



**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI BENCANA BANJIR
MENGUNAKAN METODE
DETEKSI WARNA**

SKRIPSI

Oleh :

Aditya Dharmawan

NIM 111910201087

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI BENCANA BANJIR
MENGUNAKAN METODE
DETEKSI WARNA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Aditya Dharmawan

NIM 111910201087

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“Prototype Sistem Pendeteksi Bencana Banjir Menggunakan Metode Deteksi Warna”**. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengajarkan kita kebenaran serta kebaikan.

Penulisan skripsi ini tak lepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Sunyoto, S.Pd., M.pd. dan Dwi Ratna Ningsih yang telah memberi semangat dan memberikan do'a tiada henti, dukungan, motivasi selama proses penulisan skripsi.
2. Catur Suko Sarwono, S.T. selaku pembimbing I yang selalu memberikan kritik dan saran, arahan, motivasi, bimbingan yang membangun.
3. Widya Cahyadi, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu memberikan arahan, masukan dan meluangkan waktunya bagi penulis untuk berkonsultasi sehingga naskah skripsi ini dapat terselesaikan.
4. M. Agung Prawira N, S.T., M.T. selaku dosen penguji I atas saran dan perbaikannya dalam penulisan naskah skripsi ini.
5. Dodi Setiabudi., S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang banyak memberikan arahan dan motivasi.
6. Seluruh dosen dan staf karyawan Teknik, khususnya program studi S-1 Teknik Elektro, Universitas Jember serta semua pihak yang senantiasa memberikan ilmunya dan membantu penulis selama proses penyusunan naskah skripsi ini.

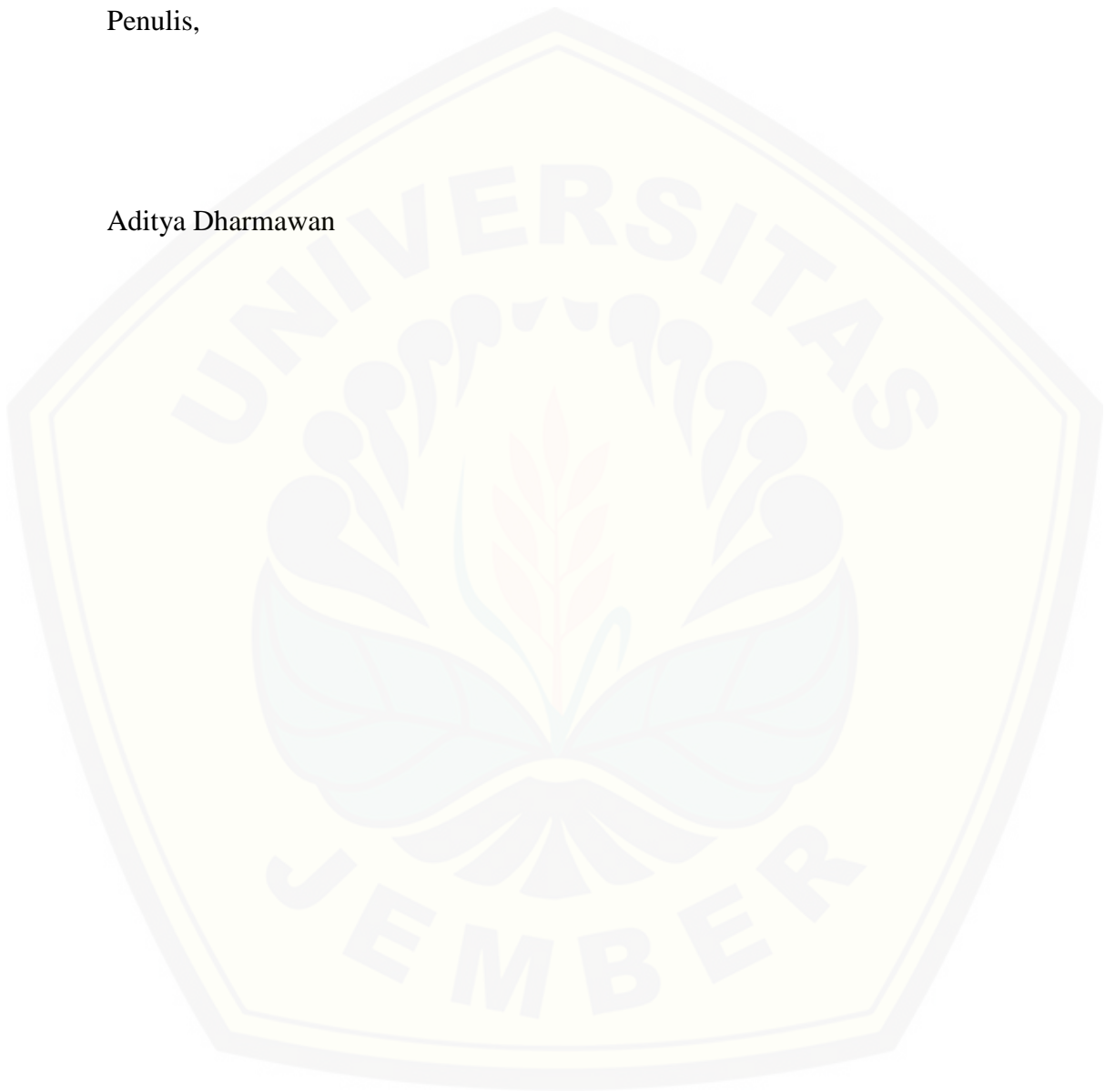
Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik kepada saudara-saudara semua. Tentunya masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam

memperbaiki skripsi ini sehingga menjadi lebih baik lagi. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2017

Penulis,

Aditya Dharmawan



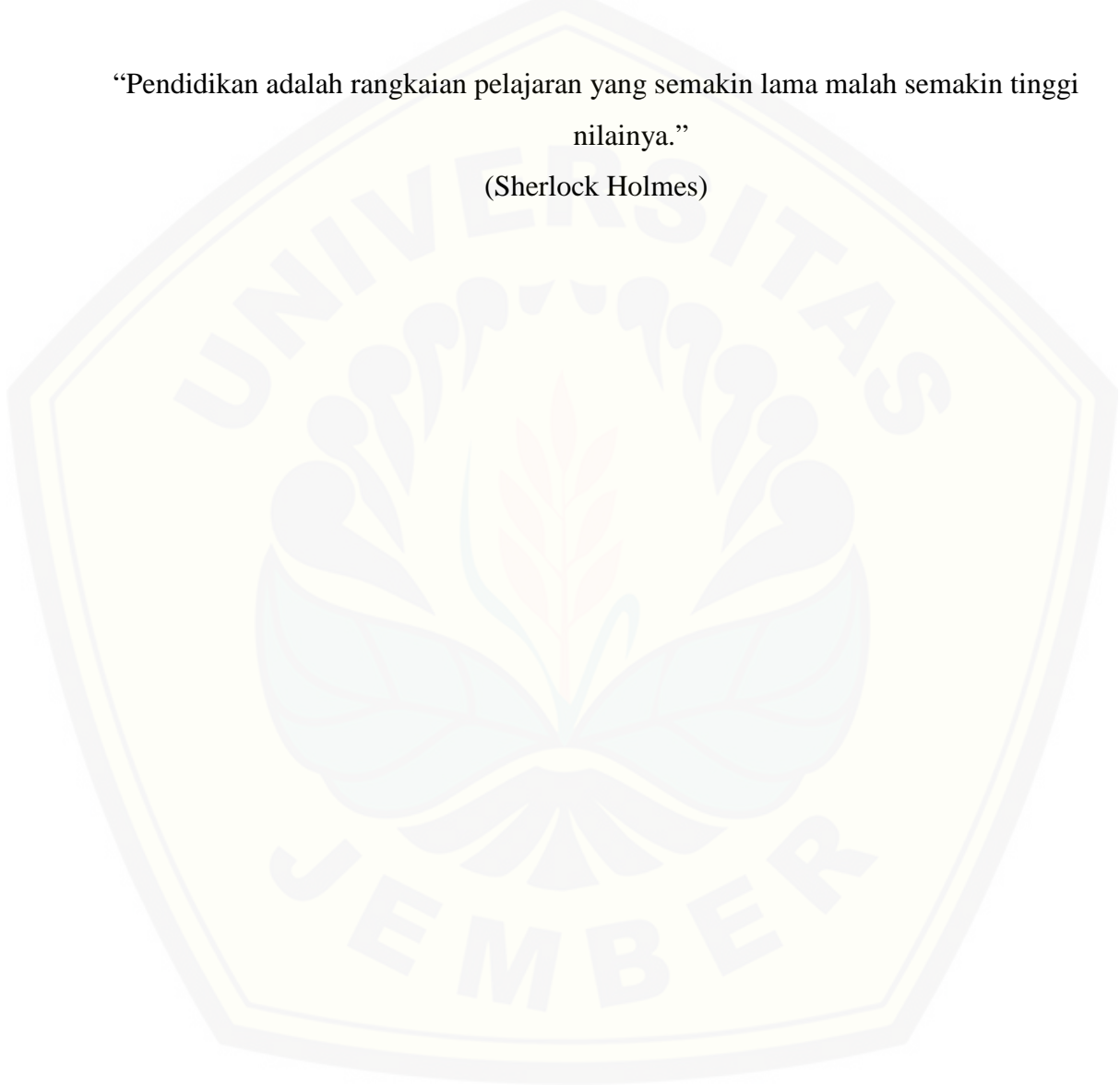
MOTTO

“Berbicara dengan baik dan fasih adalah seni yang hebat, tapi mengetahui saat yang tepat untuk berhenti berbicara juga tindakan yang sama-sama hebat.”

(Wolfgang Amadeus Mozart)

“Pendidikan adalah rangkaian pelajaran yang semakin lama malah semakin tinggi nilainya.”

(Sherlock Holmes)



*)Author Profession: Wolfgang Amadeus Mozart *Musician Nationality: Austrian Born: January 27, 1756 Died: December 5, 1791*

***)Sherlock Holmes. *It is my business to know what other people don't know.'*
Sherlock Holmes Quote *The Adventure of the Blue Carbuncle*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ADITYA DHARMAWAN

NIM : 111910201087

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Prototype Sistem Pendeteksi Bencana Banjir Menggunakan Metode Deteksi Warna**” adalah benar benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, Juli 2017
yang menyatakan

Aditya Dharmawan
NIM 111910201087

HALAMAN PENGAJUAN

**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI BENCANA BANJIR
MENGUNAKAN METODE
DETEKSI WARNA**

SKRIPSI

Diajukan untuk dipertahankan di depan tim penguji
guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi S-1 Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Jember

Oleh:

Nama Mahasiswa : Aditya Dharmawan
NIM : 111910201087
Angkatan Tahun : 2011
Daerah Asal : Jember
Tempat/Tanggal lahir : Jember, 20 Januari 1993
Jurusan : Teknik Elektro
Program : S-1 Telekomunikasi

Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Catur Suko Sarwono S.T.
NIP. 19680119 199702 1 001

Widya Cahyadi S.T, M.T
NIP. 19851110201404 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Prototype Sistem Pendeteksi Bencana Banjir Menggunakan Metode Deteksi Warna**” karya Aditya Dharmawan telah diuji dan disahkan oleh Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember dan dinyatakan lulus pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Teknik Elektro, Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua,

Anggota I

Catur Suko Sarwono, S.T.
NIP. 19680119 199702 1 001

Widya Cahyadi, S.T., M.T.
NIP. 19851110 201404 1 001

Anggota II

Anggota III

M. Agung Prawira N, S.T., M.T.
NIP.19871217 201212 1 003

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP. 19840531 200812 1 004

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001

**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI BENCANA BANJIR
MENGUNAKAN METODE
DETEKSI WARNA**

Aditya Dharmawan*, Catur Suko Sarwono, Widya Cahyadi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember (UNEJ)

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

**Email: adharmawan17@gmail.com*

ABSTRAK

Faktor pergantian musim, iklim dan cuaca yang tidak stabil dapat meningkatkan resiko dan dampak kerawanan bencana, salah satunya bencana banjir. Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras seperti Arduino Uno, CMUCam4, (*Liquid Crystal Display*) LCD, Lux Meter, Buzzer dan *Prototype* sebuah aliran sungai. Perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE, CMUCam4 GUI, Matlab dan Express PCB. CMUCam4 tersebut digunakan untuk memonitoring suatu objek sungai dengan keadaan nyata, dimana CMUCam4 mengambil gambar dengan metode deteksi warna. Sementara itu Arduino menerima data dari CMUCam4 dan menampilkan kondisi sungai dalam keadaan normal atau berbahaya. Data pengujian sensor kamera CMUCam4 dengan membaca digital RGB warna target di dapatkan nilai merah minimal 183, merah maksimal 254, hijau minimal 198, hijau maksimal 255, biru minimal 187, dan biru maksimal 255. Pada kondisi sungai normal Alarm dalam keadaan mati, namun sebaliknya dalam kondisi sungai bahaya Alarm menyala.

