition*, *Face Detection*, *Face/Object Tracking*, *Road Tracking*, dll. 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.

OpenCV sendiri terdiri dari 5 library, yaitu :

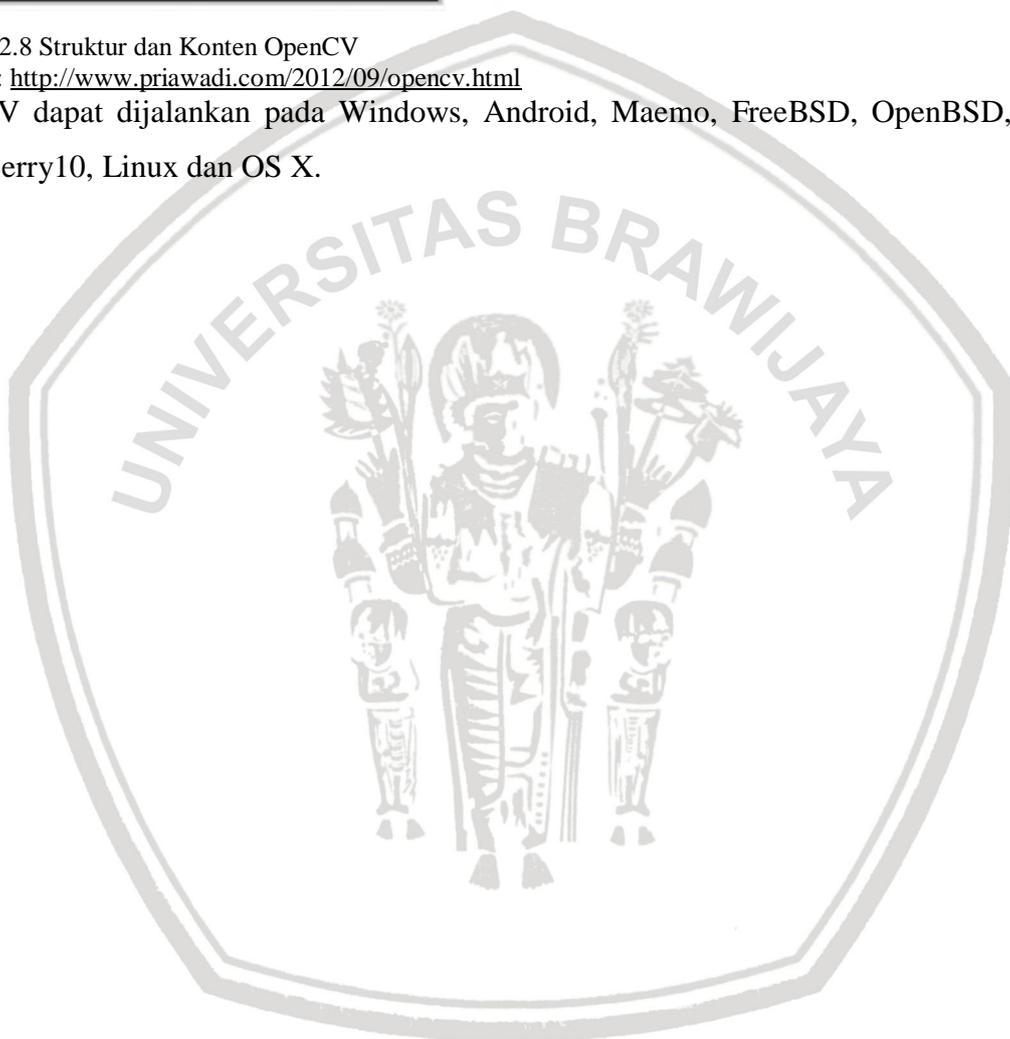
- CV : untuk algoritma *Image processing* dan *Vision*.
- ML : untuk *machine learning library*
- Highgui : untuk GUI, *Image* dan Video I/O.
- CXCORE : untuk struktur data, support XML dan fungsi-fungsi grafis.
- CvAux



Gambar 2.8 Struktur dan Konten OpenCV

Sumber : <http://www.priawadi.com/2012/09/opencv.html>

OpenCV dapat dijalankan pada Windows, Android, Maemo, FreeBSD, OpenBSD, iOS, BlackBerry10, Linux dan OS X.



BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan metode yang digunakan dalam penelitian didasarkan dalam masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perancangan dan realisasi alat untuk mendeteksi warna pada kartu, menghitung nilai s-RGB, dan membuat histogramnya yang akan ditampilkan pada monitor sebagai penentu pintu yang terbuka untuk aplikasi pembaca kartu, mengacu pada rumusan masalah. Diperlukan beberapa langkah dalam implementasi sistem antara lain penentuan spesifikasi alat, perancangan dan pembuatan alat, pengujian sistem serta pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian untuk mendapatkan sistem yang sesuai dengan perancangan dan tujuan yang telah dibuat.

3.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ditentukan secara keseluruhan agar dapat dijadikan acuan untuk membuat sistem yang diinginkan serta dapat bekerja dengan optimal dan efisien, juga sebagai pedoman untuk mempermudah perancangan dan pembuatan alat. Alat yang dibuat memiliki spesifikasi sebagai berikut:

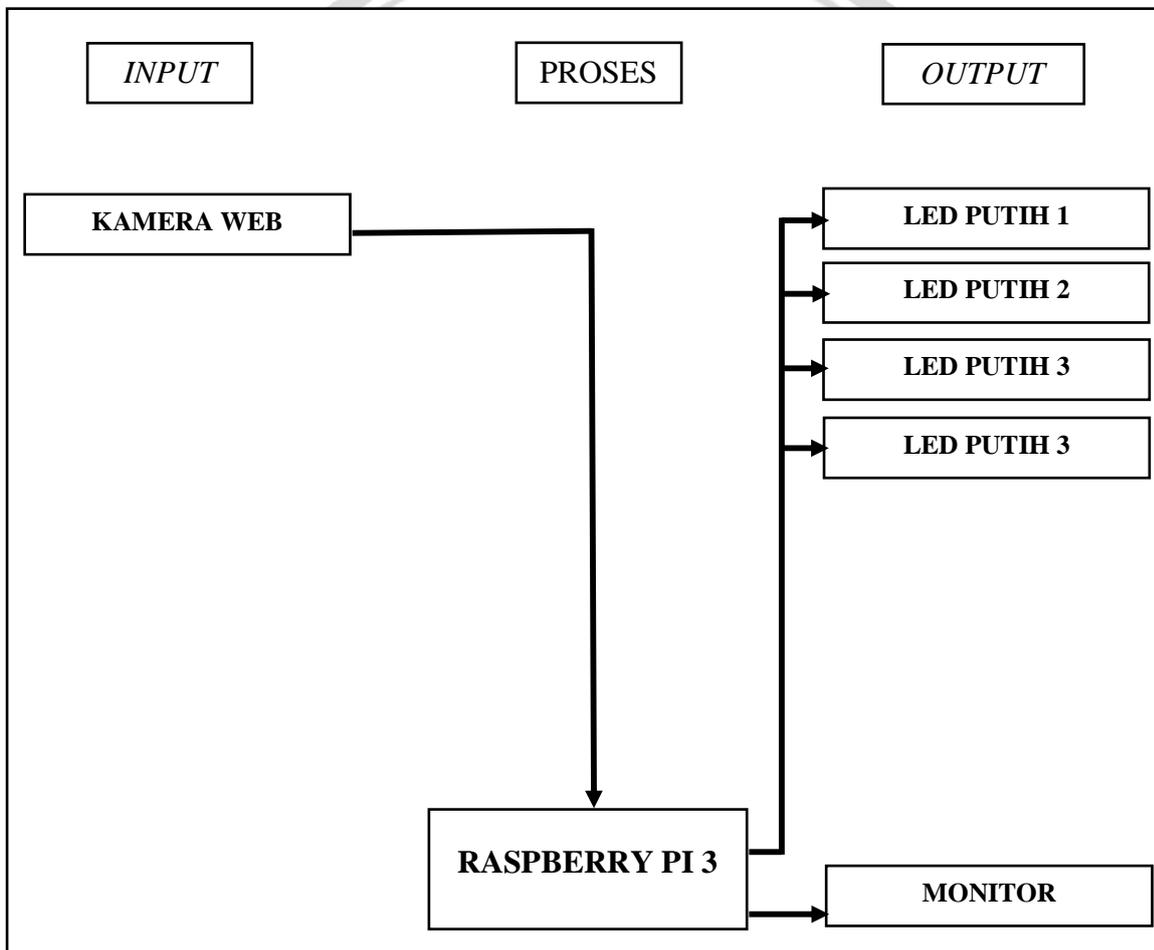
1. Perancangan alat menggunakan kamera web, *mini PC* Raspberry Pi 3, dan monitor.
2. Kartu berwarna sebagai objek yang dideteksi oleh kamera, berukuran 8.5cm x 5.5cm, dengan kotak warna berukuran 2,5cm x 2.5cm. Setiap warna menandakan 1 *id card* yang sesuai dengan nomor pintu.
3. Kamera web digunakan sebagai sensor deteksi warna, dihubungkan dengan *mini PC* Raspberry Pi 3.
4. Mini PC sebagai pengolah data masukan dari kamera, warna yang dideteksi akan diambil nilai s-RGB dan dibuat histogram. Mini PC juga digunakan sebagai pusat kontrol utama untuk memberikan keluaran pada monitor.
5. Monitor akan menampilkan keluaran.
6. LED putih sebagai sumber pencahayaan pada alat.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini dibagi kedalam dua bagian yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* terbagi atas perancangan sistem. Perancangan *software* berupa perancangan algoritma dari sistem yang telah dirancang.

