

**PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN WARNA MENGGUNAKAN
SENSOR OPTIS RGB**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di

Jurusan Teknik Elektro



Oleh :

Nama : Muji Aryanto

No. Mahasiswa : 05 524 026

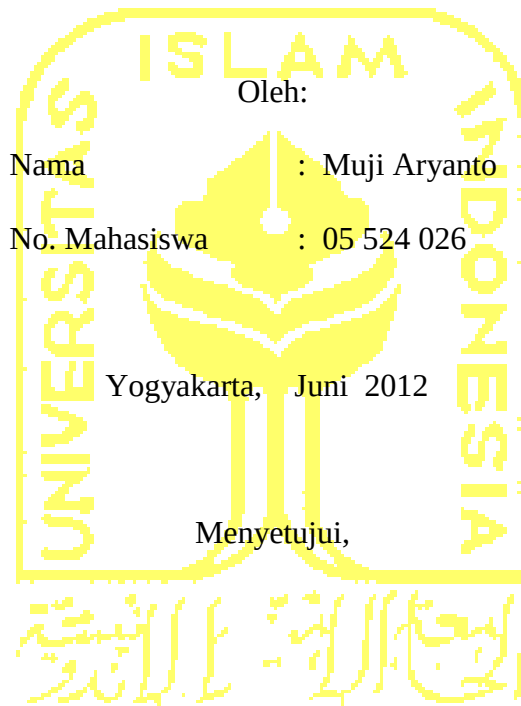
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR OPTIS RGB

TUGAS AKHIR



Pembimbing I

Wahyudi Budi Pramono S.T., M.Eng

Pembimbing II

Dwi Ana Ratna Wati, ST., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN WARNA MENGGUNAKAN
SENSOR OPTIS RGB

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Muji Aryanto

No. Mahasiswa : 05 524 026

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Juni 2012

Tim Penguji,

Wahyudi Budi Pramono, ST.,M.Eng
Ketua

Budi Astuti, Ir.,MT.
Anggota I

Hendra Setiawan, ST.,MT.,Dr.Eng.
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Tito Yuwono, ST., M.Sc.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati,

Karya sederhana ini Kupersembahkan untuk:

Allah SWT Atas segala kemudahan yang Engkau berikan, sehingga satu
amanahMu mampu hamba selesaikan

Sholawat dan salam teruntuk Junjungan kita Nabi Muhammad SAW Yang
telah membawa manusia dari alam kegelapan ke dunia terang benderang
dan yang selalu kunanti syafaatnya kelak di yaumul qyamah
allahuma amien....

Ayahanda dan Ibunda yang telah mengukir jiwa & agaku hingga detik ini

Temen_temenku:

"All Angkatan "TE 05", Yang telah hadir dalam hidupku dan menggoreskan
beraneka tulisan dan lukisan yang tertoreh dalam catatan perjalananku.

Dan jasa para pendidik yang telah mengantarkanku

hingga hari ini

HALAMAN MOTTO

"... Dan barangsiapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan
menjadikan baginya jalan kemudahan dalam urusannya"

(QS. Ath Thalaq : 4)

"sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu
telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh
(urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu
berharap"

(QS. Asy Syarh : 6-8)

Bersabarlah Kamu Dalam Setiap Urusan Karena Sebaik-baiknya
Manusia Adalah Yang Bersabar.

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur Alhamdulillah tak henti- hentinya dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang mana telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rosulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Perancangan Sistem Pengenalan Warna Menggunakan Sensor Optis RGB” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat baik secara materil maupun moril, hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
2. Bapak Tito Yuwono, ST, MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng. selaku Pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng. selaku Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Mas Heri yang selalu menyediakan tempat, alat – alat dan komponen Lab. Kendali.
6. Teman – teman yang selalu memberikan support dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Harapan penulis laporan tugas akhir ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juni 2012

Penulis

ABSTRAK

Pada penelitian ini dibuatlah suatu rancangan sensor warna yang menggabungkan sirkuit analog dengan *LabView* menggunakan perantara perangkat keras NI DAQ 6009 untuk mengakusisi data. Perangkat ini memiliki tiga buah LED berwarna Merah,,Hijau dan Biru yang masing-masing telah dimodulasi frekuensinya. Cahaya dari ketiga LED ini kemudian diarahkan pada permukaan benda berwarna tertentu yang kemudian pantulan cahaya LED tersebut menuju ke fototransistor. Sinyal yang didapat dari fototransistor kemudian disimpan dalam *personal computer* (PC) dengan bantuan perangkat lunak *LabView*. *LabView virtual instrument* kemudian menganalisa input sinyal tadi untuk menentukan amplitude dari ketiga LED relative terhadap nilai kalibrasi. Warna yang ditampilkan pada layar bersifat *realtime* secara terus menerus yang dihasilkan dengan menggabungkan amplitude dari ketiga LED yang datanya diambil secara *continuous* dengan skala nilai dari 0 sampai 255. Hasil pengenalan warna memiliki konfigurasi nilai skala RGB yang tidak selalu sama dengan konfigurasi skala nilai pada media objek yaitu masih terdapat selisih error terutama pada warna biru. Dengan meningkatkan sensitivitas sensor dan settingan rangkaian penunjang yang lebih tepat lagi maka sensor warna ini memiliki potensi untuk lebih banyak menampilkan warna yang berbeda.

Kata kunci : akuisisi data , modulasi frekuensi, *LabView*, pengenalan warna

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xviii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) NI DAQ 6009	6
2.3 Perangkat Lunak (<i>Software</i>) <i>LabView</i>	12

2.4 Sensor Foto Transistor	14
2.5 Komponen Pendukung Utama	17
2.5.1 IC NE 555	17
2.5.2 IC LF 356	19
 BAB III : PERANCANGAN SISTEM	
3.1 Perancangan Sistem	20
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	21
3.2.1 Rangkaian <i>Power Supply</i>	21
3.2.2 Rangkaian <i>Modulasi LM555</i>	22
3.2.3 Rangkaian <i>Current to Voltage Converter</i>	23
3.2.4 Rangkaian Filter (<i>LowPass Butterworth Filter</i>)	24
3.3 Perancangan <i>Software LabView</i> Untuk Perangkat	
NI DAQ 6009	25
3.3.1 Input DAQ Pada <i>LabView</i>	26
3.3.2 <i>Tone Measurements</i> Pada <i>LabView</i>	27
3.3.3 Blok Diagram Pada <i>Labview</i>	29
3.3.4 Proses Perhitungan Kalibrasi	32
3.3.5 Tampilan <i>Front Panel Labview</i>	34
 BAB IV : PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian <i>Hardware</i>	37
4.1.1 Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	37
4.1.2 Pengujian Rangkaian <i>Modulasi LM555</i>	37

4.1.3 Pengujian Nilai Tegangan Variasi Pada LED RGB	40
4.1.4 Pengujian Nilai Tegangan Output	40
4.1.4.1 Pengujian Nilai Tegangan Output Dengan	
Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	41
4.1.4.2 Pengujian Nilai Tegangan Output Dengan	
Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	43
4.2 Pengujian Hasil Tampilan Warna Pada <i>Front Panel Labview</i>	45
4.2.1 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor	
3cm Dari Media Uji Kertas Print Warna	46
4.2.2 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor	
3cm Dari Media Uji Kertas Print Warna Dan	
Intervensi Cahaya Luar	53
4.2.3 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor	
1.5cm Dari Media Uji Kertas Print Warna	59
4.2.4 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor	
1.5cm Dari Media Uji Kertas Print Warna Dan	
Intervensi Cahaya Luar	67

BAB V : PENUTUP

5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok diagram NI DAQ 6009	9
Gambar 2.2 Skema mode <i>differential</i>	11
Gambar 2.3 Skema mode RSE	11
Gambar 2.4 <i>Connecting Load AO</i>	12
Gambar 2.5 Analog <i>input</i> pada <i>front panel</i>	13
Gambar 2.6 Analog <i>output</i> pada <i>front panel</i>	14
Gambar 2.7 Foto Transistor Dan Lambangnya	16
Gambar 2.8 <i>Pin Out NE555</i>	18
Gambar 2.9 Blok Diagram NE555	18
Gambar 2.10 <i>Pin Out LF356</i>	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	20
Gambar 3.2 Rangkaian <i>Power Supply</i>	21
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Modulasi LM555</i>	22
Gambar 3.4 Tabung hitam serta penempatan LED dan Foto Transistor	23
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Current to Voltage Converter</i>	24
Gambar 3.6 Rangkaian <i>LowPass Butterworth Filter</i>	25
Gambar 3.7 Konfigurasi <i>Input DAQ</i> pada <i>LabView</i>	27
Gambar 3.8 Konfigurasi <i>Tone Measurements</i> pada <i>LabView</i>	28
Gambar 3.9 Blok Diagram Sensor Warna pada <i>LabView</i>	29

Gambar 3.10 Blok Diagram kinerja Blok Program	31
Gambar 3.11 Blok Perhitungan Kalibrasi	33
Gambar 3.12 Tampilan <i>Front Panel LabView</i>	35
Gambar 4.1 Tampilan Osiloskop pada LED Merah.....	38
Gambar 4.2 Tampilan Osiloskop pada LED Hijau	38
Gambar 4.3 Tampilan Osiloskop pada LED Biru	39
Gambar 4.4 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	46
Gambar 4.5 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	47
Gambar 4.6 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	48
Gambar 4.7 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	49
Gambar 4.8 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	50
Gambar 4.9 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Kuning Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	51
Gambar 4.10 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	53

Gambar 4.11	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hitam	
	Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan	
	Intervensi Cahaya Dari Luar	54
Gambar 4.12	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Merah	
	Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan	
	Intervensi Cahaya Dari Luar	55
Gambar 4.13	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hijau	
	Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan	
	Intervensi Cahaya Dari Luar	56
Gambar 4.14	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Biru	
	Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan	
	Intervensi Cahaya Dari Luar	57
Gambar 4.15	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Kuning	
	Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan	
	Intervensi Cahaya Dari Luar	58
Gambar 4.16	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Putih	
	Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	60
Gambar 4.17	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hitam	
	Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	61
Gambar 4.18	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Merah	
	Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	62

Gambar 4.19	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	63
Gambar 4.20	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	64
Gambar 4.21	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Kuning Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	65
Gambar 4.22	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	67
Gambar 4.23	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	68
Gambar 4.24	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	69
Gambar 4.25	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	70
Gambar 4.26	Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	71

Gambar 4.27 Tampilan <i>Front Panel LabView</i> Untuk Warna Kuning	
Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan	
Intervensi Cahaya Dari Luar	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Feature</i> dari USB 6009.....	8
Tabel 2.2 Tugas dari setiap PIN terminal analog	10
Tabel 3.1 Penentuan nilai kapasitor dan timer Frekuensi	22
Tabel 4.1 Pengujian Nilai Tegangan Variasi Pada LED RGB	40
Tabel 4.2 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Print Warna	
Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	41
Tabel 4.3 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Asturo Berwarna	
Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji.....	42
Tabel 4.4 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Papan Cat	
Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji	43
Tabel 4.5 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Print Warna	
Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	44
Tabel 4.6 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Asturo Berwarna	
Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	44
Tabel 4.7 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Papan Cat	
Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji	45
Tabel 4.8 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas	
Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm	52

Tabel 4.9 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media

Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm	
Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	59

Tabel 4.10 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas

Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm	66
---	----

Tabel 4.11 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media

Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm	
Dan Intervensi Cahaya Dari Luar	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata manusia terdiri dari tiga warna dasar (primer) yaitu: merah, biru dan hijau. Dari perpaduan ketiga warna tersebut maka manusia dapat membedakan warna-warna lain (sekunder). Penampilan warna telah diketahui tidak hanya lebih menarik dan menawan, tetapi juga dapat memberikan informasi kepada pemirsanya. Mekanisme psikofisis tentang bagaimana manusia dapat melihat warna dapat dijelaskan bahwa otak manusia menerima impuls warna dari mata melalui tiga alat penerima cahaya terpisah di retina yaitu sel konus. Sel-sel konus tersebut masing-masing peka terhadap cahaya merah, biru dan hijau. Secara bersama-sama digabungkan impuls tersebut menghasilkan suatu warna tunggal di dalam persepsi warna berdasarkan spectral, sehingga manusia tergantung pada jumlah pantulan tenaga objek tertentu pada spectrum merah, biru dan hijau. Singkatnya manusia menerima semua warna dengan menggabungkan jumlah ketiganya secara relative.

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini mencoba untuk membuat suatu sistem yang mampu mendeteksi suatu warna yang merupakan hasil dari perpaduan dari warna-warna primer maupun warna primer itu sendiri. Cara kerja dari alat tersebut juga kurang lebih meniru sistematika kerja dari mata kita dalam membedakan suatu warna.

Dalam aplikasinya sendiri sistem ini nantinya mampu digunakan dalam manufaktur untuk mendeteksi cacat pada suatu produk atau dalam penyortiran produk yang berbeda, dan aplikasi yang umum yaitu dalam robotika untuk *feedback* visual dalam navigasi robot dan untuk fungsi-fungsi tertentu lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengambil data tegangan dan frekuensi dari pantulan cahaya yang ditangkap oleh foto transistor sehingga dapat diolah di dalam komputer.
2. Bagaimana mengolah data hasil penelitian dalam sebuah tampilan dan grafik agar dapat dimonitor.
3. Bagaimana cara mendapatkan suatu tampilan warna yang tepat dan sesuai dengan warna asli benda sebagai objeknya.

1.3 Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang harus diselesaikan pada proses pembacaan warna, maka dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Data Akuisisi yang digunakan adalah NI DAQ 6009 .
2. Sensor warna yang digunakan adalah foto transistor.
3. Proses penampilan warna menggunakan *LabView*

4. Objek media uji yang digunakan adalah kertas print berwarna, kertas asturo berwarna serta papan yang telah dicat dan variasi jarak pada fototransistor yaitu 3cm dan 1,5cm dari media objek.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan suatu teori dan aplikasi nyata bahwa dapat dirancang suatu sistem yang dapat membaca suatu warna pada objek benda dan dapat ditampilkan secara real melalui komputer.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang judul, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan serta sistematika pembahasan dari tugas akhir ini sendiri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai teori-teori akuisisi data dan identifikasi sistem yang mendukung dalam pelaksanaan penyelesaian tugas akhir, serta komponen - komponen pendukung *hardware* dan *software*.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini diuraikan tentang perencanaan serta langkah-langkah dalam pembuatan perangkat keras (*pemodulasi frekuensi dengan LM555, current to*

voltage converter, *foto transistor*, *low pass butterworth filter*) dan perangkat lunak (*LabView*,) pada tugas akhir.

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan yang telah dibuat, akan menghasilkan suatu *hardware* yang dapat digunakan untuk menghasilkan keluaran berdasarkan nilai pantulan cahaya dan *software* yang mengolah dan menampilkan hasil yang didapat tersebut. Kemudian dilakukan beberapa analisa serta pengujian terhadap *hardware* dan *software* tersebut, sehingga dari alat yang telah diselesaikan dapat diketahui seberapa jauh kebenaran yang dihasilkan dalam praktek bila dibandingkan dengan teori-teori penunjang yang ada.

BAB V PENUTUP

Dari tahapan-tahapan di atas tersebut, maka pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dari pengujian dalam pembacaan warna untuk objek benda tertentu serta saran-saran yang mendukung agar penelitian yang telah dilakukan menjadi lebih baik .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian yang berjudul “*Mesin Penyortir Barang Berdasarkan Warna Kemasan Berbasis Mikrokontroller AT89S51*”(Subowo, Erlan 2006.) bagian utama hardware yang digunakan adalah IC Mikrokontroller AT89S51, Modul LCD M1632 serta mesinnya yang meliputi running bell dan tuas pendorongnya. Software yang digunakan untuk membuat program yang akan diisikan kedalam Mikrokontroller adalah bahasa assembler dengan terlebih dahulu mengubahnya kedalam format HEX. Dari hasil yang dapat diambil penelitian ini adalah pantulan cahaya yang berbeda pada LDR. Masukan kuat cahaya yang berbeda ini akan menimbulkan nilai resistansi yang berbeda pula, dengan demikian nilai resistansi yang terjadi pada LDR tersebut dapat dikatakan sebagai perwakilan dari pendeteksian warna tertentu.

Cahaya inframerah merupakan cahaya tidak tampak dan tidak dapat menembus benda padat melainkan akan dipantulkan (Prasetia, Tri Agung, 2005). Besarnya intensitas cahaya pantul bervariasi berdasarkan kondisi fisik objek pantul, seperti warna. Ketika inframerah mengenai suatu benda berwarna dan benda tersebut memantulkan cahaya dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda untuk setiap warnanya. Fototransistor merupakan solusi untuk mengetahui perbedaan intensitas

cahaya tersebut. Fototransistor adalah sensor cahaya yang peka terhadap cahaya inframerah yang diterimanya dan memberikan respon berupa tegangan. Dengan menggunakan perbedaan tegangan yang diberikan oleh fototransistor kemampuan cahaya inframerah dalam mengidentifikasi perbedaan warna pada objek dapat diketahui.

2.2 Perangkat Keras (*Hardware*) NI DAQ 6009

NI DAQ 6009, sebagai suatu terobosan teknologi yang fungsi kerjanya hampir sama seperti mikrokontroler, hadir memenuhi kebutuhan (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, NI DAQ 6009 banyak digunakan oleh para konsumen di bidang industri dan di dalam dunia pendidikan teknik yang dapat mempermudah pekerjaan mereka untuk suatu kepentingan tertentu.

Penggunaan NI DAQ 6009 cukup praktis, karena dimasa sekarang hampir semua komputer memiliki port USB untuk komunikasi data. Sehingga perangkat ini disebut juga sebagai sistem akuisisi data. Karena menggunakan sistem USB maka NI DAQ 6009 dapat terkoneksi secara *plug and play* pada komputer. Dengan kemampuan sistem koneksi *plug and play*, modul ini cukup mudah digunakan untuk pengukuran yang cepat dan juga serbaguna untuk aplikasi pengukuran yang lebih kompleks.

Sistem akuisisi data di sini adalah suatu proses mengumpulkan data dan mengukur sinyal elektrik dari sensor, transduser, test probe dan memasukkannya ke komputer untuk kemudian diproses. Data akuisisi mencakup dua tahap yaitu:

1. Membaca sinyal nyata (*real world*) dan menkonversi ke dalam sinyal tegangan.
2. Mengkonversi sinyal tegangan ke dalam bilangan biner sehingga PC dapat menganalisanya.

Perangkat NI DAQ 6009 dapat digunakan untuk mengumpulkan masukan tegangan ke dalam sebuah komputer, dimana dapat digunakan perangkat lunak untuk memanipulasi tegangan ke dalam besaran angka. Sistem ini menggabungkan semua komponen, perangkat keras dan perangkat lunak untuk menggunakan piranti NI DAQ 6009. Saat menganalisa atau mengontrol fenomena dunia nyata menggunakan sebuah komputer, diharuskan mengkonversi fenomena tersebut ke dalam data sehingga komputer dapat menerjemahkan atau menghasilkan. Transduser digunakan untuk mengkonversi fenomena ke dalam sinyal elektrik sehingga peralatan NI DAQ 6009 dapat mengambil dan mengirimkan ke dalam komputer. Disamping itu komputer dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal elektrik sehingga piranti NI DAQ 6009 mengubahnya ke dalam sebuah representasi dunia nyata.

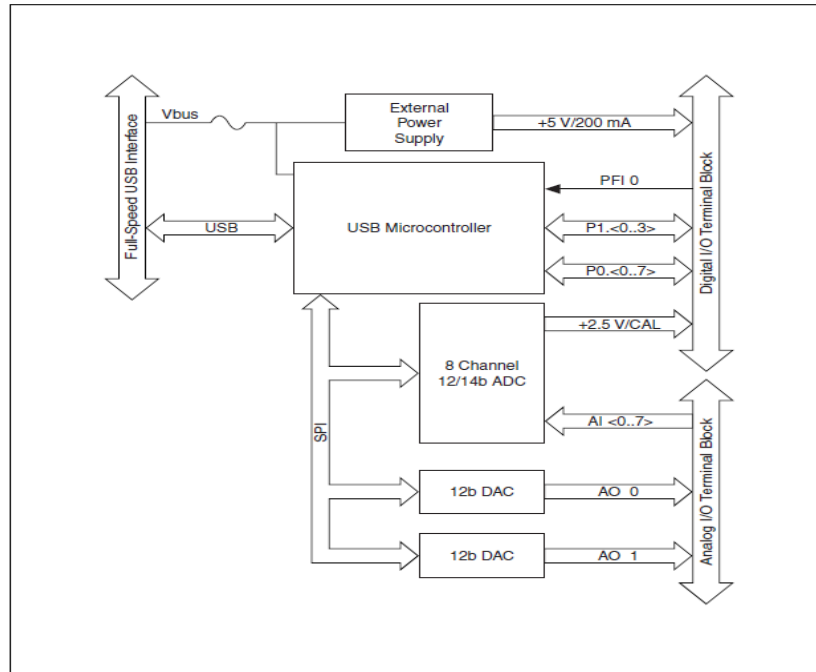
➤ **Konstruksi NI DAQ 6009**

NI DAQ 6009 menyediakan koneksi 8 *analog input (AI) channel* , 2 *analog output (AO) channel*, 12 *digital input/output (DIO) channel*, dan 32 bit *counter* dengan USB berkecepatan penuh.

Tabel 2.1 *Feature* dari USB 6009

<i>Feature</i>	NI DAQ 6009
<i>AI Resolution</i>	<i>14 bits differential, 13 bits single-ended</i>
<i>Maximum AI Sample Rate, Single Channel</i>	<i>48 kS/s</i>
<i>Maximum AI Sample Rate, Multiple Channels (Aggregate)</i>	<i>48 kS/s</i>
<i>DIO Configuration</i>	<i>Open collector or active drive</i>

Blok diagram di bawah memperlihatkan komponen - komponen fungsional yang terdapat pada NI DAQ 6009.



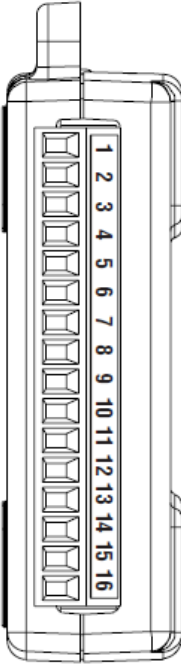
Gambar 2.1 Blok Diagram NI DAQ 6009

NI DAQ 6009 memiliki 2 terminal sekrup yang dapat dipisahkan, satu untuk terminal *analog signal* dan yang satu lagi untuk terminal *digital signal*.

A. *Input Analog*

NI DAQ 6009 dapat menghubungkan sinyal input analog ke USB-6009 melalui *I/O connector*. Berikut ini fungsi dari masing-masing pin pada terminal analog.

Tabel 2.2 Tugas dari setiap PIN terminal analog

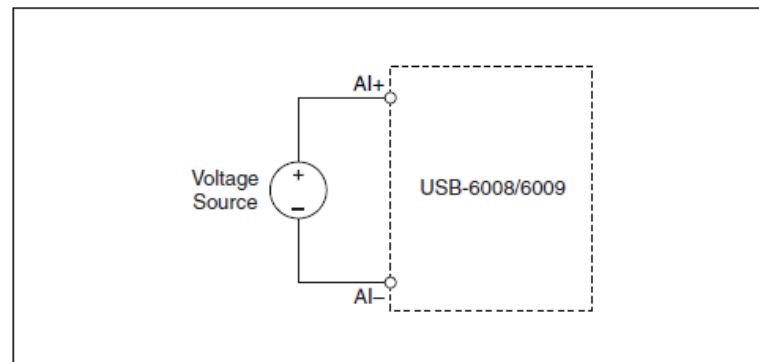
Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0–
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1–
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2–
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3–
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

➤ Mode Input Analog

Kanal AI dapat dikonfigurasi dalam dua mode, yaitu mode pengukuran *single-ended* dan mode pengukuran *differential*.

1. Mode Sinyal Tegangan *Differential*

Cara mode ini yaitu dihubungkan ujung sinyal positif ke terminal AI+ dan ujung sinyal negatif ke terminal AI–.

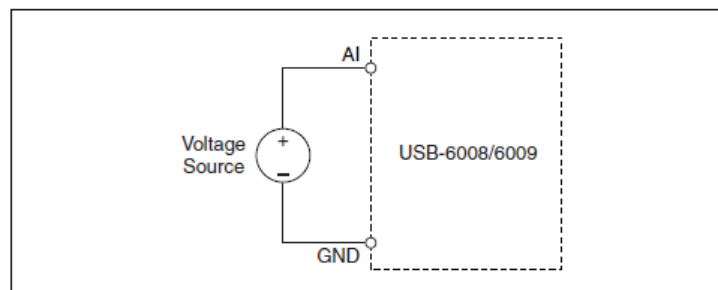


Gambar 2.2 Skema mode *differential*

Mode input *differential* dapat mengukur sinyal ± 20 V pada range ± 20 V. Bagaimanapun juga, tegangan input pada tiap pin sebesar ± 10 V yang dihubungkan ke GND. Contoh, jika $AI1 = +10V$ dan $AI5 = -10$ V, maka tegangan yang terukur pada *device* sebesar ± 20 V.

2. Mode Reference Single-ended (RSE)

Untuk menggunakan fungsi ini, maka ujung sinyal tegangan positif dihubungkan ke salah satu terminal AI dan ujung yang lain dihubungkan ke GND.



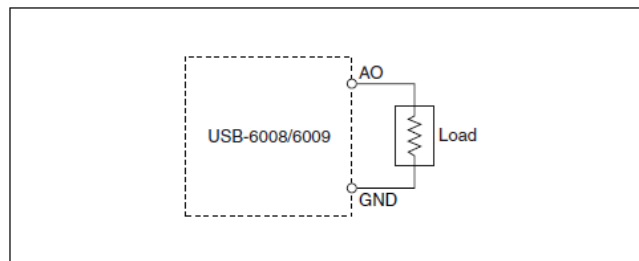
Gambar 2.3 Skema mode RSE

B. Output Analog

USB-6009 memiliki dua kanal Analog Output (AO) yang terpisah. Kedua AO tersebut dapat membangkitkan *output* 0 – 5 V.

➤ Beban ke Analog Output

Untuk menghubungkan beban ke USB-6009, dihubungkan ujung positif beban ke terminal AO dan dihubungkan *ground* beban ke terminal GND.



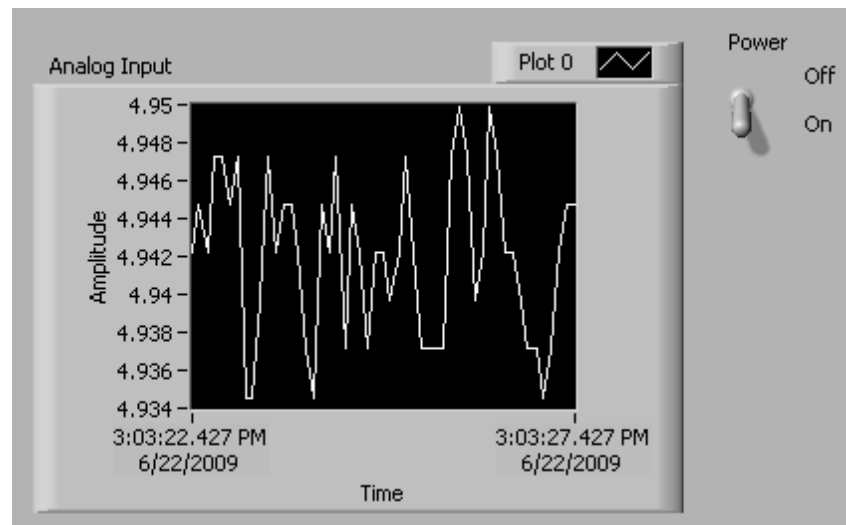
Gambar 2.4 Connecting Load AO

2.3 Perangkat Lunak (Software) LabView 8.6

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *LabView* (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*), yang merupakan instrumentasi virtual yang diproduksi oleh National Instruments, berupa sebuah sistem perangkat lunak yang dikembangkan dengan tujuan utama adalah untuk data akuisisi dan sistem kontrol yang berbasis pemrograman grafik secara real time. Oleh karena itu, *LabView* mempunyai banyak fungsi antarmuka yang dapat langsung digunakan oleh penggunanya.

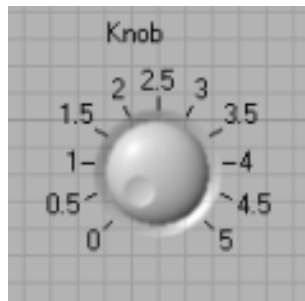
Aplikasi *LabView* juga telah digunakan pada kegiatan monitoring simulasi proses kontrol dari berbagai macam tipe dan jenis sensor pada bidang elektro. Perangkat lunak ini relatif mudah untuk dijalankan pada komputer dengan cara di install terlebih dahulu. Untuk dapat memonitoring kerja suatu alat yang telah dirancang, maka perangkat lunak pada komputer ini harus dihubungkan dengan perangkat keras NI DAQ 6009, sehingga data – data dari sebuah sensor dalam bentuk tegangan akan dapat diolah pada perangkat lunak ini.

LabView tidak hanya dapat beroperasi dengan perangkat keras, perangkat lunak ini juga dapat saling berhubungan dengan perangkat lunak lain seperti Matlab. Dengan Matlab dapat dibuat program pengendali untuk dapat mengendalikan alat yang dirancang. Untuk tampilan pada *Labview* dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2.5 Analog input pada *front panel*

Pada analog *input* ini dapat dilihat suatu grafik perubahan nilai tegangan secara nyata dan terus- menerus dari pembacaan NI DAQ 6009. Dalam satu panel ini, tidak hanya satu grafik yang dapat ditampilkan, tetapi bisa lebih dari satu grafik sesuai yang masukan yang dibuat. Jika grafik yang ditampilkan kurang baik, bisa dimanipulasi agar didapat hasil yang baik.



Gambar 2.6 Analog *output* pada *front panel*

Analog *output* ini digunakan untuk memberikan nilai keluaran pada NI USB 6009. Besarnya nilai tegangan keluaran bisa diatur atau ditentukan pada panel analog *output* pada *Labview*. Nilai yang dapat diatur pada *Labview* untuk tegangan keluaran pada NI USB 6009 yaitu 0 – 5 volt DC.

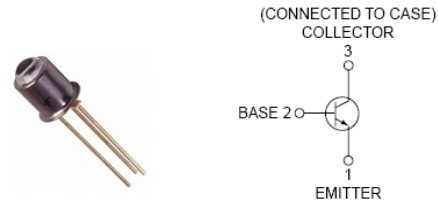
2.4 Sensor Foto Transistor

Sensor yang digunakan pada penelitian ini untuk pembacaan pantulan cahaya dari LED berasal dari foto transistor yang merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah efek cahaya menjadi besaran listrik dalam bentuk arus. Foto transistor yang dipakai dalam penelitian ini berupa foto transistor pin

metal. Foto transistor adalah sebuah benda padat pendeteksi cahaya yang memiliki gain internal. Hal ini yang membuat foto transistor memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan foto dioda, dalam ukuran yang sama. Foto transistor dapat menghasilkan sinyal analog maupun sinyal digital.

Foto transistor dapat diterapkan sebagai sensor yang baik, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan komponen lain yaitu mampu untuk mendeteksi sekaligus menguatkannya dengan satu komponen tunggal. Foto transistor memiliki sambungan kolektor – basis yang besar dan dengan cahaya karena cahaya dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasiap maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor.

Bahan utama dari foto transistor adalah silikon atau germanium sama seperti pada transistor jenis lainnya. Fototransistor juga memiliki dua tipe seperti transistor yaitu tipe NPN dan tipe PNP. Foto transistor sebenarnya tidak berbeda dengan transistor biasa, hanya saja fototransistor ditempatkan dalam suatu material yang transparan sehingga memungkinkan cahaya (cahaya inframerah) mengenainya (daerah basis), sedangkan transistor biasa ditempatkan pada bahan logam dan tertutup. Simbol dari foto transistor seperti pada terlihat pada gambar simbol fototransistor.



Gambar 2.7 Foto Transistor Dan Lambangnya

Foto transistor memiliki beberapa karakteristik yang sering digunakan dalam perancangan, yaitu:

1. Bisa dikuatkan sampai 100 sampai 1500.
2. Respon waktu cukup cepat.
3. Bisa digunakan dalam jarak lebar.
4. Bisa dipasangkan dengan (hampir) semua penghasil cahaya atau cahaya yang dekat dengan inframerah, seperti IRED (infrred led), Neon, Fluorescent, lampu bohlam, cahaya laser dan api
5. Mempunyai karakteristik seperti transistor, kecuali bagian basis digantikan oleh besar cahaya yang diterima.
6. Dapat menerima penerimaan cahaya yang redup (kecil).
7. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar pula resisten yang dihasilkan.
8. Memerlukan sumber tegangan yang kecil

2.5 Komponen-Komponen Pendukung Utama

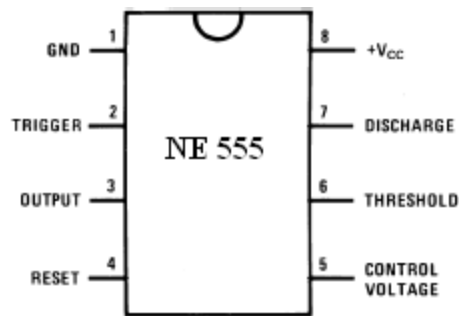
2.5.1 IC NE555

IC 555 adalah komponen yang sangat stabil untuk menghasilkan osilasi relatif akurat. mereka akan digunakan untuk menjaga ketepatan waktu, generasi pulsa, waktu berurutan, generasi waktu tunda, modulasi lebar pulsa (PWM), modulasi posisi pulsa (PPM), generator ramp linier (melihat gigi), dan aplikasi yang tak terhitung lainnya.

Timer 555 merupakan sebuah IC timer yang bekerja berdasar rangkaian RC dan komparator yang dirangkai dengan komponen digital (R-Sflip-flop). 555 yang pertama diproduksi oleh Signetics yaitu tipe SE-555 yang bekerja pada -55°C s.d. 125°C dan NE-555 yang bekerja pada 0°C - 70°C . Kemudian 555 diproduksi dengan desain yang berbeda meliputi LM555, 556(versi dual), dan LMC-555(versi CMOS).

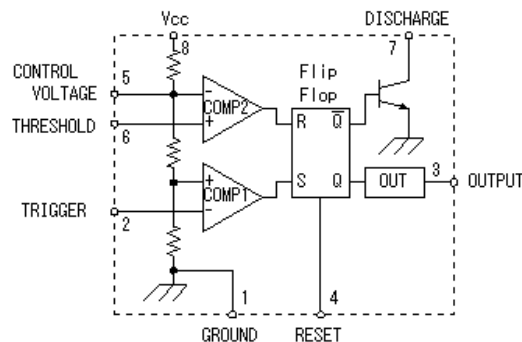
Timer 555 beroperasi pada power supply dc +5v s.d. +18V dengan stabilitas temperatur $50\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ($0,005\%/^{\circ}\text{C}$). Output 555 dapat berupa arus sink/source hingga 200mA. IC 555 kompatibel dengan komponen-komponen TTL, CMOS, op-amp, transistor dan jenis IC linear lain. Timer 555 dapat beroperasi baik sebagai monostabil maupun astabil. Keluaran gelombang kotak yang dihasilkan dapat memiliki variasi duty cycle mulai dari 50 – 99.9% dan frekuensi kurang dari 0,1Hz sampai dengan lebih dari 100KHz. Operasi monostabil membutuhkan masukan pulsa

trigger pada pin2 dari IC 555. Masukan trigger berupa drop level tegangan lebih dari $2/3V_{cc}$ menuju tegangan kurang dari $+V_{cc}/3$.