Kata Kunci : Arduino, CMUCam4.

**PROTOTYPE FLOOD DETECTION SYSTEM
USING COLOR
DETECTION METHOD**

Aditya Dharmawan, Catur Suko Sarwono, Widya Cahyadi*

Departement of Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

**Email: adharmawan17@gmail.com*

ABSTRACT

Factors change of seasons, climate and unstable weather can increase the risk and impact of disaster vulnerability, one flood. Therefore Geographic Information System is a system that is designed to work using the data that have spatial information. In this study using multiple hardware such as Arduino Uno, CMUCam4, (Liquid Crystal Display) Lux Meter, and Prototype a watershed. The software used among others Arduino IDE, CMUCam4 GUI, Matlab and Express PCB. The CMUCam4 used to monitor a stream object with the real situation, where CMUCam4 take pictures with color detection methode. Meanwhile Arduino receive data from CMUCam4 and displays the condition of the river under normal or dangerous. CMUCam4 camera sensor test data by reading the digital RGB color of the target with an red value of at least 183, red maximum 254, green minimum 198, green maximum of 255, blue minimal 187, and blue maximum 255. If normal river conditions alarm in a dead state, but on the contrary in the river conditions the alarm will light up.

Keywords: Arduino, CMUCam4.

RINGKASAN

Prototype Sistem Pendeteksi Bencana Banjir Menggunakan Metode Deteksi Warna; Aditya Dharmawan, 111910201087; 2017; 73 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Faktor pergantian musim, iklim dan cuaca yang tidak stabil, hal itu dapat meningkatkan resiko dan dampak kerawanan bencana, salah satunya adalah banjir. Bencana banjir merupakan kejadian alam yang sulit diduga karena datang secara tiba-tiba dengan periodisitas yang tidak menentu, kecuali daerah-daerah yang sudah menjadi langganan terjadinya banjir tahunan. Sedikitnya ada lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia yaitu faktor hujan, faktor hancurnya retensi daerah aliran sungai, faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Agus Maryono, 2005).

Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras seperti Arduino, CMUCam4, *Liquid Crystal Display (LCD)*, LUX meter, Buzzer dan *Prototype* sebuah aliran sungai. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE, CMUCam4 GUI, Matlab dan Express PCB. CMUCam4 tersebut digunakan untuk memonitoring suatu objek sungai dengan keadaan nyata, dimana CMUCam4 mengambil gambar dengan metode deteksi warna. Sementara itu Arduino menerima data dari CMUCam4 dan menampilkan kondisi sungai dalam keadaan normal atau berbahaya. Data pengujian sensor kamera CMUCam4 dengan membaca digital RGB warna target coklat di dapatkan nilai merah minimal 183, merah maksimal 254, hijau minimal 198, hijau maksimal 255, biru minimal 187, dan biru maksimal 255. Pada kondisi sungai normal Alarm dalam keadaan mati, namun sebaliknya dalam kondisi sungai bahaya Alarm akan menyala.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“Prototype Sistem Pendeteksi Bencana Banjir Menggunakan Metode Deteksi Warna”**. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengajarkan kita kebenaran serta kebaikan.

Penulisan skripsi ini tak lepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Sunyoto, S.Pd dan Dwi Ratna Ningsih yang telah memberi semangat dan memberikan do'a tiada henti, dukungan, motivasi selama proses penulisan skripsi.
2. Catur Suko Sarwono, S.T. selaku pembimbing I yang selalu memberikan kritik dan saran, arahan, motivasi, dan bimbingan yang membangun.
3. Widya Cahyadi, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu memberikan arahan, masukan dan meluangkan waktunya bagi penulis untuk berkonsultasi sehingga naskah skripsi ini dapat terselesaikan.
4. M. Agung Prawira, S.T., M.T. selaku dosen penguji I atas saran dan perbaikannya dalam penulisan naskah skripsi ini.
5. Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang banyak memberikan arahan dan motivasi.
6. Seluruh Dosen dan Staf karyawan Teknik, khususnya program studi S-1 Teknik Elektro, Universitas Jember serta semua pihak yang senantiasa memberikan ilmunya dan membantu penulis selama proses penyusunan naskah skripsi ini.
7. Kedua kakak, Rio Wawit Widyanto, S.T., M.T. dan Putri Aulia Maharani, Amd.Keb yang selalu memberi semangat sehingga terselesaikan nya naskah skripsi ini.

8. Teman hidupku, Hofailatul Mussarot, S.Pd yang tidak pernah lelah memberi semangat, memberi motivasi, dan menemani dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman seperjuangan Teknik Elektro 2011, Universitas Jember (GATEL) yang selalu memberi masukan dan bersama dalam suka maupun duka.
10. Teman ngopi, nongkrong dan touring (KOPI ASAP) yang selalu memberikan do'a, dukungan, bantuan, hiburan serta kenangan yang tidak akan terlupakan.
11. Serta berbagai pihak yang telah membantu proses terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik kepada saudara-saudara semua. Tentunya masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam memperbaiki skripsi ini sehingga menjadi lebih baik lagi. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2017

Penulis,

Aditya Dharmawan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Banjir	6
2.1.1 Macam-macam Banjir.....	7
2.1.2 Penyebab Banjir	8
2.2 Sistem Visual	10
2.3 Citra Warna Digital RGB	11
2.3.1 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>).....	14
2.3.2 Citra Digital.....	15
2.3.3 Model Citra	15

2.3.4	Komposisi RGB	15
2.3.5	Derajat Keabuan (<i>Grayscale</i>).....	16
2.3.6	<i>Thresholding</i>	16
2.4	<i>Analog to Digital Converter (ADC)</i>	17
2.5	Sensor	18
2.5.1	CMUcam4.....	18
2.6	Arduino UNO	20
2.6.1	Arduino <i>Hardware</i>	22
2.6.2	Arduino <i>Software</i>	23
2.6.3	Power	24
2.6.4	<i>Input dan Output</i>	25
2.7	Intensitas Cahaya	25
2.8	LCD	27
BAB 3.	METODE PENELITIAN	29
3.1	Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	29
3.2	Tahapan Penelitian	29
3.3	Alat & Bahan	30
3.4	Perancangan Sitem	31
3.5	Diagram Alir	32
3.6	Pengenalan Warna	33
3.7	Instalasi CMUcam4	35
3.7.1	Instalasi <i>Hardware</i>	35
3.7.2	Instalasi <i>Software</i>	36
3.8	Perancangan CMUcam4 dengan Arduino	36
3.9	Perancangan Arduino dengan LCD	37
3.10	Kalibrasi CMUcam4	38
3.11	Standar RGB	39
3.12	Standar Lumen	40
BAB 4.	HASIL dan PEMBAHASAN	43
4.1	Pengujian Kamera CMUCam4	43
4.1.1	Komunikasi Serial CMUcam4 dengan Arduino	44

4.1.2 Pengujian Penggolongan Warna	46
4.1.3 Pengujian Jarak Jangkauan	47
4.2 Pengujian Pengambilan Gambar	51
4.3 Pengujian Deteksi Warna	55
4.4 Pengujian Komunikasi CMUcam4 dengan Arduino	58
4.5 Pengujian LCD 16x2	59
4.6 Pengujian Data <i>Image Processing</i>	60
4.7 Pengujian LUX dan Intensitas Cahaya	61
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Format Warna RGB	13
2.2 Tabel Fungsi Pin LCD	28
3.1 Standar Warna RGB.....	39
3.2 Standar Lumen	41
4.1 Tabel Pengaruh nilai <i>Brightness</i> pada Nilai RGB.....	47
4.2 Pengujian Jarak Jangkauan	48
4.3 Tabel <i>Red Digital Error</i>	49
4.4 Tabel <i>Green Digital Error</i>	50
4.5 Tabel <i>Blue Digital Error</i>	51
4.6 Tabel Hasil Pengujian LCD	60
4.2 Tabel Pengujian Lux Terhadap Citra Pengambilan Gambar	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Model Warna RGB	14
2.2 Sistem Koordinat Citra.....	15
2.3 Komposisi Warna RGB	16
2.4 ADC Dengan Kecepatan Sampling Rendah	17
2.5 ADC Dengan Kecepatan Sampling Tinggi.....	17
2.6 CMUcam4.....	19
2.7 <i>Board</i> Arduino	22
2.8 Tampilan Arduino IDE	23
2.9 <i>Digital Lux Meter</i>	26
2.10 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	27
3.1 Diagram Blok Sistem	31
3.2 Diagram Alir Pengambilan Data.....	32
3.3 Perancangan CMUcam4 dengan Arduino.....	36
3.4 Perancangan Arduino dengan LCD	37
3.5 Keseluruhan Sistem.....	38
3.6 Nilai Hasil Kalibrasi.....	38
4.1 Aktifitas Kamera Saat Mengirim Data <i>Color Statistic</i>	43
4.2 Gambar Yang Dihasilkan CMUcam4	44
4.3 USB Konverter CP 2102.....	52
4.4 Status Port COM TTL CP 2102	53
4.5 Posisi Penyangga dan kamera CMUcam4	54
4.6 <i>Capture Image</i>	55
4.7 <i>Tracking Parameter</i>	56
4.8 <i>Tracking Colour</i>	57
4.9 Program list Arduino IDE.....	58
4.10 Pengujian Nilai Lumen Pada Ruangan Tertutup.....	63
4.11 Pengujian Nilai Lumen Pada Ruangan Terbuka	64

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang luas dan memiliki sumber daya alam melimpah. Indonesia beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi. Sinar matahari pun sampai ke wilayah Indonesia sepanjang tahun. Di Indonesia terjadi berbagai peristiwa alam. Peristiwa-peristiwa alam terjadi akibat pengaruh alam.

Peristiwa alam adalah peristiwa yang terjadi karena pengaruh dari alam itu sendiri. Peristiwa alam dapat bersifat membahayakan. Akan tetapi, dapat pula tidak membahayakan. Contoh peristiwa alam yang membahayakan adalah banjir, gunung meletus, gempa bumi, angin topan, dan tanah longsor. Peristiwa alam yang tidak membahayakan misalnya pergantian musim, terbentuknya embun, dan pelangi.

Salah satu peristiwa alam yang merugikan manusia dan sering terjadi di Indonesia adalah banjir. Banjir adalah peristiwa alam yang bisa dikategorikan sebagai sebuah bencana. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Wahyudi (2009).