3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

Diagram blok dibuat untuk mempermudah dalam perancangan dan pembuatan alat. Diagram blok secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Fungsi masing-masing bagian pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

1. Kamera Web sebagai sensor utama untuk memperoleh obyek warna yang akan dideteksi,
2. Raspberry Pi 3 berfungsi sebagai mini komputer untuk mengolah data masukan dari kamera, menghitung nilai s-RGB dari warna, dan membuat histogram dari hasil

penghitungan nilai s-RGB. Raspberry Pi 3 juga digunakan sebagai pusat kontrol utama, dimana fungsinya sebagai pengolah hasil data dengan cara menentukan *id card* tiap kartu berwarna, menentukan nomor pintu yang terbuka sesuai dengan *id card*, dan memberi keluaran pada LCD *display*.

3. Monitor untuk menampilkan keluaran berupa histogram, pendeteksian kamera secara *real time*, nilai RGB, dan informasi pintu yang terbuka sesuai dengan nomor identitas kartu.
4. LED putih memberi cahaya pada alat agar pencahayaan tetap sama selama pendeteksian warna. Hal ini menyebabkan penangkapan citra warna selalu stabil.

Seluruh perangkat keras dimasukkan kedalam wadah kotak berukuran 14cm × 19cm × 20cm. Kotak dibuat dari bahan akrilik warna hitam doff. Hal ini bertujuan untuk mengurangi pantulan cahaya dari LED dan menghalau cahaya dari luar masuk dan mengganggu pendeteksian kamera. Keempat LED diletakan dibagian belakang kotak agar cahaya dapat terbagi secara merata. *Mini pc* dan kamera diletakan dibagian bawah kotak. Kamera menghadap ke atas menuju tempat masuknya kartu. Kemudian *mini pc* dihubungkan dengan monitor untuk melihat keluarannya.

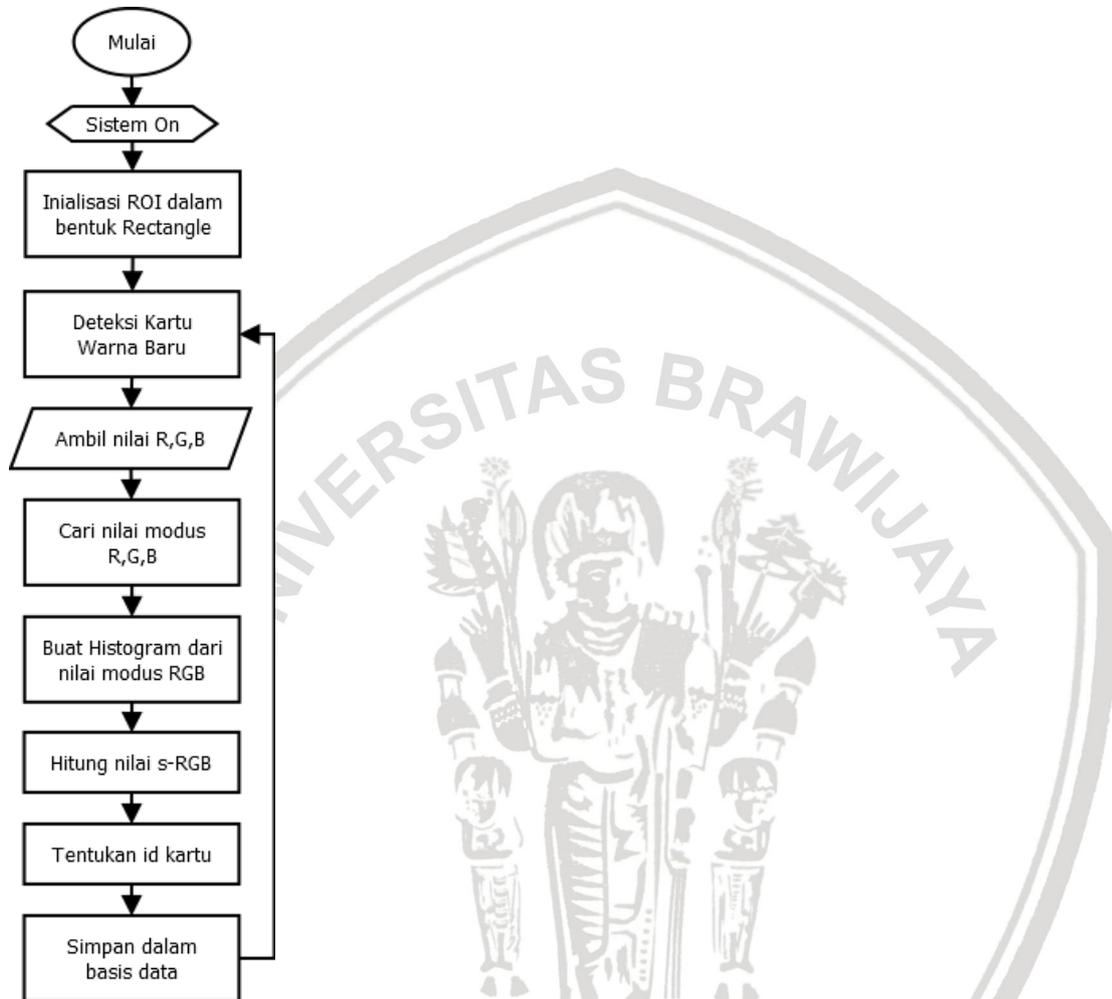
Prinsip kerja sistem adalah kamera akan mendeteksi warna yang ada pada kartu. Tiap warna pada kartu akan menandakan *id card* dengan nomor pintu yang berbeda. Misal, bila kamera mendeteksi warna cyan, maka akan membuka pintu nomor 1, dan sebagainya. Jika salah satu warna terdeteksi, data akan diolah oleh mini PC, mini PC akan mengitung R, G, B, dan s-RGB dari warna tersebut dan akan dirangkum menjadi sebuah histogram, dan hasilnya akan ditampilkan pada layar monitor. Monitor akan menampilkan keluaran berupa histogram, pendeteksian kamera secara *real time*, nilai RGB, dan informasi pintu yang terbuka sesuai dengan nomor identitas kartu.

3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak diawali dengan pembuatan diagram alir (*flowchart*) untuk setiap sub-fungsi. Masing-masing subfungsi menjelaskan proses mulai dari pengambilan data *input*, pengolahan data *input* hingga hasil pengolahan yang akan ditampilkan. Pembuatan diagram alir ini dijadikan sebagai panduan untuk mengimplementasikan algoritma kedalam kode program. Secara garis besar perancangan diagram alir dibagi atas tiga bagian yaitu pengambilan data *range* nilai RGB, pembuatan histogram, dan cara kerja sistem keseluruhan.

3.2.2.1 Perancangan Algoritma Pengambilan Data *Range* Nilai RGB

Algoritma untuk pengambilan data *range* nilai warna RGB ditunjukkan dengan diagram alir dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir Pengambilan Data Nilai *Range* RGB

Penjelasan diagram alir di atas adalah sebagai berikut :

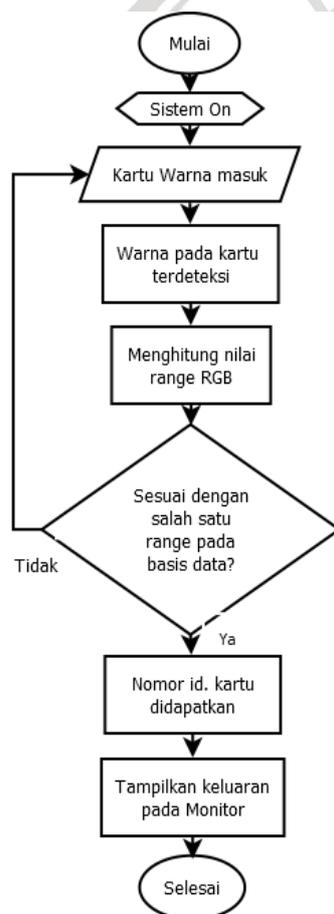
1. Fungsi ROI sudah diimplementasikan sebelum kartu warna dideteksi oleh kamera agar alat dapat bekerja secara *real time*.
2. Masukan berupa kartu dengan berbagai warna. Tiap kartu memiliki nomor id masing-masing. Kartu yang digunakan sebanyak 60 kartu dengan 60 warna berbeda.
3. Kartu kemudian dideteksi dan dilakukan pengambilan nilai R, G, dan B.
4. Langkah selanjutnya adalah pencarian modus dari nilai R, G, dan B yang telah diambil. Hasil modus tersebut kemudian digunakan untuk membuat histogram yang fungsinya mencari nilai dominan R, G, dan B dari warna yang dideteksi

5. Setelah mendapat modus dan histogram dari nilai R, G, dan B, nilai yang didapat kemudian menjadi masukan nilai dari *sum of RGB* (s-RGB).
6. Apabila telah didapat nilai *range* modus, histogram, dan nilai *range* dari s-RGB, ketiga parameter ini yang menjadi parameter penentu nomor id dari kartu yang dideteksi. Misal, kartu nomor 1 dengan warna merah setelah didapatkan ketiga parameter tersebut, nantinya akan membuka pintu nomor 1.
7. Data nilai *range* modus dan nilai *range* s-RGB kemudian akan disimpan ke dalam basis data.