Gambar 2.8 Pin Out NE555

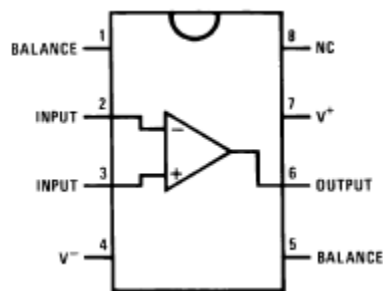
Rangkaian 555 terdiri atas dua buah komparator tegangan (COMP1 dan COMP2), sebuah flip-flop kontrol R-S(reset/set) yang dapat direset dari luar melalui pin 4, sebuah penguat pembalik output (A1), dan sebuah transistor *discharge* (Q1). Level bias kedua kompartor ditentukan oleh resistor-resistor pembagi tegangan (R_a , R_b , dan R_c) yang terdapat antara V_{cc} dan ground. Input inverting komparator1 diberi masukan $2/3V_{cc}$ dan input noninverting dari komparator2 diberi masukan $1/3V_{cc}$.



Gambar 2.9 Blok Diagram NE555

2.5.2 IC LF356

IC LF356 merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai op amp dengan perangkat masukan JFET. Pada tugas akhir ini IC LF356 digunakan pada rangkaian konversi arus ke tegangan dan pada rangkaian *two pole butterworth low pass filter*.



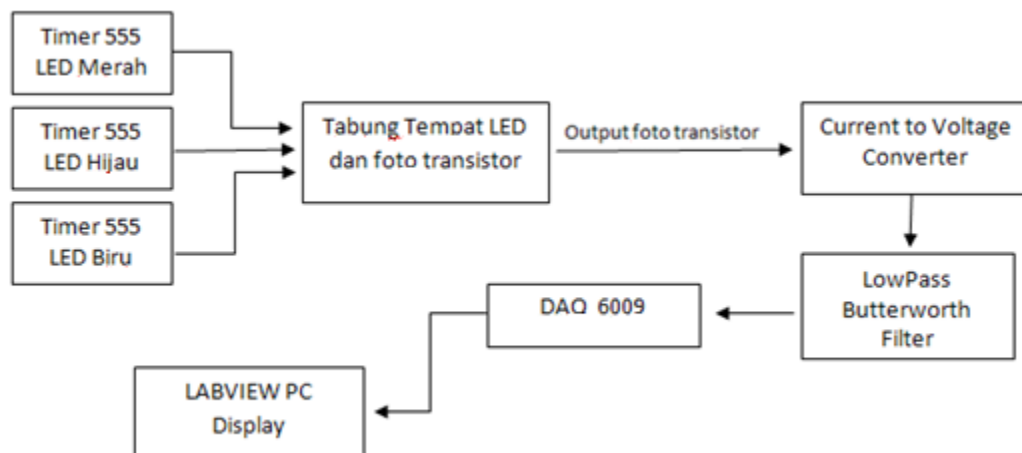
Gambar 2.10 Pin Out LF356

IC ini memiliki fitur bias rendah dan offset arus/ offset tegangan yang rendah dan offset tegangan drift ditambah dengan offset penyesuaian yang tidak menurunkan drift atau common-mode. Komponen ini juga dirancang untuk bandwidth yang lebar setting time yang sangat cepat serta gangguan yang rendah terhadap arus dan tegangan.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Perancangan Sistem.



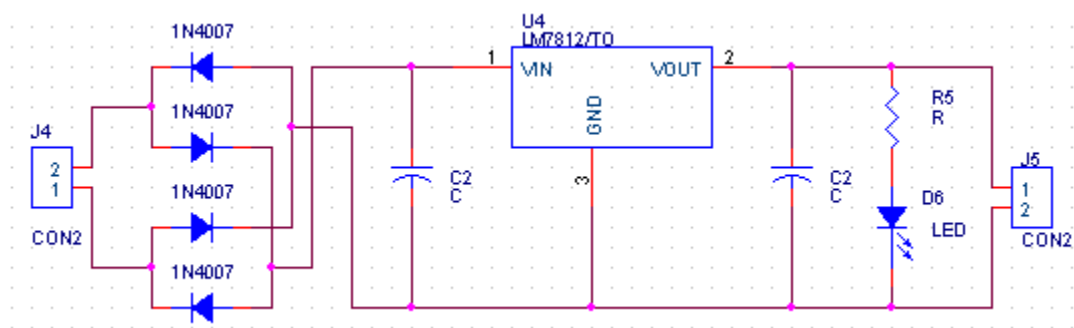
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Dari blok diagram di atas secara umum dijelaskan bahwa foto transistor berguna sebagai pengukur besarnya cahaya pantul dari LED RGB yang diterima dalam bentuk arus. Masing-masing warna memiliki intensitas pantulan cahaya yang berbeda-beda setelah diatur frekuensinya. Disinilah cahaya pada LED RGB digunakan untuk memperoleh perbedaan intensitas cahaya pada benda berwarna kemudian arus keluaran dari foto transistor akan di konversi kedalam bentuk tegangan melalui *current to voltage converter* lalu di filter menggunakan *low pass filter* dan keluarannya menjadi input DAQ untuk *analog to digital converter*. Tampilan pada PC dapat dilihat menggunakan software *LabView*.

3.2 Perancangan *Hardware*

3.2.1 Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian ini memberikan *supply* tegangan sebesar 12 volt untuk fototransistor. Rangkaian *power supply* ditunjukkan pada gambar di bawah :



Gambar 3.2 Rangkaian *Power Supply*

Input rangkaian sebesar 12 volt AC yang berasal dari trafo *step down* yang berfungsi menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt AC. Kemudian 12 volt AC disearahkan dengan menggunakan empat buah dioda, selanjutnya 12 volt DC akan diratakan oleh kapasitor 2200uF. Regulator tegangan 12 volt (LM7812) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap sebesar 12 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. Kemudian disearahkan lagi dengan kapasitor 100uF. LED hanya sebagai indikator apabila *power supply* dinyalakan. *Output* yang dihasilkan dari rangkaian ini sebesar ± 12 volt DC

3.2.2 Rangkaian *Modulasi LM555*

Rangkaian ini digunakan untuk memodulasi frekuensi pada setiap LED (R,G,B). Setiap LED (R,G,B) menggunakan satu *LM555* untuk memodulasi frekuensinya dengan menggunakan perhitungan:

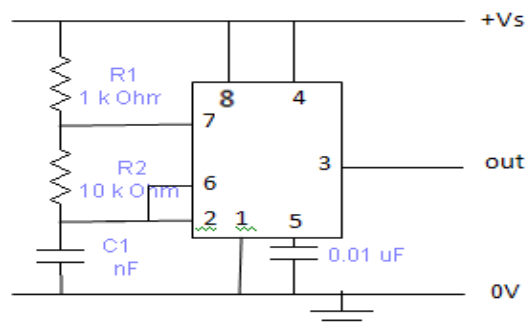
$$f = \frac{1.44}{C \times (2R_2 + R_1)} \quad (3.1)$$

Dengan menggunakan nilai $R_1 = 1\text{K}\Omega$ dan $R_2 = 10\text{K}\Omega$ maka nilai C yang digunakan adalah:

Tabel 3.1 Penentuan Nilai Kapasitor dan Timer Frekuensi

Warna LED	C	Frekuensi Modulasi
Red	120nF	570 Hz
Green	470nF	140 Hz
Blue	68nF	1 kHz

Rangkaian *timer LM555* ditunjukkan pada gambar di bawah :



Gambar 3.3 Rangkaian *Modulasi LM555*

Untuk LEDnya sendiri dipasangkan pada sebuah tabung hitam dengan tiga buah lubang didalamnya untuk memasukan tiga buah LED (R,G,B) 5mm standar. Tidak lupa potensiometer 50k dipasangkan diantara rangkaian *Timer LM555* dan LED, ini bertujuan untuk mengatur intensitas cahaya setiap LED. Ditengah tabung hitam tadi juga dibuat sebuah lubang untuk meletakkan fototransistor didalamnya.



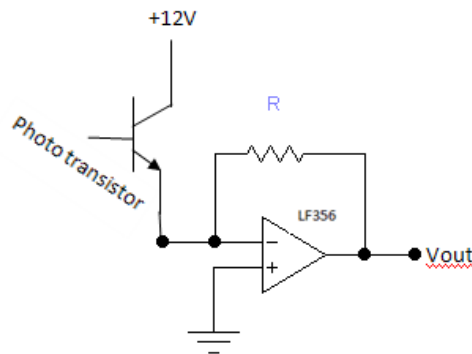
Gambar 3.4 Tabung hitam serta penempatan LED dan Foto Transistor

Tabung hitam yang digunakan berfungsi agar cahaya pantul yang ditangkap oleh foto transistor adalah cahaya dari ketiga LED (R,G,B) saja sehingga tidak terdapat intervensi dari cahaya luar selain dari ketiga LED (R,G,B) yang digunakan. Ini dimaksudkan agar hasil yang didapat bisa fokus sehingga didapatkan hasil yang akhir yang sesuai seperti yang diharapkan.

3.2.3 Rangkaian *Current to Voltage Converter*

Rangkaian ini digunakan untuk mengkonversi arus yang dihasilkan dari foto transistor menjadi sinyal tegangan. Foto transistor menerima cahaya pantul dari

ketiga LED (R,G,B) yang telah disiapkan. Rangkaian dasar dari *Current to Voltage Converter* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.5 Rangkaian *Current to Voltage Converter*

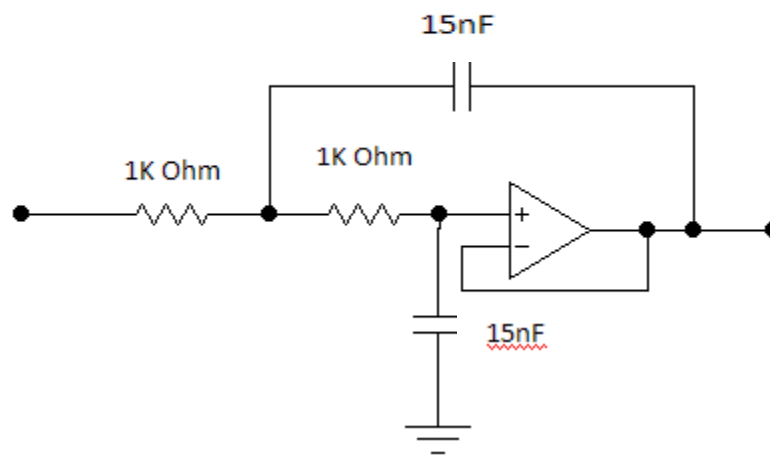
Output dari foto transistor sendiri masih berupa arus oleh karena itu diperlukan rangkaian ini agar outputnya menjadi tegangan sehingga memudahkan dalam tahap selanjutnya.

3.2.4 Rangkaian Filter (*LowPass Butterworth Filter*)

Respon *Butterworth* sering disebut *maximally flat response* karena gain sinyal yang dilewatkannya bersifat konstan. Semakin tinggi orde filter maka akan semakin mendekati kurva ideal tetapi jumlah komponen bertambah. Besarnya frekuensi *cut off* ditentukan dengan persamaan:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (3.2)$$

Dari persamaan diatas maka dapat diatur nilai frekuensi *cut off* sesuai dengan kebutuhan. Nilai frekuensi *cut off* yang dibutuhkan adalah sebesar 10kHz, maka diperlukan $R = 1\text{kHz}$ dan $C = 15\text{nf}$. Berikut adalah gambar dari rangkaian *LowPass Butterworth Filter*:



Gambar 3.6 Rangkaian *LowPass Butterworth Filter*

3.3 Perancangan *Software LabView* Untuk Perangkat NI DAQ 6009

Perangkat lunak ini diperlukan dalam penelitian untuk dapat melihat grafik tegangan yang dibaca oleh NI DAQ 6009. Perangkat NI DAQ 6009 tidak dapat bekerja tanpa terhubung dengan *LabView*. Di dalam perangkat lunak ini, dapat dibuat blok- blok diagram yang digunakan untuk melihat atau memonitor grafik berupa tegangan. Jika grafik yang didapat kurang baik, maka nilainya dapat dimanipulasi pada blok- blok diagram tersebut agar didapatkan hasil yang baik.

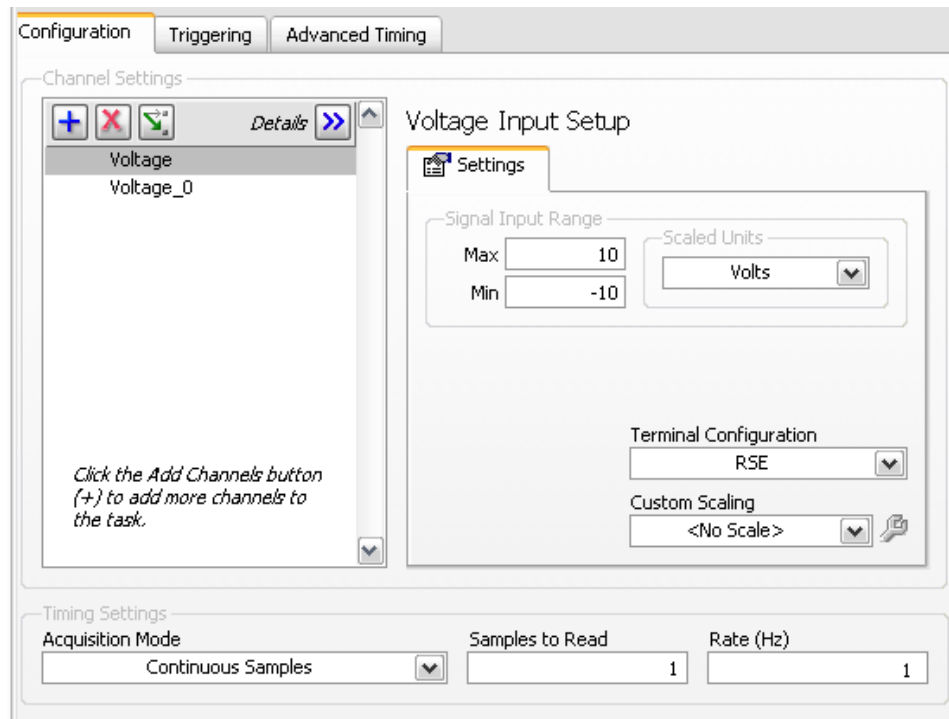
LabView digunakan dalam perencanaan dan realisasi dari tugas akhir ini karena relative memudahkan dalam pengolahan spectrum frekuensi sinyal dalam resolusi tinggi, sehingga dapat membantu menampilkan begitu banyak potensi perbedaan warna yang terdeteksi. *LabView* sangat diperlukan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital untuk analisis yang tepat dan menampilkan hasilnya.

Hasil akhir dari *LabView* berupa tampilan warna yang diharapkan bisa sesuai dengan warna pada objek media uji. Melalui blok-blok diagram yang dibuat untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

3.3.1 Input DAQ Pada *LabView*

Input DAQ berfungsi sebagai masukan dalam program *LabView* yang didapat dari hasil output sensor. Saat program dijalankan, NI DAQ 6009 harus terkoneksi atau terhubung dengan komputer, jika tidak maka *LabView* tidak dapat menampilkan hasil yang diinginkan. Input DAQ dapat diatur dan disesuaikan dengan situasi analisa yang diinginkan.

Konfigurasi ini diperlukan pada *labView* agar sinyal yang dibaca oleh perangkat NI DAQ 6009 bisa terbaca. Pada konfigurasi ini dapat diatur besar jangkauan tegangan yang terbaca, jenis pengambilan data dan juga cara mengatur data yang nantinya dibaca. Dengan demikian, jika sinyal yang dibaca NI DAQ 6009 tidak dapat ditampilkan grafik tegangannya, maka dapat diatur pada konfigurasi di atas. Untuk tampilan input DAQ pada *LabView* dapat dilihat pada gambar di bawah :

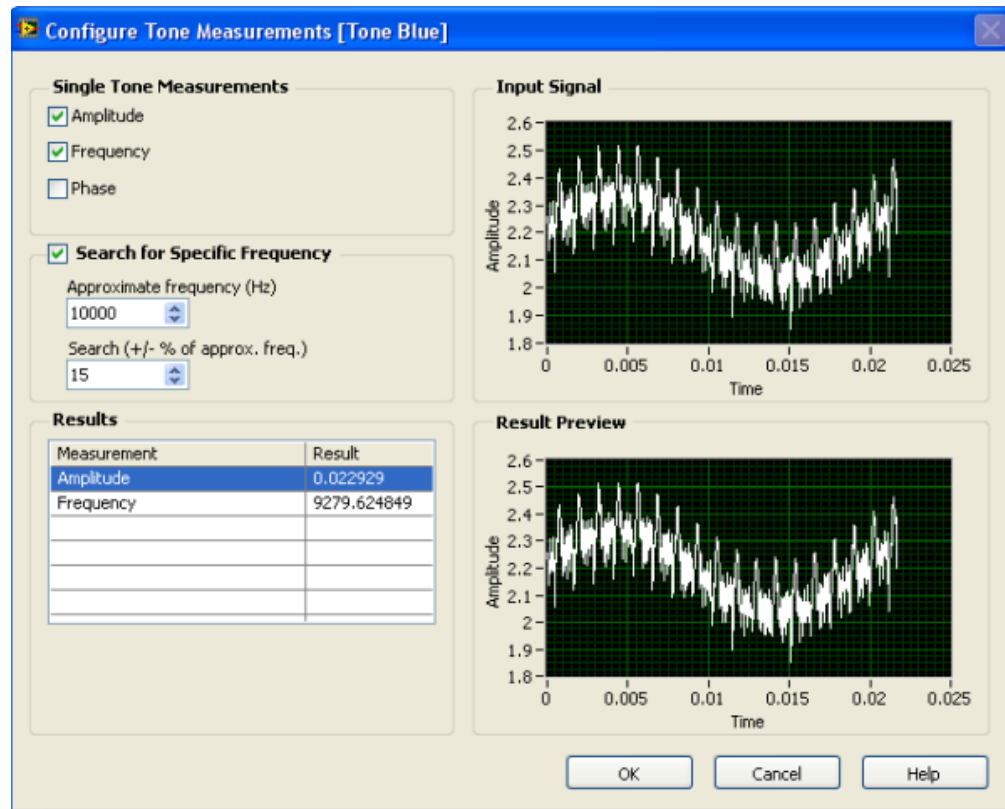


Gambar 3.7 Konfigurasi *Input DAQ* pada *LabView*

3.3.2 *Tone Measurements* Pada *LabView*

Konfigurasi ini dipakai untuk mencari atau menemukan rentang frekuensi tertentu yang sudah diatur sebelumnya. Setiap *Tone Measurement* diatur untuk menemukan frekuensi modulasi dari ketiga LED (R,G,B) yang dipakai. Setiap LED mempunyai frekuensi modulasi yang berbeda-beda, maka frekuensi pada *Tone Measurement* disesuaikan dengan frekuensi dari LED yang diinginkan.

Untuk tampilan konfigurasi *Tone Measurements* pada *LabView* dapat dilihat pada gambar di bawah :



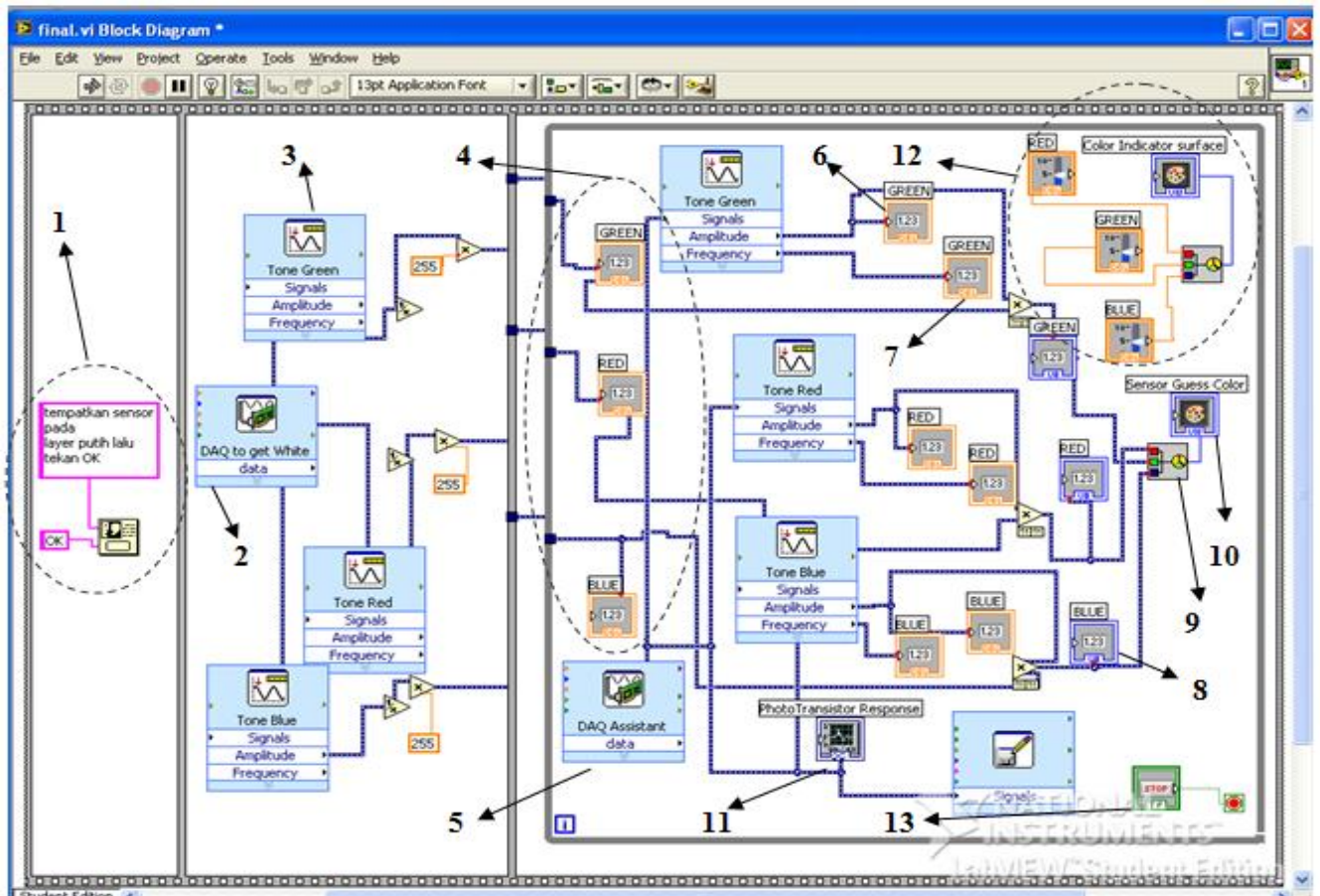
Gambar 3.8 Konfigurasi *Tone Measurements* pada *LabView*

Approximate frequency (Hz) digunakan dalam pencarian domain frekuensi yang diinginkan. Sedangkan *Search (+/- % of approx. freq.)* digunakan untuk mengatur lebar frekuensi sebagai persentase dari sampling rate untuk pencarian domain frekuensi.

Keluaran dari *Tone Measurements* yang digunakan adalah nilai amplitudonya karena lebih memudahkan dalam proses kalibrasi nanti.

3.3.3 Blok Diagram Pada Labview

Blok diagram ini merupakan keseluruhan dari sistem program pada sensor warna ini. Berikut blok diagram pada program LabView :

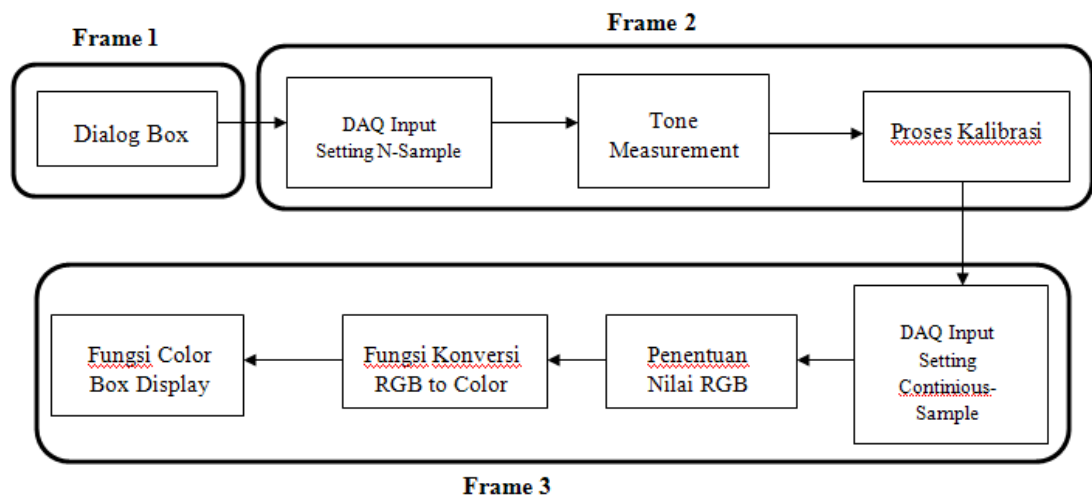


Gambar 3.9 Blok Diagram Sensor Warna pada LabView

1. **Dialog Box**; fungsi untuk menampilkan dialog yang berisi pesan dan sebuah tombol.
2. **Input DAQ Setting N-Sample**; merupakan kanal *virtual* dari *analog input hardware* akuisisi data NI USB-6009 dengan settingan N-Sample.

3. **Tone Measurement;** fungsi untuk mencari atau menemukan rentang frekuensi tertentu yang sudah diatur sebelumnya.
4. **Indikator Nilai kalibrasi;** merupakan penampil dari nilai kalibrasi.
5. **Input DAQ Setting Continuous-Sample;** merupakan kanal *virtual* dari *analog input hardware* akuisisi data NI USB-6009 dengan settingan Continuous -Sample.
6. **Indikator Nilai Data Continuous;** merupakan penampil dari nilai yang didapat secara terus menerus.
7. **Indikator Nilai Frekuensi;** merupakan penampil dari nilai frekuensi.
8. **Indikator Nilai Pembacaan RGB;** merupakan penampil dari nilai hasil pembacaan RGB sensor.
9. **Fungsi Konversi RGB to Color;** berfungsi untuk mengkonversi nilai dari RGB dari 0 sampai 255 kedalam bentuk warna.
10. **Fungsi Color Box Display;** menampilkan warna yang didapat oleh sensor melalui panduan nilai RGB dari fungsi konversi *RGB to Color*.
11. **Grafik Foto Transistor;** merupakan penampil bentuk sinyal pulsa keluaran dari foto transistor.
12. **Blok Display Indikator;** merupakan blok untuk pembandingan antara display warna pada media objek dengan warna yang terbaca pada sensor.
13. **Tombol Stop;** merupakan tombol yang berfungsi untuk menghentikan proses eksekusi dari sistem.

Gambar diatas merupakan blok diagram komplit dari tampilan warna pada instrument virtual.(vi). Blok diagram ini dibagi menjadi tiga frame dimana masing-masing frame memiliki fungsi sendiri tapi tetap berhubungan antara frame yang satu dengan frame yang lainnya. Berikut gambar blok diagram urutan kerja dari blok sistem diatas:



Gambar 3.10 Blok Diagram kinerja Blok Program

Pada frame pertama berisi dialaog box sebagai awal pembukaan pada saat program dijalankan. Pada dialog box dimasukan pesan untuk menempatkan sensor pada permukaan objek berwarna putih. Ini dikarenakan warna putih merupakan warna konfigurasi maksimal sehingga data input yang dihasilkan untuk frame kedua didapat nilai maksimal. Setelah sensor ditempatkan sesuai pesan maka tinggal meng-klik tombol OK kemudian langkah selanjutnya diteruskan di frame kedua.

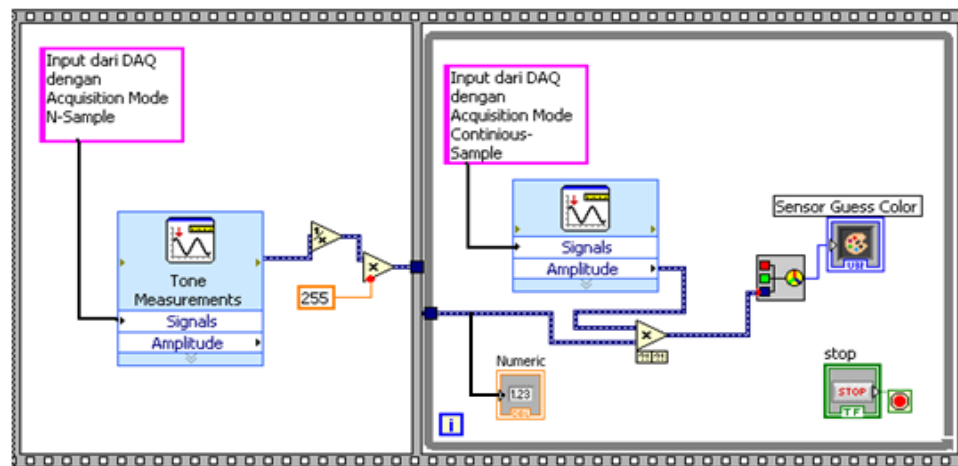
Pada frame kedua ditempatkan input DAQ dan tiga buah *Tone Measurement* yang masing-masing mewakili warna dari ketiga LED (R,G,B) pada sensor. Input

DAQ pada frame ini *Acquisition Mode*-nya diatur pada *N-Sample* sedangkan pada ketiga *Tone Measurement* nilai *Specific Frequency*-nya diatur berdasarkan nilai modulasi frekuensi dari ketiga LED (R,G,B) pada sensor. Mode *N-sample* berfungsi untuk mengambil sampel data tertentu saja. Inilah fungsi dari penempatan sensor diawal yaitu pada objek berwarna putih sehingga nilai maksimal RGB yang didapat diawal tidak berubah-ubah dan memudahkan pada proses kalibrasi.

Pada frame ketiga prosedurnya sama dengan frame kedua hanya yang membedakan adalah settingan *Acquisition Mode* pada input DAQ. *Acquisition Mode*-nya menggunakan *Continious Sample* dengan fungsi yaitu mengambil sampel data secara terus menerus mengikuti perubahan input pada sensor. Proses selanjutnya adalah penentuan nilai skala RGB yang akan menjadi acuan tampilan dari warna yang terbaca pada sensor. Kemudian diteruskan pada fungsi konversi RGB to color dimana nilai-nilai skala RGB yang telah didapat lalu dipadukan untuk menghasilkan warna. Proses terakhir adalah menampilkan warna dengan menggunakan fungsi *Color Box Display* yang akan menampilkan warna hasil secara *realtime*.

3.3.4 Proses Perhitungan Kalibrasi

Blok perhitungan dibuat pada *LabView* untuk mendapatkan hasil konfigurasi dari setiap warna (R,G,B) agar sesuai dengan warna objek yang ditunjukkan oleh sensor warna.



Gambar 3.11 Blok Perhitungan Kalibrasi

Pada gambar diatas blok kalibrasi ditunjukkan pada frame pertama dimana syarat awalnya adalah menempatkan sensor pada objek berwarna putih. Hal ini dikarenakan warna putih merupakan warna dengan konfigurasi maksimal dari setiap warna (R,G,B). Hasil dari pengambilan data tersebut kemudian akan tersimpan selama beberapa saat sesuai dengan pengaturan timer. Hasil tersebut selanjutnya diproses lagi pada frame kedua yaitu dikalikan dengan data dari hasil pengambilan secara kontinius. Hasil dari proses tersebutlah yang akan menjadi acuan nilai konfigurasi dari salah satu warna. Proses ini juga berlaku untuk mencari konfigurasi warna-warna (R,G,B) yang lain. Jadi perhitungannya adalah:

$$R = \frac{A_{red}}{W_{red}} \times 255 \quad (3.3)$$

Dimana:

R = Nilai dari warna merah

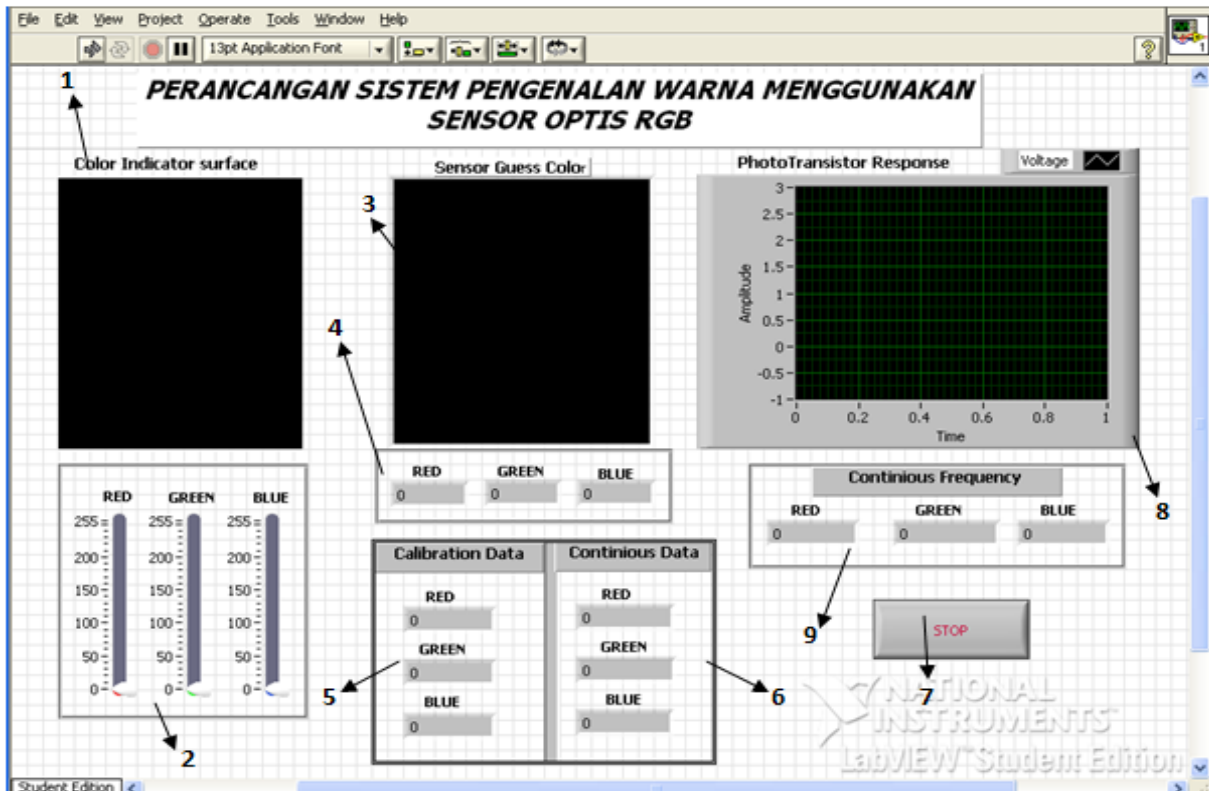
A_{red} = Nilai amplitudo dari frekuensi yang didapat dari modulasi
Led merah

W_{red} = Nilai amplitude untuk warna merah yang didapat pada
frame 2

Dengan demikian dari perhitungan ini akan didapat nilai skala dalam interval [0,255], dimana $R = 0$ berarti tidak terdapat warna merah dalam pembacaan sensor dan $R = 255$ merupakan nilai maksimal warna merah yang didapat dari pembacaan objek berwarna. Nilai yang didapat tersebut kemudian akan diteruskan ke fungsi yang disebut *RGB to Color* dimana fungsi ini akan mengambil masukan dari ketiga nilai (R,G,B) dan secara otomatis akan menggabungkan ketiga nilai (R,G,B) tersebut. Warna hasil kemudian ditampilkan pada *front panel* dengan fungsi *Color Indicator*.