Banjir merupakan bencana yang sudah menjadi "langganan" bagi beberapa wilayah di Indonesia. Selain disebabkan oleh faktor alam, banjir juga disebabkan oleh manusia. Pembangunan gedung, penebangan pohon, dan penyempitan sungai merupakan contoh ulah manusia yang menjadi penyebab banjir.

Salah satu tanda yang menyebabkan akan terjadinya banjir adalah adanya perubahan warna air sungai yang semula jernih menjadi keruh secara tiba-tiba. Hal ini merupakan salah satu tanda yang dapat dengan mudah diketahui dan dilihat secara kasat mata. Dewasa ini, sensor citra sudah dimanfaatkan pada

bidang automasi. Mulai dari pendeteksi wajah sampai dengan pendeteksi bencana banjir memanfaatkan pengolahan citra atau mendeteksi warna. Imran (2010).

Dari segi algoritma pengolahan citra, dibutuhkan suatu algoritma yang cukup efisien karena algoritma ini akan diterapkan pada piranti *embedded*. Piranti *embedded* memiliki *resource* yang terbatas. Efisiensi ada pada besarnya penyimpanan program, besarnya RAM yang digunakan, dan waktu eksekusi.

Pada penelitian ini, akan dilakukan penjejukan objek berdasarkan warna objek yang telah ditentukan. Objek yang dideteksi adalah objek dengan satu warna saja. Karakteristik warna objek yang dideteksi telah disimpan terlebih dahulu sebelum proses penjejukan.

Modul CMUCam4 didesain sebagai modul pengolah citra yang murah dan bisa dihubungkan dengan berbagai mikrokontroler lewat jalur serial (Rowe, 2001). CMUCam4 menggunakan mikrokontroler 8 bit SX28 sebagai pengolah citranya. Total citra yang bisa diproses hanya sampai 80 X 143 piksel (Horizontal X Vertikal). Akuisisi dan pemrosesan citra dilakukan secara per baris karena RAM yang ada tidak mencukupi untuk menampung semua piksel dari kamera. CMUCam4 memiliki fitur penjejukan warna dengan metode pengambangan terhadap nilai RGB piksel yang dideteksi. *Frame rate* maksimal yang dapat dicapai oleh CMUCam4 adalah 16.7 *frame* per detik.

Penelitian mengenai penjejukan objek berdasarkan warna dalam citra dilakukan terhadap warna air sungai. Penelitian ini diterapkan pada komputer PC dengan bantuan *library* Open CV. Untuk mendeteksi warna suatu objek, digunakan parameter *hue* dari suatu warna objek. Untuk itu, sebelumnya dilakukan konversi sistem warna dari RGB ke HSV (*hue-saturation-value*). Warna suatu objek pada sistem RGB sangat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan sekitar. Sedangkan parameter *hue* pada sistem warna HSV tidak dipengaruhi kondisi pencahayaan. Kondisi pencahayaan hanya mempengaruhi parameter *saturation* dan *value* pada sistem HSV. Munandar dkk (2009).

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat dibuat beberapa perumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana cara merancang *prototype system* peringatan banjir?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan *prototype system* peringatan banjir?
3. Bagaimana cara penggunaan sistem pada modul CMUCam4 sebagai sensor yang mendeteksi warna?

1.3 Batasan Masalah

Dengan kompleks nya permasalahan berkaitan dengan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan data dan analisa. Diperlukan batasan dan asumsi agar mempermudah menganalisa terhadap permasalahan yaitu:

1. Kamera yang digunakan adalah CMUCam4.
2. Warna air sungai sudah di tentukan.
3. Latar belakang tempat berbeda dengan warna objek yang di uji.
4. Objek berada di depan kamera dan tidak terhalang objek lain.
5. Jarak dan posisi kamera dengan objek sudah ditentukan.
6. Pengujian dilakukan di ruang terbuka dengan cukup cahaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

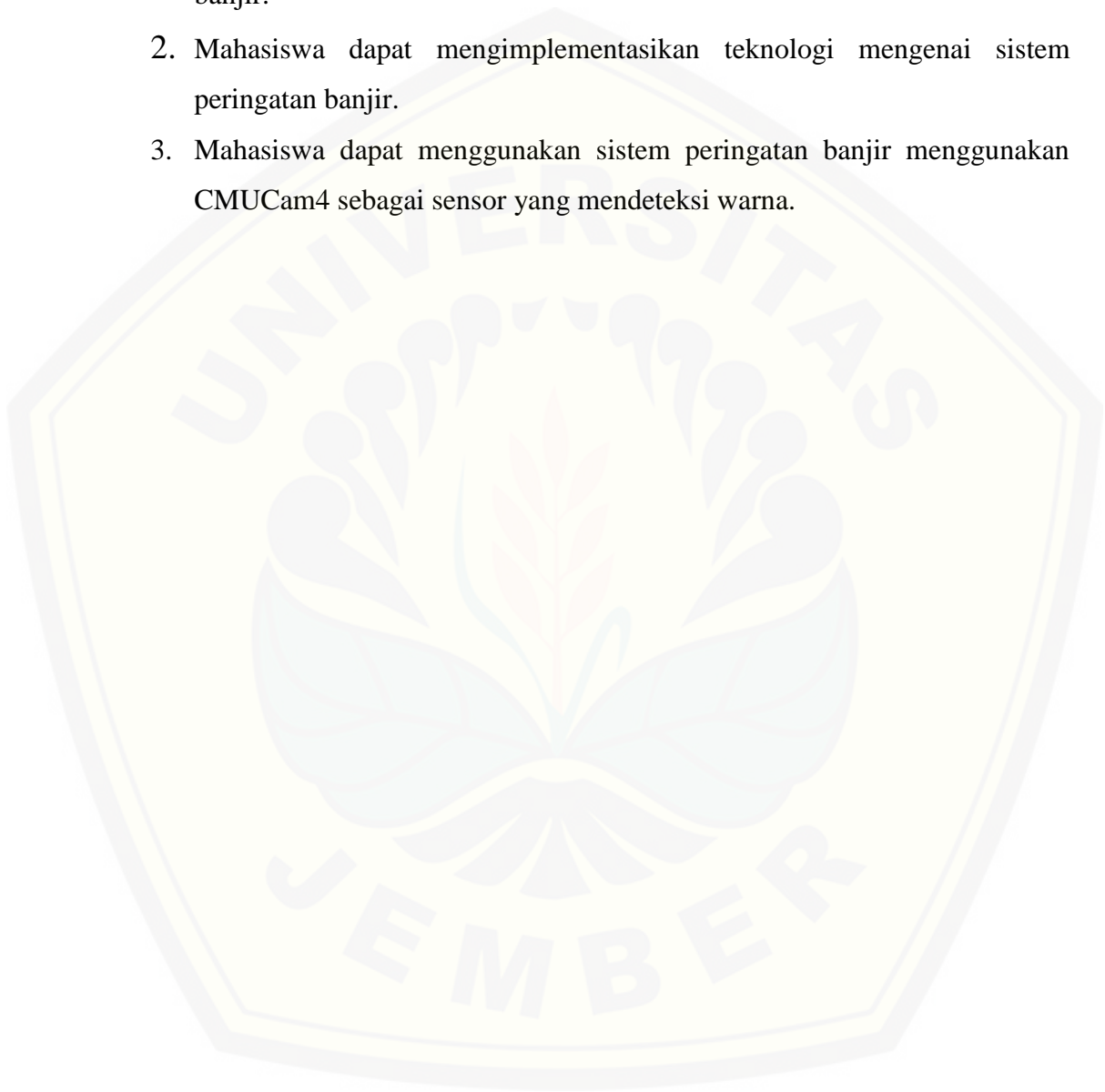
1. Dapat merancang *prototype sistem* peringatan banjir yang dapat mengenali warna objek (benda) dengan CMUCam4 sesuai dengan warna yang telah ditentukan.
2. Mengetahui perubahan warna melalui nilai RGB yang di deteksi dengan cara penggunaan sistem pada modul CMUCam4 sebagai sensor yang mendeteksi warna.
3. Dapat mengetahui adanya peringatan dini bencana banjir dengan mengenali warna objek benda dengan CMUCam4 sesuai dengan warna yang telah ditentukan.

1.5 Manfaat Penelitian



Dengan adanya sistem peringatan banjir maka dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Mempermudah mahasiswa untuk merancang *prototype sistem* peringatan banjir.
2. Mahasiswa dapat mengimplementasikan teknologi mengenai sistem peringatan banjir.
3. Mahasiswa dapat menggunakan sistem peringatan banjir menggunakan CMUCam4 sebagai sensor yang mendeteksi warna.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Peringatan Dini (*Early Warning Systems*) adalah serangkaian sistem yang berfungsi untuk memberitahukan akan terjadinya bencana alam. Sistem peringatan dini ini akan memberitahukan terkait bencana yang akan terjadi atau kejadian alam lainnya. Peringatan dini pada masyarakat atas bencana merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Dalam keadaan kritis, secara umum peringatan dini yang merupakan penyampaian informasi tersebut diwujudkan dalam bentuk sirine, kentongan dan lain sebagainya.

Membunyikan sirine saat akan terjadi sesuatu merupakan langkah untuk mengantarkan informasi kepada masyarakat, harapannya adalah agar masyarakat dapat merespon informasi tersebut dengan cepat dan tepat. Kesigapan dan kecepatan reaksi masyarakat diperlukan karena waktu yang sempit dari saat dikeluarkannya informasi dengan saat datangnya bencana. Kondisi kritis, waktu sempit, bencana besar dan penyelamatan penduduk merupakan faktor-faktor yang membutuhkan peringatan dini.

Bagi masyarakat Indonesia, Sistem peringatan dini sangat lah penting mengingat Negara kita merupakan negara yang memiliki ancaman bencana alam cukup tinggi, khususnya bencana banjir. Dengan adanya sistem peringatan dini ini di harapkan akan dapat dikembangkan upaya-upaya yang tepat untuk mencegah atau paling tidak mengurangi terjadinya dampak bencana alam bagi masyarakat. Keterlambatan dalam menangani bencana dapat menimbulkan kerugian yang semakin besar bagi masyarakat.

Dalam siklus manajemen penanggulangan bencana, sistem peringatan dini bencana alam mutlak sangat diperlukan dalam tahap kesiagaan, sistem peringatan dini untuk setiap jenis data, metode pendekatan maupun instrumentasinya. Tujuan diciptakan sistem peringatan dini ini agar masyarakat yang tinggal di kawasan

bencana bisa aman dalam beraktifitas sebab peringatan dini akan terjadinya bencana sudah bisa di ketahui, sehingga masyarakat juga bisa melakukan pencegahan untuk menyelamatkan diri saat terjadinya bencana alam.

2.1 Banjir

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak terendam air, dalam arti "air mengalir". Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau menjebol bendungan sehingga air keluar dari batasan alaminya. Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air.

Daerah Aliran Sungai disingkat DAS ialah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai.

Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan sementara di sungai, danau / waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya.

Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk terserap ke dalam tanah (*infiltrasi*), sedangkan air yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan-cekungan permukaan tanah (*surface detention*) untuk kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah (*runoff*), untuk selanjutnya masuk ke sungai. Air *infiltrasi* akan tertahan di dalam tanah oleh gaya kapiler yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Apabila tingkat kelembaban air tanah telah cukup maka air hujan yang baru masuk ke

dalam tanah akan bergerak secara lateral (horizontal) untuk selanjutnya pada tempat tertentu akan keluar lagi ke permukaan tanah (*subsurface flow*) yang kemudian akan mengalir ke sungai.