3.2.2.2 Perancangan Algoritma Sistem Keseluruhan

Algoritma sistem secara keseluruhan ditunjukkan dengan diagram alir dalam Gambar

3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alir Sistem Keseluruhan

Penjelasan diagram alir di atas adalah sebagai berikut :

- 1) Kartu warna dengan nomor id yang sudah tercatat pada basis data dimasukkan ke dalam alat untuk dideteksi.

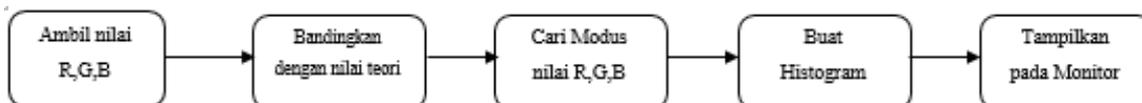
- 2) Setelah warna pada kartu terdeteksi oleh kamera, maka penghitungan nilai RGB pada kartu akan langsung dilakukan.
- 3) Setelah penghitungan dilakukan, nilai range RGB akan didapatkan. Nilai range RGB yang didapat akan dibandingkan dengan nilai range RGB yang sudah tercatat pada basis data.
- 4) Apabila range yang dideteksi terdapat persamaan dengan range yang ada pada basis data, maka warna tersebut dinyatakan benar sudah tercatat pada basis data dan nomor id kartu pun telah didapatkan.
- 5) Nomor id kartu yang sudah didapatkan akan ditampilkan pada Monitor. Sebagai penanda pintu mana yang terbuka, akan muncul nilai range R, G, B, s-RGB dan nomor pintu yang terbuka..

3.3 Pengujian Alat

Untuk menganalisis kinerja alat apakah sudah sesuai dengan perancangan diperlukan serangkaian pengujian sistem. Pengujian dilakukan secara terpisah setiap bagian pada blok diagram perancangan *hardware* untuk memeriksa apakah masing- masing subsistem sudah berfungsi atau tidak. Selanjutnya dilakukan pengujian keseluruhan untuk mengetahui kinerja sistem apakah sudah sesuai dengan tujuan yang dibuat. Pengujian yang dilakukan meliputi:

3.3.1 Pengujian Hasil Pembuatan *Range* Nilai *Red, Green, dan Blue*

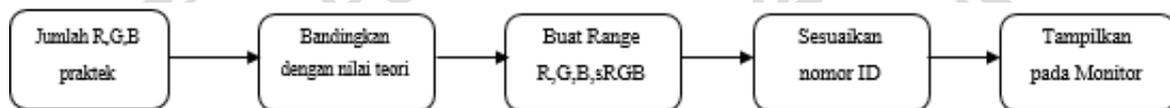
Pembuatan *range* nilai R, G dan B pertama dilakukan sebagai pengambilan parameter pertama. Pengambilan data nilai *range* dari R, G, dan B dilakukan secara manual dengan mengambil data nilai RGB dari tiap kartu secara satu-persatu. Pengujian dilakukan pada seluruh kartu dengan jumlah 60 lembar, dengan cara membandingkan nilai warna R, G, dan B yang didapat dengan nilai R, G, dan B teori dari setiap warna kartu. Nilai yang didapat kemudian dicari nilai modus dan hasilnya menjadi parameter pembuatan histogram. Histogram tersebut menjadi salah satu keluaran yang ditampilkan pada monitor sebagai tampilan nilai dominan warna dari kartu yang dideteksi. Skema pengujian *range* nilai R, G dan B ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.4. Skema pengujian *range* nilai R, G, dan B

3.3.2 Pengujian Hasil Pembuatan *Range* Nilai s-RGB (*sum of RGB*)

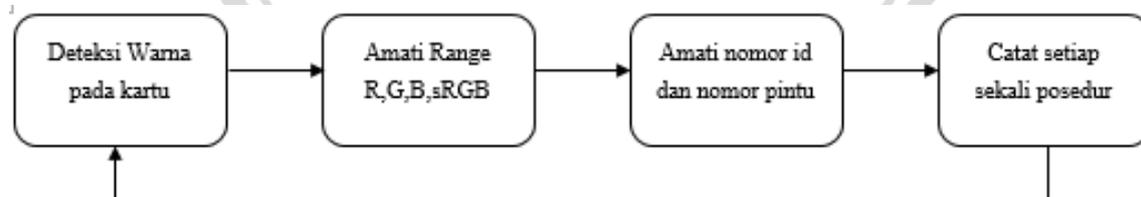
Data nilai *range* RGB yang telah diambil menjadi parameter untuk menentukan nilai s-RGB. Ketiga nilai R, G, dan B dijumlahkan akan mendapatkan nilai s-RGB terkecil dan terbesar. Nilai s-RGB yang didapat kemudian dibandingkan dengan nilai s-RGB teori tiap warna kartu. Apabila telah didapatkan nilai s-RGB hasil pembacaan, nilai tersebut menjadi parameter terakhir penentu keputusan untuk menentukan pintu yang terbuka. Pengujian juga dilanjutkan dengan menguji apakah kartu yang dideteksi akan membuka pintu yang sesuai dengan nomor ID pintu yang tertera pada kartu. Hasilnya akan ditampilkan pada monitor, dengan menampilkan nilai R, G, B, dan s-RGB dari warna yang terdeteksi dan nomor pintu yang terdeteksi. Skema pengujian hasil pembuatan *range* nilai s-RGB ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5. Skema pengujian hasil pembuatan *range* nilai s-RGB

3.3.3 Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan

Pengujian dilakukan agar hasil pembacaan sesuai setiap kali kartu dideteksi. Prosedur pengujian dengan cara mendeteksi kartu yang sama sebanyak 10 kali. Parameter yang diamati adalah *range* dan id kartu yang terbaca. Kartu yang menjadi sample pengujian adalah seluruh kartu dan diutamakan pada kartu yang memiliki nilai RGB teori yang hampir sama dan gradasi warna kartu yang hampir sama. Pengujian ini juga dilakukan untuk mencari kemungkinan kesalahan pembacaan pada tiap kartu. Skema pengujian tingkat akurasi pembacaan ditunjukkan pada Gambar 3.6



Gambar 3.6. Skema pengujian tingkat akurasi pembacaan



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah perancangan sistem diimplementasikan ke dalam alat, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian serta analisis. Pengujian awal dilakukan secara terpisah yaitu pengujian masing- masing blok. Data hasil pengujian tiap blok dianalisis performansi setiap subsistemnya untuk membandingkan hasil pengujian dengan kriteria keberhasilan yang ditentukan. Setelah didapatkan hasil yang memenuhi kriteria, maka dilakukan pengujian serta analisis sistem keseluruhan dengan menggabungkan masing- masing blok menjadi satu- kesatuan sistem yang utuh. Hasil pengujian sistem keseluruhan digunakan untuk menganalisis performansi sistem yang dibuat apakah sudah sesuai dengan perancangan awal atau tidak. Adapun pengujian dan analisis yang telah dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pengujian Hasil Pembuatan *Range* Nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* Pengujian Rangkaian *Filter*
- 2) Pengujian Hasil Pembuatan *Range* Nilai *s-RGB* (*sum of RGB*) Pengujian ADC Mikrokontroler
- 3) Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan

4.1 Pengujian Hasil Pembuatan *Range* Nilai *Red*, *Green*, dan *Blue*

Pengambilan data nilai *range* dari R, G, dan B dilakukan secara manual dengan mengambil nilai RGB dari tiap kartu secara satu-persatu. Seluruh kartu berjumlah 60 kartu, dan daerah pembacaan kotak warna setiap kartu sebesar 105×100 piksel. Nilai yang didapat kemudian akan dicari besar *range* dan dibandingkan dengan nilai RGB sebenarnya dari warna yang dibaca. Pada hasil pengujian didapatkan besar error nilai R, G dan B yang terbaca. Pada hasil pengujian R, nilai terkecil *error min* dan *error max* yang didapatkan sama yaitu 0% dan nilai terbesar yang didapatkan juga sama yaitu 100%, dengan rata-rata kesalahan pada *error min* mencapai 41% dan pada *error max* mencapai 31%. Pada hasil pengujian G, nilai terkecil *error min* 0%, nilai terkecil *error max* 2%, nilai rata-rata *error min* 30%, nilai rata-rata *error max* 24%, dan nilai terbesar *error min* dan *error max* yang sama yaitu 100%. Pada hasil pengujian B, nilai terkecil *error min* dan *error max* yang

didapatkan juga sama yaitu 0% dan nilai terbesar yang didapatkan juga sama yaitu 100%, dengan rata-rata kesalahan pada *error min* mencapai 25% dan pada *error max* mencapai 32%. Berikut hasil pengujian *range* nilai R, G, dan B ditunjukkan pada Tabel 4.1-4.3.