3.3.5 Tampilan *Front Panel Labview*

Front Panel merupakan fungsi penampil dari *Labview* yang akan menampilkan hasil dari penelitian sensor warna ini. *Front Panel Labview* akan menampilkan fungsi-fungsi yang sebelumnya telah disusun pada blok diagram *LabView*. Berikut tampilan dari *Front Panel Labview*:



Gambar 3.12 Tampilan *Front Panel LabView*

1. **Display Indikator Warna Pemanding;** merupakan penampil dari warna asli objek media uji.
2. **Setting Nilai RGB Display Indikator;** merupakan pengatur dari nilai RGB pada display indicator warna pemanding. Diatur secara manual sesuai dengan nilai pada objek media uji.
3. **Display Hasil Pembacaan Warna;** merupakan penampil dari warna hasil pembacaan sensor.
4. **Nilai RGB Pembacaan Warna;** merupakan nilai dari RGB yang didapat pada pembacaan sensor, berkaitan dengan warna hasil tampilan.

5. **Data Hasil Kalibrasi;** adalah nilai data yang diperoleh dari hasil perhitungan kalibrasi pada blok diagram.
6. **Data Kontinius;** adalah data yang diperoleh secara terus menerus dari input DAQ.
7. **Tombol Stop;** merupakan tombol yang berfungsi untuk menghentikan proses eksekusi dari sistem.
8. **Grafik Foto Transistor;** merupakan penampil dari respon foto transistor yang didapat secara *real time*.
9. **Nilai Frekuensi Kontinius;** merupakan nilai frekuensi yang didapat secara kontinius.

BAB IV

PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Hardware*

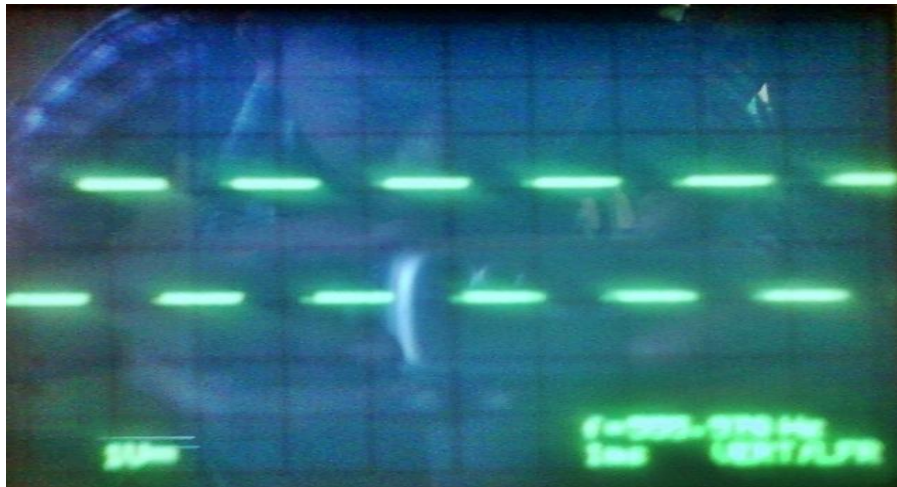
4.1.1 Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Pengujian pada bagian rangkaian *power supply* ini dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan multimeter digital. Dari hasil pengujian diperoleh tegangan keluaran sebesar +12.4 volt. Tegangan ini digunakan untuk *supply* tegangan pada foto transistor.

4.1.2 Pengujian Rangkaian *Modulasi LM555*

Untuk pengujian rangkaian ini dapat dilakukan dengan mengukur modulasi frekuensi keluaran dengan osiloskop. Nilai modulasi frekuensi keluaran dari rangkaian ini harus sesuai dengan nilai pengaturan yang ditetapkan sebelumnya pada komponen rangkaiannya.

Berikut hasil dari tampilan osiloskop pada tiap rangkaian *Modulasi 555* yang mewakili setiap LED.



Gambar 4.1 Tampilan Osiloskop pada LED Merah

Dari tampilan osiloskop diatas didapat nilai frekuensi untuk LED merah sebesar 500.765Hz, sedangkan nilai yang diatur adalah 570 Hz. Selisih atau error sekitar 70 Hz.



Gambar 4.2 Tampilan Osiloskop pada LED Hijau

Dari tampilan osiloskop diatas didapat nilai frekuensi untuk LED hijau sebesar 141.703Hz, sedangkan nilai yang diatur adalah 140 Hz. Selisih atau error sekitar 1.703 Hz.



Gambar 4.3 Tampilan Osiloskop pada LED Biru

Dari tampilan osiloskop diatas didapat nilai frekuensi untuk LED merah sebesar kurang lebih 933.900Hz, sedangkan nilai yang diatur adalah 1 KHz. Selisih atau error sekitar 67 Hz.

4.1.3 Pengujian Nilai Tegangan Variasi Pada LED RGB

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan nilai variasi tegangan pada setiap LED RGB agar sesuai dengan kebutuhan pencahayaan pada fototransistor. Intensitas cahaya yang dihasilkan dari setiap LED RGB memiliki pengaruh dalam proses pembacaan serta dalam tampilan warna pada saat pengujian berlangsung. Berikut variasi tegangan pada LED RGB yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.1 Pengujian Nilai Tegangan Variasi Pada LED RGB

LED	Tegangan
Merah	1.5 V
Hijau	1.08 V
Biru	1.3 V

Nilai tegangan variasi ini merupakan variasi ideal yang didapat setelah melakukan beberapa kali pengujian. Dengan nilai tegangan diatas maka pembacaan dan tampilan warna pada pengujian dapat secara maksimal dilakukan. Dalam pengujian dengan menggunakan variasi jarak fototransistor, nilai tegangan diatas tidak diubah dan hasil pengujian juga dapat bekerja dengan baik.

4.1.4 Pengujian Nilai Tegangan Output

Penelitian ini menggunakan beberapa objek benda berwarna untuk menentukan material seperti apa yang dapat secara maksimal dapat dibaca warnanya oleh sensor warna ini.

Dengan material objek yang berbeda maka hasil yang tegangan output yang didapat juga tentu berbeda-beda. Hal ini dikarenakan kemampuan yang berbeda dari material tersebut dalam memantulkan cahaya, sehingga cahaya masukan yang ditangkap oleh fototransistor juga berbeda. Variasi jarak pada fototransistor juga memberikan pengaruh pada nilai tegangan output ini. Variasi jarak fototransistor yang digunakan pada penelitian ini adalah 3cm dan 1,5cm. Jarak tersebut merupakan jarak ideal dalam pembacaan dan tampilan warna pada sistem ini.

4.1.4.1 Pengujian Nilai Tegangan Output Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur jarak fototransistor 3cm dari media target. Berikut hasil pengujian yang didapat dari 3 media objek yang menjadi target:

Tabel 4.2 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	3.3 V
Hitam	0.9 V
Merah	2.5 V
Hijau	2.1 V
Biru	1.9 V
Kuning	2.8 V

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa objek berwarna putih dari kertas biasa memiliki nilai tegangan output yang tertinggi sedangkan warna hitam memiliki nilai tegangan output yang rendah. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa putih merupakan warna maksimal dari gabungan unsur warna primer RGB dan hitam merupakan warna minimal dengan nilai tegangan yang paling kecil.

Tabel 4.3 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	3.3 V
Hitam	0.7 V
Merah	2.2 V
Hijau	2.6 V
Biru	1.2 V
Kuning	2.8 V

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa pengujian dengan media kertas asturo berwarna memiliki nilai output yang sama dengan media uji sebelumnya yaitu pada warna putih dan kuning. Nilai output pada warna hitam, merah dan biru mengalami penurunan sedangkan nilai output pada warna hijau cenderung naik.

Tabel 4.4 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	3.4 V
Hitam	1.8 V
Merah	2.6 V
Hijau	2.2 V
Biru	2.4 V
Kuning	2.6 V

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa pengujian dengan media papan yang dicat memiliki nilai output yang lebih besar pada warna-warna tertentu dibandingkan dengan kedua media uji diatas. Media papan memiliki kepadatan material yang lebih tinggi dibandingkan dengan material kertas pada kedua media uji diatas.

4.1.4.2 Pengujian Nilai Tegangan Output Dengan Jarak Fototransistor 1,5cm Dari Media Uji

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur jarak fototransistor 1,5cm dari media target. Berikut hasil pengujian yang didapat dari 3 media objek yang menjadi target

Tabel 4.5 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	2.9 V
Hitam	0.7 V
Merah	1.8 V
Hijau	2.1 V
Biru	1.87 V
Kuning	2.8 V

Tabel 4.6 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	2.7 V
Hitam	0.5 V
Merah	1.6 V
Hijau	1.2 V
Biru	0.8 V
Kuning	1.7 V

Tabel 4.7 Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Warna Objek	Nilai Output
Putih	2.5 V
Hitam	1.08 V
Merah	1.5 V
Hijau	1.1 V
Biru	1.4 V
Kuning	1.7 V

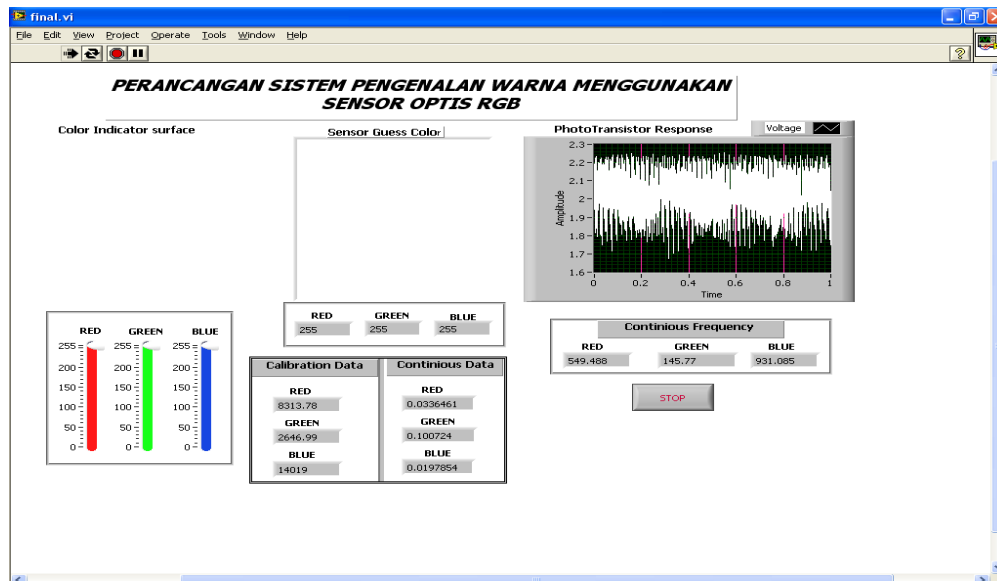
Setelah jarak dari fototransistor diubah terlihat pula perubahan yang terjadi pada nilai tegangan output. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi proses pembacaan dan tampilan pada sistem pengenalan warna ini. Proses pembacaan dan tampilan dari sistem dapat dilihat pada pengujian hasil tampilan nanti.

4.2 Pengujian Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView*

Hasil tampilan warna ini merupakan keseluruhan dari hasil kinerja *software* yaitu merupakan hasil dari kinerja blok-blok sistem seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Tampilan warna dari hasil pembacaan pada media uji tertampil pada pengujian ini. Variasi jarak fototransistor yang digunakan pada penelitian ini adalah 3cm dan 1,5cm. Jarak tersebut merupakan jarak ideal dalam pembacaan dan tampilan warna pada sistem ini.

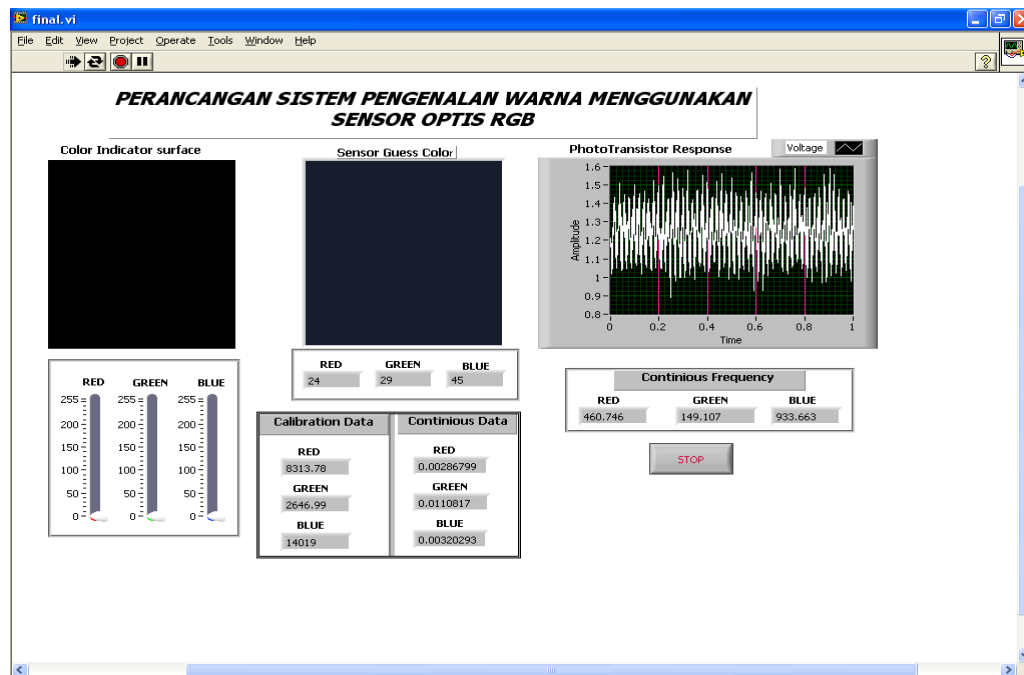
4.2.1 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Kertas Print Warna

Fototransistor diatur pada jarak 3cm dari media uji kemudian dilakukan proses pembacaan kemudian tampilannya akan tertampil pada *Front Panel LabView*. Terkadang nilai interval skala pada R,G,B akan bergerak fluktuatif dalam rentang waktu tertentu sedangkan sensor masih berada pada salah satu warna pada objek media uji. Oleh karena itu dalam merepresentasikan warna pada objek media uji yang menjadi target terkadang pada tampilannya tidak hanya menampilkan warna tersebut saja. Stabilitas warna yang ditampilkan bias saja diperbaiki dengan meningkatkan rata-rata amplitude dari frekuensi ketiga LED RGB. dalam hal ini kemampuan dan spesifikasi dari DAQ turut berperan besar dalam prosesnya.



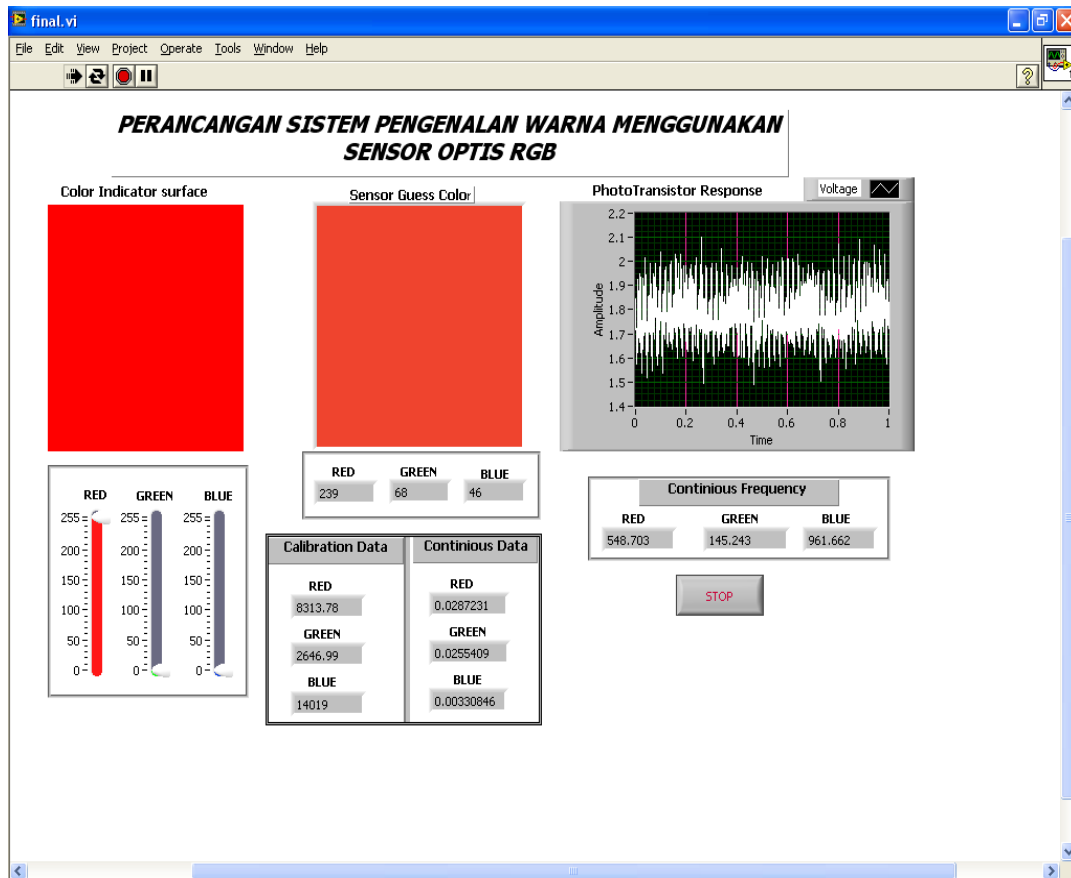
Gambar 4.4 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan sama dengan warna pada media uji dengan nilai konfigurasi RGB juga yang sama yaitu (255,255,255). Berarti untuk warna putih dapat dibaca secara maksimal oleh sensor.



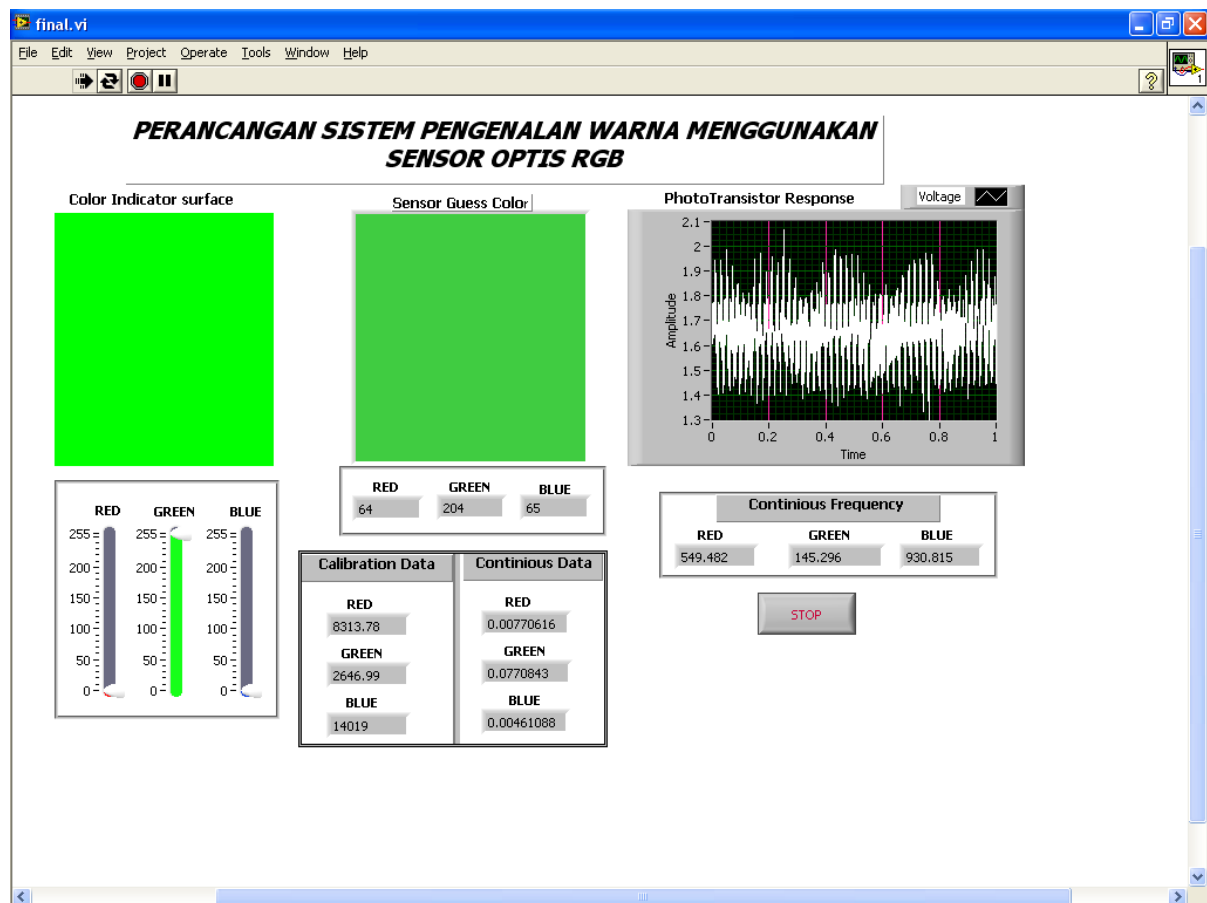
Gambar 4.5 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan mendekati warna pada media uji. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (24,29,45). Berarti kinerja sensor dalam menampilkan warna hitam telah mendekati warna aslinya.



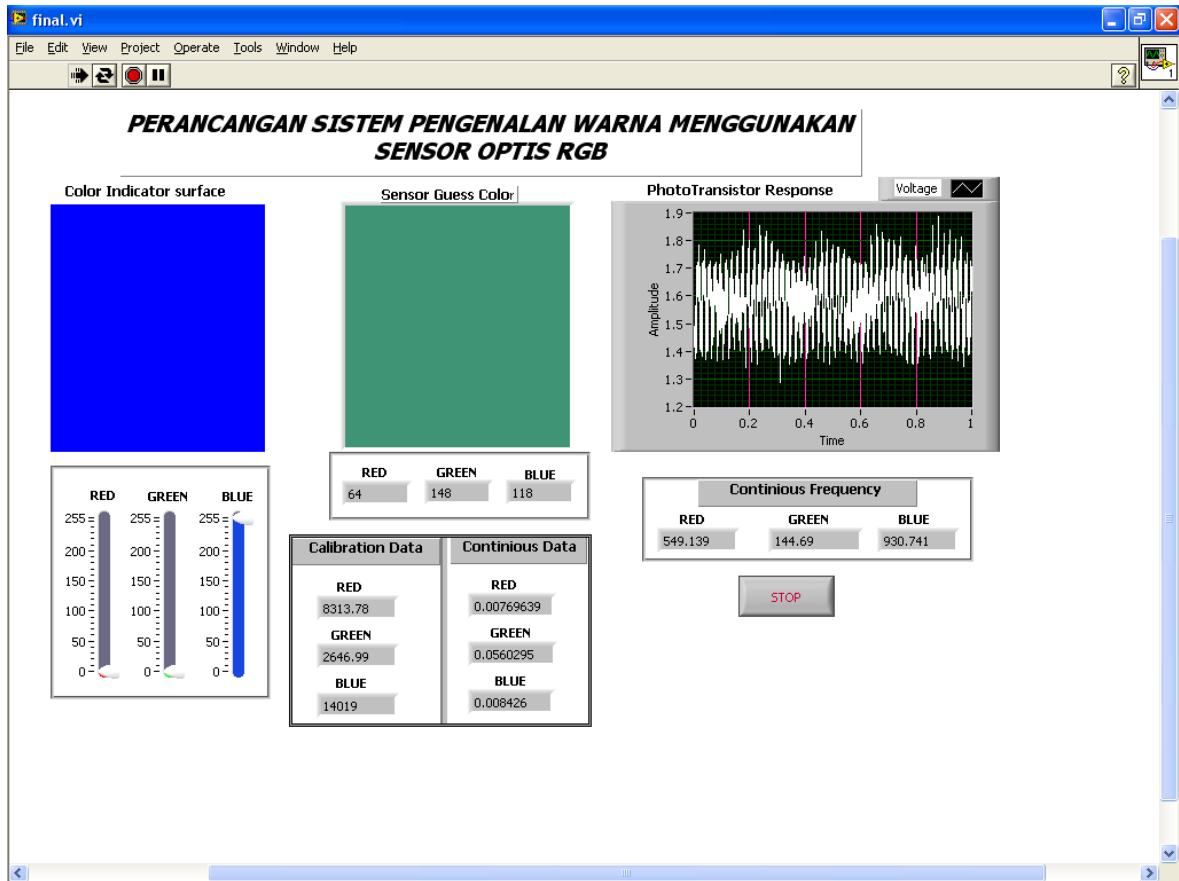
Gambar 4.6 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan kurang mendekati warna pada media uji dan cenderung terlihat seperti warna orange ataupun coklat. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (239,68,46).



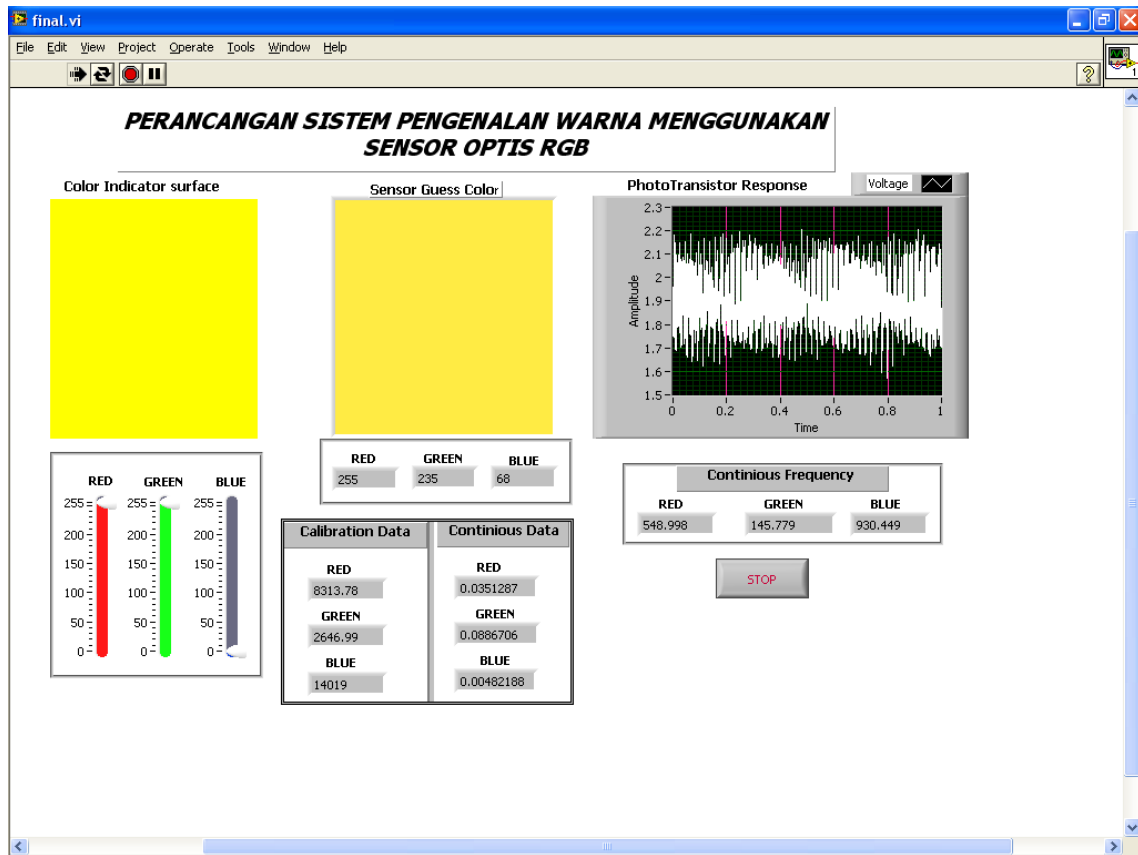
Gambar 4.7 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan mendekati warna pada media uji. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (64,204,65). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja maksimal dalam membaca warna hijau. Tapi tentu berbeda dalam nilai konfigurasi RGB.



Gambar 4.8 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan kurang mendekati warna pada media uji dan cenderung terlihat seperti warna biru kehijauan dan lebih dominan hijau. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (64,148,118).



Gambar 4.9 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Kuning Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan mendekati warna pada media uji. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,235,68). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja maksimal dalam membaca warna hijau. Tapi tentu berbeda dalam nilai konfigurasi RGB.

Nilai konfigurasi skala RGB yang didapat dari pembacaan warna diatas memiliki selisih nilai error pembacaan dari warna target media ujinya. Berikut persentase error pembacaannya:

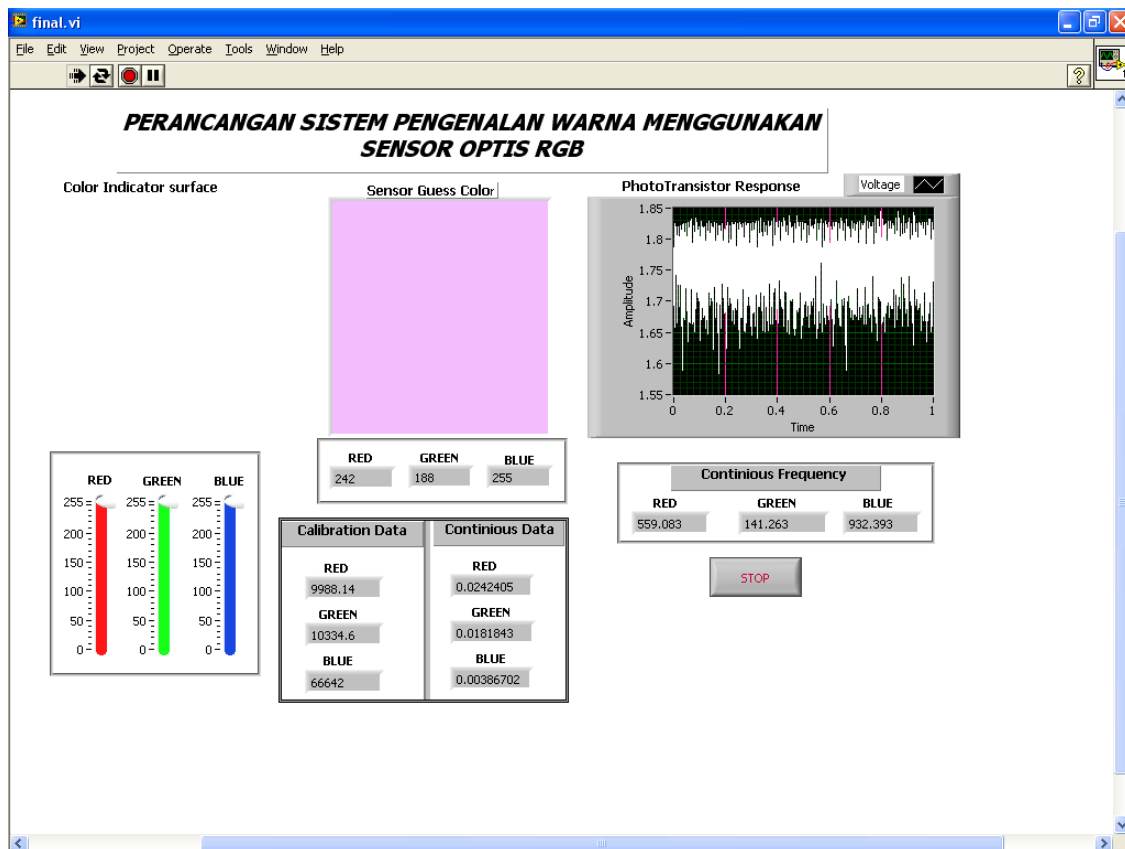
Tabel 4.8 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,255,255)	0	0	0
Hitam	(0,0,0)	(24,29,45)	9.4	11.3	17.6
Merah	(255,0,0)	(239,68,46)	6.2	26.6	18
Hijau	(0,255,0)	(64,204,65)	25	20	25.4
Biru	(0,0,255)	(64,148,118)	25	58	53.7
Kuning	(255,255,0)	(255,235,68)	0	7.8	26.6

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pembacaan pada objek berwarna biru memiliki error yang cukup besar bahkan dapat mencapai 50% lebih. Ini menandakan bahwa sensitivitas sensor dalam membaca warna biru sangat kurang dibandingkan dengan warna-warna lainnya.

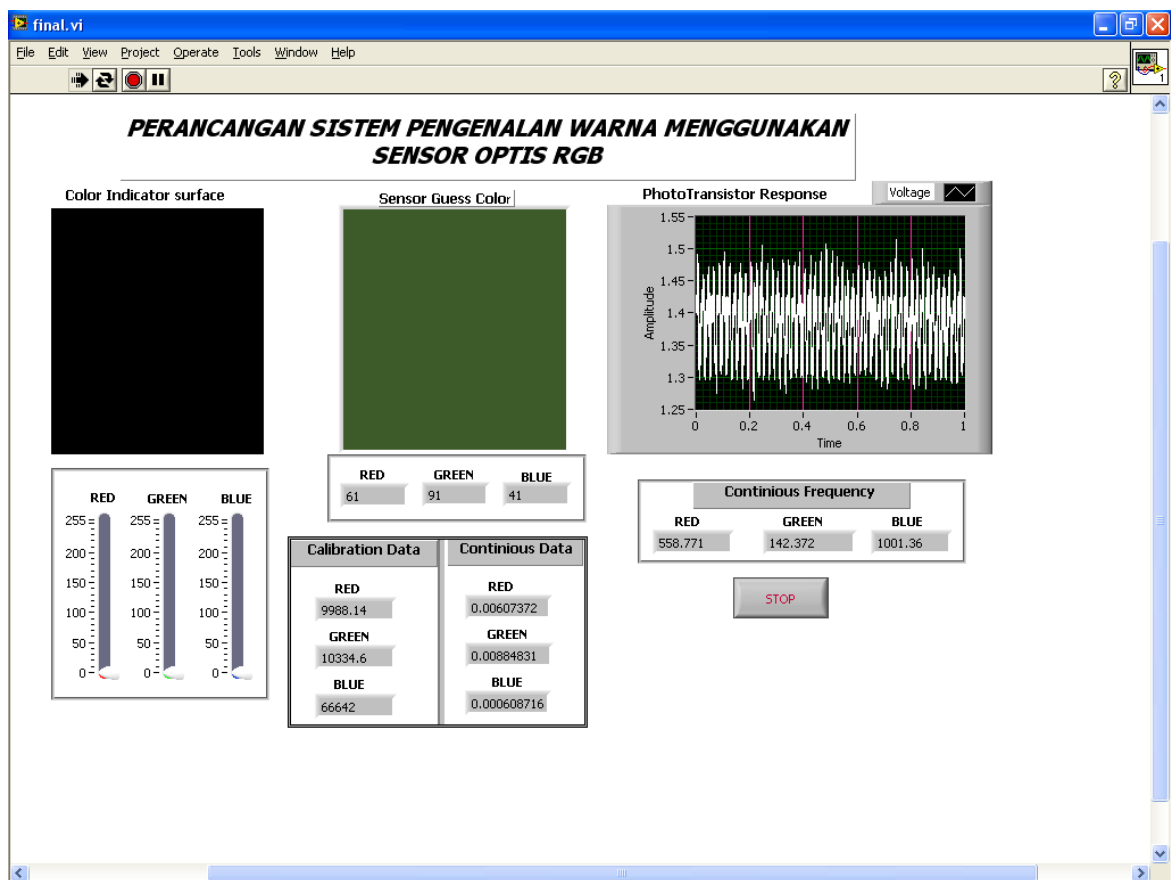
4.2.2 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Kertas Print Warna Dan Intervensi Cahaya Luar

Fototransistor diatur pada jarak 3cm dari media uji kemudian tabung tempat fototransistor diangkat setinggi 1cm agar cahaya dari luar dapat masuk dan ikut mengintervensi proses pembacaan kemudian tampilannya akan tertampil pada *Front Panel LabView*. Tampilan warna lalu dibandingkan dengan warna asli pada media uji. Sistem dikatakan dapat berjalan baik bilapada tampilannya sama dengan tampilan warna pada media uji.