2.1.1 Macam-macam Banjir

Terdapat macam-macam banjir yang disebabkan karena beberapa faktor, antara lain :

1. Banjir Air

Banjir air merupakan banjir yang sering terjadi. Penyebab banjir air dikarenakan meluapnya air di danau, sungai, selokan, atau aliran air yang lainnya sehingga menyebabkan air tersebut naik dan menggenangi daratan. Biasanya banjir air disebabkan karena hujan yang terjadi secara terus-menerus sehingga mengakibatkan aliran air tersebut tidak dapat menampung air yang berlebih.

2. Banjir Bandang

Banjir bandang merupakan banjir yang mengangkut air dan juga lumpur. Banjir bandang tersebut sangatlah berbahaya dibandingkan dengan banjir air biasa, hal ini karena akan sulit untuk menyelamatkan diri. Banjir bandang dapat menghanyutkan benda-benda dan memiliki daya rusak yang tinggi. Banjir bandang pada umumnya terjadi di area pegunungan yang tanah pegunungan tersebut seolah longsor karena adanya air hujan yang ikut terbawa air ke daratan yang lebih rendah. Biasanya banjir tersebut dapat menghanyutkan pohon yang berukuran besar sehingga dapat merusak pemukiman warga yang terkena banjir bandang tersebut.

3. Banjir Lumpur

Banjir lumpur merupakan banjir yang mirip banjir bandang namun lumpur tersebut keluar dari dalam bumi sehingga dapat menggenangi daratan. Lumpur tersebut terkadang memiliki kandungan bahan serta gas kimia berbahaya.

4. Banjir Rob (Laut Pasang)

Pengertian banjir rob merupakan banjir yang disebabkan karena pasang air laut. Banjir rob pada umumnya melanda kota muara baru di Jakarta. Pasang air laut pada umumnya akan menahan air sungai yang menumpuk, hingga dapat menjebol sebuah tanggul dan menggenangi daratan.

5. Banjir Cileunang

Banjir cileunang merupakan salah satu macam-macam banjir. Pengertian banjir cileunang ialah suatu banjir yang mirip dengan banjir air akan tetapi banjir tersebut dikarenakan hujan yang sangatlah deras dan mempunyai debit air yang banyak. Terjadinya banjir ini sangatlah cepat, hal ini karena hujan yang terjadi sangatlah deras sehingga dapat terjadi dalam waktu cepat.

6. Banjir Lahar

Pengertian banjir lahar adalah banjir yang disebabkan karena lahar gunung berapi masih aktif saat yang meletus atau mengalami erupsi. Dari proses erupsi tersebut, gunung akan mengeluarkan lahar dingin yang dapat menyebar ke lingkungan di sekitarnya. Air yang ada dalam sungai atau danau dapat mengalami pendangkalan sehingga berdampak terkena banjir.

2.1.2 Penyebab Banjir

1. Penebangan hutan liar, penebangan hutan secara liar yang membuat hutan menjadi gundul merupakan salah satu penyebab banjir. Hal ini karena, akar pohon memiliki fungsi untuk menyerap air. Oleh sebab itu, jika banyak pohon yang hilang maka akan dengan mudah terjadi bencana banjir.
2. Buang sampah sembarangan, penyebab banjir yang satu ini sudah tidak asing lagi. Sampah yang dibuang sembarang khususnya apabila dibuang di sungai atau aliran air lainnya dapat menyumbat aliran air tersebut sehingga dapat meluap dan menyebabkan terjadinya banjir.

3. Pemukiman di bantaran sungai atau aliran air, pemukiman yang didirikan di bantaran sungai mengakibatkan sungai tersebut rentan terjadi pendangkalan. Pendangkalan yang terjadi di sungai karena kebiasaan untuk membuang sampah ke sungai serta keadaan tanah di kiri kanan bangunan tersebut dapat saja ambles dan kemudian menutup sisi sungai. Sehingga sungai menjadi menyempit dan rawan banjir.
4. Dataran rendah, daerah-daerah yang berada di dataran rendah dapat menyebabkan banjir, hal ini karena luapan air yang mengalir dari tempat di dataran tinggi ke rendah sehingga dapat beresiko terkena banjir.
5. Curah hujan yang tinggi, penyebab banjir ini disebabkan karena faktor cuaca. Apabila terdapat daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan terjadi berlarut-larut dalam jangka waktu lama, memiliki resiko yang besar untuk terjadi banjir terlebih jika berada di dataran rendah.
6. *Drainase* yang sudah diubah tanpa memperhatikan *Amdal Drainase* yang sudah diubah terlebih di lingkungan perkotaan. Daerah hutan ataupun rawa yang dapat membantu untuk mencegah atau mengurangi banjir, namun dipakai untuk membangun mall atau bangunan lainnya sehingga merusak lapisan atmosfer dan akan mudah beresiko terjadinya banjir.
7. Bendungan yang jebol, bendungan yang jebol adalah salah satu penyebab banjir disekitar lingkungan yang daerah tersebut kurang terawat serta mudah dirusak kelestariannya, dengan memanfaatkan sesuatu yang tidak pada tempatnya dan juga hasilnya dapat berakibat banjir bandang yang sangat merugikan.
8. Salah sistem kelola tata ruang, penyebab banjir yang satu ini dapat mengakibatkan air sulit untuk menyerap serta alirannya lambat. Sementara air yang datang ke wilayah tersebut jumlahnya akan lebih banyak dari yang biasanya dialirkan sehingga dapat dengan cepat terjadi banjir.
9. Tsunami merupakan jenis banjir air laut yang sangat besar. Tsunami merupakan penyebab banjir yang sangat merugikan. Tsunami pada umumnya dapat terjadi dikarenakan pergeseran lapisan lempeng bumi. Tingginya gelombang tsunami

dapat dengan mudah menyapu daerah-daerah yang ada di sekitarnya hingga dapat menimbulkan banyak kerugian dan korban jiwa.

10. Tanah yang sudah tidak dapat menyerap air Tanah yang sudah tidak dapat untuk menyerap air dapat dikarenakan beberapa faktor, salah satunya karena tanah tersebut sudah jarang ditemukan lahan hijau ataupun lahan kosong. Sehingga air tidak terserap ke dalam tanah melainkan langsung masuk ke sungai, danau, selokan, atau saluran air yang lainnya. Air yang ada dalam jumlah banyak apabila sudah tidak dapat tertampung oleh saluran air tersebut dapat menggenang serta menyebabkan banjir.

2.2 Sistem Visual

Pengertian Pengolahan Citra (*image processing*) sedikit berbeda dengan pengertian mesin visual (*machine vision*), meskipun keduanya seolah-olah dapat dipergunakan dengan maksud yang sama. Terminologi pengolahan citra dipergunakan bila hasil pengolahan data yang berupa citra, adalah juga bentuk citra yang lain, yang mengandung atau memperkuat informasi khusus pada citra hasil pengolahan sesuai dengan tujuan pengolahannya. Sedangkan terminologi mesin visual digunakan bila data hasil pengolahan citra langsung diterjemahkan dalam bentuk lain, misalnya grafik yang siap diinterpretasikan untuk tujuan tertentu, gerak peralatan atau bagian dari peralatan mekanis, atau aksi lainnya yang berarti bukan merupakan citra lagi. Dengan demikian jelaslah bahwa pengolahan citra merupakan hasil bagian dari mesin visual, karena untuk menghasilkan keluaran selain citra, informasi dari citra yang ditangkap oleh kamera juga perlu diolah dan dipertajam pada bagian-bagian tertentu. (Usman Ahmad, 2005).

Sebagaimana layaknya mata dan otak, sistem visual adalah sistem yang mempunyai kemampuan untuk menganalisa objek secara visual, setelah data objek yang bersangkutan dimasukkan dalam bentuk citra (*image*). Secara umum tujuan dari sistem visual adalah untuk membuat model nyata dari sebuah citra. Citra yang

dimaksud adalah citra digital hasil konversi suatu objek menjadi citra melalui sensor yang prosesnya disebut digitasi. (Usman Ahmad, 2005).

Sistem visual mempunyai kemampuan untuk memperbaiki informasi yang berguna dari sebuah pemandangan (*scene*) hasil proyeksi dua dimensi. Kata memperbaiki dipakai disini karena citra merupakan hasil proyeksi duadimensi dari objek atau benda tiga dimensi, sehingga informasi tidak bisa didapat begitu saja. Melainkan harus diperbaiki karena sesungguhnya ada bagian informasi yang hilang setelah benda diproyeksikan ke dalam citra. Untuk memperbaiki informasi, diperlukan pengetahuan dan proyeksi geometri dari obyek dalam suatu pemandangan. Contoh yang mudah dipaparkan dalam hal ini misalnya jarak antara sensor kamera dengan objek tertentu dalam sebuah citra tidak dapat diketahui langsung karena informasi kedalaman (*depth*) yang merupakan jarak itu sendiri hilang saat objek dalam ruang tiga dimensi dikonversi menjadi citra dalam bidang dua dimensi. Dengan demikian bila ada dua atau lebih objek yang bertumpukan dalam suatu bidang pandang, suatu objek tidak dapat langsung diketahui apakah berada di depan atau dibelakang objek-objek lainnya. Namun demikian persoalan ini dapat dijawab setelah dilakukan satu atau beberapa proses pada citra tersebut dengan memanfaatkan informasi yang tersedia sehingga informasi yang hilang tadi dapat kembali. (Usman Ahmad, 2005).

2.3 Citra warna digital RGB

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 lainnya, 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 di-*convert* 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. Pemodelan warna digunakan untuk menggambarkan sifat-sifat warna secara matematis, sehingga dengan demikian dapat dilakukan pengolahan citra digital dengan cara memanipulasi nilai-nilai warna dari citra tersebut secara matematis. Model warna yang paling banyak digunakan di bidang komputer maupun elektronika adalah model RGB (*red-green-blue*). Model RGB ini cocok digunakan dalam implementasi perangkat keras elektronik dan penyimpanan data secara digital. (Anonymous, 2005).

Di dalam model warna RGB, setiap warna dapat didefinisikan dalam tigakomponen warna yaitu komponen R (merah), G (hijau), dan B (biru). Warna warna yang lain dapat diperoleh dengan melakukan kombinasi dari masing-masing komponen R, G, dan B dengan nilainya masing-masing. Dalam penerapannya di bidang komputer, harga dari tiap-tiap komponen R, G, dan B berkisar dari 0 sampai 255. Sebagai contoh, warna merah murni memiliki nilai $R=255$, $G=0$, $B=0$, warna hijau murni memiliki nilai $R=0$, $G=255$, $B=0$, dan warna biru murni memiliki nilai $R=0$, $G=0$, $B=255$. Untuk warna hitam memiliki harga $R=0$, $G=0$, dan $B=0$, sedangkan warna putih memiliki harga $R=255$, $G=255$, dan $B=255$. (Anonymous, 2005).

Sebuah warna dalam RGB digambarkan dengan menentukan seberapa banyak masing-masing warna merah, hijau, dan biru yang dicampurkan. Warna ini dituliskan dalam bentuk *triplet* RGB (*red-green-blue*), setiap bagiannya dapat bervariasi dari nol sampai nilai maksimum yang ditetapkan.

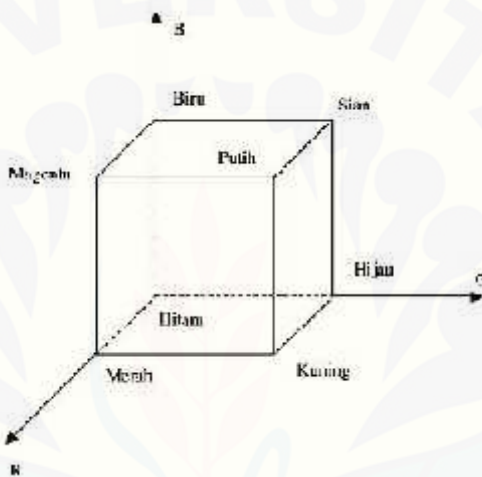
Jangkauan ini dapat digambarkan dengan angka dalam beberapa cara berbeda. Dari 0 sampai 1, dengan sembarang nilai pecahan di antaranya. Representasi ini digunakan pada analisis teoretis, dan pada sistem yang menggunakan representasi *floatingpoint*. Setiap nilai komponen warna juga dapat ditulis sebagai persentase, dari 0% sampai 100%. Dalam komputer, nilai-nilai komponen sering disimpan sebagai angka integer antara 0 sampai 255, kisaran yang dapat ditampung sebuah bita (*8-bit*). Nilai ini dapat dituliskan dalam angka desimal maupun heksadesimal.