Tabel 4.1
Hasil Pengujian Nilai R (Red)

Nomor ID	Nilai R Terbaca		Nilai R Teori	<i>error min</i>	<i>error max</i>
	Min	Max			
1	140	167	192	27%	13%
2	200	220	255	22%	14%
3	190	205	255	25%	20%
4	180	190	255	29%	25%
5	125	135	146	14%	8%
6	60	75	0	100%	100%
7	75	85	0	100%	100%
8	25	40	0	100%	100%
9	0	0	0	0%	0%
10	50	70	112	55%	38%
11	185	195	255	27%	24%
12	200	210	255	22%	18%
13	85	105	112	24%	6%
14	170	180	226	25%	20%
15	150	160	197	24%	19%
16	130	145	168	23%	14%
17	50	65	83	40%	22%
18	20	40	55	64%	27%
19	40	60	68	41%	12%
20	165	175	217	24%	19%
21	130	150	280	54%	46%
22	110	120	142	23%	15%
23	10	30	47	79%	36%
24	0	0	31	100%	100%

25	190	200	255	25%	22%
26	185	195	255	27%	24%
27	195	205	254	23%	19%
28	190	200	255	25%	22%
29	145	160	191	24%	16%
30	70	85	127	45%	33%
31	190	200	237	20%	16%
32	190	200	251	24%	20%
33	185	195	247	25%	21%
34	185	195	244	24%	20%
35	150	165	197	24%	16%
36	60	80	131	54%	39%
37	70	85	91	23%	7%
38	165	175	222	26%	21%
39	150	160	189	21%	15%
40	120	130	156	23%	17%
41	15	35	46	67%	24%
42	0	0	30	100%	100%
43	20	40	68	71%	41%
44	155	165	214	28%	23%
45	90	110	132	32%	17%
46	0	10	50	100%	80%
47	0	0	34	100%	100%
48	175	185	231	24%	20%
49	170	180	208	18%	13%
50	140	150	174	20%	14%
51	95	110	117	19%	6%
52	0	15	58	100%	74%
53	170	180	216	21%	17%
54	155	165	191	19%	14%
55	135	145	165	18%	12%

57	100	115	127	21%	9%
58	55	75	89	38%	16%
59	15	35	63	76%	44%
60	135	150	153	12%	2%
61	0	0	23	100%	100%

Tabel 4.2
Hasil Pengujian Nilai G (Green)

Nomor ID	Nilai G Terbaca		Nilai G Teori	<i>error min</i>	<i>error max</i>
	Min	Max			
1	0	15	0	0%	100%
2	0	20	0	0%	100%
3	143	153	192	26%	20%
4	185	195	255	27%	24%
5	170	180	208	18%	13%
6	154	165	176	13%	6%
7	160	170	176	9%	3%
8	100	115	112	11%	3%
9	10	20	32	69%	38%
10	30	40	48	38%	17%
11	200	210	255	22%	18%
12	10	20	0	100%	100%
13	140	150	173	19%	13%
14	190	210	239	21%	12%
15	180	190	224	20%	15%
16	170	180	208	18%	13%
17	90	105	129	30%	19%
18	60	75	86	30%	13%
19	100	110	114	12%	4%
20	180	190	226	20%	16%
21	160	170	198	19%	14%
22	145	155	170	15%	9%

23	50	75	84	40%	11%
24	20	40	56	64%	29%
25	160	170	204	22%	17%
26	185	195	242	24%	19%
27	180	190	229	21%	17%
28	170	180	217	22%	17%
29	110	120	144	24%	17%
30	55	70	96	43%	27%
31	85	95	125	32%	24%
32	175	185	229	24%	19%
33	155	165	203	24%	19%
34	140	150	177	21%	15%
35	60	70	90	33%	22%
36	15	25	60	75%	58%
37	135	145	155	13%	6%
38	185	195	235	21%	17%
39	180	190	215	16%	12%
40	160	170	195	18%	13%
41	85	100	117	27%	15%
42	40	55	78	49%	29%
43	50	60	84	40%	29%
44	175	180	220	20%	18%
45	120	130	150	20%	13%
46	35	45	63	44%	29%
47	5	20	42	88%	52%
48	185	200	230	20%	13%
49	180	185	206	13%	10%
50	150	160	171	12%	6%
51	105	115	112	6%	3%
52	15	30	56	73%	46%
53	180	190	216	17%	12%

54	165	175	191	14%	8%
55	145	155	165	12%	6%
57	120	125	127	6%	2%
58	75	85	89	16%	4%
59	40	50	63	37%	21%
60	10	25	0	100%	100%
61	0	5	22	100%	77%

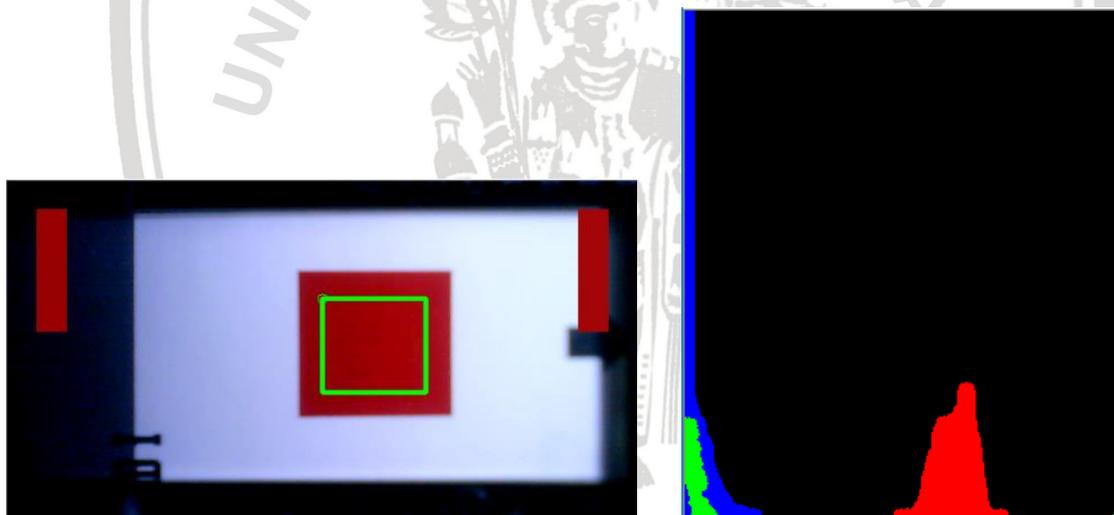
Tabel 4.3
Hasil Pengujian Nilai B (Blue)

Nomor ID	Nilai B Terbaca		Nilai B Teori	<i>error min</i>	<i>error max</i>
	Min	Max			
1	0	30	0	0%	100%
2	0	30	0	0%	100%
3	0	20	0	0%	100%
4	20	40	0	100%	100%
5	75	90	80	6%	13%
6	40	60	80	50%	25%
7	255	255	240	6%	6%
8	255	255	192	33%	33%
9	120	140	96	25%	46%
10	205	225	160	28%	41%
11	255	255	255	0%	0%
12	150	170	255	41%	33%
13	20	40	71	72%	44%
14	210	220	217	3%	1%
15	170	185	179	5%	3%
16	135	150	141	4%	6%
17	0	20	53	100%	62%
18	5	30	35	86%	14%
19	255	255	196	30%	30%
20	255	255	243	5%	5%