Gambar 4.10 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

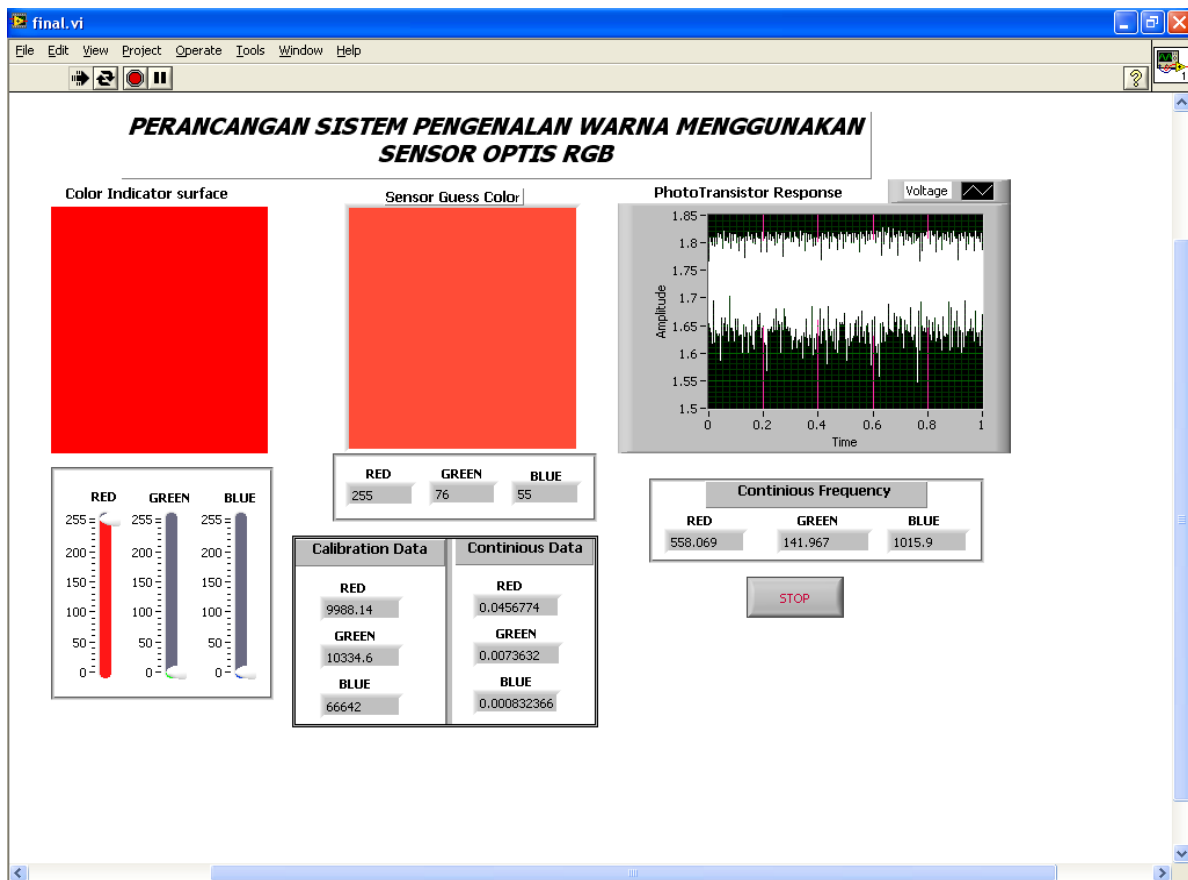
Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (242,188,255). Intervensi cahaya dari luar memiliki pengaruh yang besar dalam proses pembacaan dan tampilan warna pada warna putih ini.



Gambar 4.11 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

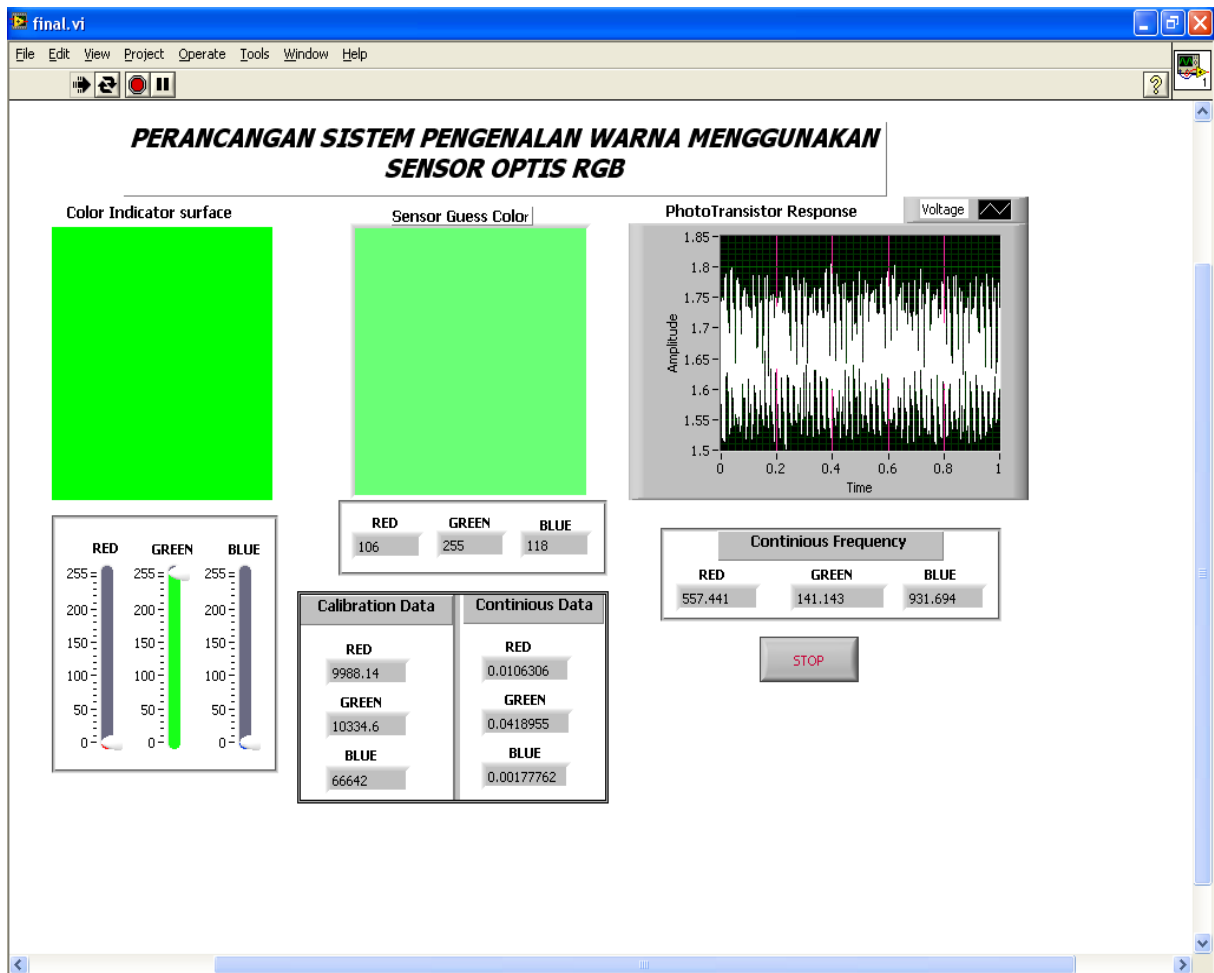
Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat

dari sensor adalah (61,91,41). Intervensi cahaya dari luar juga berpengaruh pada proses pembacaan dan tampilan warna pada warna hitam.



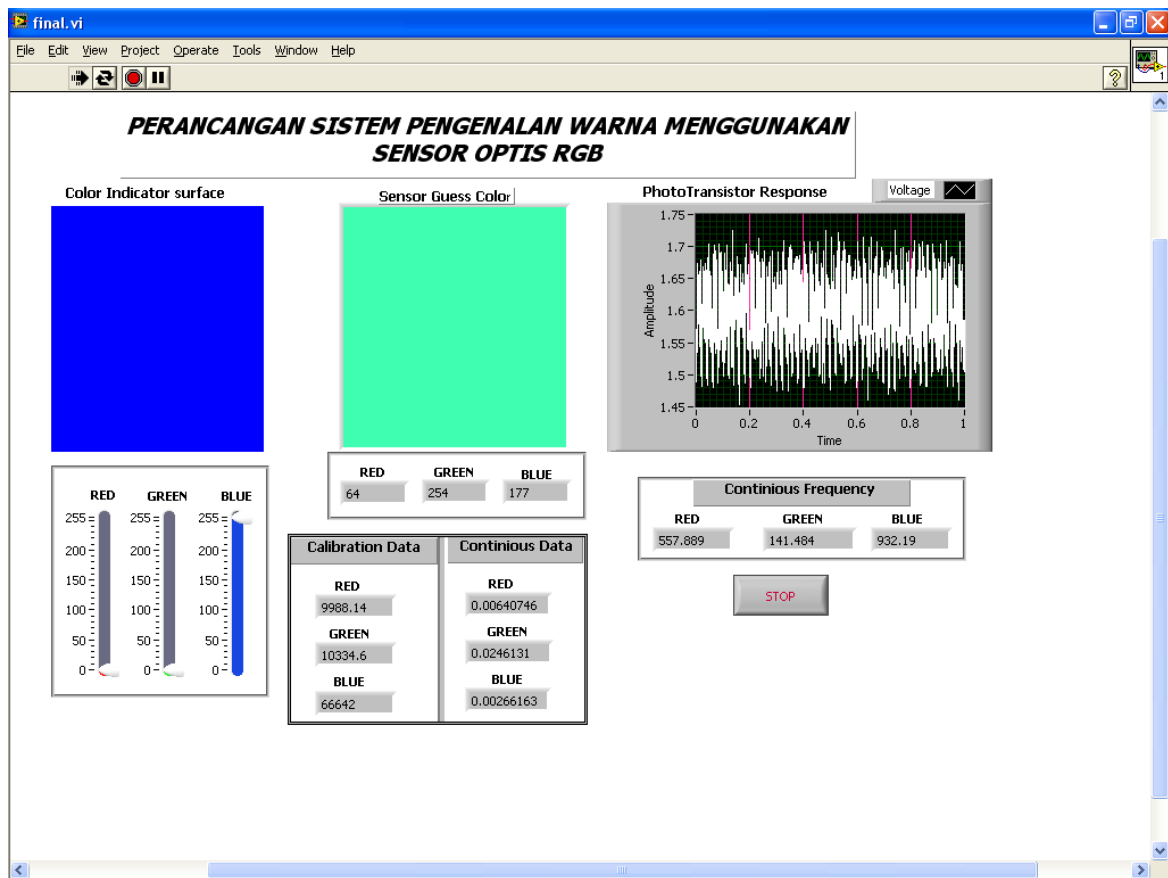
Gambar 4.12 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,76,55). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja baik dalam membaca warna merah walaupun ada intervensi cahaya luar.



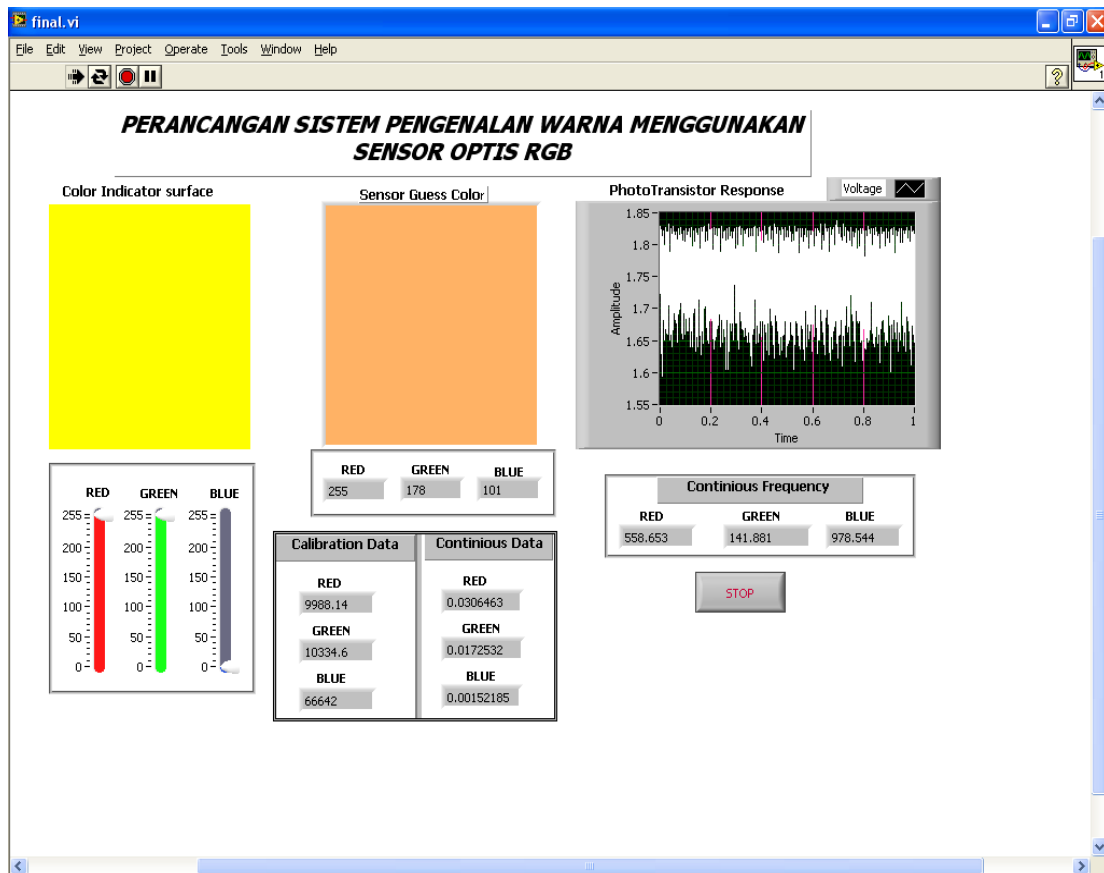
Gambar 4.13 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (106,255,118).



Gambar 4.14 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (64,254,177). Intervensi cahaya dari luar juga berpengaruh pada proses pembacaan dan tampilan warna pada warna biru.



Gambar 4.15 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna kuning Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,178,101).

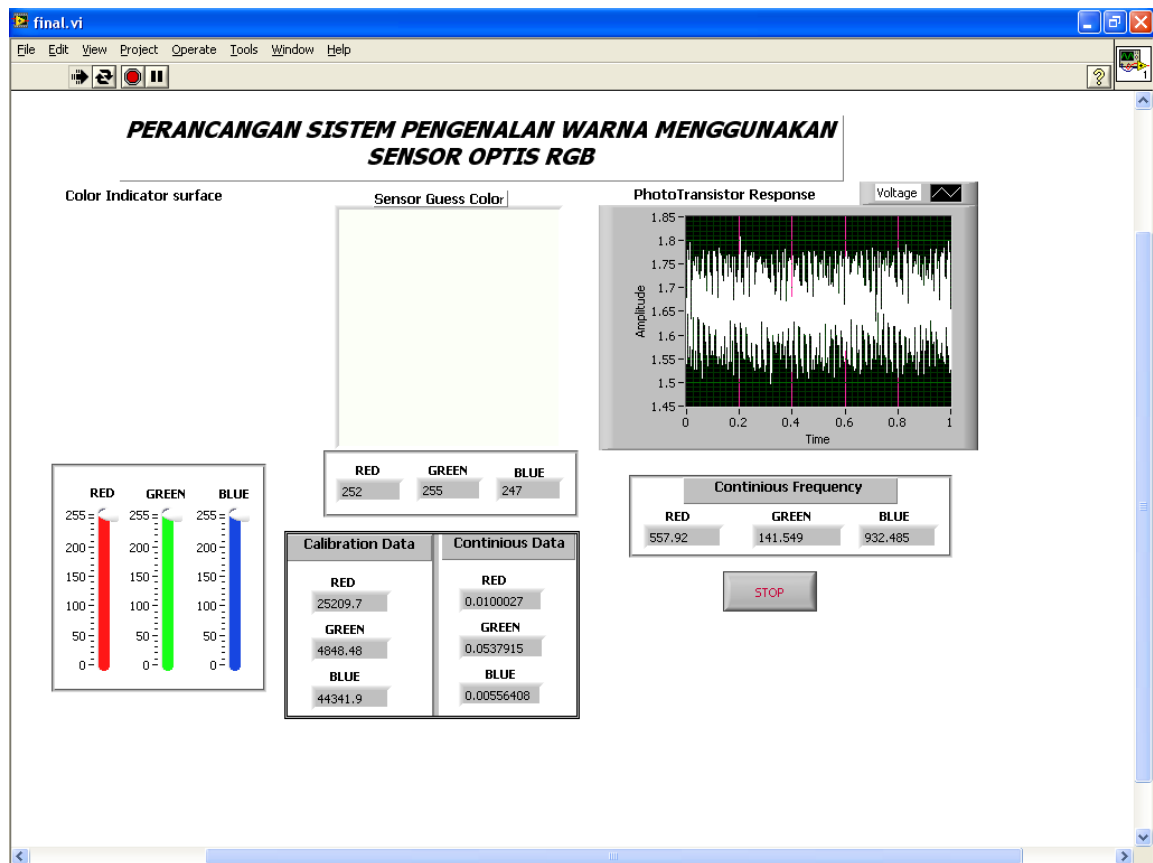
Nilai konfigurasi skala RGB yang didapat dari pembacaan warna diatas memiliki selisih nilai error pembacaan dari warna target media ujinya. Berikut persentase error pembacaannya:

Tabel 4.9 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(242,188,255)	5	26.2	0
Hitam	(0,0,0)	(61,91,41)	23.9	35.6	16
Merah	(255,0,0)	(255,76,55)	0	29.8	21.5
Hijau	(0,255,0)	(106,255,118)	41.5	0	46.2
Biru	(0,0,255)	(64,254,177)	25	99.6	54.1
Kuning	(255,255,0)	(255,178,101)	0	30.1	39.6

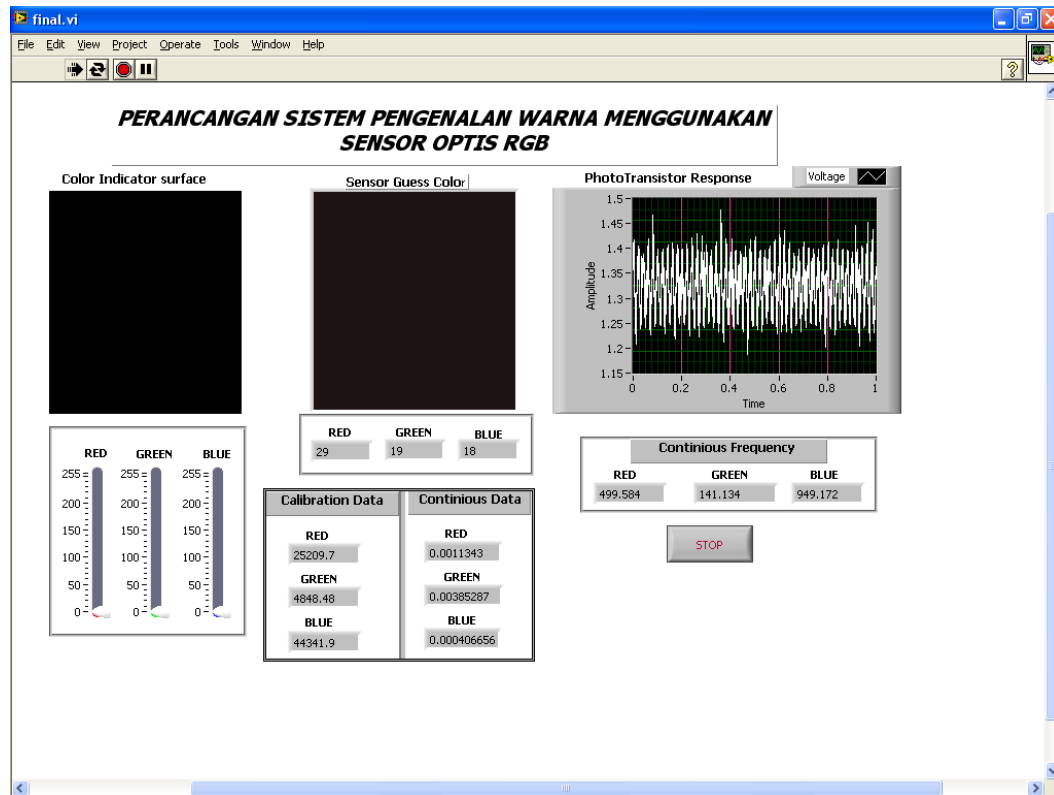
4.2.3 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Kertas Print Warna

Fototransistor diatur pada jarak 1.5cm dari media uji kemudian dilakukan proses pembacaan kemudian tampilannya akan tertampil pada *Front Panel LabView*. Sistem dikatakan dapat berjalan baik bilapada tampilannya sama dengan tampilan warna pada media uji.



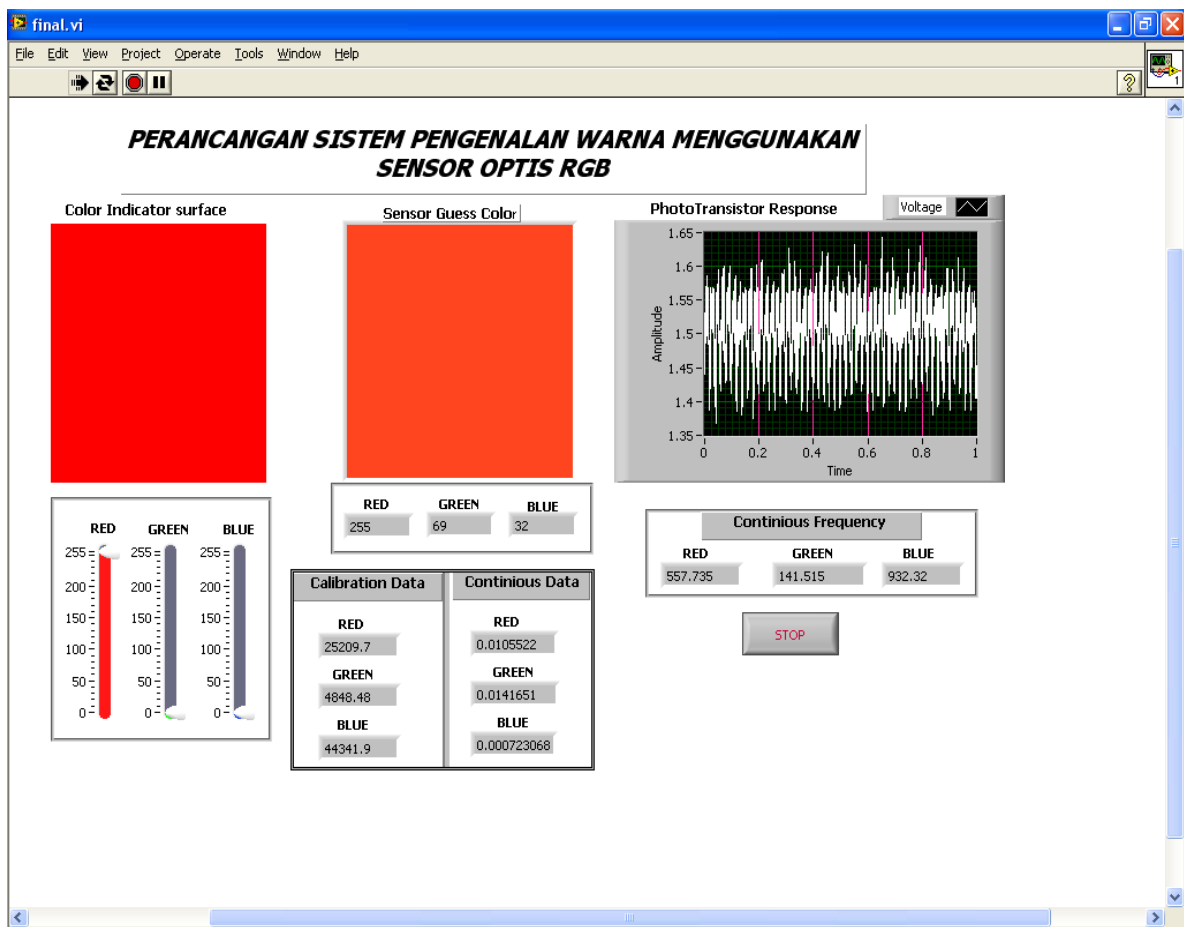
Gambar 4.16 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan mendekati warna pada media uji. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (252,255,247). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja maksimal dalam membaca warna putih.



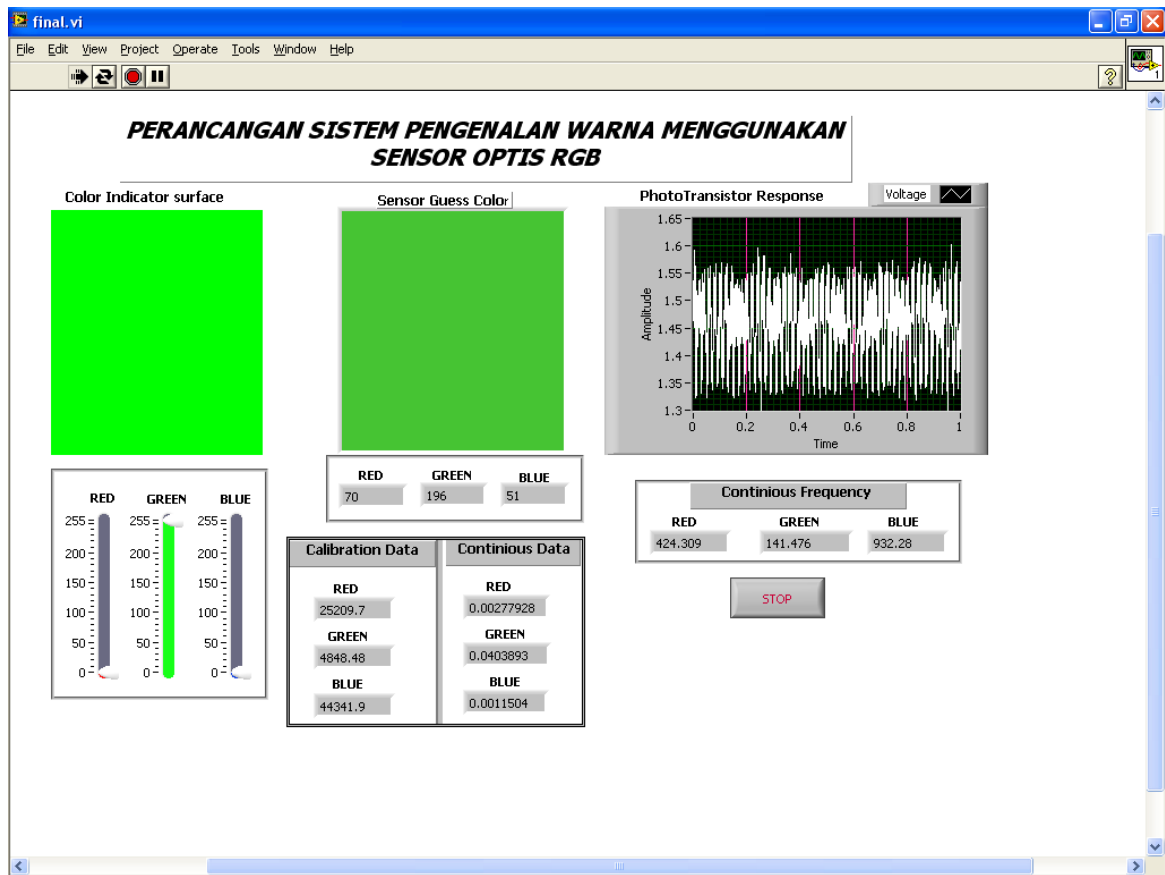
Gambar 4.17 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (29,19,18). Nilai konfigurasi RGB pada pengujian media uji dengan warna hitam sudah mendekati hasil terbaik dari pembacaan warna hitam.



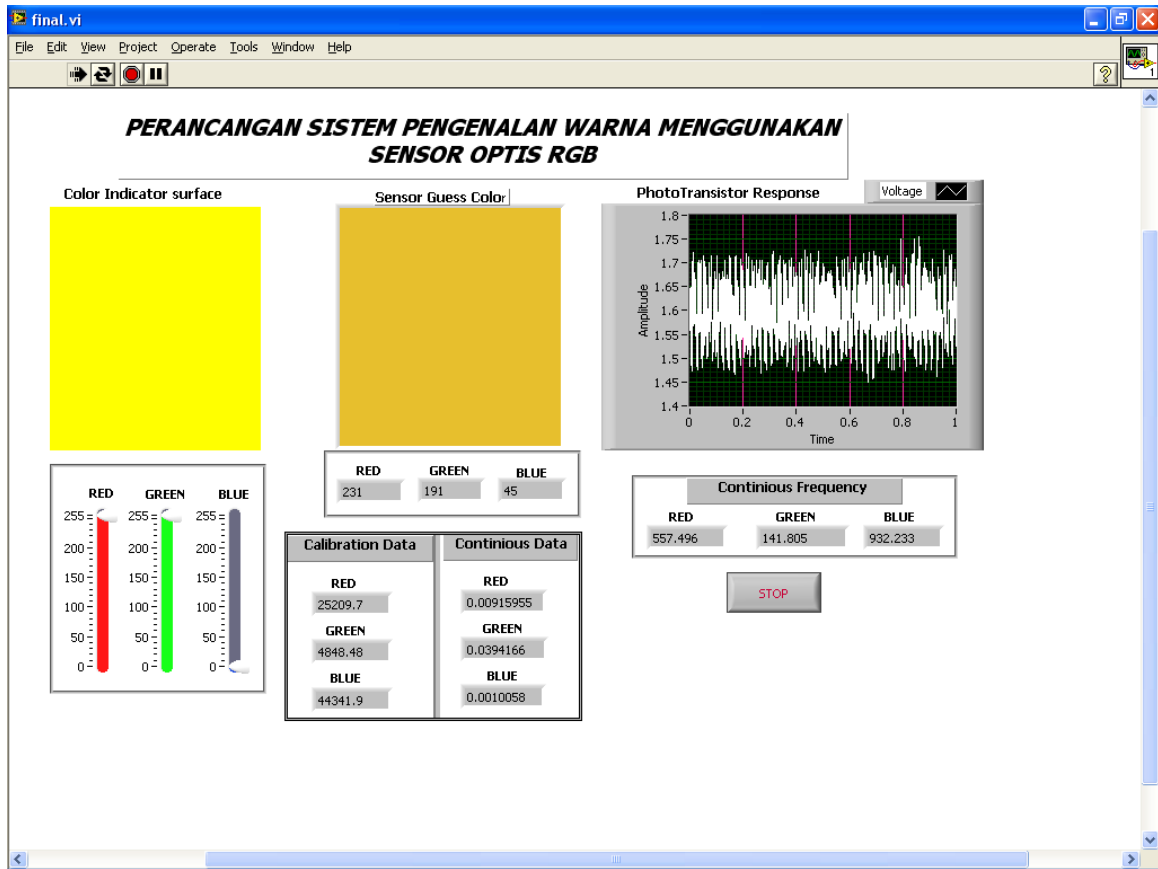
Gambar 4.18 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,69,32). Dilihat dari tampilan warna maka hasil tampilan lebih mendekati warna orange dari pada warna merah.



Gambar 4.19 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (70,196,51). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja dalam membaca warna hijau.



Gambar 4.21 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Kuning Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (231,191,45). Dilihat dari tampilan warna yang didapat maka warna kuning diatas lebih gelap dari warna aslinya.

Nilai konfigurasi skala RGB yang didapat dari pembacaan warna diatas memiliki selisih nilai error pembacaan dari warna target media ujinya. Berikut persentase error pembacaannya:

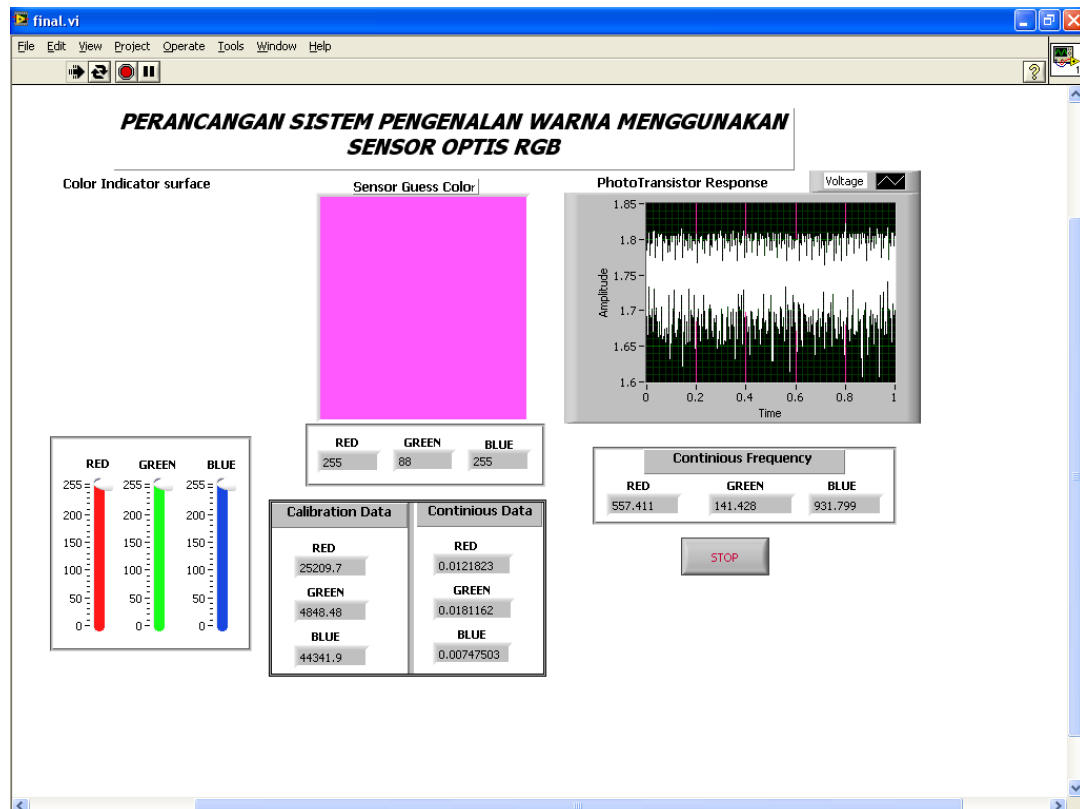
Tabel 4.10 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(252,255,247)	1.1	0	3.1
Hitam	(0,0,0)	(29,19,18)	11.3	7.4	7
Merah	(255,0,0)	(255,69,32)	0	27	12.5
Hijau	(0,255,0)	(70,196,51)	27.4	23.1	20
Biru	(0,0,255)	(42,100,107)	16.4	39.2	58
Kuning	(255,255,0)	(231,191,45)	9.4	25	17.6

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pembacaan pada objek berwarna biru memiliki error yang cukup besar bahkan dapat mencapai 58%. Ini menandakan bahwa sensitivitas sensor dalam membaca warna biru sangat kurang dibandingkan dengan warna-warna lainnya.