Tabel 2.1 Format warna RGB

Warna	Red	Green	Blue
Hitam	0	0	0
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Kuning	255	255	0
Magenta	255	0	255
Cyan	0	255	255
Putih	255	255	255
Abu-Abu	127	127	127
Orange	255	110	0
Ungu	128	0	255
Coklat	128	25	0
Pink	255	190	220
Navy	0	0	120

Model warna RGB ini dapat digambarkan sebagai sebuah kubus dalam koordinat *Cartesian*, di mana masing-masing sumbu mewakili harga dari komponen-komponen R, G, dan B.

Sebagai contoh, suatu piksel yang memiliki nilai intensitas warna sebesar 255 pada kanal merah, 102 pada kanal hijau, dan 0 pada kanal biru akan menghasilkan warna oranye. Banyaknya kombinasi warna piksel yang mungkin pada citra R, G, dan B *truecolor24-bit* adalah sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$.



Gambar 2.1 Model Warna RGB

Sumber: Anonymous (2005)

Pada kubus warna RGB ini, warna hitam terletak pada sudut kubus di posisi (0, 0, 0), dan warna putih pada posisi (255, 255, 255). Sudut-sudut kubus yang berimpit dengan sumbu-sumbu koordinat ditempati oleh warna-warna merah, hijau, dan biru yang disebut juga dengan warna primer. Sedangkan sudut-sudut kubus yang lainnya ditempati oleh warna-warna sian, magenta, dan kuning yang disebut juga dengan warna sekunder. (Anonymous, 2005).

2.3.1 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra atau *Image Processing* adalah suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*). (Hendi Mulyawan, 2012).

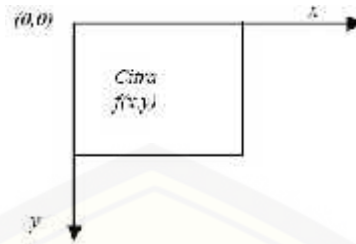
Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu- ilmu komputer yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra maka *image processing* tidak dapat dilepaskan dengan bidang *computer vision*.

2.3.2 Citra Digital

Citra atau *image* adalah angka, dari segi estetika, citra atau gambar adalah kumpulan warna yang bisa terlihat indah, memiliki pola, berbentuk abstrak dan lain sebagainya. Citra dapat berupa foto udara, penampang lintang (*cross section*) dari suatu benda, gambar wajah, hasil tomografi otak dan lain sebagainya. Dari segi ilmiah, citra adalah gambar 3 dimensi (3D) dari suatu fungsi, biasanya intensitas warna sebagai fungsi *spatial x* dan *spatial y*. Di komputer warna dapat dinyatakan sebagai angka dalam bentuk skala RGB. Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital.

2.3.3 Model Citra

Oleh karena citra merupakan matrik dua dimensi dari fungsi intensitas cahaya, maka referensi citra menggunakan dua variabel yang menunjuk posisi pada bidang dengan sebuah fungsi intensitas cahaya yang dapat dituliskan sebagai $f(x,y)$ dimana f adalah nilai amplitudo pada koordinat spasial (x,y) . Karena cahaya merupakan salah satu bentuk energi, $f(x,y)$ tidak berharga nol atau negatif dan merupakan bilangan berhingga, yang dalam pernyataan matematis adalah sebagai berikut, $0 < f(x,y)$.

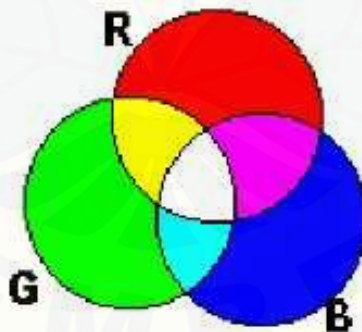


Gambar 2.2 Sistem Koordinat Citra

Sumber : Mulyawan, Hendi (2012)

2.3.4 Komposisi RGB

Terdapat 3 *layers* RGB pada citra warna, *R-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah (misalkan untuk skala keabuan 0-255, nilai 0 menyatakan gelap (hitam) dan 255 menyatakan merah. *G-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, dan *B-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna biru. Dari definisi tersebut, untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mudah dilakukan, yaitu dengan mencampurkan ketiga warna dasar RGB.



Gambar 2.3 Komposisi Warna RGB

Sumber : Mulyawan, Hendi (2012)

2.3.5 Derajat Keabuan (*Grayscale*)

Proses awal yang banyak dilakukan dalam *image processing* adalah mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale*, hal ini digunakan untuk menyederhanakan

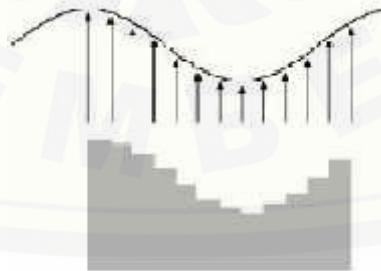
model citra. Seperti dijelaskan didepan, citra berwarna terdiri 3 layer matrik yaitu *R-layer*, *G-layer*, *B-layer*. Sehingga untuk melakukan proses selanjutnya tetap diperhatikan 3 layer diatas.

2.3.6 Thresholding

Thresholding merupakan konversi citra hitam – putih ke citra biner dilakukan dengan cara mengelompokkan nilai derajat keabuan setiap pixel kedalam 2 kelas, hitam dan putih. Pada citra hitam putih terdapat 255 level, artinya mempunyai skala “0” sampai “255” atau $[0,255]$, dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, dan nilai intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.

2.4 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah salah satu fasilitas mikrokontroller dari AVR yang berfungsi untuk mengubah data analog menjadi data digital. ADC memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second (SPS)*.



Gambar 2.4 ADC Dengan Kecepatan Sampling Rendah

Sumber: Widodo (2010)



Gambar 2.5 ADC Dengan Kecepatan Sampling Tinggi

Sumber: Widodo (2010)

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. (B. Arifianto, 2009).

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar $60\% \times 255 = 153$ (bentuk *decimal*) atau 10011001 (bentuk *biner*). $Signal = (sample / max_value) * reverence_voltage = (153 / 255) * 5 = 3$ Volt.

2.5 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahanlingkungan fisik atau kimia, sedangkan transduser adalah pengubah variable keluaran dari sensor menjadi besaran listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. (Wikipedia, 2011).

2.5.1 CMUCam4

Modul CMUCam4 didesain sebagai modul pengolah citra yang murah dan bisa dihubungkan dengan berbagai mikrokontroler lewat jalur serial (Rowe, 2001). Sensor kamera yang dipakai pada CMUCam4 adalah OV9665. CMUCam4 menggunakan mikrokontroler 8 bit SX28 sebagai pengolah citranya. Karena keterbatasan RAM, maka total citra yang bisa diproses hanya sampai 80 X 143 piksel (*Horizontal x Vertikal*). Akuisisi dan pemrosesan citra dilakukan secara per baris karena RAM yang ada tidak mencukupi untuk menampung semua piksel dari kamera. CMUCam4 memiliki fitur penjejak warna dengan metode pengambangan terhadap nilai RGB piksel yang dideteksi. *Frame rate* maksimal yang dapat dicapai oleh CMUCam4 adalah 16.7 frame per detik. CMUCam4 merupakan versi terbaru dari seri CMUCam4 sebelumnya. Pada versi terbaru ini cukup banyak perubahan yang dilakukan agar modul camera ini dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi dan mampu dihubungkan dengan berbagai macam kontroler utama, seperti PC, Arduino, MCS-51, *BASIC Stamp*, PIC, dan lain-lain. Berbasiskan prosesor *ParallaxP8X32A* yang merupakan *propeller chip* dimana terdapat 8 buah prosesor di dalam *chip* tersebut, membuat modul kamera ini mampu mengakomodasi pengolahan gambar digital dengan cepat dan data tersebut dapat dibaca dengan mudah oleh mikrokontroler, seperti Arduino, *BASIC Stamp*, dan lain-lain. Selain memiliki prosesor utama yang mumpuni, CMUCam4 juga menggunakan sensor kamera *CMOS OV9665 1.3 MegaPixel* yang telah dilengkapi dengan lensa kamera dengan ukuran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan CMUCam versi sebelumnya. Selain perbaikan dari sisi fitur dari pengolahan gambar digital, CMUCam4 juga menyediakan tambahan fitur *TV-Out* yang mampu menampilkan gambar di TV.



Gambar 2.6 CMUCam4

Sumber: *datasheet*

Spesifikasi CMUCam4:

1. Berbasiskan *Parallax P8X32A* sebagai prosesor dan *OV9665* sebagai sensor kamera.
2. *Firmware* dari prosesor *Parallax P8X32A* bersifat *Open-Source* dan *re-programmable* dengan menggunakan *Properller Tool*.
3. Memiliki desain PCB dan pinout kompatibel dengan *shield Arduino™*.
4. Terdapat library program dan demo program untuk modul *Arduino* dan *BASIC Stamp*.
5. Memiliki resolusi VGA (640x480) *RGB565/YUV655 color sensor*.
6. Mampu menghasilkan gambar dengan kecepatan 10 fps.
7. Mampu menghasilkan *raw image data* melalui komunikasi serial ataupun disimpan ke dalam *flash card*.
8. Resolusi gambar : (640:320:160:80)x(480:240:120:60).
9. Terintegrasi dengan algoritma pengolahan sinyal.
10. Memiliki fungsi untuk menghitung nilai rata-rata, nilai tengah ataupun standar deviasi.
11. Mampu menghasilkan *Histogram (up to 128 Bins)*.
12. Memiliki beberapa pin I/O.
13. Tersedia GUI di PC untuk melihat gambar yang didapatkan oleh CMUCam4.

2.6 Arduino UNO

Arduino merupakan modul *single board* berbasis *mikrokontroler* yang bersifat *open source* baik *hardware* maupun *software*, diturunkan dari *Wiring Platform*, dan dirancang untuk memudahkan *user* dalam penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino dapat dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE). IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, menggabungkan menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memory *mikrokontroler*. Arduino bersifat *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*. *Skematik*, *Bill of Material* (BoM), dan desain PCB (berbasis *EAGLE Software*) Arduino dapat di *download* secara bebas. *Software* untuk pemrograman Arduino (IDE Arduino) yang berupa *executable* file juga dapat di *download* dan di instal secara bebas pada komputer *user*. Saat ini Arduino cukup menjadi pilihan sebagai modul pengembangan *mikrokontroler* baik untuk pemula (*beginner*) hingga tingkat lanjut (*advance*).

Arduino juga sebagai pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya. Arduino menggunakan keluarga *mikrokontroler* AT Mega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan

mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk membypass *bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui *port* ISP. Arduino menawarkan beberapa fitur yang cukup menarik antara lain:

1. *Open source*, baik *hardware* maupun *software*.
2. Ekonomis, artinya investasi yang cukup murah untuk modul pengembangan *mikrokontroler* yang cukup handal.
3. Lintas *Platform* Sistem Operasi. IDE Arduino dapat dijalankan pada sistem operasi *Windows*, *Linux*, maupun *Macintosh*.
4. Cukup mudah dipelajari dan digunakan. IDE Arduino berbasis IDE *Processing* yang menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sangat mirip dengan *C++* dan *Java* sehingga mudah dipelajari dan diaplikasikan jika dibandingkan dengan bahasa pemrograman tingkat rendah seperti *Assembler*.
5. *Konektor* standar Arduino yang memungkinkan berbagai *add-on* (disebut *Shield*) dipasang dengan Arduino *board*.