21	255	255	231	10%	10%
22	255	255	219	16%	16%
23	220	240	150	47%	60%
24	145	175	100	45%	75%
25	0	15	0	0%	100%
26	190	205	204	7%	0%
27	150	165	153	2%	8%
28	90	110	101	11%	9%
29	0	15	0	0%	100%
30	0	20	0	0%	100%
31	0	25	49	100%	49%
32	205	215	213	4%	1%
33	165	180	172	4%	5%
34	120	140	131	8%	7%
35	0	15	17	100%	12%
36	0	20	11	100%	82%
37	255	255	213	20%	20%
38	255	255	246	4%	4%
39	255	255	238	7%	7%
40	255	255	229	11%	11%
41	240	255	181	33%	41%
42	140	170	121	16%	40%
43	125	145	106	18%	37%
44	235	245	228	3%	7%
45	200	215	176	14%	22%
46	100	120	79	27%	52%
47	40	65	53	25%	23%
48	245	255	230	7%	11%
49	235	245	206	14%	19%
50	200	210	171	17%	23%
51	150	165	112	34%	47%

52	40	60	56	29%	7%
53	230	240	216	6%	11%
54	215	225	191	13%	18%
55	195	205	165	18%	24%
57	155	175	127	22%	38%
58	115	135	89	29%	52%
59	55	80	63	13%	27%
60	175	200	255	31%	22%
61	0	25	22	100%	14%

Nilai RGB yang terbaca merupakan nilai modus R, G, dan B dari tiap warna kartu yang telah dideteksi. Nilai tersebut kemudian menjadi acuan pembuatan histogram. Histogram dari salah satu kartu ditunjukkan oleh Gambar 4.1



Gambar 4.1. (a) Proses Pendeteksian kartu id_1, (b) Histogram warna dari kartu id_1

4.2 Pengujian Hasil Pembuatan Range Nilai s-RGB (sum of RGB)

Data nilai range RGB yang telah diambil menjadi parameter untuk menentukan nilai s-RGB. Ketiga nilai R, G, dan B dijumlahkan, kemudian didapatkan nilai s-RGB terkecil dan terbesar. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai s-RGB teori. Pada hasil pengujian range nilai s-RGB, didapatkan bahwa nilai terkecil error min dan error max sama yakni 0%, nilai terbesar error min 100%, nilai terbesar error max 55%, nilai rata-rata

error min 22 %, dan nilai rata-rata error max 14%. Berikut hasil dari pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4
Hasil Pengujian Nilai s-RGB (sum of RGB)

Nomor ID	Nilai RGB Terbaca		Nilai RGB Teori	<i>error min</i>	<i>error max</i>
	Min	Max			
1	140	212	192	27%	10%
2	190	270	255	25%	6%
3	333	378	447	26%	15%
4	385	425	510	25%	17%
5	370	405	434	15%	7%
6	254	300	256	1%	17%
7	490	510	416	18%	23%
8	380	410	304	25%	35%
9	100	135	128	22%	5%
10	285	335	320	11%	5%
11	640	660	765	16%	14%
12	360	400	510	29%	22%
13	245	295	356	31%	17%
14	570	610	682	16%	11%
15	500	535	600	17%	11%
16	435	475	517	16%	8%
17	140	190	265	47%	28%
18	85	145	176	52%	18%
19	395	425	378	4%	12%
20	600	620	686	13%	10%
21	545	575	709	23%	19%
22	510	530	531	4%	0%
23	260	325	281	7%	16%
24	165	215	187	12%	15%
25	350	385	459	24%	16%

26	560	595	701	20%	15%
27	525	560	636	17%	12%
28	450	490	573	21%	14%
29	255	295	335	24%	12%
30	125	175	223	44%	22%
31	300	345	411	27%	16%
32	560	595	693	19%	14%
33	505	540	622	19%	13%
34	445	485	552	19%	12%
35	210	250	304	31%	18%
36	75	125	202	63%	38%
37	460	485	459	0%	6%
38	595	615	703	15%	13%
39	585	605	642	9%	6%
40	545	565	580	6%	3%
41	380	405	344	10%	18%
42	180	225	229	21%	2%
43	180	230	258	30%	11%
44	565	590	662	15%	11%
45	410	455	458	10%	1%
46	135	175	192	30%	9%
47	45	85	129	65%	34%
48	605	635	691	12%	8%
49	585	600	620	6%	3%
50	490	520	516	5%	1%
51	350	390	341	3%	14%
52	55	105	170	68%	38%
53	575	605	648	11%	7%
54	535	565	573	7%	1%
55	475	505	495	4%	2%
57	375	415	381	2%	9%

58	245	295	267	8%	10%
59	110	165	189	42%	13%
60	320	375	408	22%	8%
61	0	30	67	100%	55%

Setelah nilai s-RGB didapatkan, nilai tersebut menjadi parameter terakhir untuk menjadi penentu pintu mana yang terbuka ketika mendeteksi salah satu kartu warna.

Parameter-parameter tersebut adalah:

1. *range* nilai R
2. *range* nilai G
3. *range* nilai B
4. *range* nilai s-RGB.

Data *range* nilai parameter yang didapatkan setelah melalui pendeteksian dan pengujian warna dari tiap kartu ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Range Nilai sebagai Parameter Nomor ID Kartu

ID	Range Nilai R		Range Nilai G		Range Nilai B		Range Nilai s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	max
1	140	167	0	15	0	30	140	212
2	200	220	0	20	0	30	200	270
3	190	205	143	153	0	20	333	378
4	180	190	185	195	20	40	385	425
5	125	135	170	180	75	90	370	405
6	60	75	154	165	40	60	254	300
7	75	85	160	170	255	255	490	510
8	25	40	100	115	255	255	380	410
9	0	0	10	20	120	140	130	160
10	50	70	30	40	205	225	285	335
11	185	195	200	210	255	255	640	660
12	200	210	10	20	150	170	360	400
13	85	105	140	150	20	40	245	295
14	170	180	190	210	210	220	570	610

15	150	160	180	190	170	185	500	535
16	130	145	170	180	135	150	435	475
17	50	65	90	105	0	20	140	190
18	20	40	60	75	5	30	85	145
19	40	60	100	110	255	255	395	425
20	165	175	180	190	255	255	600	620
21	130	150	160	170	255	255	545	575
22	110	120	145	155	255	255	510	530
23	10	30	50	75	220	240	280	345
24	0	0	20	40	145	175	165	215
25	190	200	160	170	0	15	350	385
26	185	195	185	195	190	205	560	595
27	195	205	180	190	150	165	525	560
28	190	200	170	180	90	110	450	490
29	145	160	110	120	0	15	255	295
30	70	85	55	70	0	20	125	175
31	190	200	85	95	0	25	275	320
32	190	200	175	185	205	215	570	600
33	185	195	155	165	165	180	505	540
34	185	195	140	150	120	140	445	485
35	150	165	60	70	0	15	210	250
36	60	80	15	25	0	20	75	125
37	70	85	135	145	255	255	460	485
38	165	175	185	195	255	255	605	625
39	150	160	180	190	255	255	585	605
40	120	130	160	170	255	255	535	555
41	15	35	85	100	240	255	340	390
42	0	0	40	55	140	170	180	225
43	20	40	50	60	125	145	195	245
44	155	165	175	180	235	245	565	590
45	90	110	120	130	200	215	410	455

46	0	10	35	45	100	120	135	175
47	0	0	5	20	40	65	45	85
48	175	185	185	200	245	255	605	640
49	170	180	180	185	235	245	585	610
50	140	150	150	160	200	210	490	520
51	95	110	105	115	150	165	350	390
52	0	15	15	30	40	60	55	105
53	170	180	180	190	230	240	580	610
54	155	165	165	175	215	225	535	565
55	135	145	145	155	195	205	475	505
57	100	115	120	125	155	175	375	415
58	55	75	75	85	115	135	245	295
59	15	35	40	50	55	80	110	165
60	135	150	10	25	175	200	320	375
61	0	0	0	5	0	25	0	30