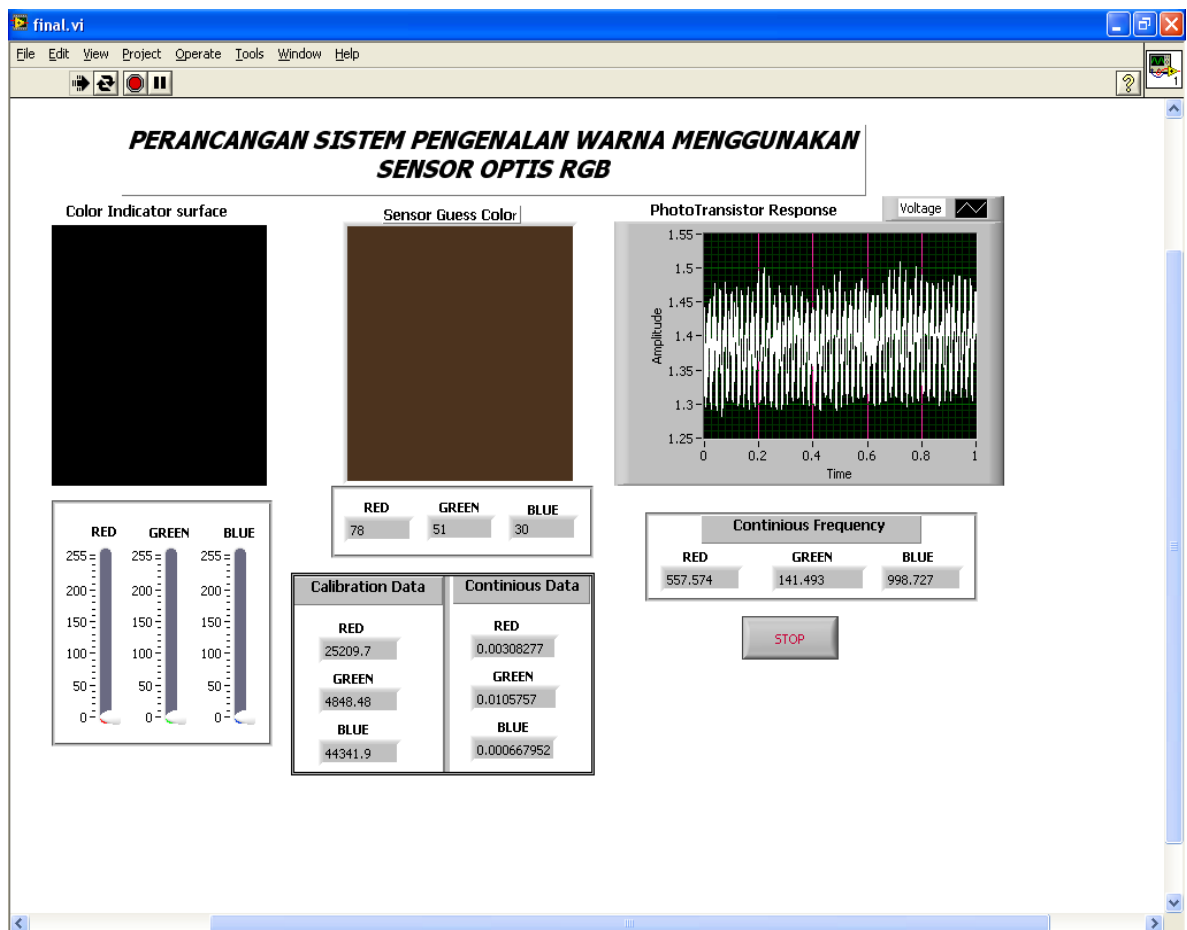
4.2.4 Hasil Tampilan Warna Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Kertas Print Warna Dan Intervensi Cahaya Luar

Fototransistor diatur pada jarak 1.5cm dari media uji kemudian tabung tempat fototransistor diangkat setinggi 1cm agar cahaya dari luar dapat masuk dan ikut mengintervensi proses pembacaan kemudian tampilannya akan tertampil pada *Front Panel LabView*. Tampilan warna lalu dibandingkan dengan warna asli pada media uji. Sistem dikatakan dapat berjalan baik bilapada tampilannya sama dengan tampilan warna pada media uji.



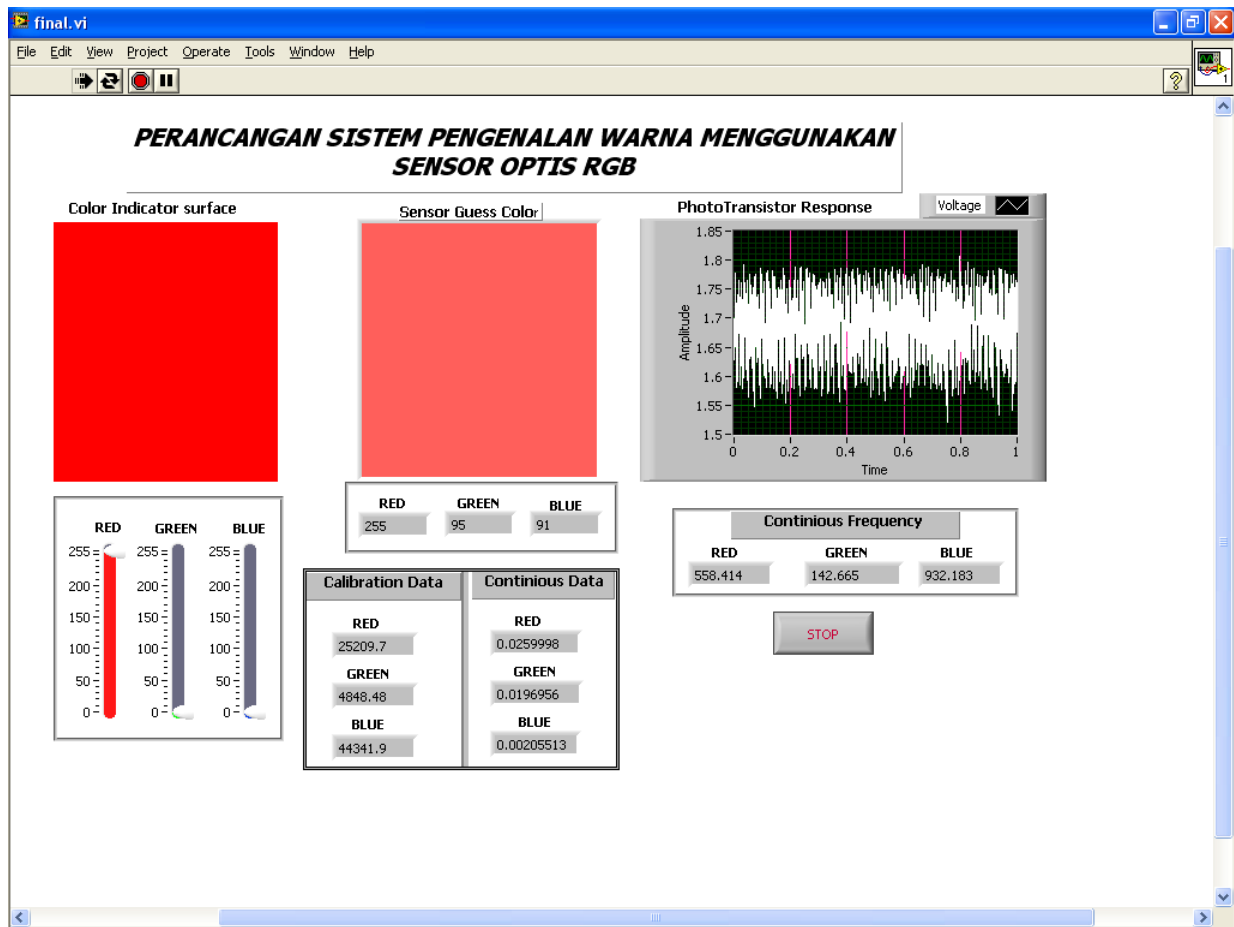
Gambar 4.22 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Putih Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,88,255). Dilihat dari tampilan warna maka pengaruh intervensi cahaya dari luar sangat besar dalam pembacaan warna putih.



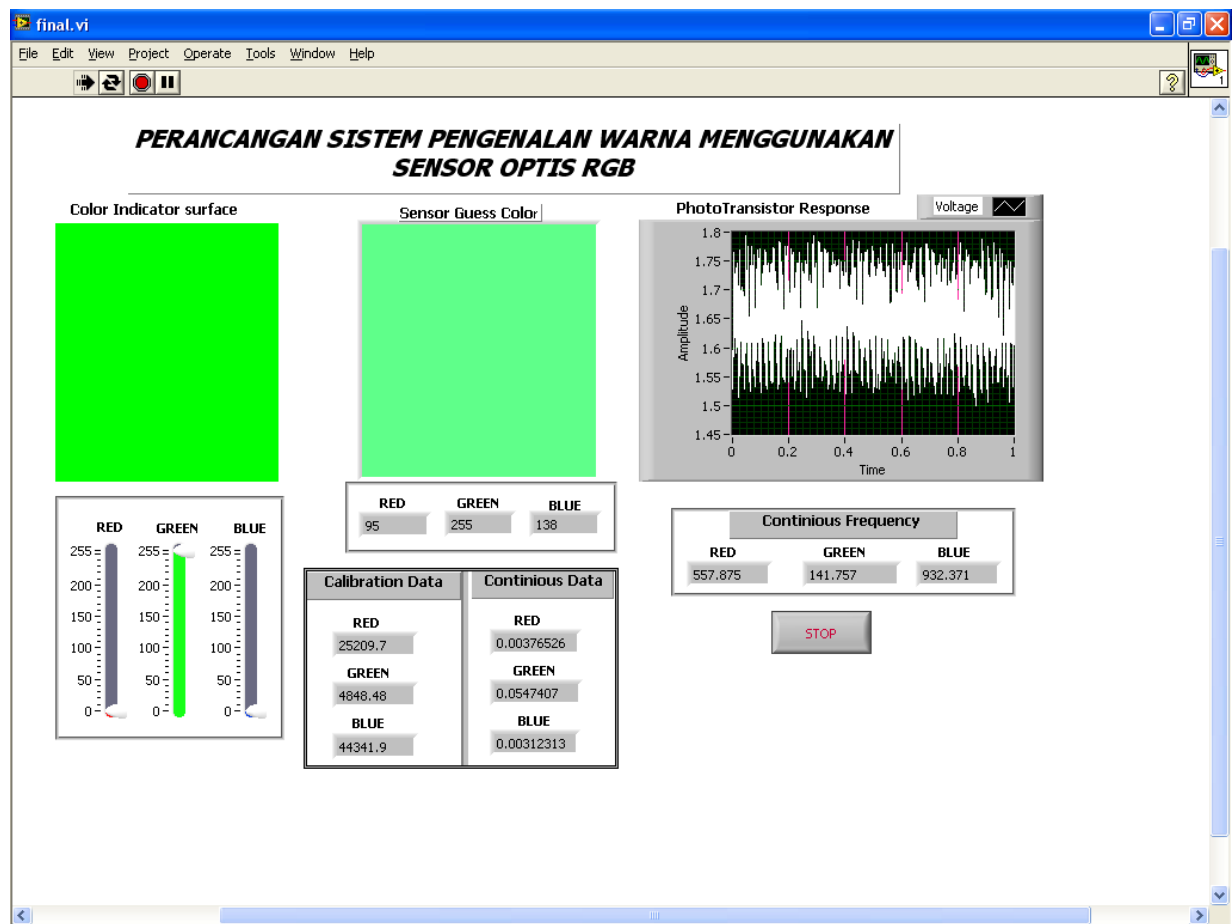
Gambar 4.23 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hitam Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (78,51,30).



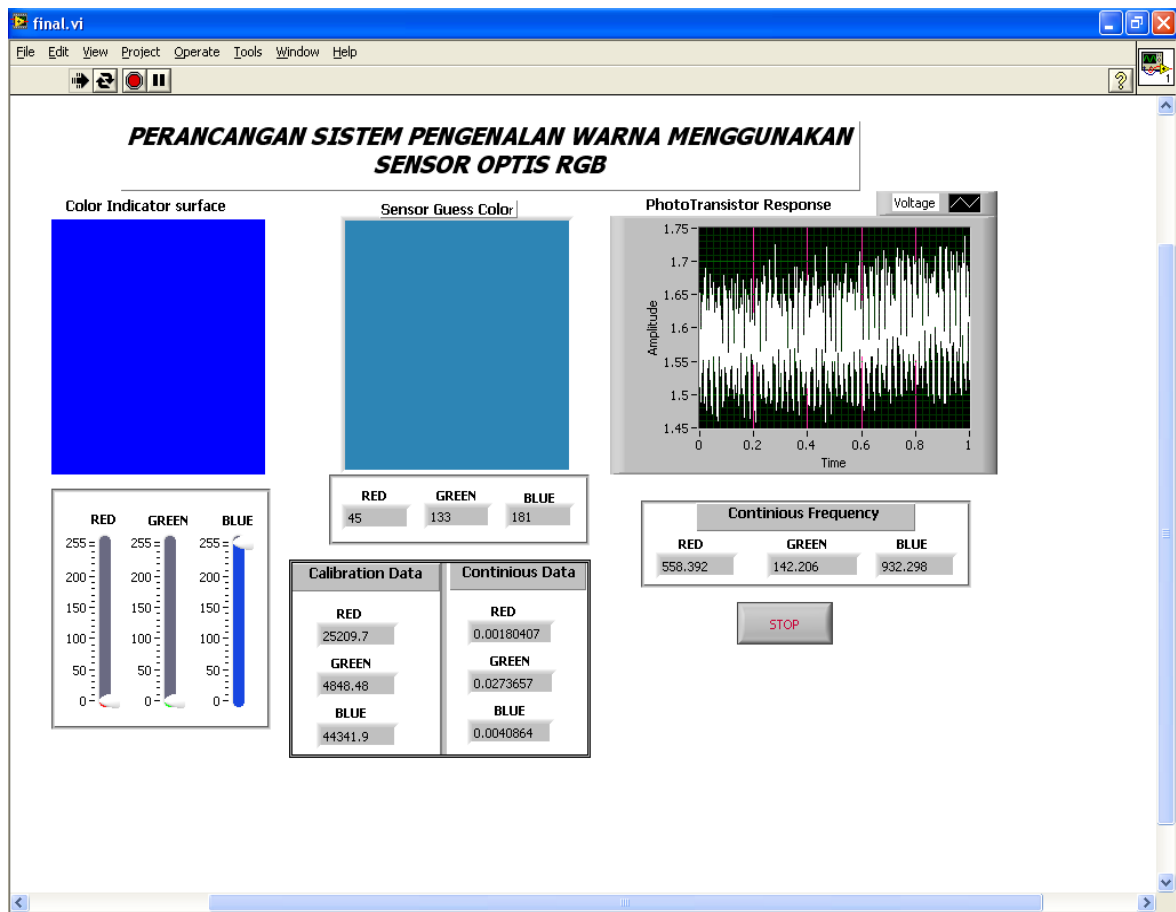
Gambar 4.24 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Merah Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,0,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,95,91).



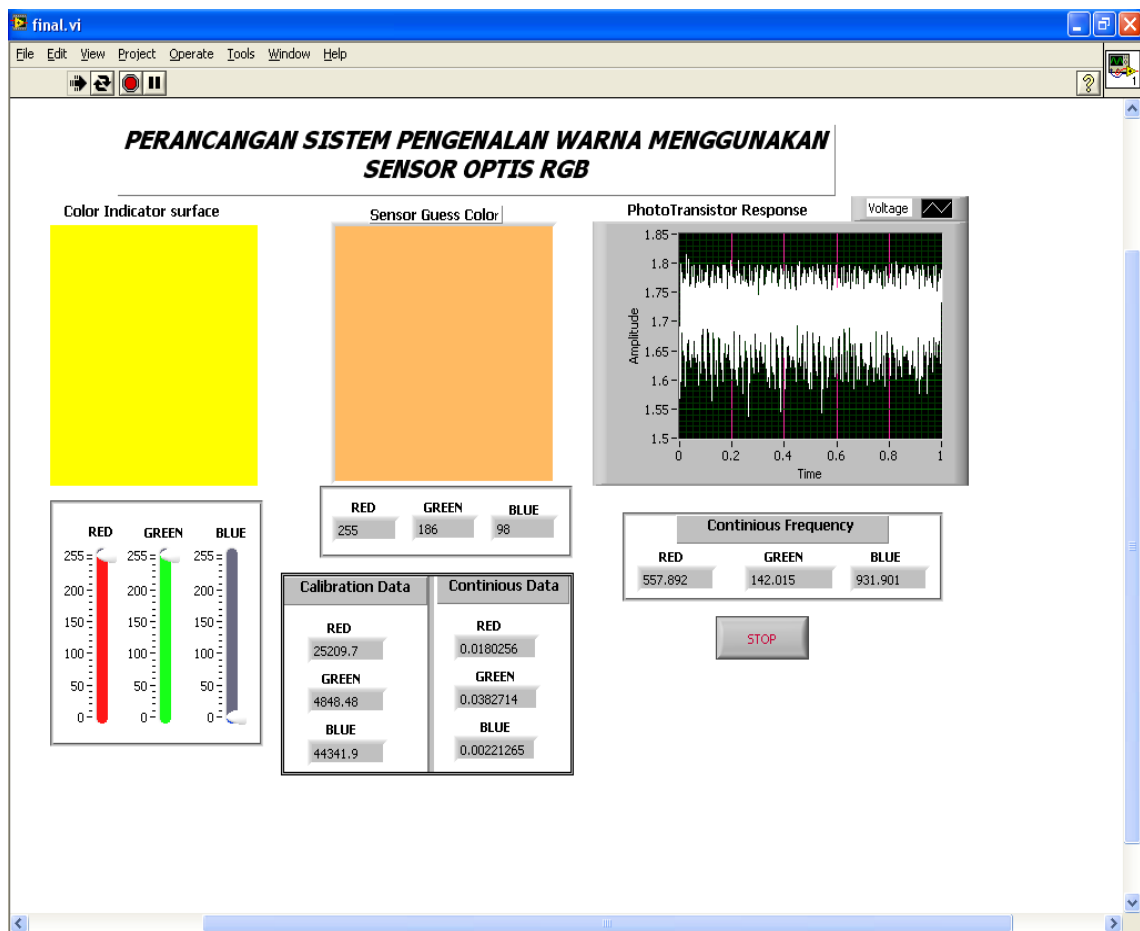
Gambar 4.25 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Hijau Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (95,255,138). Dilihat dari tampilan warna maka dapat dikatakan sensor ini dapat bekerja dalam membaca warna hijau. Tapi tentu berbeda dalam nilai konfigurasi RGB.



Gambar 4.26 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati warna tampilan mendekati warna pada media uji. Nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (0,0,255). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (45,133,181).



Gambar 4.27 Tampilan *Front Panel LabView* Untuk Warna Biru Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Dari hasil tampilan *Front Panel LabView* diatas didapati nilai konfigurasi RGB pada media uji adalah (255,255,0). Sedangkan nilai konfigurasi RGB yang didapat dari sensor adalah (255,186,98).

Nilai konfigurasi skala RGB yang didapat dari pembacaan warna diatas memiliki selisih nilai error pembacaan dari warna target media ujinya. Berikut persentase error pembacaannya:

Tabel 4.11 Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Kertas Print Warna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,88,255)	0	65.4	0
Hitam	(0,0,0)	(78,51,30)	30.5	20	11.7
Merah	(255,0,0)	(255,95,91)	0	37.2	35.6
Hijau	(0,255,0)	(95,255,138)	37.2	0	54.1
Biru	(0,0,255)	(45,133,181)	17.6	52.1	29
Kuning	(255,255,0)	(255,186,98)	0	27	38.4

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai error yang didapat lebih besar dari nilai error pada saat tidak terdapat intervensi cahaya dari luar. Ini menandakan bahwa intervensi cahaya dari luar memiliki pengaruh yang cukup besar dalam proses pembacaan sensor.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan berbagai macam pelatihan dan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan menggunakan perangkat NI DAQ 6009 dalam penelitian ini, akuisisi data dapat diperoleh secara lebih mudah. Data- data yang didapatkan lebih akurat dan proses pengolahan datanya dipermudah dengan bantuan perangkat lunak *LabView*.
2. Proses kalibrasi sangat penting peranannya dalam menentukan hasil dari konfigurasi tampilan warna pada Labview. Proses ini dilakukan dengan membandingkan nilai maksimal yang didapat dari objek media berwarna putih dengan objek media yang ingin ditentukan dan ditampilkan warnanya.
3. Pada penelitian ini akurasi dalam pembacaan warna biru masih sangat kurang. Dari tampilan yang didapat warna biru tidak pernah menampilkan bentuk yang baik.
4. Pengaruh intensitas dari LED juga mempengaruhi dari kinerja pembacaan dan tampilan warna pada sistem ini. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian maka didapatlah variasi tegangan LED yang dapat memberikan hasil pembacaan dan tampilan maksimal dari sistem yaitu LED Merah = 1.5 V, LED Hijau = 1.08 V dan LED Biru = 1.3 V.

5.2 Saran

Masukan maupun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ini sangat dibutuhkan, berikut beberapa masukan dan saran yang dapat dipertimbangkan:

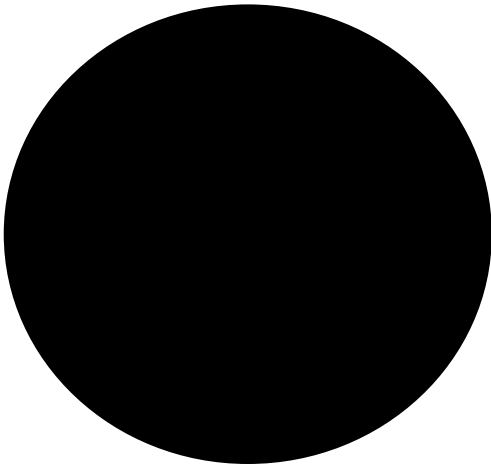
1. Pembacaan warna hanya menggunakan objek kertas berwarna sebagai media uji, kedepan diharapkan dapat menggunakan objek media lain sebagai media uji dan hasilnya dapat dibandingkan.
2. Untuk mendapatkan hasil tampilan warna yang lebih baik bias dilakukan dengan meningkatkan nilai modulasi frekuensi pada LED sehingga dapat diperoleh data yang lebih baik lagi.
3. Untuk kedepannya diperlukan perangkat akuisisi data yang lebih baik dari NI DAQ 6009, yang memiliki *feature* lebih baik yang memiliki settingan *Rate (Hz)* lebih besar lagi sehingga bias diperoleh hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

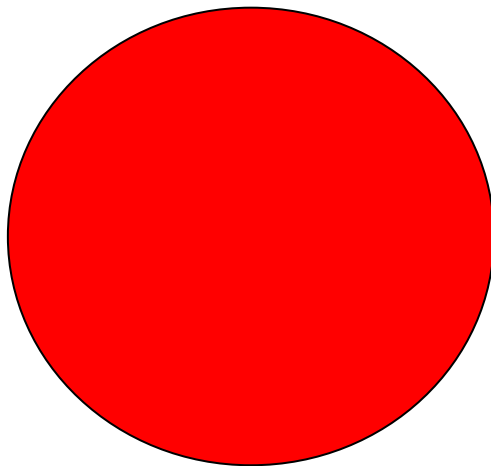
- F. A. Jenkins and H. E. White, 1976“ *Fundamentals of Optics*” McGraw-Hill, Inc.
- J. Allison, 2008 “*Contrast and color sensors open eyes in packaging*”, Pepper Fuhs
- Mahalik, 2004, “*MECHATRONIC: Principle, Concepts and Applications*”, McGraw-Hill International Edition.
- Malvino Albert Paul, 2003, “*Prinsip-prinsip Elektronika*”, PT Salemba Teknika Jakarta.
- Myers, Bryan, 2009 “*Color Sensor Aplication*”, Final Project, colorsensor_BMyers2009.pdf.
- National Instruments, 2006, “*DAQ – USB 6009 manual*”. <http://public.beuth-hochschule.de/~suchanek/EMSL/usb6009.pdf>
- Park, John. 2003.”*Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control System*”. News.200 Wheeler Road. Burlington England.
- Prasetia, Tri Agung 2005. “*Unjuk Kerja InfraMerah Dalam Pengenalan warna Primer*”. Tugas Akhir TE UII.
- RGB Color Model*, 2009, <http://en.wikipedia.org/wiki/RGB>.
- Subowo, Erlan 2006. “*Mesin Penyortir Barang Berdasarkan Warna Kemasan Berbasis Mikrokontroller AT89S51*”. Tugas Akhir TE UII.
- Sumathi, P., dan P. Surekha, 2007.” *LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems*”. Berlin. Springer

'LAMPIRAN'

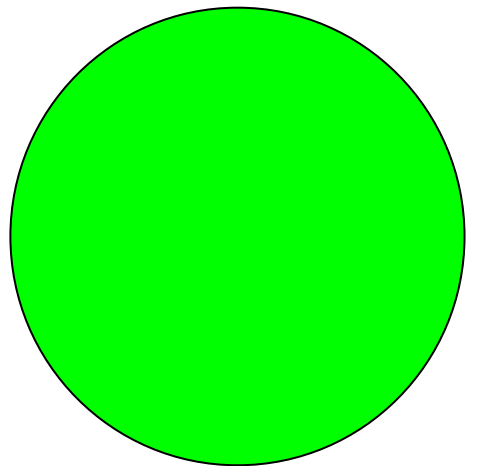
MEDIA UJI



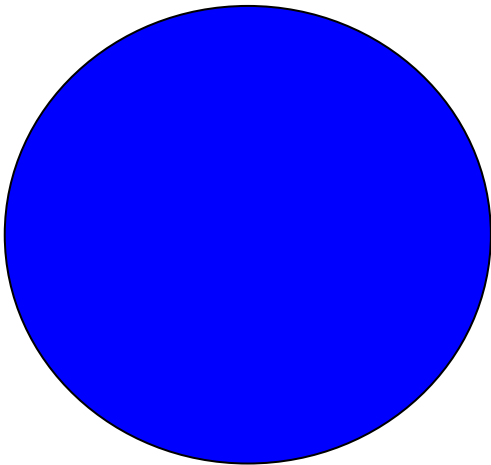
0,0,0



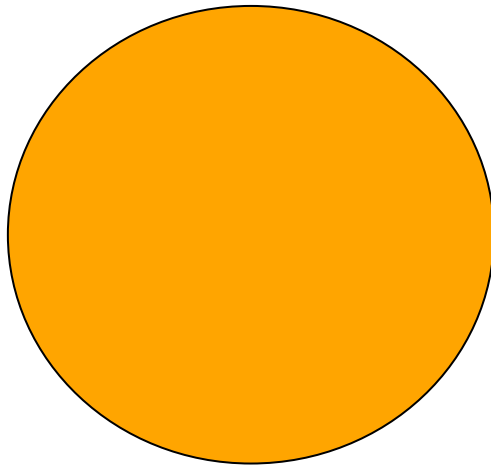
255,0,0



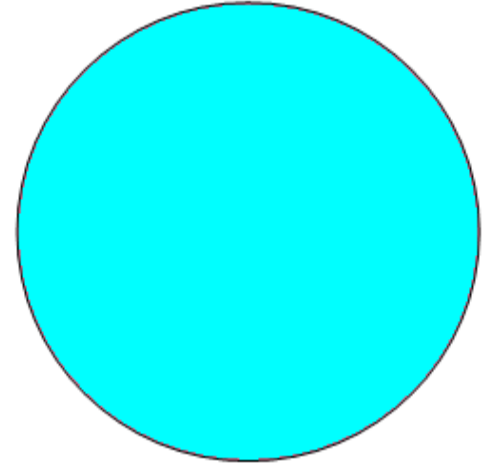
0,255,0



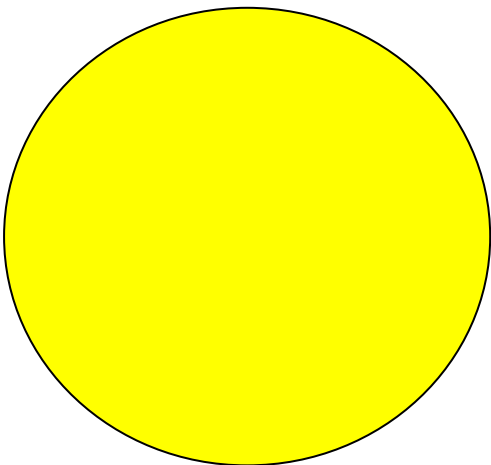
0,0,255



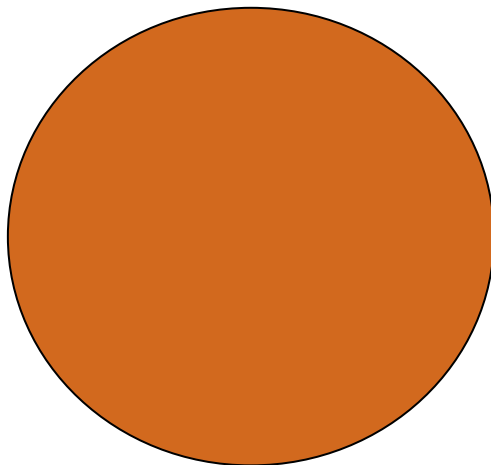
255,165,0



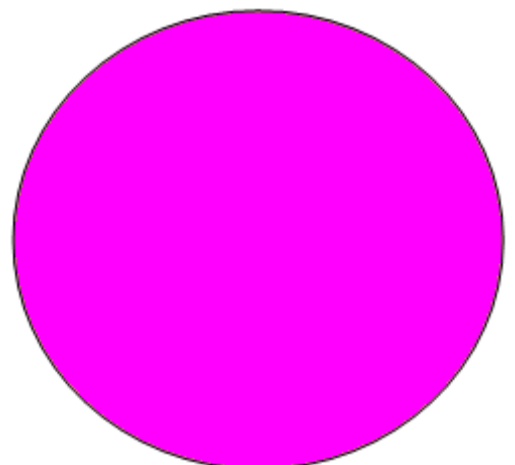
0,255,255



255,255,0



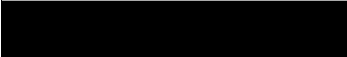
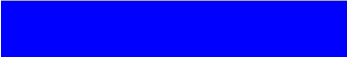
210,105,30



255,0,255

Konfigurasi Warna

Warna Dasar

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Black	0	0	0
	White	255	255	255
	Blue	0	0	255
	Green	0	255	0
	Red	255	0	0
	Yellow	255	255	0
	Gray	128	128	128
	Orange	255	165	0

Warna-Warna Merah

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Indian Red	205	92	92
	Light Coral	240	128	128
	Salmon	250	128	114
	Dark Salmon	233	150	122
	Light Salmon	255	160	122
	Crimson	220	20	60
	Red	255	0	0
	Fire Brick	178	34	34
	Dark Red	139	0	0

Warna-Warna Pink

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Pink	255	192	203
	Light Pink	255	182	193
	Hot Pink	255	105	180
	Deep Pink	255	20	147
	Medium Violet Red	199	21	133
	Pale Violet Red	219	112	147

Warna-Warna Jingga

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Light Salmon	255	160	122
	Coral	255	127	80
	Tomato	255	99	71
	Orange Red	255	69	0
	Dark Orange	255	140	0
	Orange	255	165	0

Warna-Warna Kuning

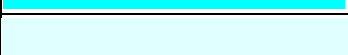
Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Gold	255	215	0
	Yellow	255	255	0
	Light Yellow	255	255	224
	Lemon Chiffon	255	250	205
	Light Goldenrod Yellow	255	250	210
	Papaya Whip	255	239	213
	Moccasin	255	228	181
	Peach Puff	255	218	185
	Pale Goldenrod	238	232	170
	Khaki	240	230	140
	Dark Khaki	189	183	107

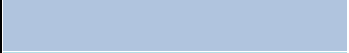
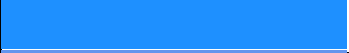
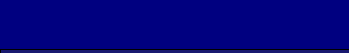
Warna-Warna Hijau

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Green Yellow	173	255	47
	Chartreuse	127	255	0
	Lawn Green	124	252	0
	Lime	0	255	0
	Lime Green	50	205	50
	Pale Green	152	251	152
	Light Green	144	238	144
	Medium Spring Green	0	250	154

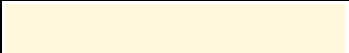
	Spring Green	0	255	127
	Medium Sea Green	60	179	113
	Sea Green	46	139	87
	Forest Green	34	139	34
	Green	0	128	0
	Dark Green	0	100	0
	Yellow Green	154	205	50
	Olive Drab	107	142	35
	Olive	128	128	0
	Dark Olive Green	85	107	47
	Medium Aquamarine	102	205	170
	Dark Sea Green	142	188	143
	Light Sea Green	32	178	170
	Dark Cyan	0	139	139
	Teal	0	128	128

Warna-Warna Biru

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Aqua	0	255	255
	Cyan	0	255	245
	Light Cyan	224	255	255
	Pale Turquoise	175	238	238
	Aquamarine	127	255	212
	Turquoise	64	224	208
	Medium Turquoise	72	209	204

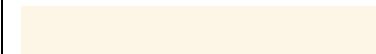
	Dark Turquoise	0	206	209
	Cadet Blue	95	158	160
	Steel Blue	70	130	180
	Light Steel Blue	176	196	222
	Powder Blue	176	224	230
	Light Blue	173	216	230
	Sky Blue	137	206	235
	Light Sky Blue	137	206	250
	Deep Sky Blue	0	191	255
	Dodger Blue	30	144	255
	Cornflower Blue	100	149	237
	Medium Slate Blue	123	104	238
	Royal Blue	65	105	255
	Blue	0	0	255
	Medium Blue	0	0	205
	Dark Blue	0	0	139
	Navy	0	0	128
	Midnight Blue	25	25	112

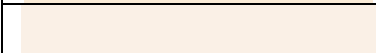
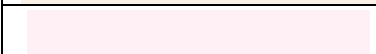
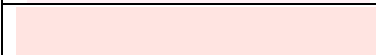
Warna-Warna Coklat

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Cornsilk	255	248	220
	Blanched Almond	255	235	205
	Bisque	255	228	196
	Navajo White	255	222	173