2.6.1 Arduino Hardware

Arduino *Hardware* hingga saat ini berbasis *mikrokontroler AVR 8-bit RISC*(seri ATmega) seperti ATmega168, ATmega328, ATmega1280 dan ATmega2560 yang telah dilengkapi *bootloader* untuk membantu proses pengisian program.

Gambar 2.7 Board Arduino



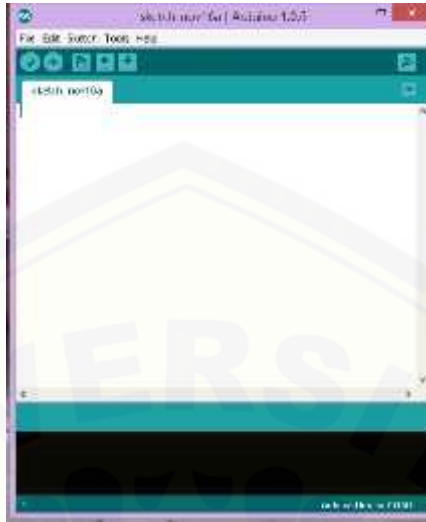
Sumber: Massimo

Spesifikasi Arduino Uno

1. Mikrokontroler ATmega328
2. Catu Daya 5V
3. Tegangan *Input* (rekomendasi) 7-12V
4. Tegangan *Input* (batasan) 6-20V
5. Pin *I/O Digital* 14 (*of which 6 provide PWM output*)
6. Pin *Input Analog* 6
7. Arus DC per Pin *I/O* 40 mA
8. Arus DC per Pin *I/O* untuk PIN 3.3V 50 mA
Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
9. SRAM 2 KB (ATmega328)
10. EEPROM 1 KB (ATmega328)
11. *Clock Speed* 16 MHz.

2.6.2 Arduino Software

Software Arduino dikembangkan dengan basis IDE *Processing* yang menggunakan bahasa yang mirip dengan *C++* dan *Java*. Bahasa dan alur pemrogramannya cukup mudah dimengerti walupun cukup belum dilengkapi dengan *Code Completion (Auto Complete)*. *Software* Arduino dapat dijalankan pada OS *multi platform* seperti *Windows*, *Linux*, dan *Macintosh*. *Software* Arduino bersifat *ExecutableFile* dan dapat langsung dijalankan tanpa harus melakukan proses instalasi terlebih dahulu asalkan pada komputer telah terinstalasi *Java Runtime*.



Gambar 2.8 Tampilan Arduino IDE

Arduino IDE terdiri dari:

1. Editor program, sebuah *windows* yang memungkinkan *user* menulis dan melakukan proses *editing* program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang berfungsi memuat (mengupload) kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam *Arduino board*.

2.6.3 Power

Arduino UNO mempunyai 2 buah sumber untuk *power*. Dapat menggunakan koneksi USB atau menggunakan *power supply*. *Power* dapat bergantian secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan menyambungkan *jack* adaptor pada koneksi *port input supply*. *Board* Arduino dapat dioperasikan menggunakan *power supply* sebesar 6-20 Volt. Jika *supply* kurang dari 6 volt, terkadang akan terjadi ketidak stabilan pada Arduino. Ini disebabkan oleh kurangnya pasokan daya yang di berikan oleh *pin 5 Volt* yang

kurang dari 5 Volt. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator akan menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada papan Arduino. Direkomendasikan tegangan yang digunakan hanya pada kisaran 6-12 Volt. Power pada Arduino menggunakan 4 pin yaitu pin Vin, pin 5V, pin 3V3 dan pin ground.

1. Vin

Tegangan *input* ke Arduino ketika menggunakan tegangan dari luar pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan menggunakan *power jack* dapat menggunakan pin ini juga untuk mengaksesnya.

2. 5V

Regulasi *power supply* digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lain pada *board* Arduino. Pin 5 V ini dapat melalui pin Vin menggunakan regulator pada *board* atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lain.

3. 3V3

Supply 3.3 Volt didapat oleh FTDI chip yang ada di *board*. Arus maksimalnya adalah 50 mA.

4. Ground

Pin ground ini berfungsi sebagai jalur *ground* pada Arduino.

2.6.4 Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada Arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi pin *Mode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input* atau *output* dapat dioperasikan dengan tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat menyediakan atau menerima maksimal 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (diputuskan secara standar) 20-50 KOhms. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Serial 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial Pin ini terhubung pada pin yang *responding* dari USB FTDI ke TTL *chip serial*.

2. *Interrupt eksternal* 2 dan 3 *pin* ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah *interrupt* pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.
3. PWM: 3, 5, 6, 10, dan 11. Mendukung 8 bit *output* PWM dengan fungsi *analog write*.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). *Pin* ini mendukung komunikasi *SPI*, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa Arduino.
5. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital *pin* 8. Ketika *pin* bernilai *HIGH*, LED hidup, ketika *pin* *LOW*, LED mati.

2.7 Intensitas Cahaya

Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Semakin jauh jarak antara sumber cahaya ke sensor maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan lux meter. Ini membuktikan bahwa semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya akan semakin berkurang. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya.



Gambar 2.9 Digital Lux Meter

Lux meter digunakan untuk mengukur tingkat iluminasi. Hampir semua lux meter terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto, dan layer panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar. Kunci untuk mengingat tentang cahaya adalah cahaya selalu membuat beberapa jenis perbedaan warna pada panjang gelombang yang berbeda. Oleh karena itu, pembacaan merupakan kombinasi efek dari semua panjang gelombang.

Luxmeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kuat penerangan (tingkat penerangan) pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intenstasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar.

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah *photo diode*. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optik. Sensor cahaya atau optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel.

Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda, dan panjang gelombang yang berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor *photo diode*.

Pembacaan hasil pada Luxmeter dibaca pada layar panel LCD (*Liquid Crystal Digital*) yang format pembacaannya pun memakai format digital. Format digital sendiri didalam penampilannya menyerupai angka 8 yang terputus-putus. LCD pun

mempunyai karakteristik yaitu menggunakan molekul asimetrik dalam cairan organik transparan dan orientasi molekul diatur dengan medan listrik eksternal.

2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya dalam alat alat elektronik seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer.



Gambar 2.10 *Liquid Crystal Display* (LCD)

Sumber: Gravitech (2015)

Kini LCD mendominasi jenis tampilan untuk komputer meja maupun *notebook* karena membutuhkan daya listrik yang rendah, bentuknya tipis, mengeluarkan sedikit panas, dan memiliki resolusi tinggi. Pada LCD berwarna semacam monitor, terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair.

Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan

hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. Berikut tabel dari fungsi pin *Liquid Crystal Display* (LCD).

Tabel 2.2 Fungsi *pin* LCD

(sumber: <http://dimasbayusragen.blogspot.com/2013/11/html> 30 Oktober 2015)

PIN	Deskripsi
1	Ground
2	VCC
3	Pengaturan Kontras
4	RS <i>Intruction (Register Select)</i>
5	R/W <i>Read/Write LCD Register</i>
6	EN <i>Eneble</i>
7	Data I/O PIN
8	VCC
9	<i>Ground</i>

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam metodologi penelitian ini di jelaskan hal pokok yang akan di kaji yaitu, studi pustaka, parameter yang akan di teliti, pengukuran dan cara pengambilan data, serta tempat dan waktu penelitian. Adapun uraian dari metode penelitian studi analisis ini sebagai berikut:

3.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal yang pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan pada dua tempat yaitu tempat tinggal pelaksana Jl. Brantas No. 144, Sumbersari - Jember dan Jl. Sukosari RT.005 RW.003 Dsn Krajan Ds Gunungmalang Kec Sumberjambe – Jember.

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam pembuatan tugas akhir ini dibutuhkan langkah-langkah perancangan sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah

Merumuskan masalah dari beberapa hal yang berkaitan dengan difokuskan untuk pembuatan sistem informasi pendeteksi bencana banjir menggunakan metode deteksi warna.

2. Studi *literature* terhadap objek dan penelitian

Mengumpulkan dan mempelajari literatur atau landasan teori yang berkaitan dengan sistem pendeteksi banjir, CMUCam4, dan parameter pengujian.

3. Perancangan Alat

Tahap perancangan yang pertama dilakukan adalah melengkapi semua alat dan bahan yang diperlukan. Selanjutnya membuat diagram blok sistem secara keseluruhan, kemudian melakukan perancangan alat yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

4. Pengambilan Data

Data yang digunakan adalah data dari hasil pengujian keandalan alat serta keandalan sistem yang meliputi proses pengambilan gambar dan proses deteksi warna.

5. Analisis sistem

Menganalisa parameter-parameter yang harus diamati ketika melakukan pengambilan data serta menganalisa data yang telah diperoleh dari sistem yang berjalan.

6. Pengambilan kesimpulan dan saran

Pengambilan kesimpulan dari semua hasil analisis data yang telah didapat berdasarkan dasar teori dan pengujian.

3.3. Alat & Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah :

a. *Hardware*

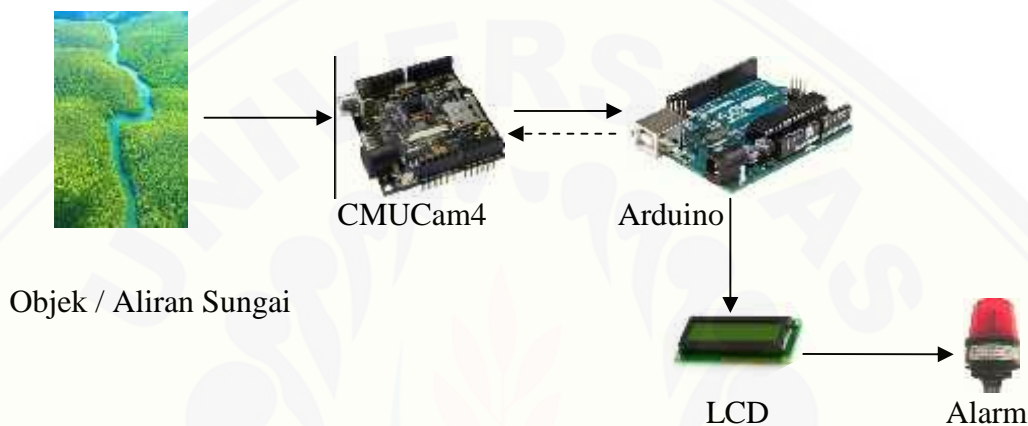
1. Komputer
2. Kamera CMUCam4
3. Kabel *serial* / USB
4. Arduino
5. Lux Meter
6. LCD
7. Alarm (*Buzzer*)
8. Sebuah *prototype* aliran sungai

b. *Software*

1. CMUCam4 GUI
2. Arduino IDE

3.4 Perancangan Sistem

Dalam suatu perancangan dibutuhkan blok diagram alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar suatu perancangan memiliki tahap-tahap yang skematis dalam pembangunannya. Maka dari itu penulis merancang blok diagram dari alat yang akan dibuat agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan. Berikut merupakan blok diagram alat yang akan dirancang:



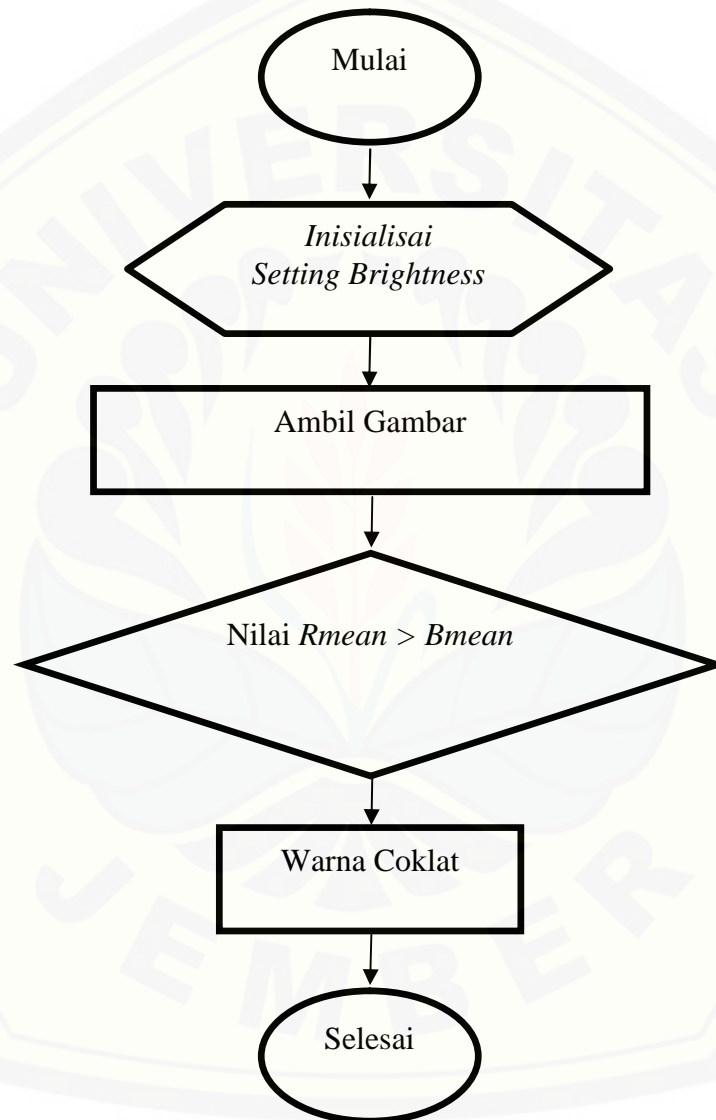
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada gambar 3.1 menggunakan beberapa perangkat keras seperti CMUCam4, Arduino Uno, (*Liquid Crystal Display*) LCD, dan Alarm. CMUCam4 tersebut digunakan untuk mengambil gambar *prototype* aliran sungai. Sementara itu Arduino dihubungkan dengan CMUCam4 dimana terdapat 4 pin yang harus digabungkan atau disambungkan dari CMUCam4 ke Arduino, yaitu pin Vcc ke sumber pada Arduino 5V. GND atau *ground* pada CMUCam4 ke GND atau *ground* Arduino, lalu pin Rx CMUCam4 pada Tx Arduino dan pin Tx CMUCam4 pada Rx Arduino.

Data pengujian sensor kamera CMUCam4 dengan membaca digital RGB warna target di dapatkan nilai merah minimal 183, merah maksimal 254, hijau minimal 198, hijau maksimal 255, biru minimal 187, dan biru maksimal 255. Nilai tersebut dimasukan pada program Arduino IDE untuk di proses yang dapat mengetahui kondisi sungai yang telah di deteksi warnanya. LCD sendiri berfungsi

untuk menampilkan nilai-nilai pada saat CMUCam4 dan Arduino bekerja, nilai tersebut antara lain adalah CV, PX, MX dan MY. Pada kondisi sungai normal nilai CV <20 keadaan Alarm mati, namun sebaliknya dalam kondisi sungai bahaya nilai CV >20 kondisi Alarm menyala.

3.5 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram alir pengambilan data

3.6 Pengenalan Warna

Proses pengenalan warna dimulai dari inisialisasi sistem dan *device*. Disini akan diset UART serial, sistem warna RGB, resolusi, dan lain-lain. Setelah sistem sudah siap, maka akan mulai menangkap gambar melalui sensor kamera lalu nilainya disimpan. Setelah nilai-nilai tiap piksel dan titik tengah benda sudah tersimpan maka mulai dilakukanlah proses pengolahan citra sehingga didapat nilai komponen RGB dari yang dilihat kamera. Untuk menentukan apakah benda yang ada di depan kamera warna coklat, digunakan perbandingan antara nilai R_{mean} , B_{mean} dan G_{mean} . Jika nilai R_{mean} lebih besar dari B_{mean} maka benda yang ada di depan kamera adalah coklat.

Dalam menentukan warna nilai R_{mean} , B_{mean} , dan G_{mean} diambil untuk dibandingkan yang kemudian diproses ke dalam *mikrokontroler*. RGB adalah singkatan dari *Red – Green – Blue* adalah model warna pencahayaan (*additive color mode*) dipakai untuk *display monitor*, warna-warna primernya (*Red, Green, Blue*) tergantung pada teknologi alat yang dipakai seperti CRT atau LCD pada *display monitor*.

Apabila (*Red – Green – Blue*) ketiga warna tersebut dikombinasikan maka terciptalah warna putih inilah mengapa RGB disebut '*additive color*' atau 'warna pencahayaan'. Warna RGB merupakan prinsip warna yang digunakan oleh media elektronik seperti televisi, monitor komputer, dan juga *scanner*. Oleh karena itu, warna yang ditampilkan RGB selalu terang dan menyenangkan, karena memang di setting untuk *display monitor*, bukan untuk cetak, sehingga lebih leluasa dalam bermain warna. Tapi bukan berarti RGB bebas masalah karena tampilan warna RGB akan selalu terikat dengan kapasitas atau kemampuan grafis komputer.

3.7 Instalasi CMUCam4

3.7.1 Instalasi *Hardware*

Sebelum perakitan perlu diketahui terlebih dahulu bagian-bagian dari CMUCam4 yaitu:

a. Modul kamera CMOS

Didalamnya terhadap sensor cahaya yang berfungsi untuk menangkap intensitas cahaya dan warna yang akan diteruskan ke proses untuk diolah lebih lanjut.

b. *Main board*

Berisi mikro prosesor yang akan melakukan semua proses pengolahan citra yang telah diprogramkan (*firmware*).

c. *Power adaptor*

Bisa berupa baterai atau AC adaptor untuk menyuplai daya yang dibutuhkan *main board*. Tegangan haruslah antara 5,5 – 10 volt DC.

d. MMC

Memory yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data hasil dari pemrosesan yang dilakukan oleh *Flowchart* sebelumnya.

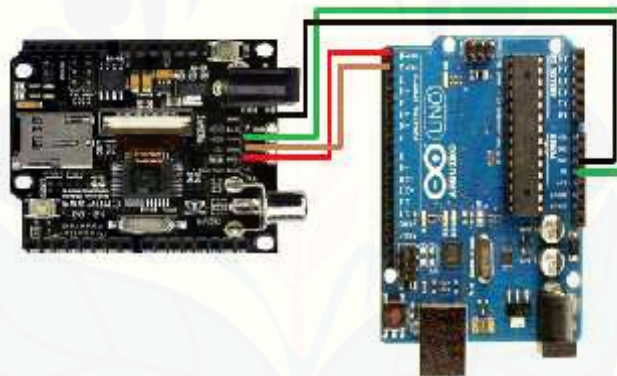
Setelah mengetahui bagian-bagian dari CMUCam4. Berikut langkah-langkah instalasi *hardware* pada CMUCam4:

1. Pasang MMC *card* pada main board.
2. Pasang kabel *port serial* pada modul di pin Arduino.
3. Pasang ujung lain dari kabel *port serial* ke komputer.
4. Pasang *power adaptor* pada konektor nya.
5. Nyalakan tombol *power* pada posisi ON untuk memastikan CMUCam4 sudah berjalan dengan baik (lampu indikator merah akan menyala bila CMUCam4 telah terpasang dengan baik).

3.7.2 Instalasi *software*

Seperti yang dijelaskan pada kajian pustaka bahwa CMUCam4 ini sudah mempunyai kemampuan untuk menjalankan pemrosesan citra langsung dari modul mikroprosesor yang sudah ter *embedded* pada modul. Dengan kemampuan itu kita dapat mengembangkan sendiri *firmware* CMUCam4 agar dapat bekerja dan menghasilkan *output* sesuai dengan kebutuhan kita. Kita dapat mengembangkan *firmware* yang akan kita tanamkan pada mikroprosesor dengan menginstalasi dulu beberapa *software* yang sudah tersedia pada modul kamera CMUCam4.

3.8 Perancangan CMUCam4 dengan Arduino



Gambar 3.3 Perancangan CMUCam4 dengan Arduino

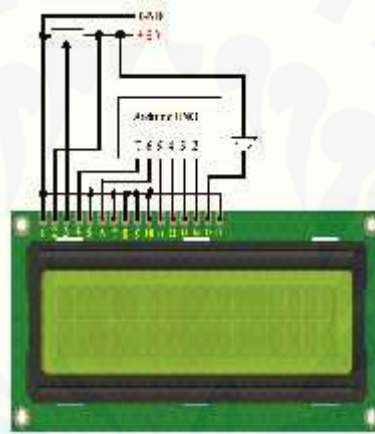
Pada penelitian ini menggunakan CMUCam4 dan Arduino. Dimana terdapat 4 pin yang harus digabungkan atau disambungkan dari CMUCam4 ke Arduino, yaitu pin Vcc ke sumber pada Arduino 5V. GND atau *ground* pada CMUCam4 ke GND atau *ground* Arduino, lalu pin Rx CMUCam4 pada Tx Arduino dan pin Tx CMUCam4 pada Rx Arduino.

Port serial yang digunakan adalah *port* serial 3 yaitu pada pin (Tx) dan pin (Rx). Pengaturan *default baudrate* yang digunakan untuk komunikasi antara kamera dengan arduino adalah 19200 bps, namun *baudrate* ini bisa diubah sesuai dengan kebutuhan. Hal ini agar proses pengiriman data gambar dari CMUCam4 ke PC tidak lambat dan terputus-putus. Agar tidak terjadi *overflow* disarankan

untuk menggunakan *baudrate* yang tinggi. Saat ini, *baudrate* yang telah disediakan yaitu mencapai 19200 bps dengan menggunakan *port* serial 1 pada pin 0 (Tx) dan pin 1 (Rx).

Dari hasil pengujian komunikasi serial monitor yang terhubung ke CMUCam4, data tidak dapat ditampilkan pada serial monitor Arduino. Hal ini terjadi karena pin Rx dan Tx pada Arduino terhubung langsung dengan CMUCam4, sehingga proses pengiriman data menjadi terganggu.

3.9 Perancangan Arduino dengan *Liquid Crystal Display* (LCD)



Gambar 3.4 Perancangan LCD Dengan Arduino UNO

(sumber: <http://blog.electrotec.pe/blog/CalcuBasica>)

Pada penelitian kali ini menggunakan LCD 16x2 yang mempunyai 16 *pin*, berturut-turut fungsi dari *pin-pin* tersebut yaitu: Vss, Vdd, Vo, RS, RW, E, D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, A, dan K.

3.10 Kalibrasi CMUCam4

Pada proses ini akan dipaparkan kalibrasi untuk penempatan target kamera CMUCam4 berada pada titik untuk dapat dieksekusi ke perintah selanjutnya. Target yang diletakkan di posisi yang ditentukan. Pada gambar 3.5 target berada di posisi Mx, My yang tegak lurus dengan objek untuk dapat diambil targetnya.