Hasil pendefinisian keempat parameter menjadi nomor id kemudian ditampilkan pada monitor. Monitor akan menampilkan nilai R, nilai G, nilai B, nilai s-RGB, dan nomor pintu yang terbuka sesuai dengan *range* yang tercatat pada basis data. Tampilan monitor salah satu kartu dapat dilihat pada Gambar 4.2.

```

r_max=157 , g_max=4 , b_max=22, rgb_max=183 NO. PINTU=1
r_max=164 , g_max=2 , b_max=23, rgb_max=189 NO. PINTU=1
r_max=158 , g_max=8 , b_max=9, rgb_max=175 NO. PINTU=1
r_max=155 , g_max=3 , b_max=17, rgb_max=175 NO. PINTU=1
r_max=157 , g_max=8 , b_max=13, rgb_max=178 NO. PINTU=1
r_max=159 , g_max=5 , b_max=23, rgb_max=187 NO. PINTU=1
r_max=161 , g_max=5 , b_max=6, rgb_max=172 NO. PINTU=1
r_max=157 , g_max=7 , b_max=7, rgb_max=171 NO. PINTU=1
r_max=156 , g_max=3 , b_max=23, rgb_max=182 NO. PINTU=1
r_max=157 , g_max=7 , b_max=3, rgb_max=167 NO. PINTU=1
r_max=165 , g_max=3 , b_max=6, rgb_max=174 NO. PINTU=1
r_max=165 , g_max=0 , b_max=22, rgb_max=187 NO. PINTU=1
r_max=157 , g_max=8 , b_max=11, rgb_max=176 NO. PINTU=1
r_max=159 , g_max=7 , b_max=9, rgb_max=175 NO. PINTU=1
r_max=156 , g_max=7 , b_max=15, rgb_max=178 NO. PINTU=1
r_max=159 , g_max=7 , b_max=2, rgb_max=168 NO. PINTU=1
r_max=156 , g_max=8 , b_max=7, rgb_max=171 NO. PINTU=1
r_max=153 , g_max=8 , b_max=0, rgb_max=161 NO. PINTU=1
r_max=161 , g_max=4 , b_max=3, rgb_max=168 NO. PINTU=1
r_max=161 , g_max=9 , b_max=25, rgb_max=195 NO. PINTU=1
r_max=164 , g_max=5 , b_max=11, rgb_max=180 NO. PINTU=1
r_max=159 , g_max=6 , b_max=19, rgb_max=184 NO. PINTU=1
r_max=164 , g_max=8 , b_max=17, rgb_max=189 NO. PINTU=1
r_max=156 , g_max=7 , b_max=13, rgb_max=176 NO. PINTU=1
r_max=164 , g_max=8 , b_max=3, rgb_max=175 NO. PINTU=1
r_max=151 , g_max=7 , b_max=11, rgb_max=169 NO. PINTU=1
r_max=154 , g_max=5 , b_max=13, rgb_max=172 NO. PINTU=1
r_max=158 , g_max=12 , b_max=0, rgb_max=170 NO. PINTU=1
r_max=157 , g_max=7 , b_max=1, rgb_max=165 NO. PINTU=1

```

Gambar 4.2. Hasil Pendefinisian pada kartu id_1

4.3 Pengujian Tingkat Akurasi Pembacaan

Pengujian dilakukan agar hasil pembacaan sesuai setiap kali kartu dideteksi. Prosedur pengujian dengan cara mendeteksi kartu yang sama sebanyak 10 kali. Parameter yang diamati adalah *range* dan id kartu yang terbaca. Kartu yang menjadi sample pengujian adalah kartu yang memiliki gradasi warna yang tidak jauh berbeda. Pada baris pertama tabel hasil pengujian adalah *range* dari parameter hasil pengujian sebelumnya. Gambar dan hasil pengujian untuk id_1 dan id_2 berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 4.3-4.4 dan Tabel 4.6-4.7.

Tabel 4.6
Hasil Pengujian Tingkat Akurasi pada Nomor id_1

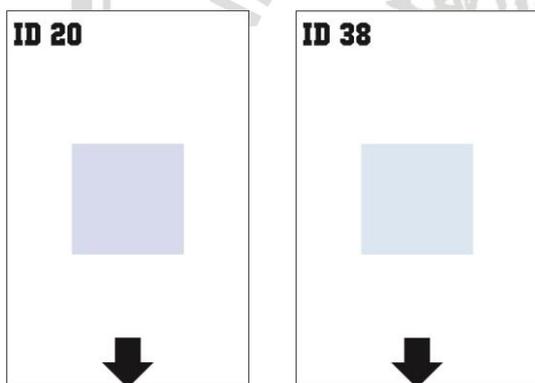
No.	Range Nilai R		Range Nilai G		Range Nilai B		Range Nilai s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	max
1	140	167	0	15	0	30	140	212
2	141	164	2	11	1	25	163	191
3	157	164	2	12	1	21	169	192
4	156	167	4	10	5	25	171	196
5	154	169	4	11	9	25	174	193
6	154	164	3	10	9	27	176	191
7	153	164	3	13	0	25	173	193
8	151	164	3	11	0	25	164	193
9	144	167	2	15	3	25	168	194
10	154	166	1	8	8	31	172	194
11	151	166	0	10	5	24	166	192

Tabel 4.7
Hasil Pengujian Tingkat Akurasi pada Nomor id_2

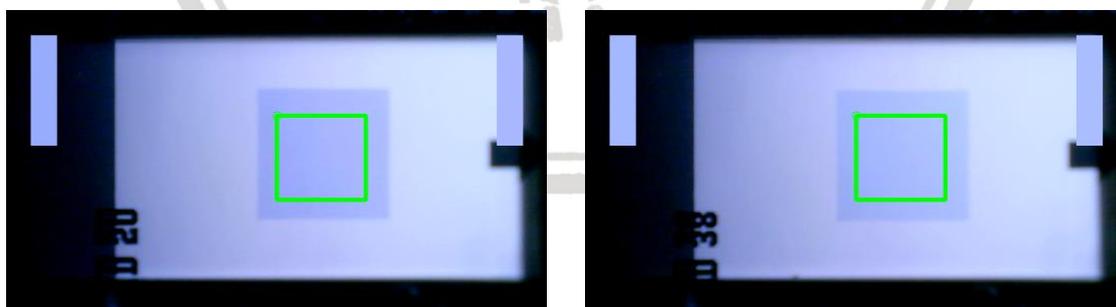
No.	Range Nilai R		Range Nilai G		Range Nilai B		Range Nilai s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	max
1	200	220	0	20	0	30	190	270
2	210	216	8	13	0	20	225	245
3	210	219	9	17	0	25	226	257
4	212	219	8	15	6	21	231	250
5	210	216	8	17	5	20	230	245

6	208	216	5	15	0	15	219	238
7	207	216	4	11	0	18	221	240
8	207	216	6	13	0	20	217	243
9	209	214	6	14	0	13	222	235
10	205	216	7	12	0	17	217	238
11	207	216	9	15	0	23	219	243

Dari beberapa hasil pengujian, ditemukan beberapa kesalahan hasil pembacaan kartu. Terdapat beberapa kartu dengan warna yang memiliki *range* pembacaan yang hampir sama, sehingga terdapat kesalahan pada penentuan keputusan pintu yang terbuka. Kartu warna tersebut adalah kartu id_20 dan id_38, id_21 dan id_40, id_8 dan id_41, serta id_49 dan id_53. Gambar kartu secara berdampingan, pembacaan pada kamera dan tabel hasil pembacaan kartu berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 4.3-4.10 dan Tabel 4.8-4.11.



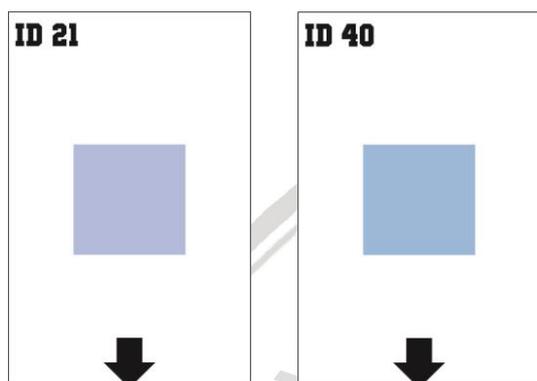
Gambar 4.3. (a) kartu id_20, (b) kartu id_38



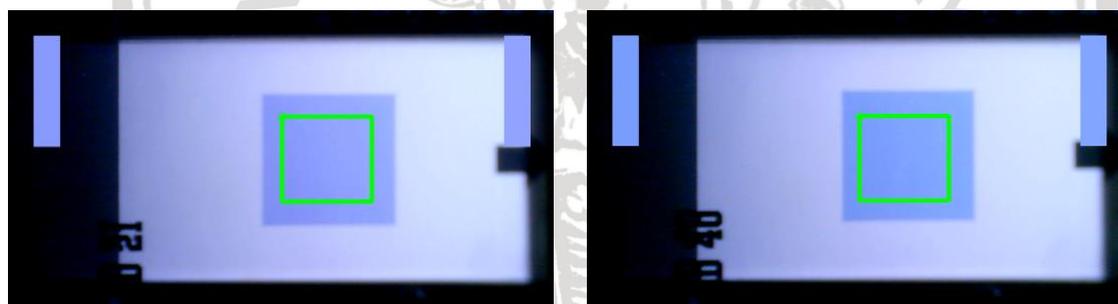
Gambar 4.4. (a) Hasil Pembacaan kartu id_20, dan (b) kartu id_38

Tabel 4.8
Hasil Pembacaan Kartu id_20 dan id_38

Id.	Range R		Range G		Range B		Range s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	max
20	165	175	180	190	255	255	600	620
38	165	175	185	195	255	255	605	625