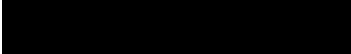
	Wheat	245	222	179
	Burly Wood	222	184	135
	Tan	210	180	140
	Rosy Brown	188	143	143
	Sandy Brown	244	164	96
	Goldenrod	218	165	32
	Dark Goldenrod	184	134	11
	Peru	205	133	63
	Chocolate	210	105	30
	Saddle Brown	139	69	19
	Sienna	160	82	45
	Brown	165	42	42
	Maroon	128	0	0

Warna-Warna Putih

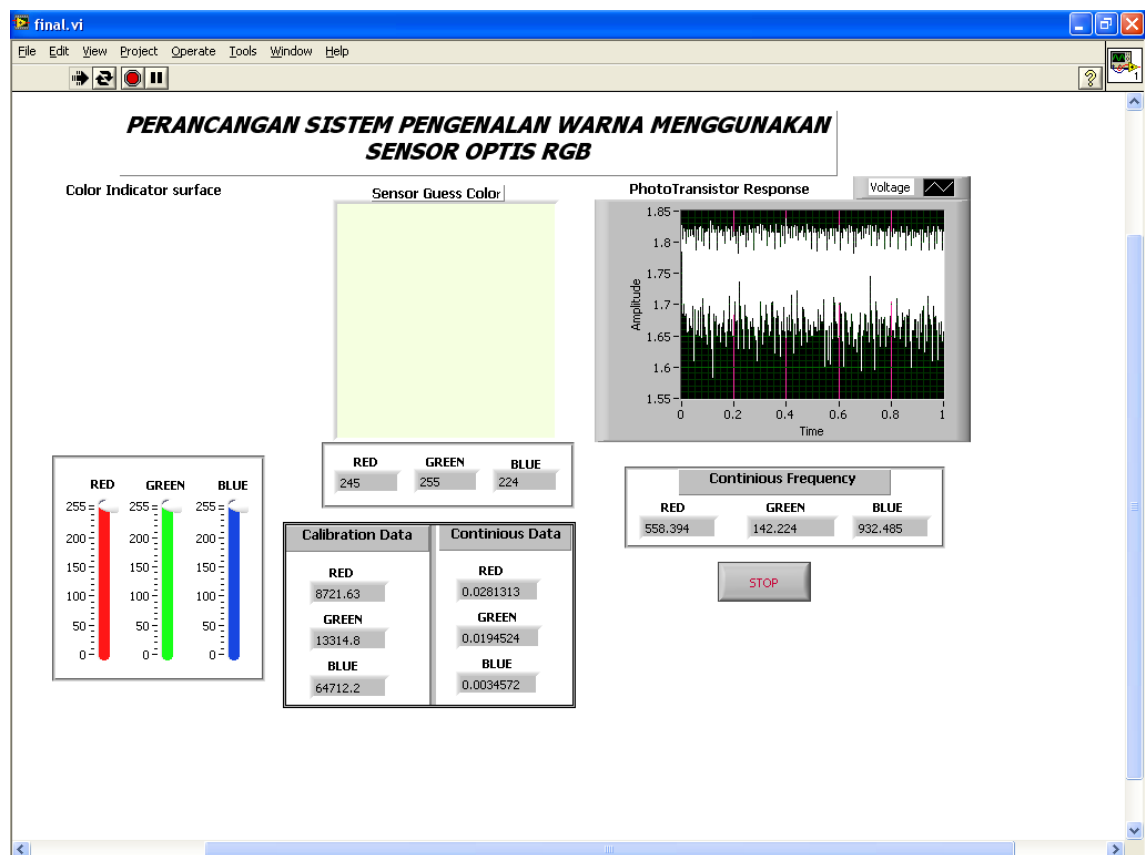
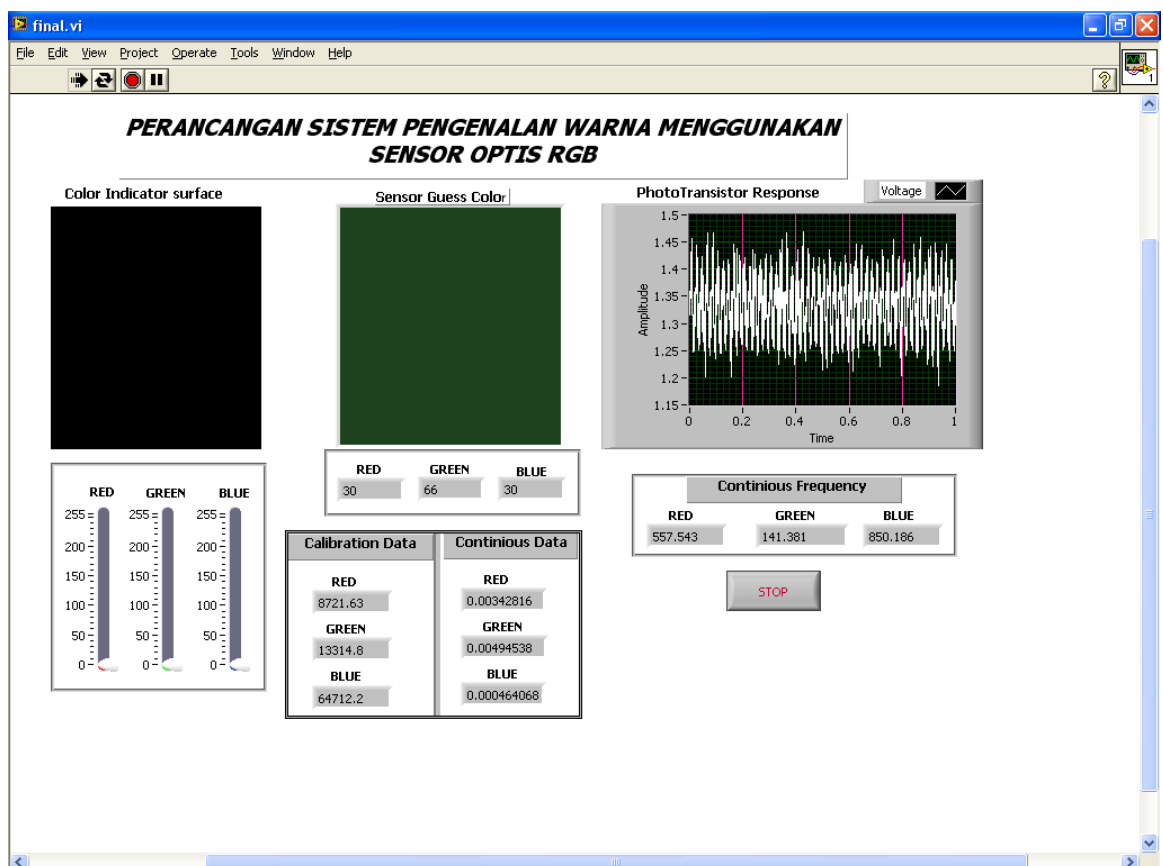
Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	White	255	255	255
	Snow	255	250	250
	Honeydew	240	255	240
	Mint Cream	245	255	250
	Azure	240	255	255
	Alice Blue	240	248	255
	Ghost White	248	248	255
	White Smoke	245	245	245
	Seashell	255	245	238
	Beige	245	245	220
	Old Lace	253	245	230

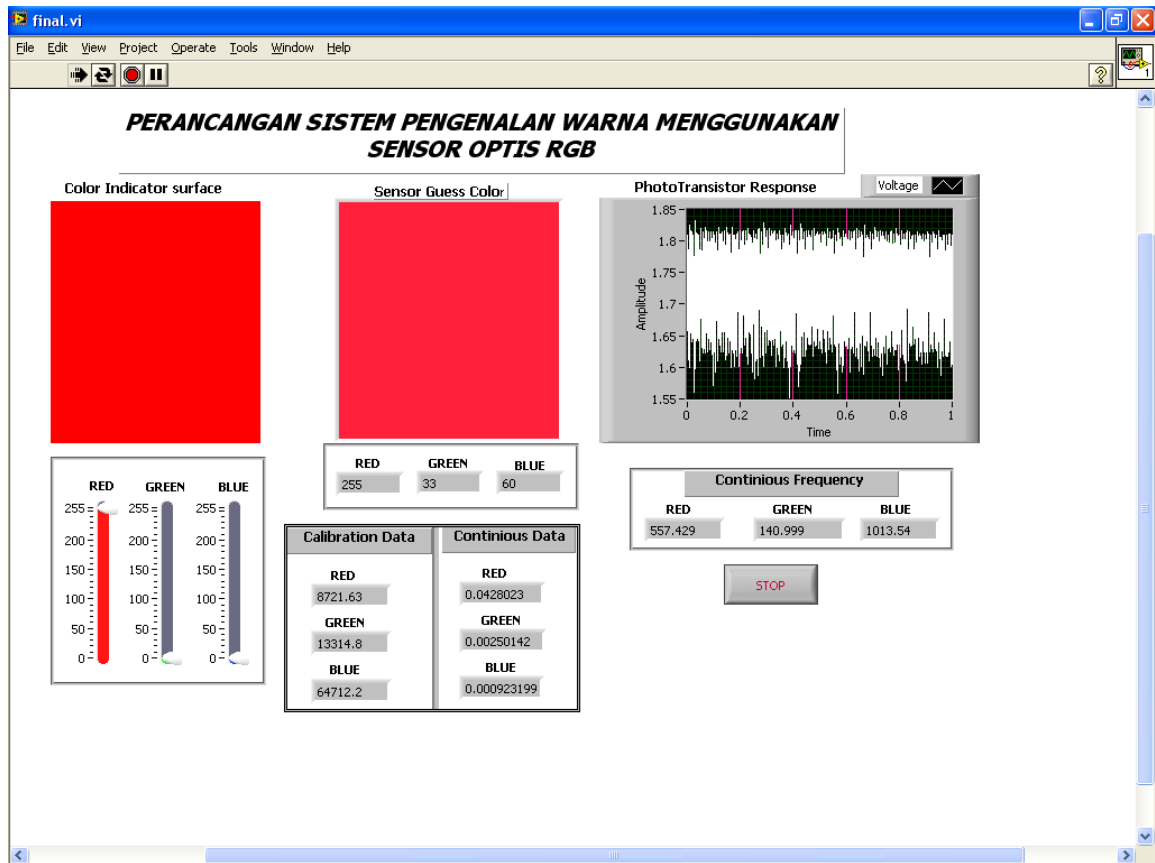
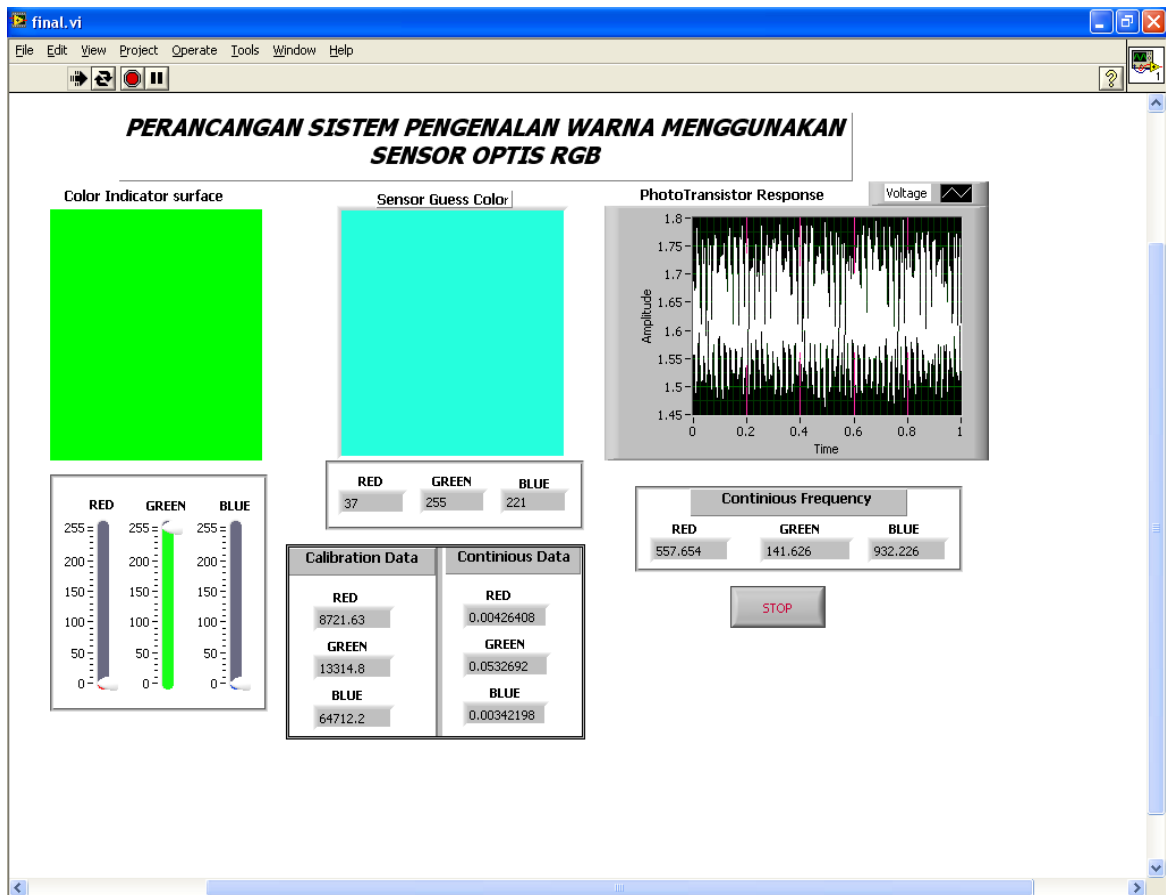
	Floral White	255	250	240
	Ivory	255	255	240
	Antique White	250	235	215
	Linen	250	240	215
	Lavender Blush	255	240	245
	Misty Rose	255	228	225

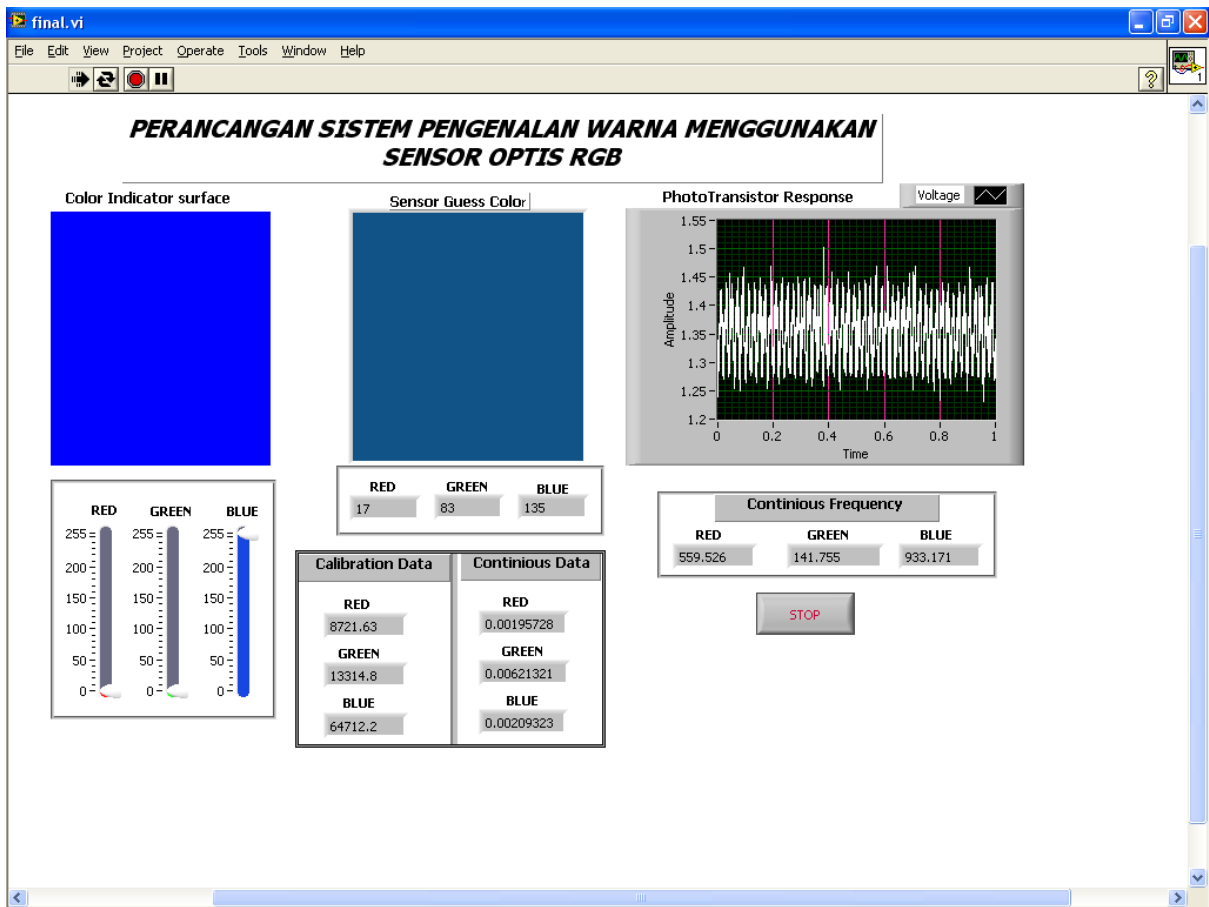
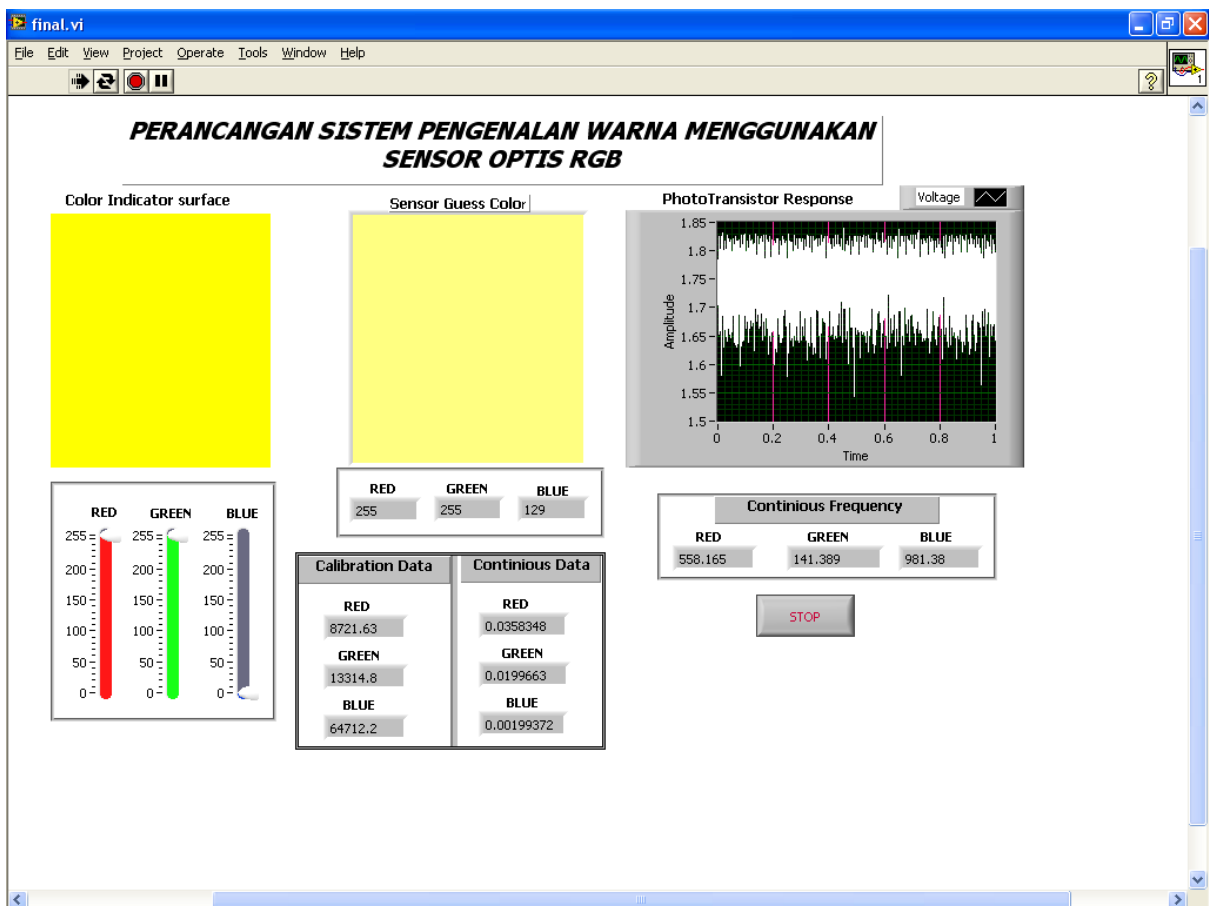
Warna-Warna Gelap

Warna	Nama HTML	Desimal		
		Merah	Hijau	Biru
	Gainsboro	220	220	220
	Light Grey	211	211	211
	Silver	192	192	192
	Dark Grey	169	169	169
	Gray	128	128	128
	Dim Grey	105	105	105
	Light Slate Gray	119	136	153
	Slate Grey	112	128	144
	Dark Grey	47	79	79
	Black	0	0	0

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Kertas Asturo Berwarna



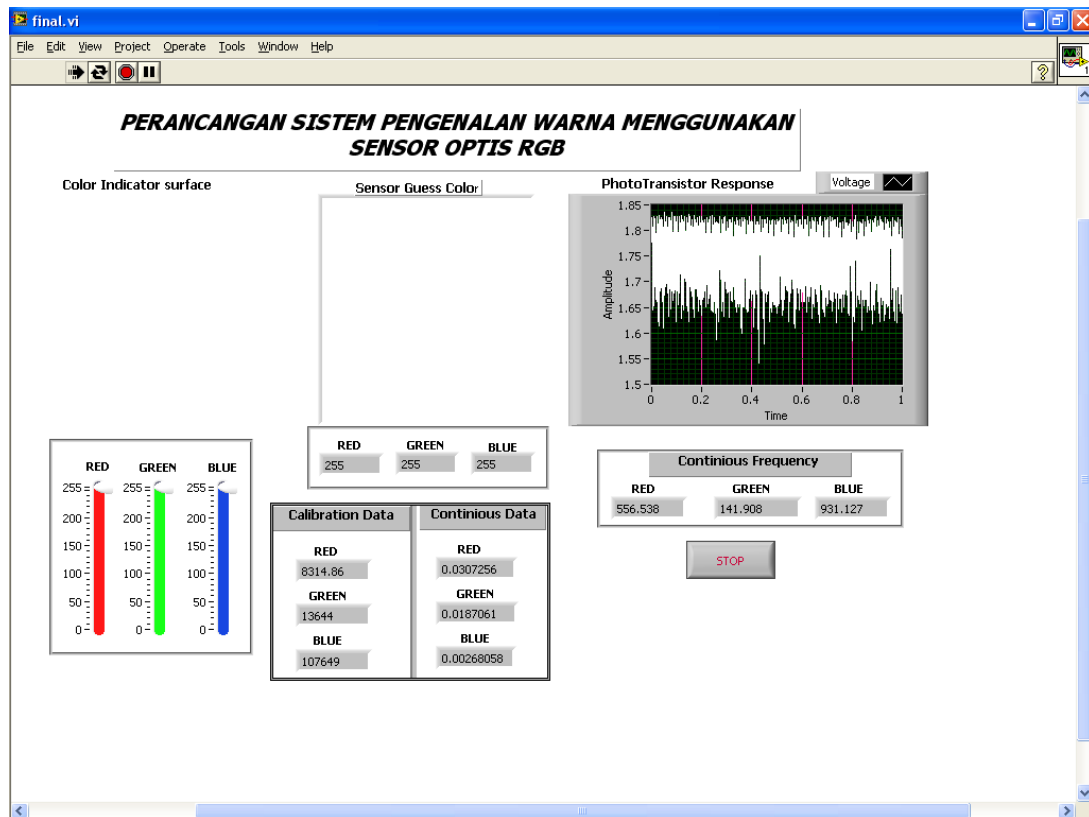
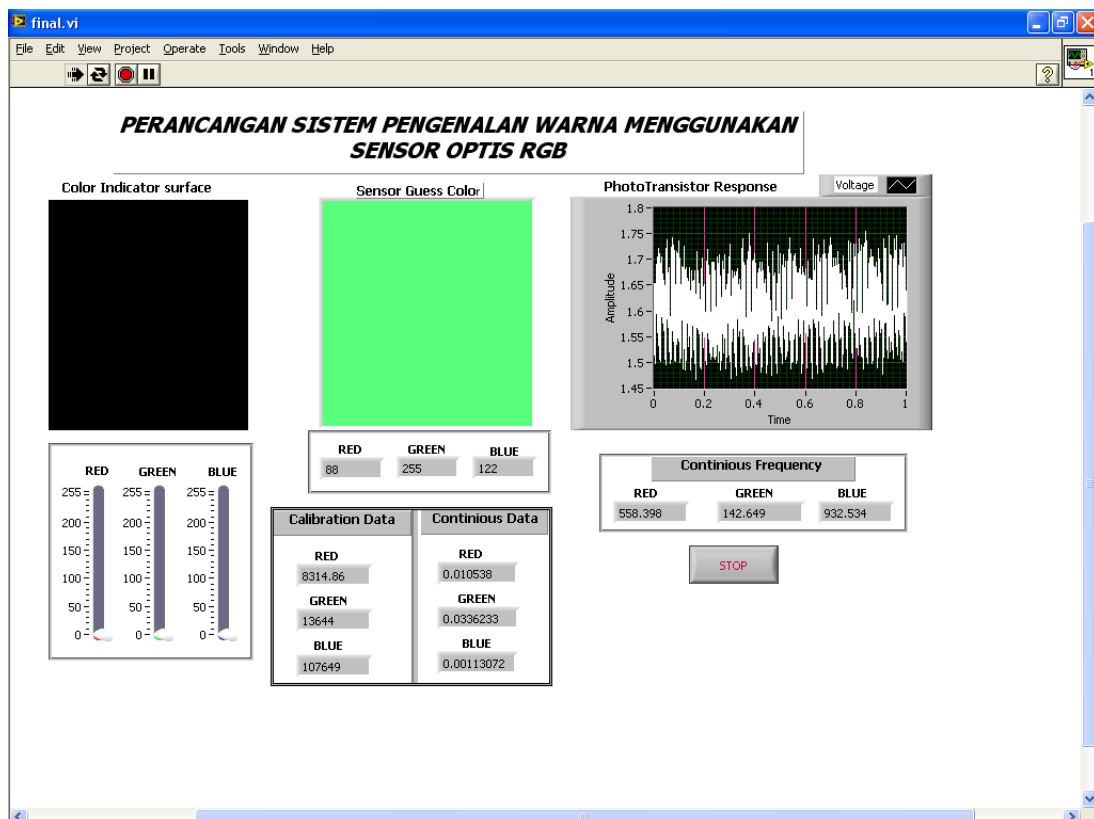


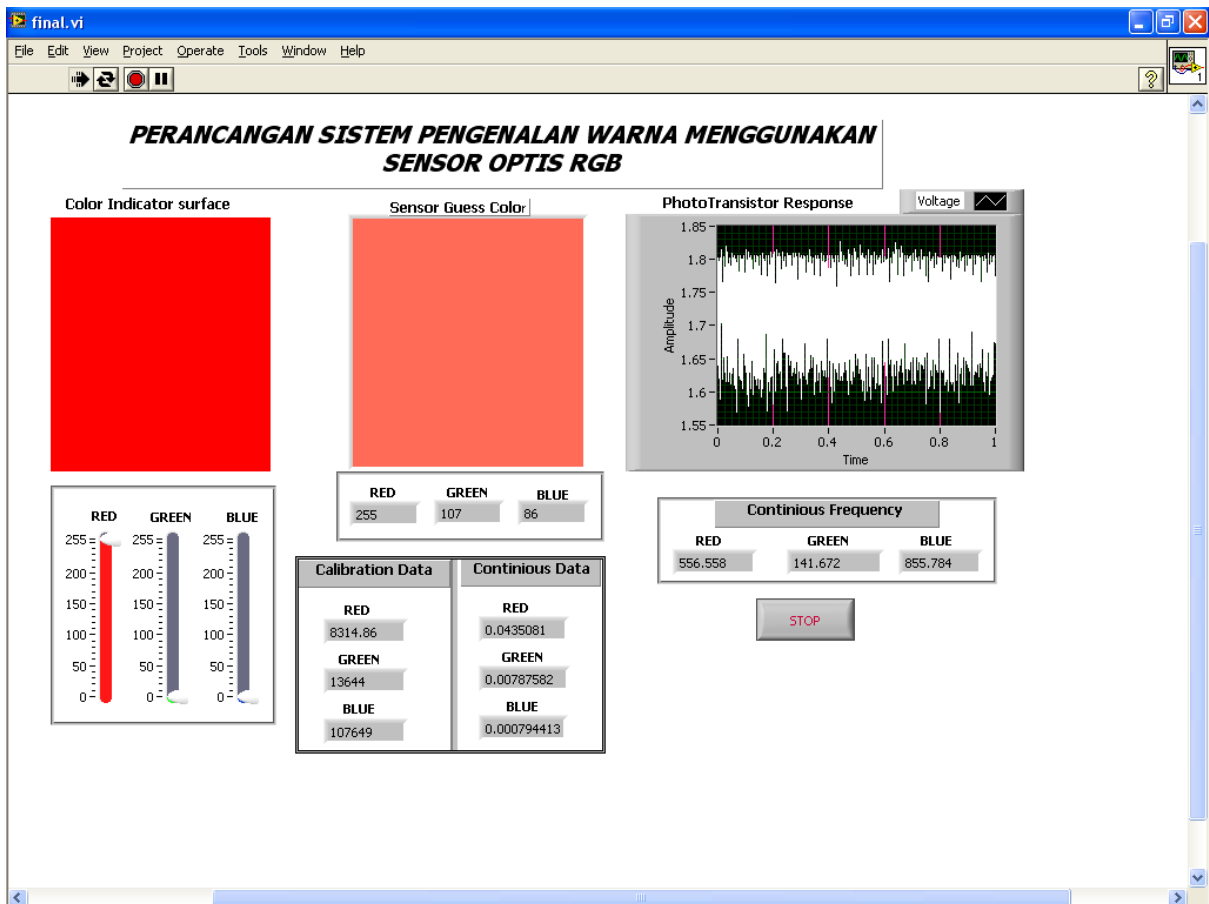
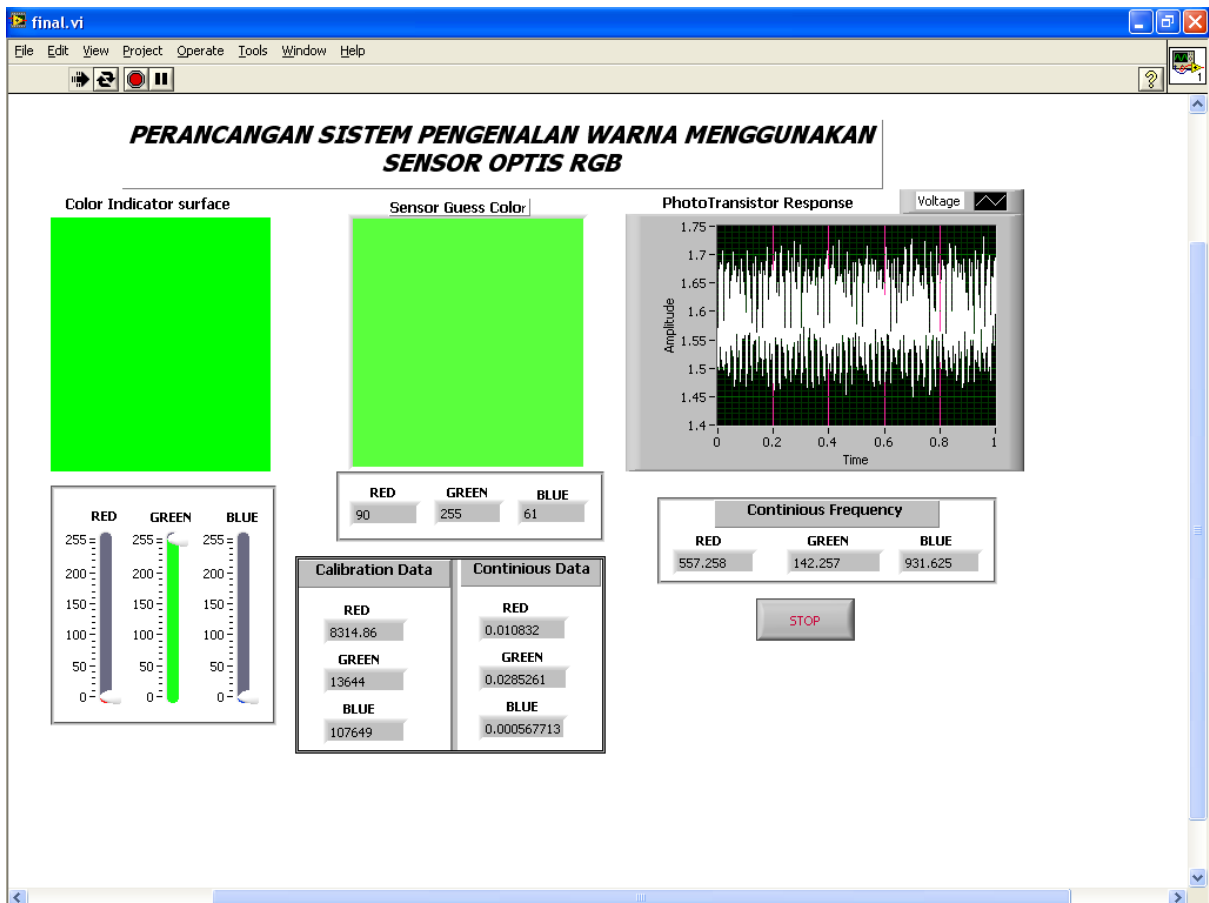