Gambar 3.5 Posisi Target

Pada kalibrasi ini target yang tegak lurus seperti gambar 3.5 memiliki koordinat M_x , M_y dan juga memiliki nilai ketegasan atau nilai *confidence*. Pada gambar 3.6 menunjukkan nilai M_x , M_y dan juga *confidence* dari target.



Gambar 3.6 Nilai Hasil Kalibrasi

Keterangan :

CV : *Convidence*

PX : Piksel

MX : Koordinat X

MY : Koordinat Y

Berikut gambar yang ditampilkan pada LCD dengan keterangan CV (*confidence*), koordinat MX (M_x) dan MY (M_y), memiliki nilai CV 6, PX 5, MX 80, MY 59 yang dikirimkan dari CMUCam4 lalu ditampilkan pada LCD.

3.11 Standar Warna RGB

Terdapat beberapa warna dasar yang dapat dijadikan sebagai acuan, yaitu warna merah dengan nilai digital RGB berturut turut sebesar (255,0,0) lalu nilai digital warna pada hijau RGB berturut turut (0,255,0) dan juga warna biru nilai digital RGB berturut turut (0,0,255).

Sebuah warna dalam RGB digambarkan dengan menentukan seberapa banyak masing-masing warna merah, hijau, dan biru yang dicampurkan. Warna ini dituliskan dalam bentuk *triplet* RGB (*red-green-blue*), setiap bagiannya dapat bervariasi dari nol sampai nilai maksimum yang ditetapkan. Dalam komputer, nilai-nilai komponen sering disimpan sebagai angka integer antara 0 sampai 255, kisaran yang dapat ditampung sebuah bita (*8-bit*). Nilai ini dapat dituliskan dalam angka desimal maupun heksadesimal.

Tabel 3.1 Standar warna RGB

Warna	Red	Green	Blue
Hitam	0	0	0
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Kuning	255	255	0
Magenta	255	0	255
Cyan	0	255	255
Putih	255	255	255
Abu-Abu	127	127	127
Orange	255	110	0
Ungu	128	0	255
Coklat	128	25	0
Pink	255	190	220
Navy	0	0	120

3.12 Standar Lumen

Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya.

a. Sistem Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda yang perlu diterangi. Sistem ini dinilai paling efektif dalam mengatur pencahayaan, tetapi ada kelemahannya karena dapat menimbulkan bahaya serta kesilauan yang mengganggu, baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda yang ada didalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan.

b. Pencahayaan Semi Langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan langsung pada benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dengan sistem ini kelemahan sistem pencahayaan langsung dapat dikurangi. Diketahui bahwa langit-langit dan dinding yang dipelster putih memiliki efisiensi pemantulan 90%, sedangkan apabila dicat putih efisien pemantulan antara 5-90%.

c. Sistem Pencahayaan Difus (*general diffus lighting*)

Pada sistem ini setengah cahaya 40-60% diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dalam pencahayaan sistem ini termasuk sistem *direct-indirect* yakni memancarkan setengah cahaya ke bawah dan sisanya keatas. Pada sistem ini masalah bayangan dan kesilauan masih ditemui.

d. Sistem Pencahayaan Semi Tidak Langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, sedangkan sisanya diarahkan ke bagian bawah. Untuk hasil yang optimal disarankan langit-langit perlu diberikan perhatian serta dirawat dengan baik. Pada sistem ini masalah bayangan praktis tidak ada serta kesilauan dapat dikurangi.

e. Sistem Pencahayaan Tidak Langsung (*indirect lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat menjadi sumber cahaya, perlu diberikan perhatian dan pemeliharaan yang baik. Keuntungan sistem ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisien cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

Tabel 3.2 Standar Lumen

Keperluan	Tingkat Lumen	Contoh Area Kegiatan
Pencahaya Umum untuk ruangan dan area yang jarang digunakan.	20	Layanan penerangan yang minimum dalam area sirkulasi luar ruangan, pertokoan didaerah terbuka, tempat penyimpanan.
	50	Tempat pejalan kaki & panggung.
	70	Ruang boiler.
	100	Halaman Trafo, ruangan tungku.
	150	Area sirkulasi di industri, pertokoan dan ruang penyimpan.
Pencahaya umum untuk interior	200	Layanan penerangan yang minimum.
	300	Meja & mesin kerja ukuran sedang, proses umum dalam industri kimia dan makanan, kegiatan membaca dan.

Lanjutan Tabel 3.2 Standar Lumen

	450	Gantungan baju, kantor, pekerjaan warna.
	1500	Perakitan mesin presisi kecil; Perakitan komponen elektronik.
Pencahayaan tambahan tempat untuk tugas visual yang tepat	3000	Pekerjaan berpresisi dan rinci sekali, misal instrumen yang sangat kecil, pembuatan jam tangan, pengukiran

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan dan hasil pengujian pada sistem menggunakan deteksi warna, didapatkan beberapa kesimpulan yang dapat diambil, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Dari hasil pengujian *image processing*, dimana warna coklat sebagai acuan pada penelitian di dapatkan nilai digital RGB warna target dengan nilai merah minimal 183, merah maksimal 254, hijau minimal 198, hijau maksimal 255, biru minimal 187, dan biru maksimal 255.
2. Dari perubahan warna melalui nilai RGB yang di deteksi dengan cara penggunaan sistem pada modul CMUcam4 sebagai sensor yang mendeteksi warna, resolusi yang digunakan untuk mengambil objek yaitu 640 x 480 *pixels*, dengan nilai 90 pada *confidence interval level coefficient*. Oleh karena itu, semakin besar nilai *confidence interval level coefficient*, maka semakin baik dan jelas gambar yang di hasilkan oleh CMUCam4.
3. Pengaturan *default baudrate* yang digunakan untuk komunikasi antara kamera dengan arduino adalah 19200 bps, namun *baudrate* ini bisa diubah sesuai dengan kebutuhan. Hal ini agar proses pengiriman data gambar dari CMUcam4 ke *PC* tidak lambat dan tersendat-sendat. Agar tidak terjadi *overflow* disarankan untuk menggunakan *baudrate* yang tinggi. Saat ini, *baudrate* yang telah disediakan yaitu mencapai 19200 bps dengan menggunakan *port serial 1* pada pin 0 (Tx) dan pin 1 (Rx).

5.2 Saran

Berdasarkan pembuatan dan hasil pengujian pada sistem ini, sebaiknya sistem ini dapat ditambahkan sensor cahaya otomatis untuk mendeteksi adanya intensitas cahaya pada ruangan atau yang dipantulkan oleh benda yang berbeda pada saat pengambilan objek, yang bertujuan untuk dapat mendeteksi kekontrasan warna objek pada saat *tracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Iyad, H. Mahmoud, 2009, *Human Face Detection System Using HSV, Recent Researches in Circuit, Systems, Electronics, Control & Signal Processing*, p.16.
- Adi Susilo, dkk. 2011. *Desain Sistem Peringatan Dini Zona Rawan banjir Dengan Penerapan Sensor Ketinggian Volume Air*. Hal : 283-289.
- Aditya, Dani Aufa, 2011, *Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Di DAS Bringin Terhadap Tingkat Kerawanan Banjir Di Kota Semarang*, Program Studi Teknik Geodesi, UNDIP, Semarang.
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Anon, 2011, *Panduan Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI 2011)*, Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Astari, Rima Y, 2003. *Deteksi Wajah Menggunakan Analisa Paket Wavelet Manfaatkan Ciri Warna Kulit*. Dipresentasikan Pada: Seminar Nasional Opto Elektronika dan Aplikasi Laser Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok, 1-2 September.
- Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan Labview*. PT Elex Media Komputindo: Jakarta.
- Frery, A.C. 2000. *Color Research and Application. Web-Based Interactive Dynamics for Color Models Learning*.
- Hendy Mulyawan, 2010, *Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time*, Surabaya, Tugas akhir PENS, ITS.

- Koschan, Andreas.1994. *Colour Image Segmentation –A Survey-*. Universitas Teknik. Berlin.
- Microsoft. 2006. *How To Converting Colors Between RGB and HLS (HBS)*, artikel ID 29240. Microsoft: United States.
- Munir, Renaldi.2004.*Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika: Bandung.
- Permadi Rama, 2006, *Aplikasi Image Processing Dalam Penggunaan Kamera Sebagai Sensor Api*, Bandung, Skripsi Sekolah Tinggi Teknologi Telkom Bandung.
- Pratt, William K.2001.*Digital Image Processing*, 3rdEd.: New York.
- Putranto Budi Yoga Benedictus, 2010, *Segmentasi Warna Citra Dengan Deteksi Warna Hsv Untuk Mendeteksi Objek*. Yogyakarta, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
- Rinaldy, Wendi.1997.*Analisa Operator Pendeteksi Edge dengan Teknik Spasial Domain*. Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia:Jakarta.
- Suhono Harso Supangkat. 1993. *Teknologi Pemampatan Sinyal Gambar Digital*. Kompas: Jakarta.
- T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, O.D. Nurhayati, Wijanarto, 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta, p.256.

LAMPIRAN

List Program Arduino

```
#include <CMUcam4.h>

#include <CMUcom4.h>

#include <LiquidCrystal.h>

// RED COLOR TRACKING
DEFINITION*****

#define RED_MIN 183

#define RED_MAX 254

#define GREEN_MIN 197

#define GREEN_MAX 255

#define BLUE_MIN 187

#define BLUE_MAX 255

//*****
*

#define LED_BLINK 5 // 5 Hz

#define WAIT_TIME 5000 // 5 seconds

#define PIXELS 75 // The percent of tracked pixels needs to be greater than this 0=0% -
255=100%.
```



```
#define CONFIDENCE 11 // The percent of tracked pixels in the bounding box needs to
be greater than this 0=0% - 255=100%.

#define NOISE_FILTER 2 // Filter out runs of tracked pixels smaller than this in length 0
- 255.

CMUcam4 cam(CMUCOM4_SERIAL1);

LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);

//Setup *****

void setup(){

  Serial.begin(9600);

  lcd.clear();

  lcd.begin (16, 2);

  lcd.print ("Semangat!!");

  delay(1000);

  lcd.clear();

  cam.begin();

  cam.automaticPan(true, false);

  cam.automaticTilt(true, false);

  // Wait for auto gain and auto white balance to run.
```

```
cam.LEDOn(LED_BLINK);

delay(WAIT_TIME);

// Turn auto gain and auto white balance off.

cam.colorTracking(false); // Go to YUV mode! False for RGB mode!

cam.autoGainControl(false);

cam.autoWhiteBalance(false);

// See automatic pan and tilt for more details.

cam.LEDOn(CMUCAM4_LED_ON);

cam.noiseFilter(NOISE_FILTER);

cam.setTrackingParameters(RED_MIN, RED_MAX, GREEN_MIN, GREEN_MAX,
BLUE_MIN, BLUE_MAX);
}

void loop(){

  CMUcam4_tracking_data_t data;
```

```
for(;;){  
  
    cam.trackColor();  
  
    cam.getTypeTDataPacket(&data);  
  
    //lcd  
  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print(data.confidence);  
  
    lcd.print(" ");  
  
    lcd.setCursor(6, 0);  
    lcd.print("CV");  
  
  
    lcd.setCursor(9, 0);  
    lcd.print(data.pixels);  
  
    lcd.print(" ");  
  
    lcd.setCursor(14, 0);  
    lcd.print("PX");  
  
  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(data.mx);  
  
    lcd.print(" ");  
  
    lcd.setCursor(6, 1);  
    lcd.print("MX");
```

```
lcd.setCursor(9, 1);  
  
lcd.print(data.my);  
  
lcd.print(" ");  
  
lcd.setCursor(14, 1);  
  
lcd.print("MY");  
}  
}
```