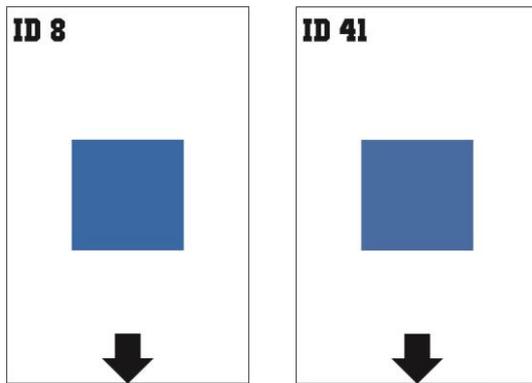
Gambar 4.5 (a) kartu id_21, (b) kartu id_40



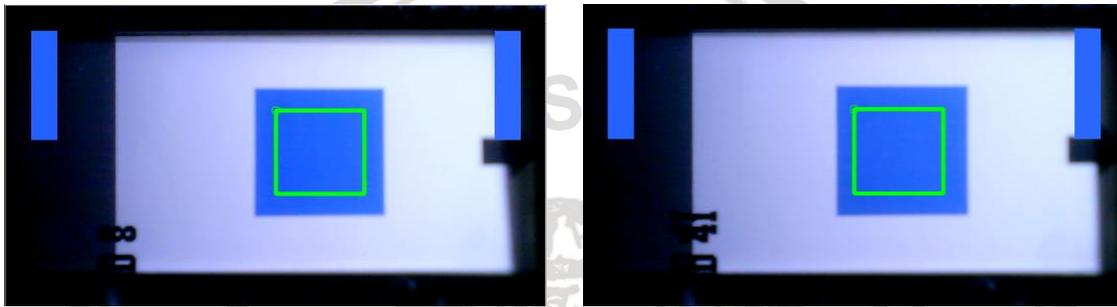
Gambar 4.6 (a) Hasil Pembacaan kartu id_21, dan (b) kartu id_40

Tabel 4.9
Hasil Pembacaan Kartu id_21 dan id_40

Id.	Range R		Range G		Range B		Range s-RGB	
	Min	max	min	max	min	max	min	max
21	130	150	160	170	255	255	545	575
40	120	130	160	170	255	255	535	555



Gambar 4.7 (a) kartu id_8, (b) kartu id_41

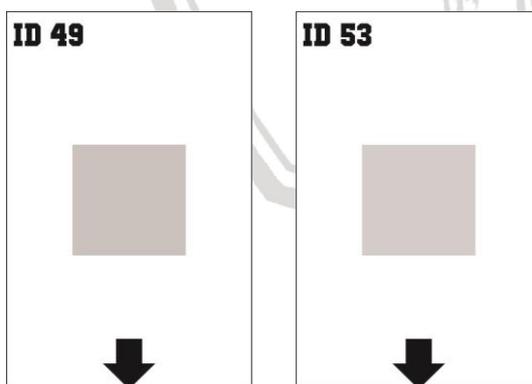


Gambar 4.8 (a) Hasil Pembacaan kartu id_8, dan (b) kartu id_41

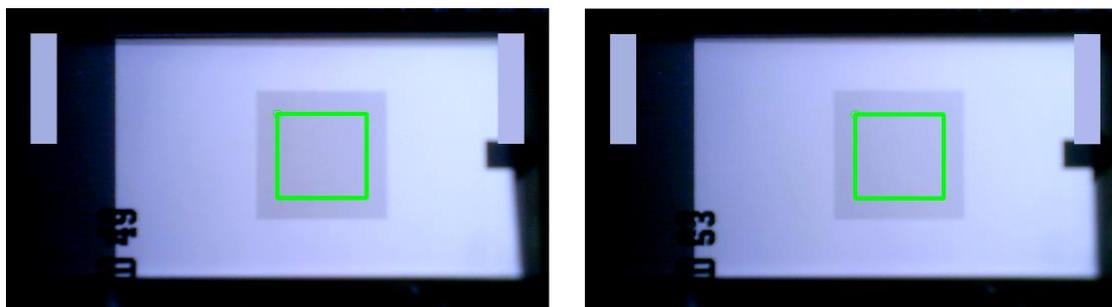
Tabel 4.10

Hasil Pembacaan Kartu id_8 dan id_41

Id.	Range R		Range G		Range B		Range s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	max
8	25	40	100	115	255	255	380	410
41	15	35	85	100	240	255	340	390



Gambar 4.9 (a) kartu id_49, (b) kartu id_53



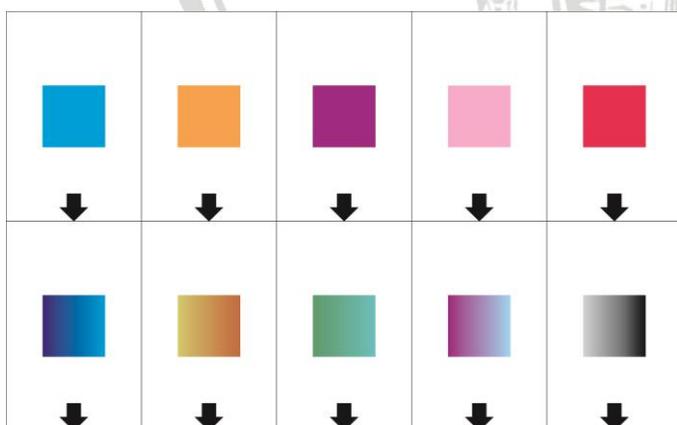
Gambar 4.10 (a) Hasil Pembacaan kartu id_49, dan (b) kartu id_53

Tabel 4.11
Hasil Pembacaan Kartu id_20 dan id_38

Id.	Range R		Range G		Range B		Range s-RGB	
	min	max	min	max	min	max	min	Max
49	170	180	180	185	235	245	585	610
53	170	180	180	190	230	240	580	610

Dari data yang telah didapatkan dari pengujian di atas, dilakukan juga pengujian dengan ditambahkan 10 kartu dengan data nilai *range* yang belum ditambahkan pada basis data. Setelah melakukan pengujian diperoleh evaluasi sebagai berikut :

1. *TRUE POSITIVE* sebanyak 56 kartu
2. *TRUE NEGATIVE* sebanyak 4 kartu
3. *FALSE POSITIVE* sebanyak 1 kartu
4. *FALSE NEGATIVE* sebanyak 9 kartu



Gambar 4.11 10 Kartu Warna Tambahan

Dengan definisi keadaan sebagai berikut :

1. *TRUE POSITIVE* (TP) adalah keadaan dimana kartu warna yang dibaca ada dalam basis data dan hasil pembacaan sesuai dengan data dalam basis data.

2. *TRUE NEGATIVE* (TN) adalah keadaan dimana kartu warna yang dibaca ada dalam basis data namun hasil pembacaan tidak sesuai dengan data dalam basis data.
3. *FALSE POSITIVE* (FP) adalah keadaan dimana kartu warna yang dibaca tidak ada dalam basis data namun hasil pembacaan sesuai dengan data dalam basis data.
4. *FALSE NEGATIVE* (FN) adalah keadaan dimana kartu warna yang dibaca tidak ada dalam basis data dan hasil pembacaan tidak sesuai dengan data dalam basis data.

Dari hasil evaluasi tersebut maka dapat diperoleh unjuk kerja dari pengitungan persamaan-persamaan *recall*, *precision*, *FPR* (*False Positive Rate*), dan *F*. Persamaan *recall* ditunjukkan oleh Persamaan 4.1.

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (4.1)$$

Kemudian nilai TP dan FN dimasukkan dalam persamaan, maka didapatkan nilai *recall* sebagai berikut :

$$recall = \frac{56}{56 + 9} \times 100\%$$

$$recall = 86.15\%$$

Tingkat kepresisian alat didapatkan dengan menghitung persamaan *precision* yang ditunjukkan oleh persamaan 4.2.

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (4.2)$$

Nilai TP dan FP dimasukkan dalam persamaan sehingga didapatkan nilai *precision* sebagai berikut :

$$precision = \frac{56}{56 + 1} \times 100\%$$

$$precision = 98.24\%$$

Persamaan untuk menghitung *FPR* (*False Positive Rate*) ditunjukkan oleh persamaan 4.3.