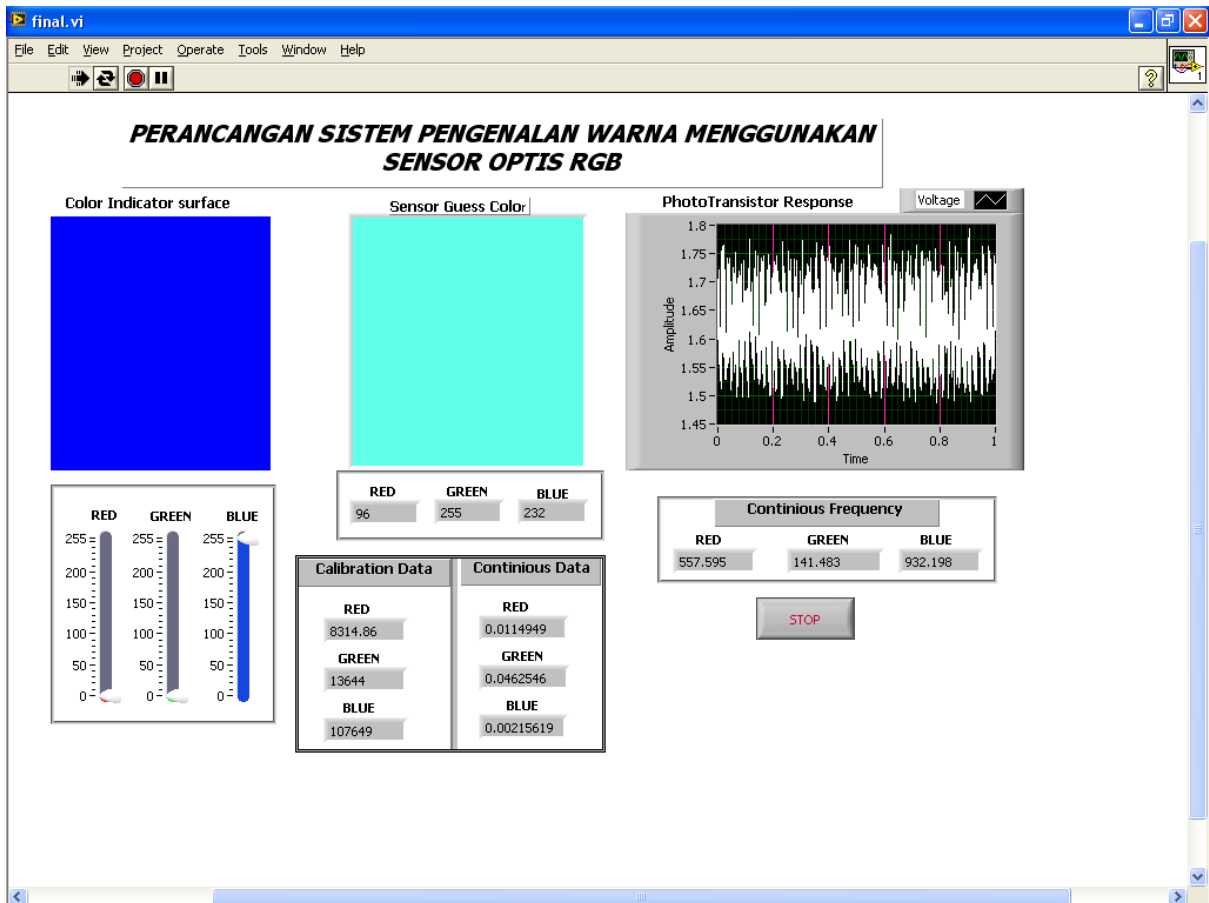
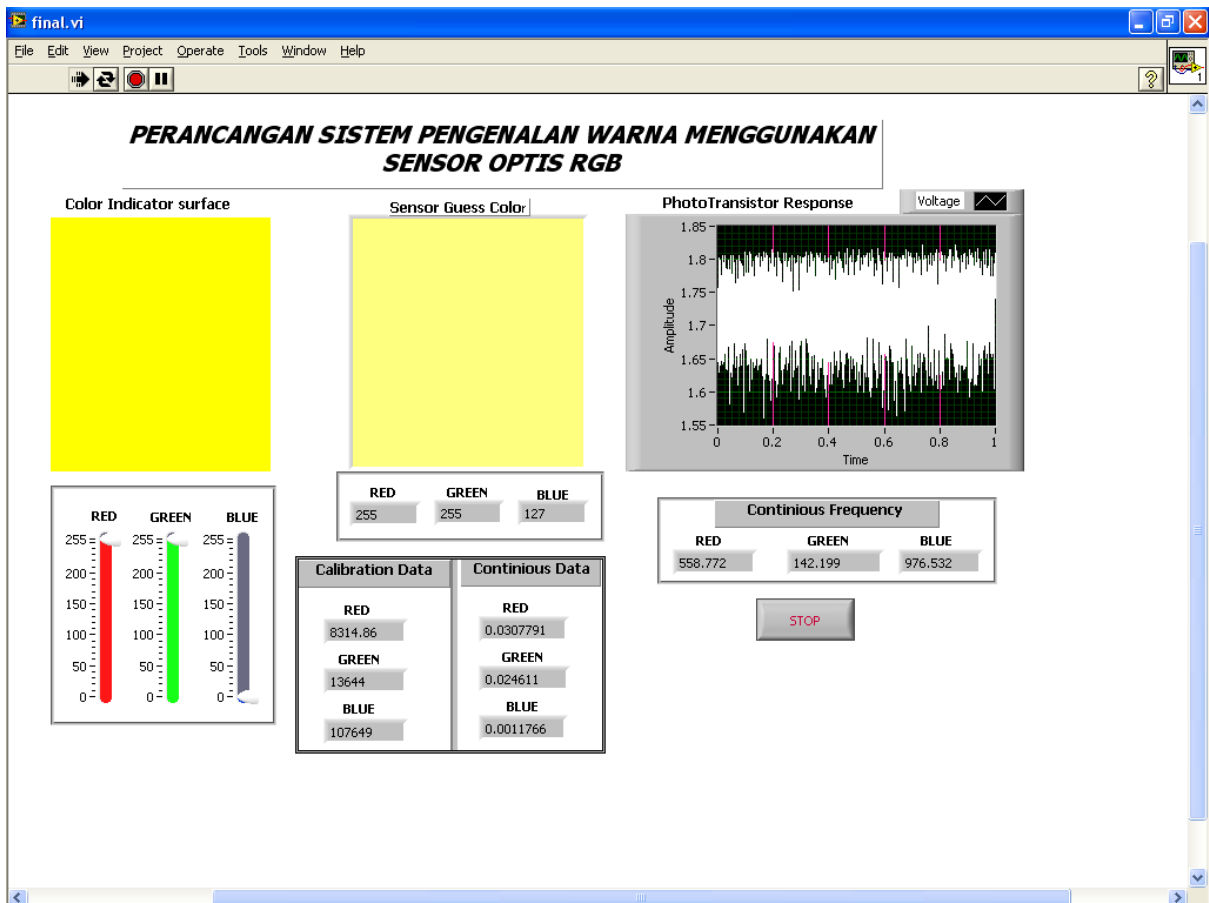
**Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada
 Media Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak
 Fototransistor 3cm**

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(245,255,225)	3.9	0	11.7
Hitam	(0,0,0)	(30,66,30)	11.7	25.8	11.7
Merah	(255,0,0)	(255,33,60)	0	12.9	23.5
Hijau	(0,255,0)	(37,255,221)	14.5	0	82.7
Biru	(0,0,255)	(17,83,135)	6.6	32.5	47
Kuning	(255,255,0)	(255,255,129)	0	0	50.5

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Papan Cat



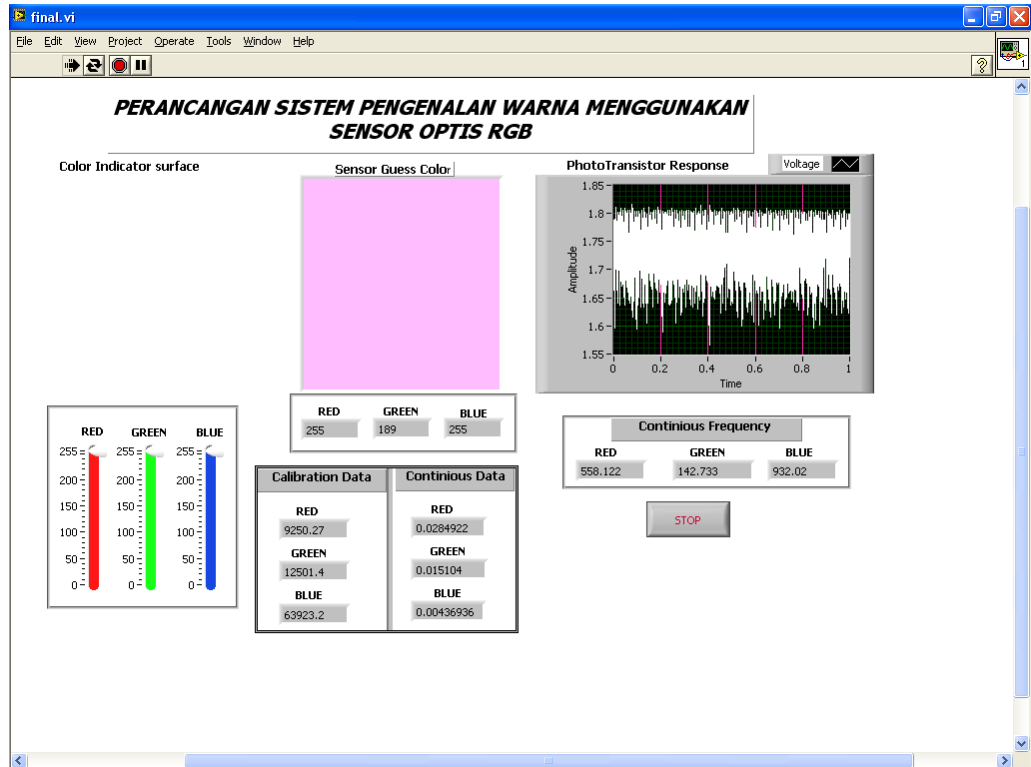
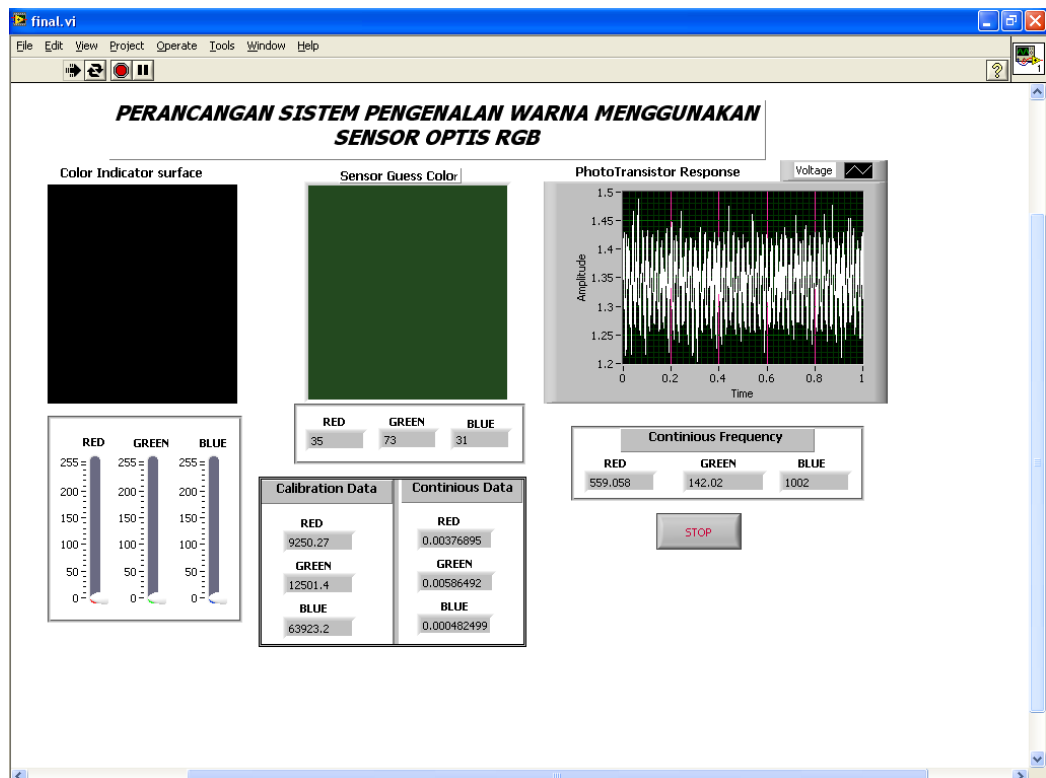


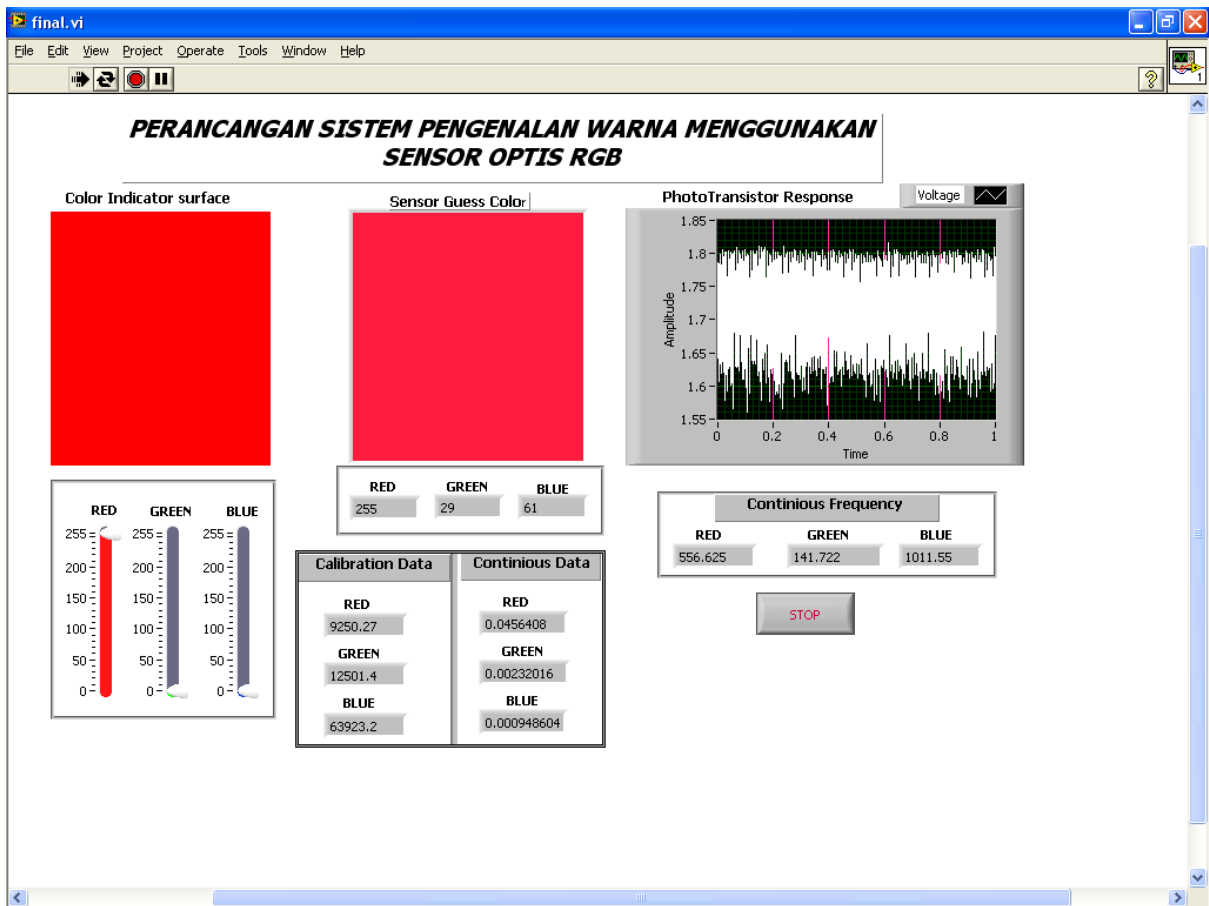
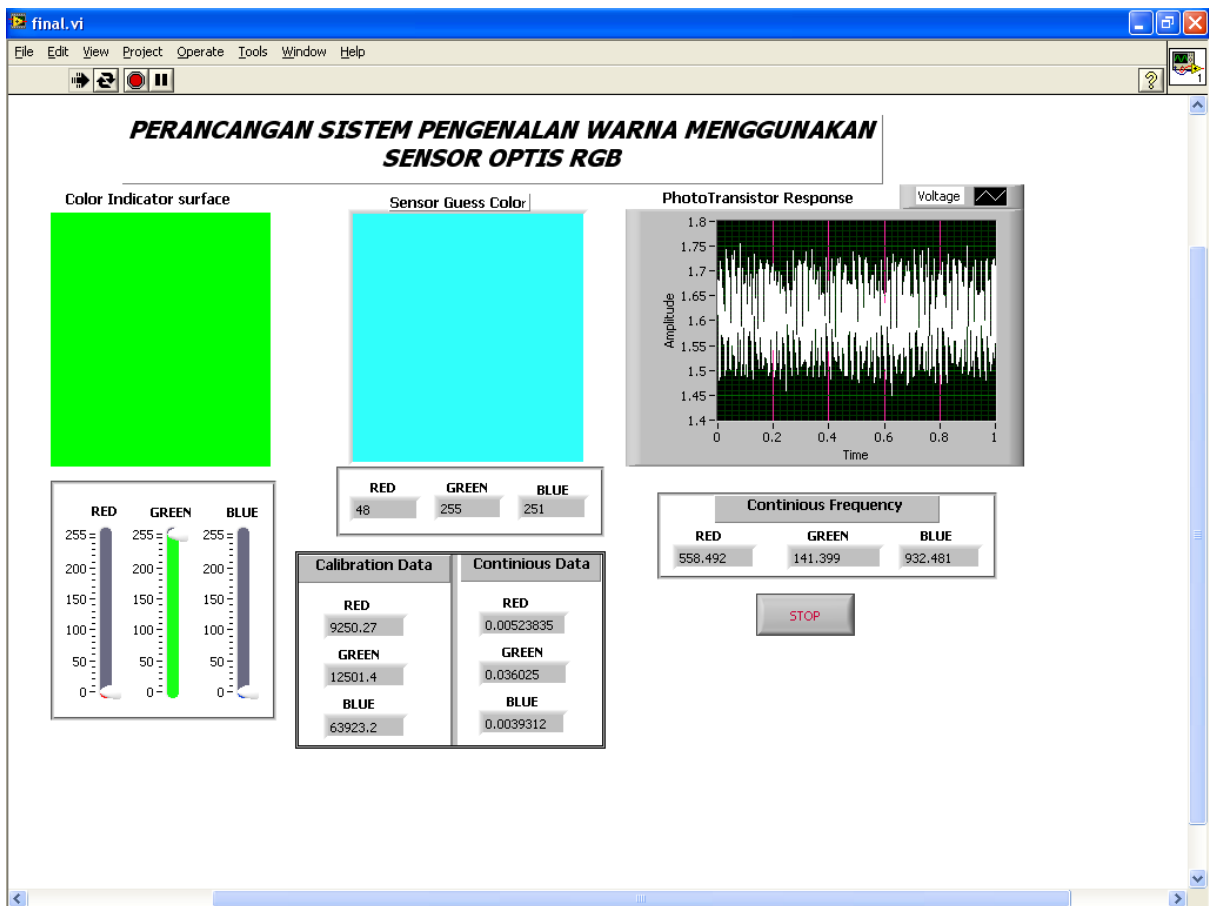


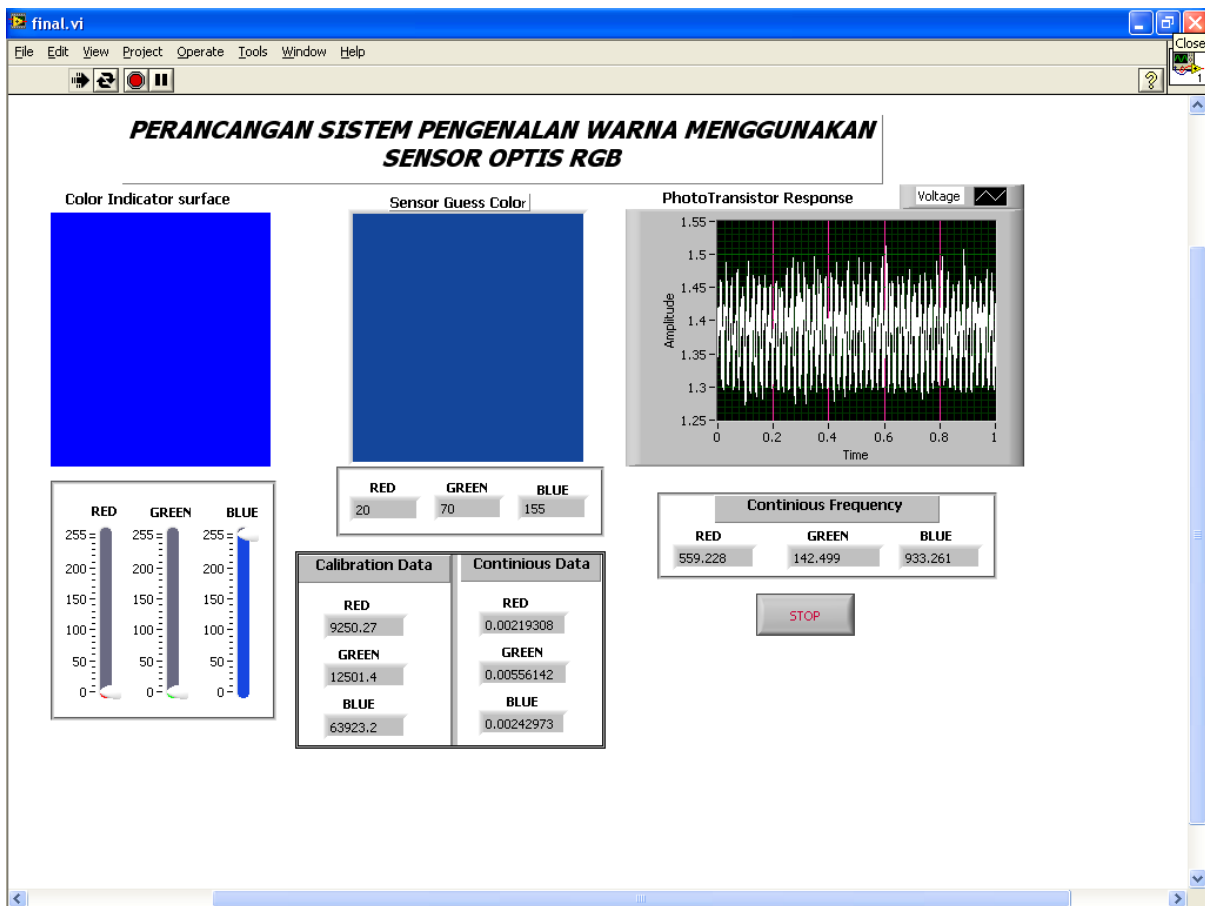
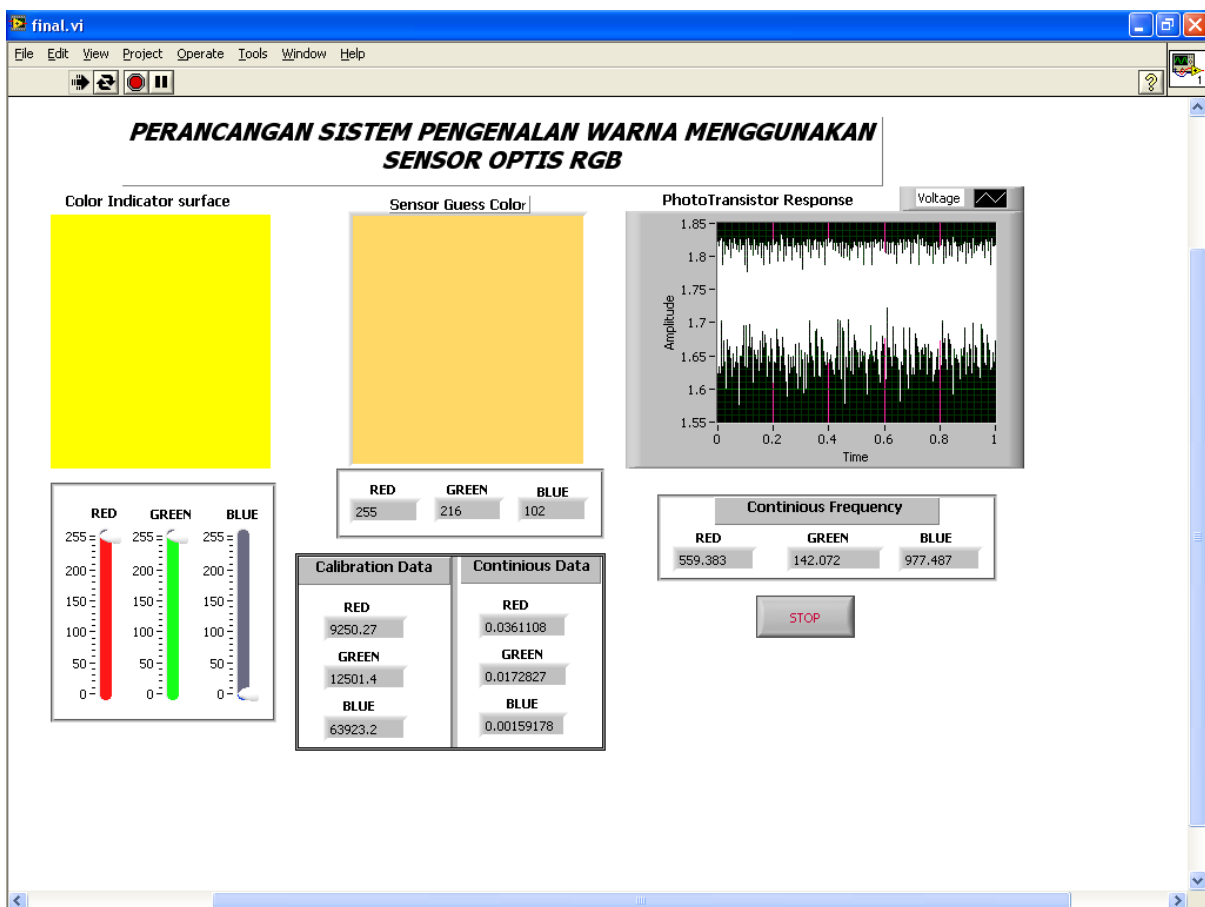
Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 3cm

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,255,255)	0	0	0
Hitam	(0,0,0)	(80,255,122)	31.3	100	47.8
Merah	(255,0,0)	(255,107,86)	0	41.9	33.7
Hijau	(0,255,0)	(90,255,61)	35.2	0	23.9
Biru	(0,0,255)	(96,255,232)	37.6	100	9
Kuning	(255,255,0)	(255,255,127)	0	0	49.8

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Kertas Asturo Berwarna Dan Intervensi Cahaya Luar



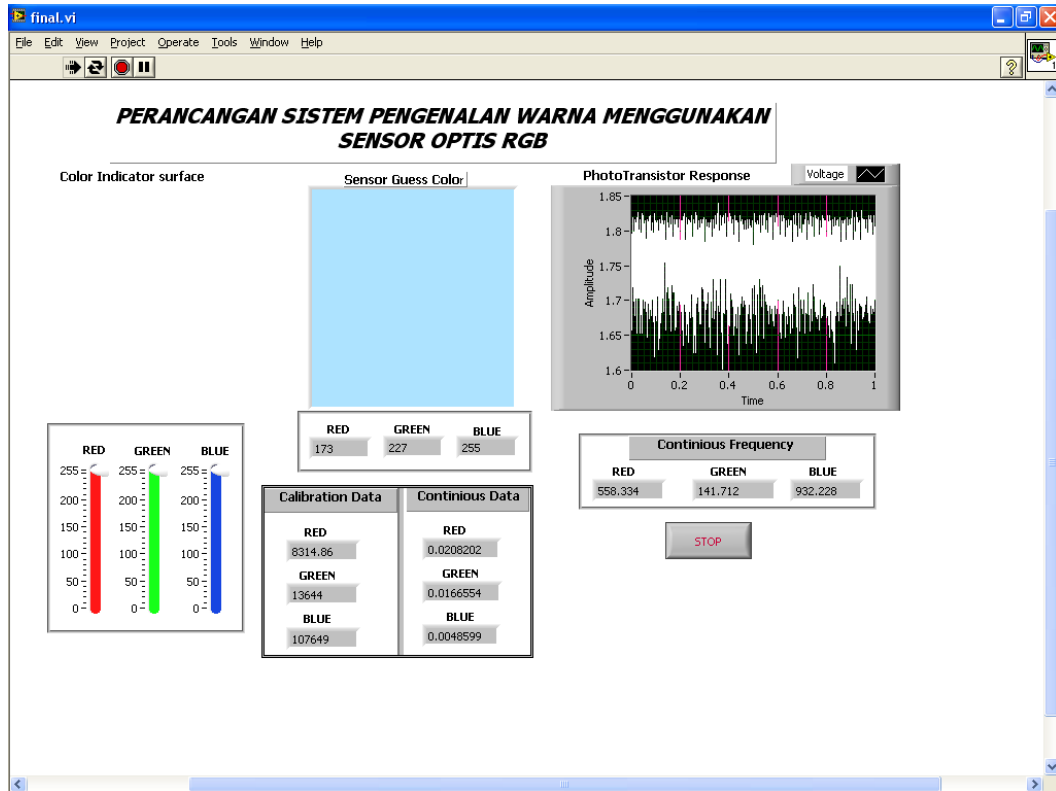
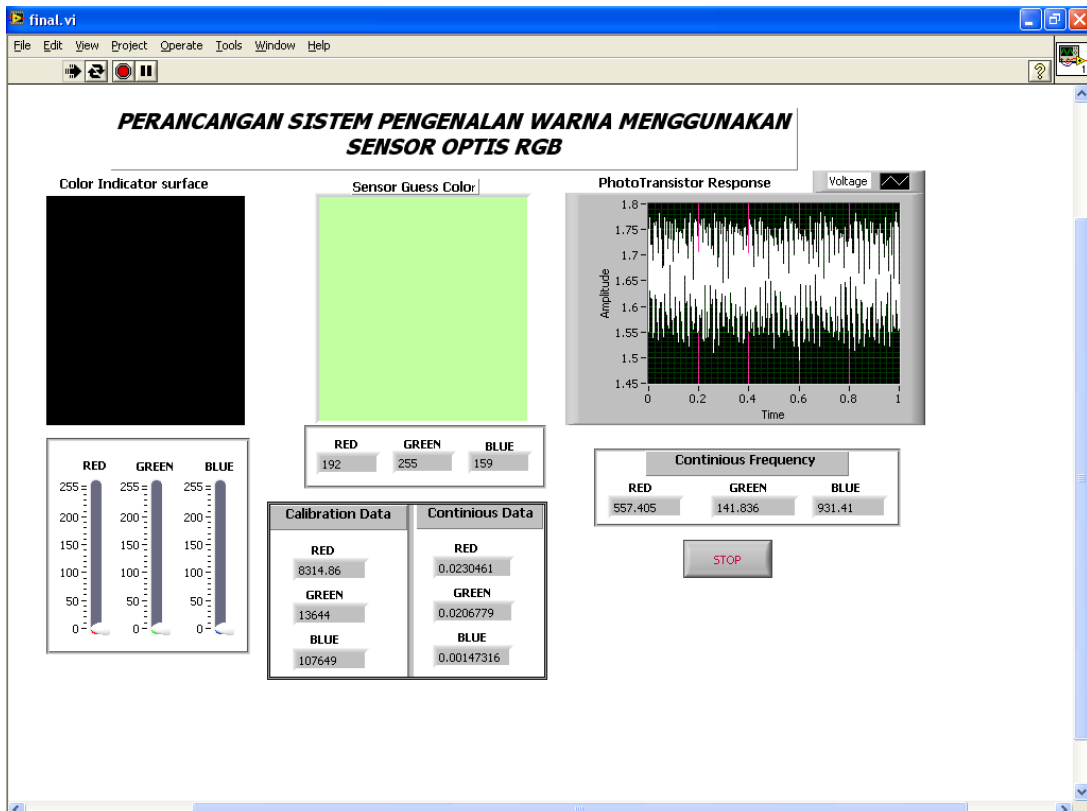


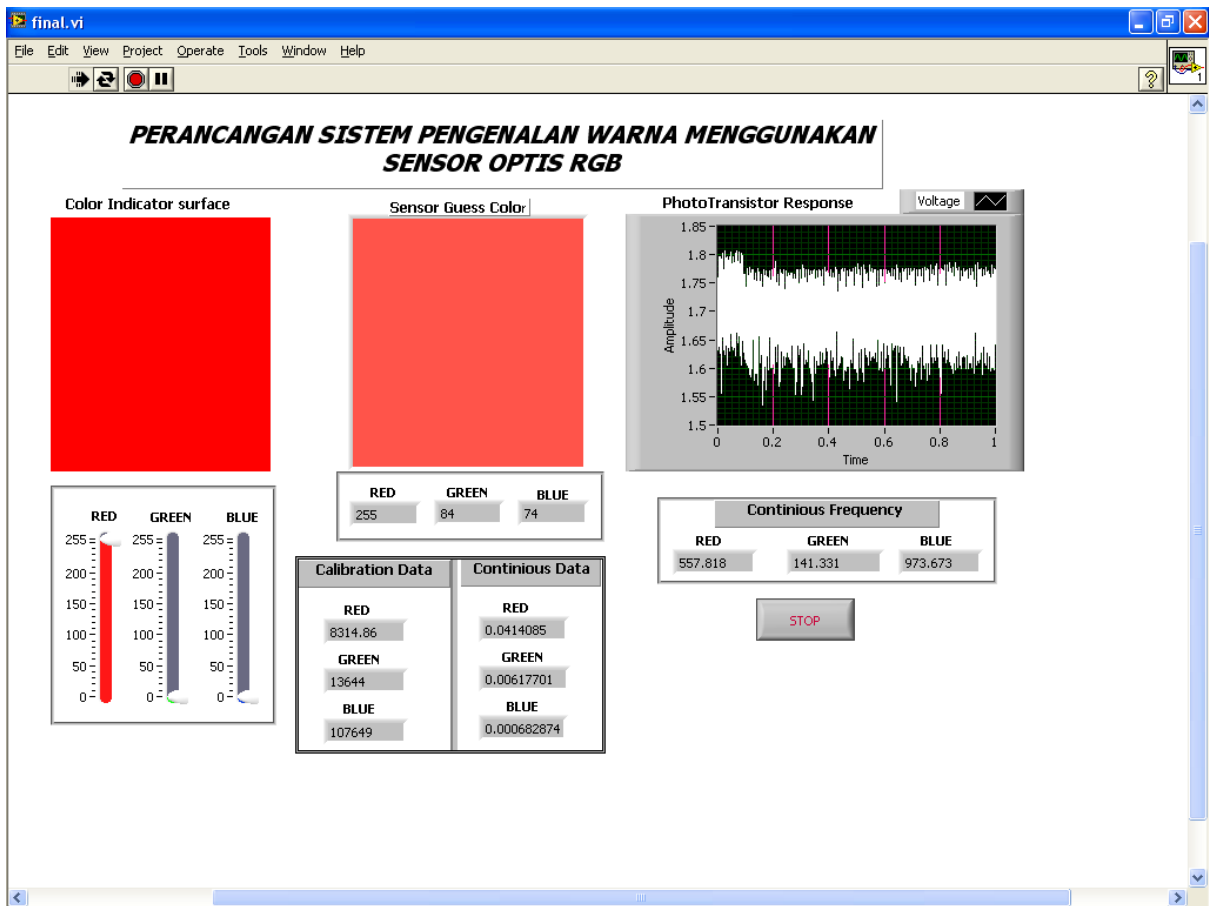
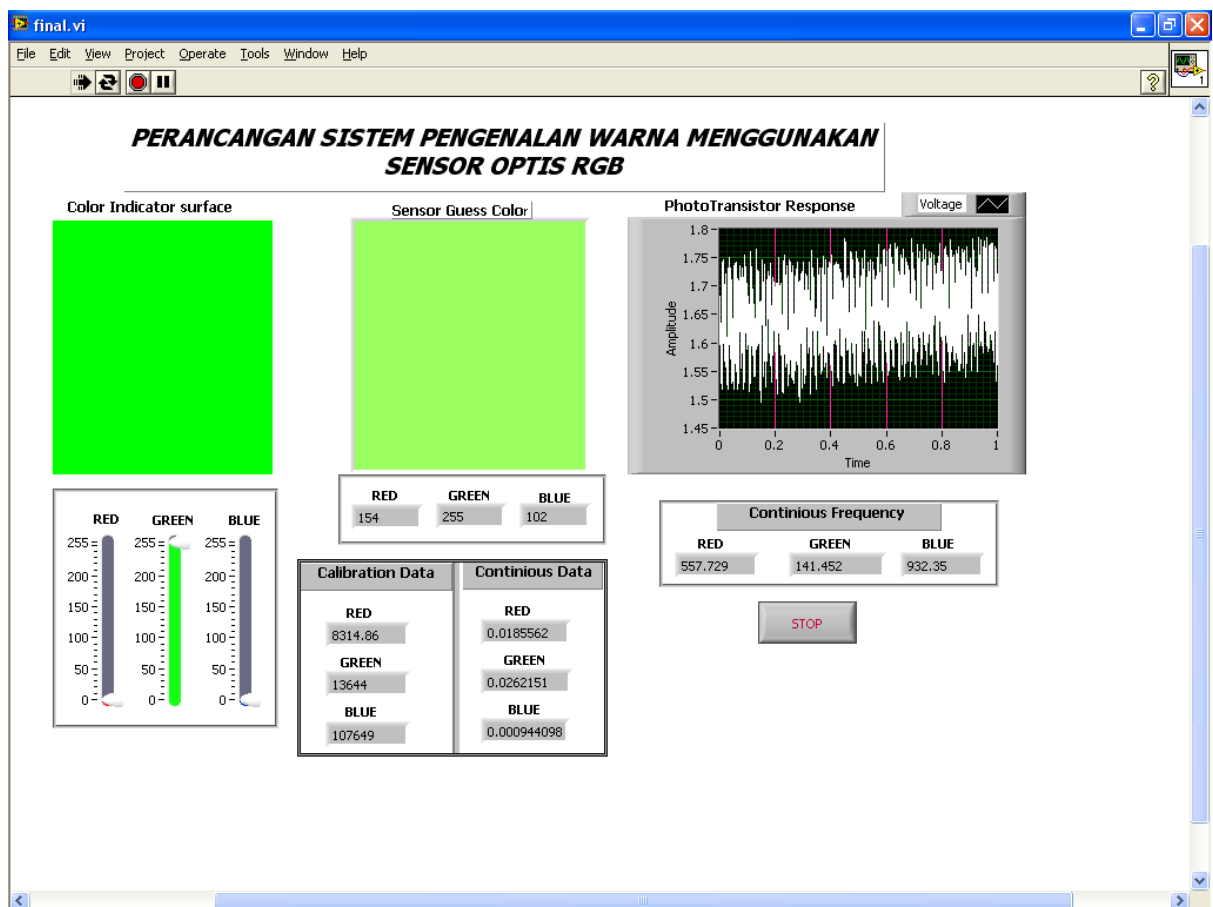