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \times 100\% \quad (4.3)$$

Nilai FP dan TN dimasukkan dalam persamaan sehingga didapatkan nilai FPR sebagai berikut :

$$FPR = \frac{1}{1 + 4} \times 100\%$$

$$FPR = 20\%$$

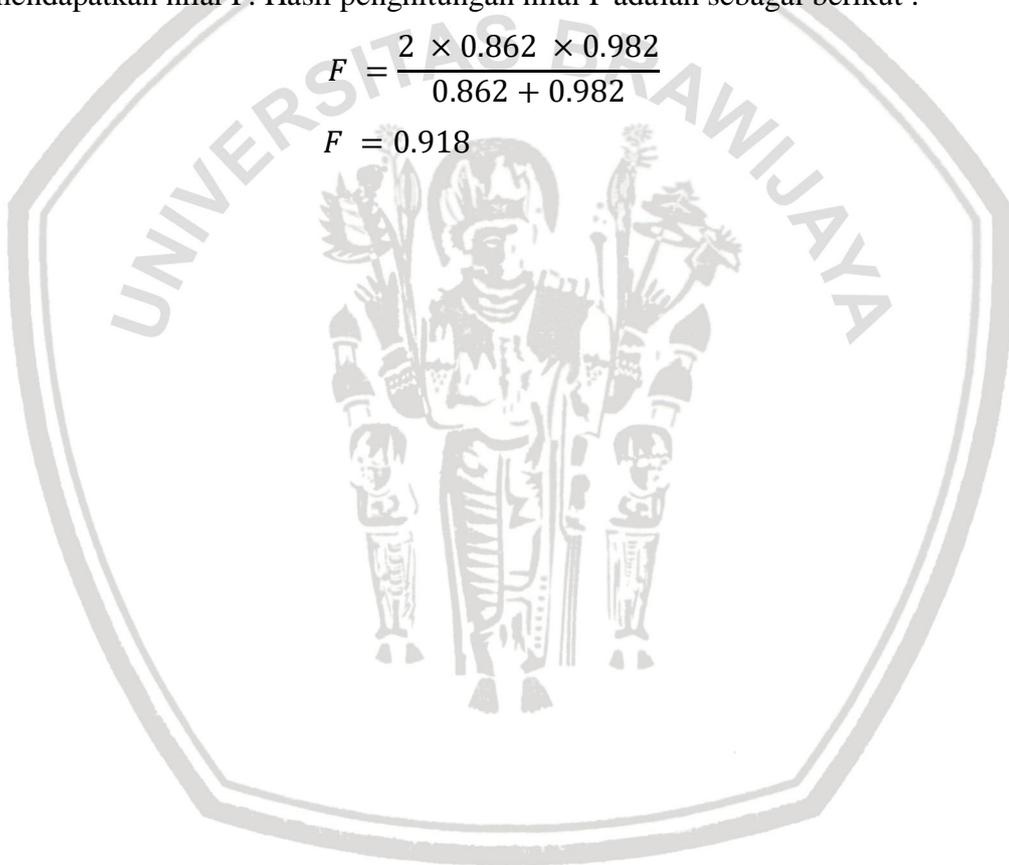
Persamaan untuk menghitung F ditunjukkan oleh persamaan 4.4.

$$F = \frac{2 \times recall \times precision}{recall + precision} \quad (4.4)$$

Nilai *recall* dan *precision* yang telah didapatkan kemudian dimasukkan dalam persamaan untuk mendapatkan nilai F. Hasil penghitungan nilai F adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{2 \times 0.862 \times 0.982}{0.862 + 0.982}$$

$$F = 0.918$$



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian pengklasifikasian warna berbasis histogram s-RGB untuk aplikasi pembaca kartu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengklasifikasian warna diawali dengan pengambilan dan pengujian data nilai *range* dari R, G, dan B tiap kartu. Pengambilan data nilai *range* dari R, G, dan B dilakukan secara manual dengan mengambil nilai RGB dari tiap kartu secara satu-persatu. Seluruh kartu berjumlah 60 kartu, dan daerah pembacaan kotak warna setiap kartu sebesar 105×100 piksel. Nilai yang didapat kemudian akan dicari besar *range* dan dibandingkan dengan nilai RGB sebenarnya dari warna yang dibaca. Nilai RGB yang terbaca merupakan nilai modus R, G, dan B dari tiap warna kartu yang telah dideteksi. Nilai tersebut menjadi acuan pembuatan histogram dari tiap kartu.
2. Data nilai *range* RGB yang telah diambil menjadi parameter untuk menentukan nilai s-RGB. Ketiga nilai R, G, dan B dijumlahkan, kemudian didapatkan *range* nilai s-RGB. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai s-RGB teori. Setelah nilai s-RGB didapatkan, nilai tersebut menjadi parameter terakhir untuk menjadi penentu pintu mana yang terbuka ketika mendeteksi salah satu kartu warna. Parameter-Parameter tersebut adalah :
 - a. *Range* nilai R
 - b. *Range* nilai G
 - c. *Range* nilai B
 - d. *Range* nilai s-RGB
3. Pengujian tingkat akurasi pembacaan dilakukan agar hasil pembacaan sesuai setiap kali kartu dideteksi. Prosedur pengujian dengan cara mendeteksi kartu yang sama sebanyak 10 kali. Parameter yang diamati adalah *range* dan id kartu yang terbaca. Kartu yang menjadi sample pengujian adalah kartu yang memiliki gradasi warna yang tidak jauh berbeda. Setelah pengujian ditemukan beberapa kesalahan hasil

pembacaan kartu. Terdapat beberapa kartu yang memiliki *range* hasil pembacaan yang hampir sama, sehingga terdapat kesalahan pada penentuan keputusan pintu yang terbuka. Kartu warna tersebut adalah kartu id_20 dan id_38, id_21 dan id_40, id_8 dan id_41, serta id_49 dan id_53.

4. Seluruh perangkat keras dimasukkan kedalam wadah kotak berukuran 14cm × 19cm × 20cm. Kotak dibuat dari bahan akrilik warna hitam doff. Hal ini bertujuan untuk mengurangi pantulan cahaya dari LED dan menghalau cahaya dari luar masuk dan mengganggu pendeteksian kamera. Keempat LED sebagai sumber pencahayaan utama diletakan dibagian belakang kotak agar cahaya dapat terbagi secara merata. *Mini pc* dan kamera diletakan dibagian bawah kotak. Kamera menghadap ke atas menuju tempat masuknya kartu. Kemudian *mini pc* dihubungkan dengan monitor untuk melihat keluarannya.

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan tidak terlepas dari banyaknya kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, untuk pengembangan lebih lanjut maka perlu diperhatikan beberapa hal berikut :

1. Menambahkan parameter penentu nomor pintu agar hasil pembacaan dan pengambilan keputusan dapat semakin akurat.
2. Penggunaan jenis kamera dapat lebih diperhatikan agar hasil pembacaan warna kartu asli dengan warna hasil pendeteksian kamera lebih seragam sehingga dapat mengurangi nilai *error* pembacaan warna.
3. Jenis kartu, jenis tinta warna, jenis *printer*, dan tempat percetakan dapat lebih diperhatikan agar didapatkan kartu warna yang lebih sesuai untuk digunakan pada alat sehingga hasil pendeteksian alat dapat lebih sesuai dan akurat.
4. Untuk pengembangan lebih lanjut, jenis pencahayaan, letak pencahayaan, dan intensitas pencahayaan dapat lebih diperhatikan sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam pembacaan warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Mega Prastiwi. (2016). 10 Negara dengan Angka Kriminal Terendah, Indonesia?. <http://global.liputan6.com/read/2681706/10-negara-dengan-angka-kriminal-terendah-indonesia>. (Diakses pada 8 Desember 2017)
- Harahap, Chandra H., Mudjirahardjo, P., Nurussa;dah. (2016). *SISTEM DETEKSI BOLA PADA ROBOT KRSBI BERDASARKAN DETEKSI WARNA HSV DENGAN PENAMBAHAN FUNGSI ROI (REGION OF INTEREST)*. Malang : Skripsi Jurusan Teknik Elektro FT-UB.
- Kapsala, P., Rapantzikos, K., Sofou, A., Avrithis, Y. (2008). *REGIONS OF INTEREST FOR ACCURATE OBJECT DETECTION*. Athens : Image Video and Multimedia System Laboratory, Department of Electrical & Computer Engineering.
- Mudjirahardjo, P., Nurussa'adah, Siwindarto, P., (2016). *Soccer Field Detection based on Histogram of s-RGB*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11, No. 21. Pp. 12405 – 12408.
- Mudjirahardjo, P., Suyono, H., Setyawan, R.A. (2017). *Real Time Object Localization based on Histogram of s-RGB*. AIP Conference Proceeding 1883, 020037-1-020037-7.
- Mohd Alif Syami Bin Azmi, Nazrul Bin Mazli, Yusman Yusof, Mohd Fadzil Hj Abu Hassan. (2010). *Study of RGB Color Classification Using Fuzzy Logic*. ETERD'10 Proceeding 2010.
- Sahin F. (1997). *A Radial Basis Function Approach to a Color Image Classification Problem in a Real Time Industrial Application*. Blacksburg, Virginia. Hal. 1-16.
- Tegar, A.F.F., Sulistiyanto, N. & Maulana, E. (2015). *DETEKSI WARNA LAPANGAN KRSI MENGGUNAKAN KAMERA DAN SENSOR WARNA UNTUK MENCARI SUDUT HADAP DAN JARAK*. Malang : Skripsi Jurusan Teknik Elektro FT-UB.