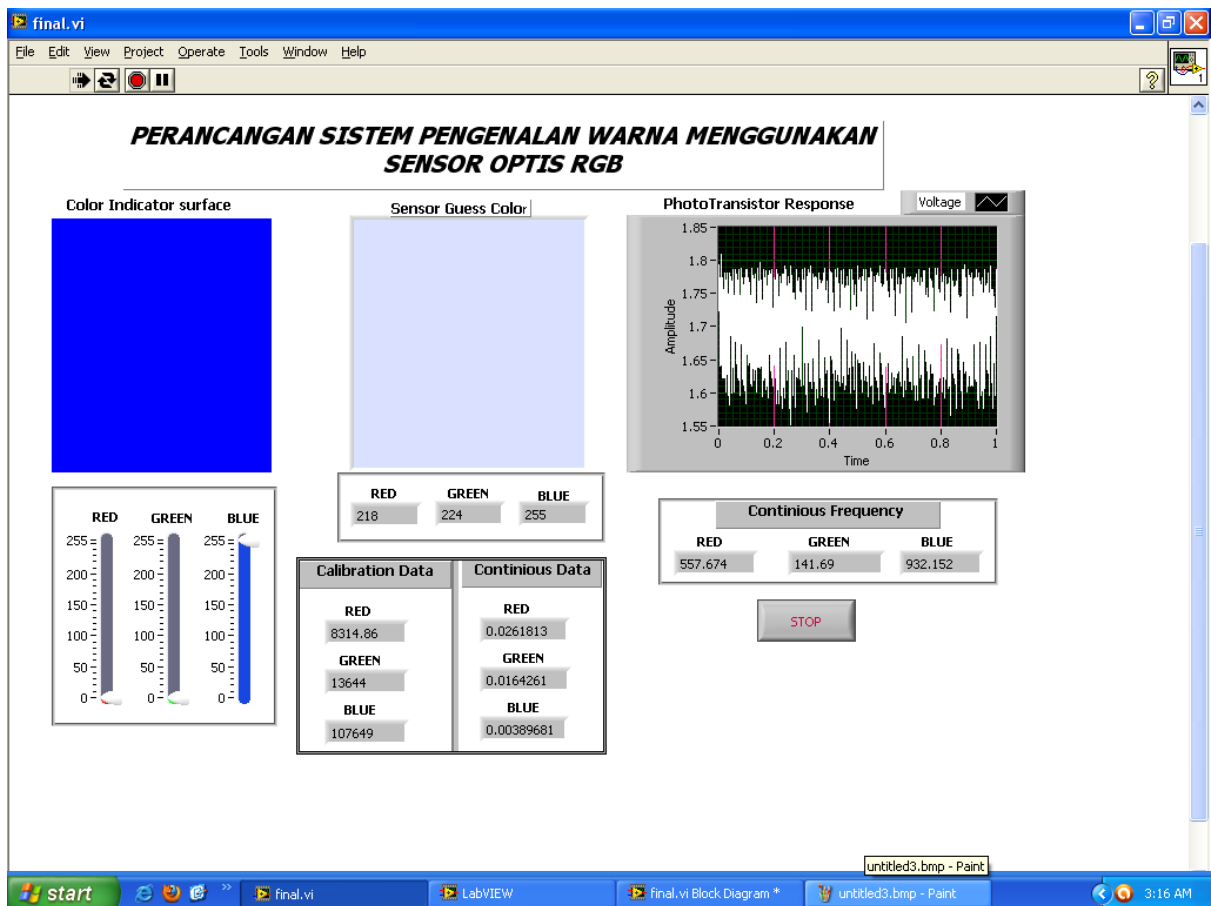
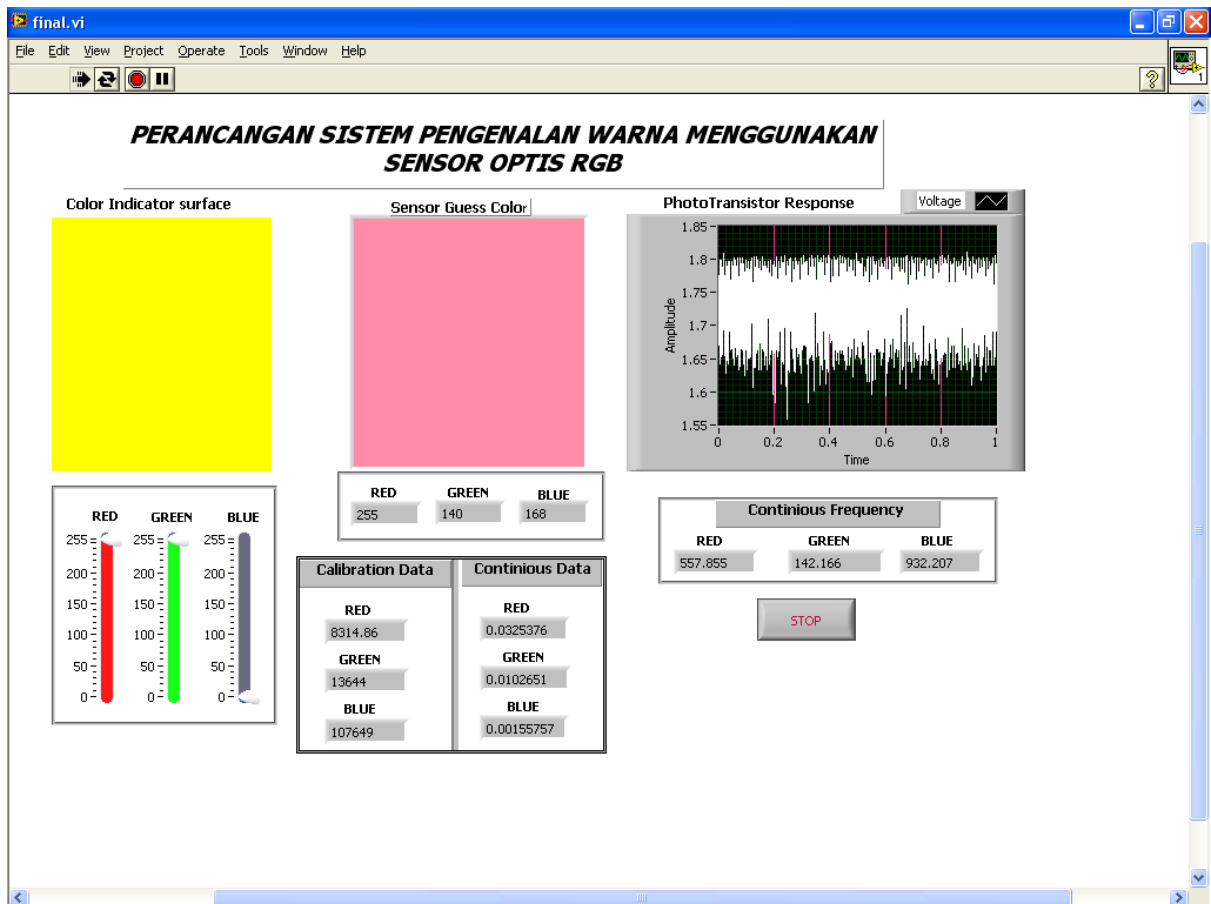
Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media
 Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak Fototransistor 3cm
 Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,189,255)	0	25.8	0
Hitam	(0,0,0)	(35,73,31)	13.7	28.6	12.1
Merah	(255,0,0)	(255,29,61)	0	11.3	23.9
Hijau	(0,255,0)	(48,255,251)	18.8	0	98.4
Biru	(0,0,255)	(20,70,155)	7.8	27.4	39.2
Kuning	(255,255,0)	(255,216,102)	0	15.2	40

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 3cm Dari Media Uji Papan Cat Dan Intervensi Cahaya Luar



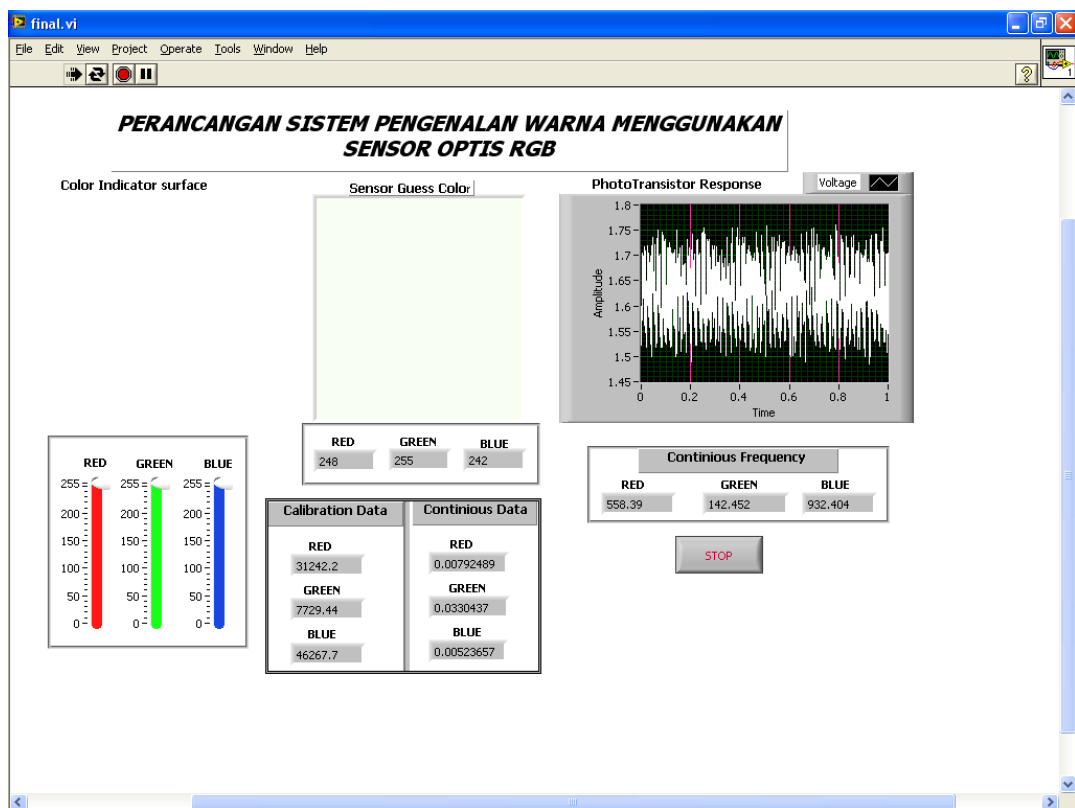
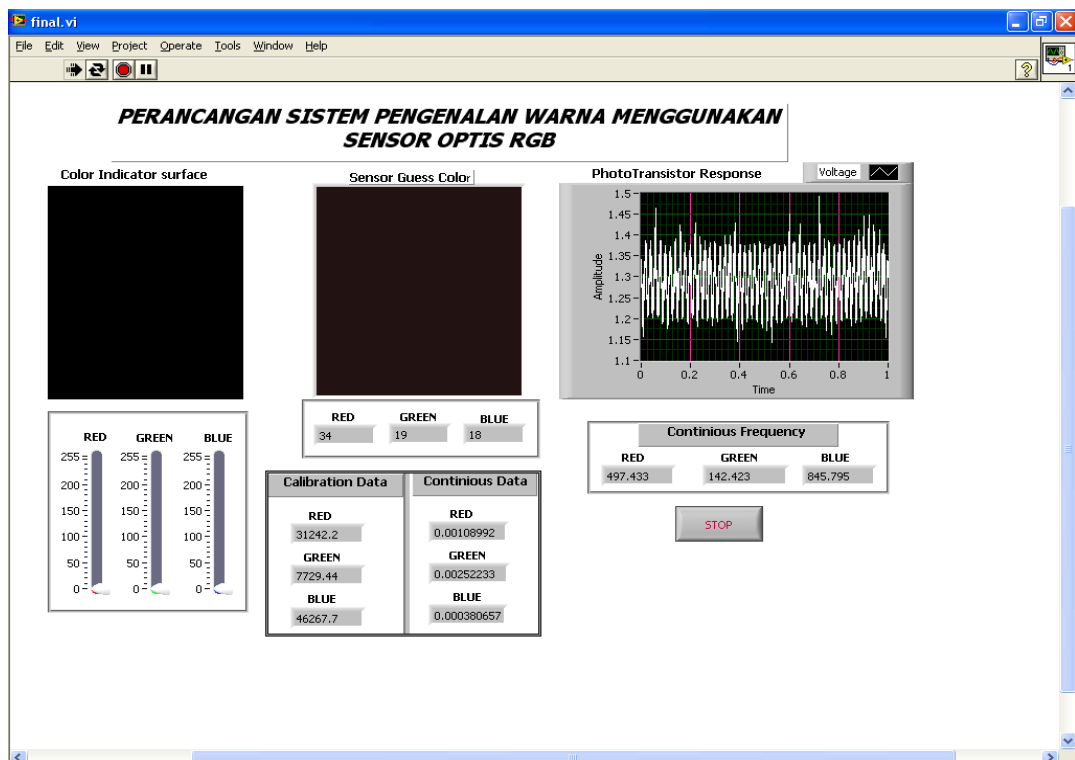


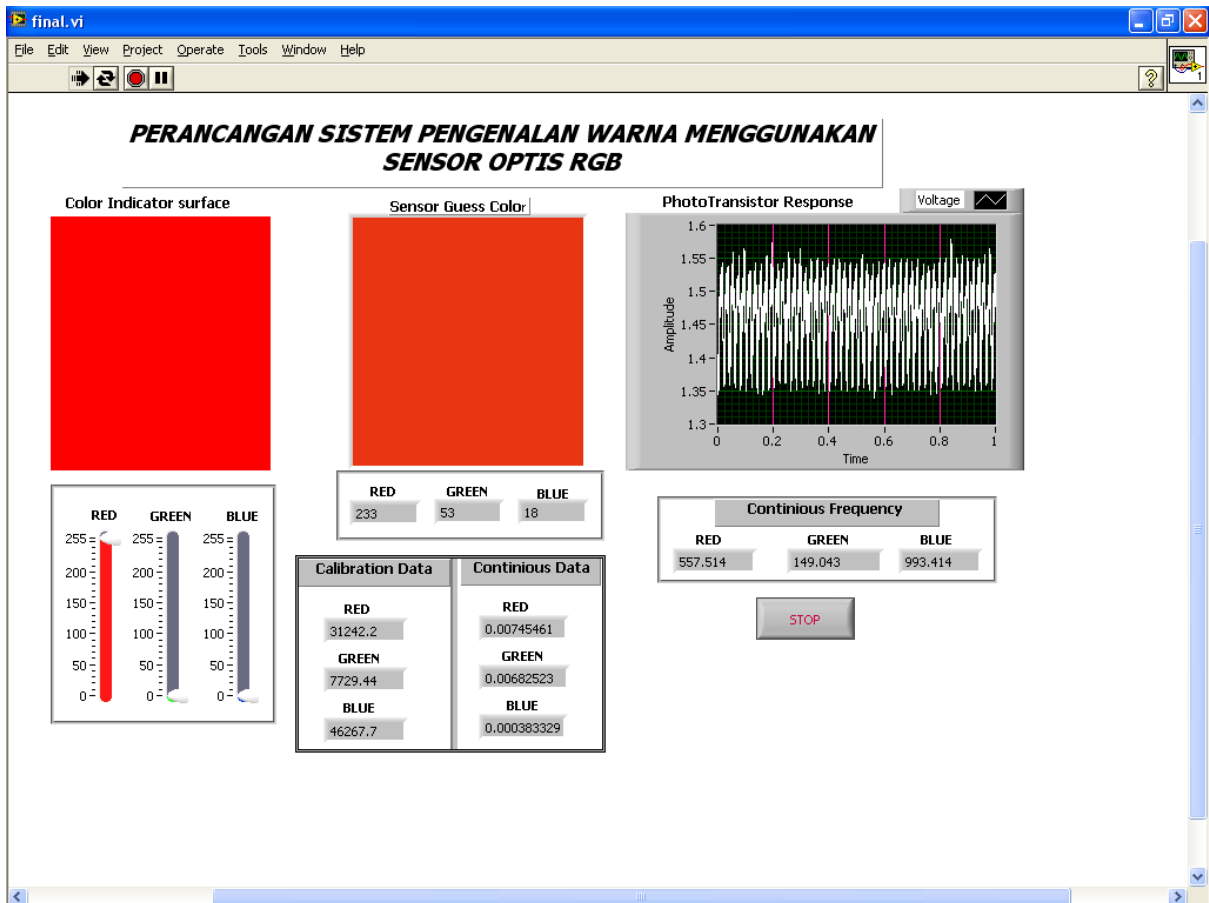
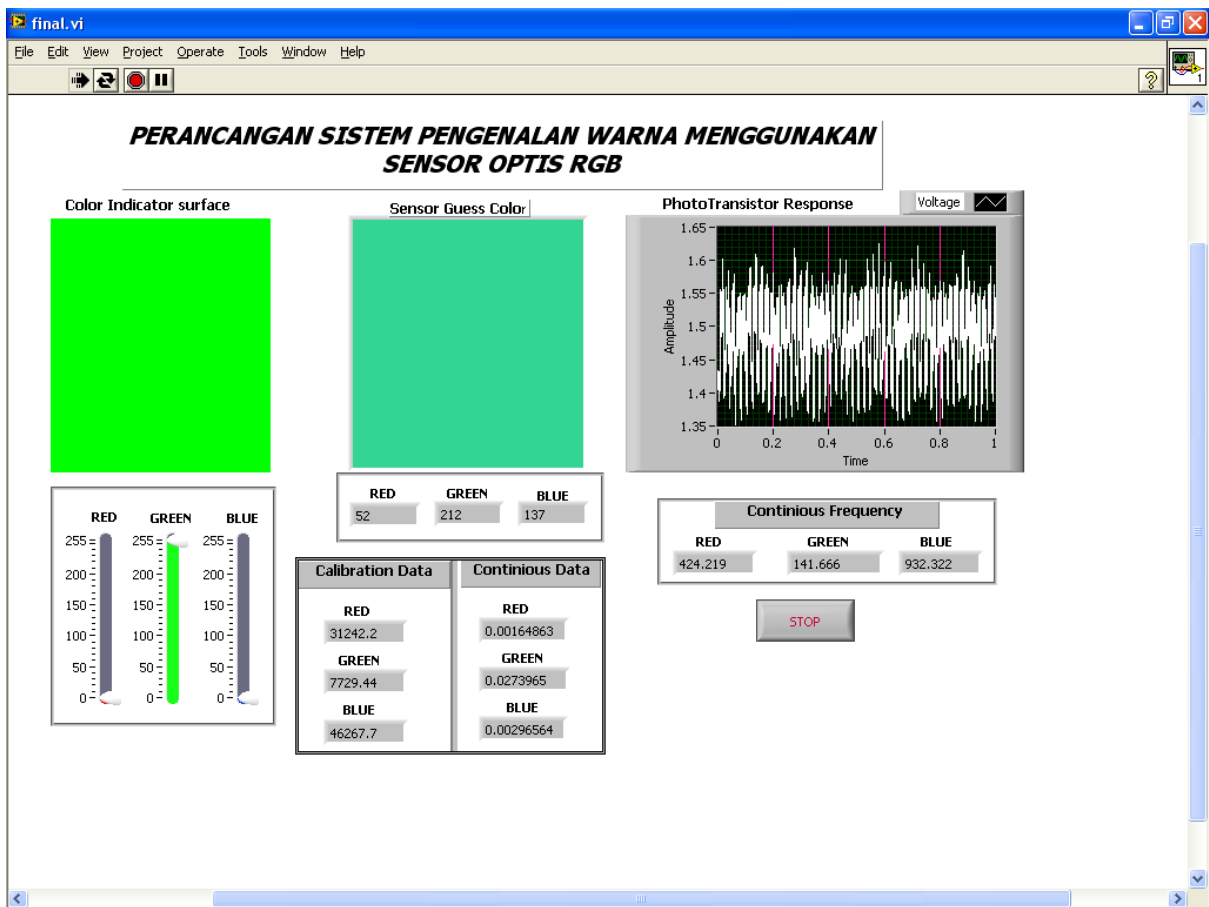


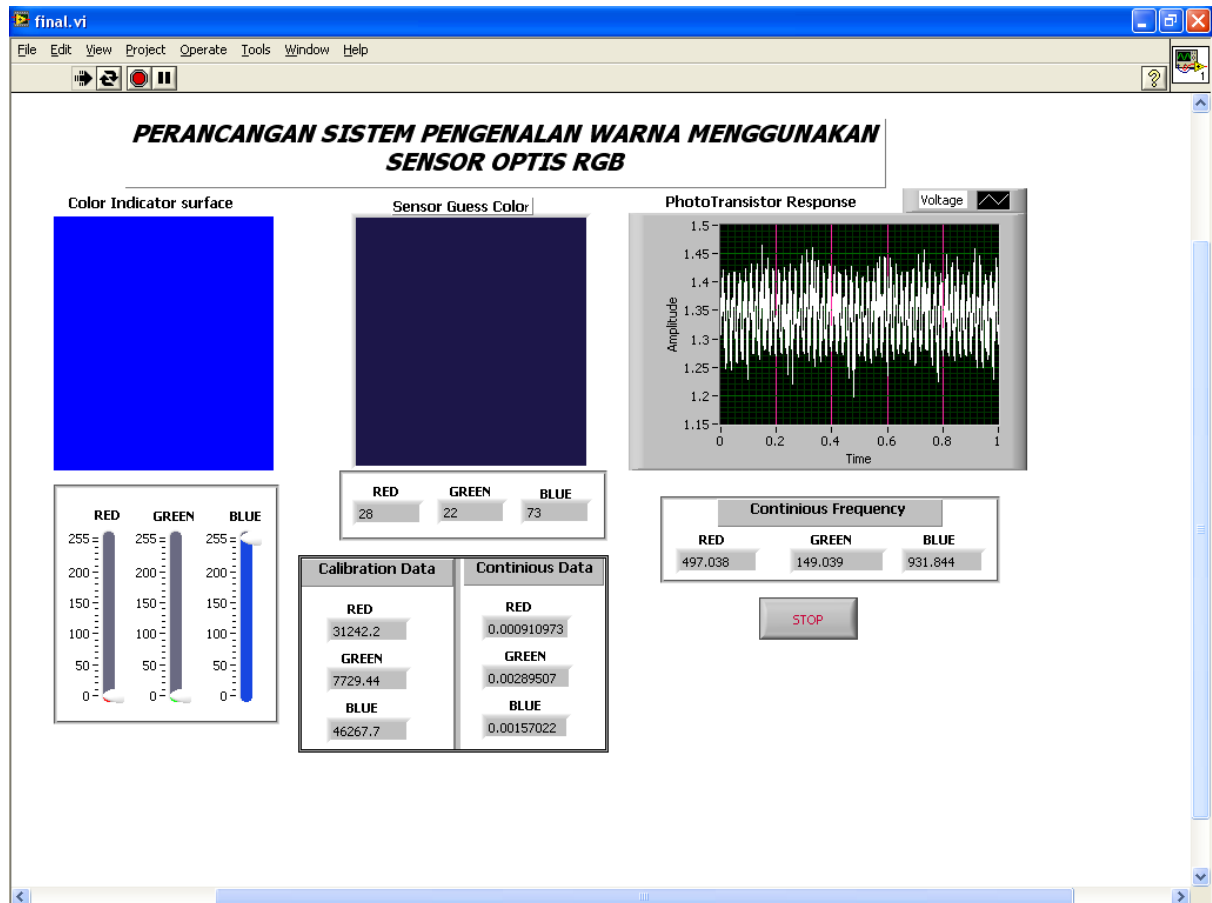
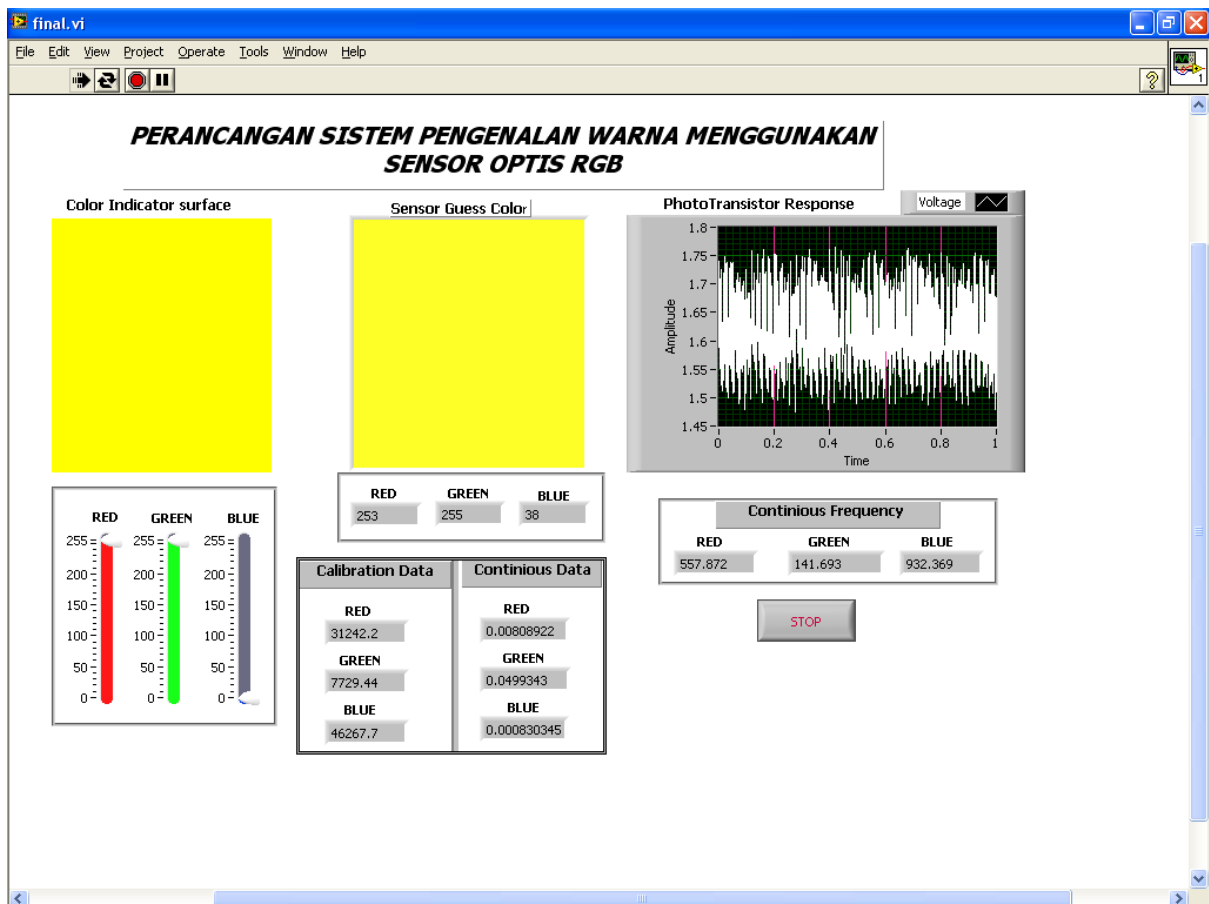
Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media
 Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 3cm Dan Intervensi
 Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(173,227,255)	32.1	10.9	0
Hitam	(0,0,0)	(192,255,159)	75.2	100	62.3
Merah	(255,0,0)	(255,84,74)	0	32.9	29
Hijau	(0,255,0)	(154,255,102)	60.3	0	40
Biru	(0,0,255)	(218,224,255)	85.4	87.8	0
Kuning	(255,255,0)	(255,140,168)	0	45	65.8

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Kertas Asturo Berwarna



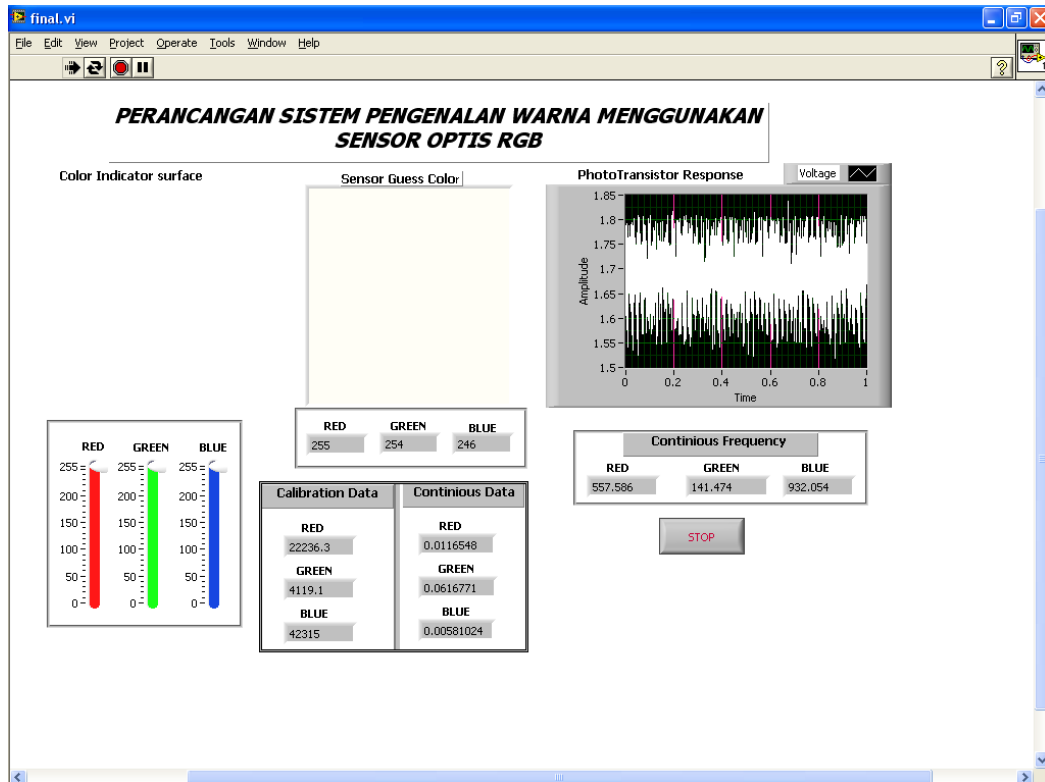
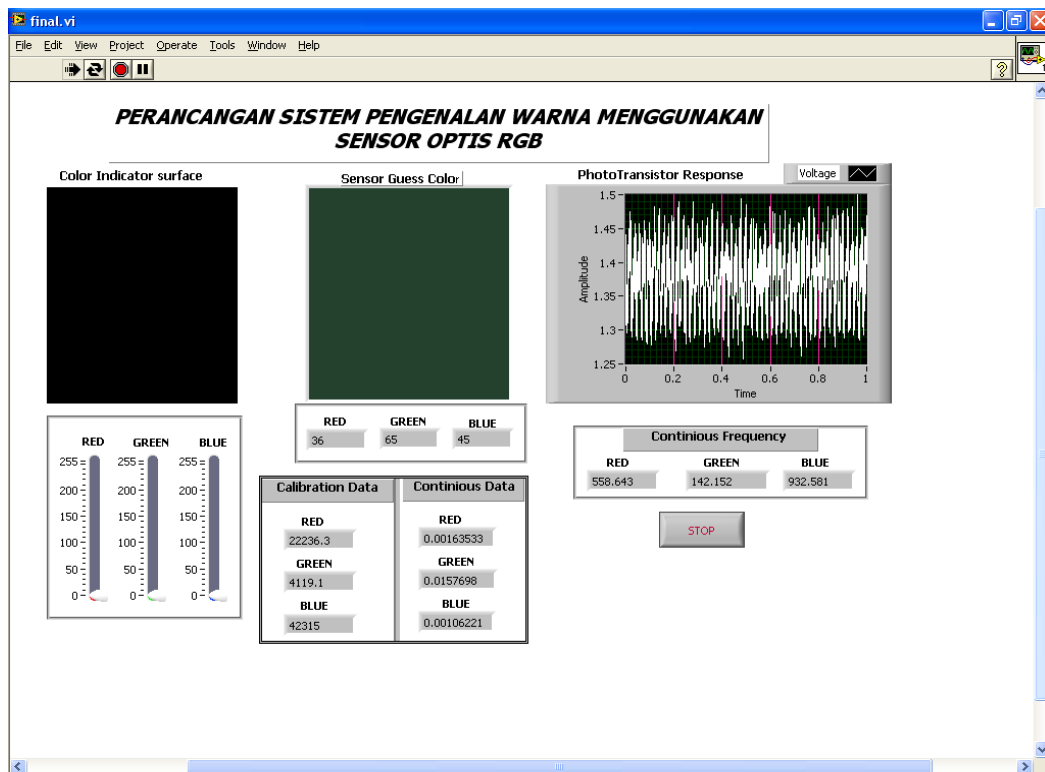


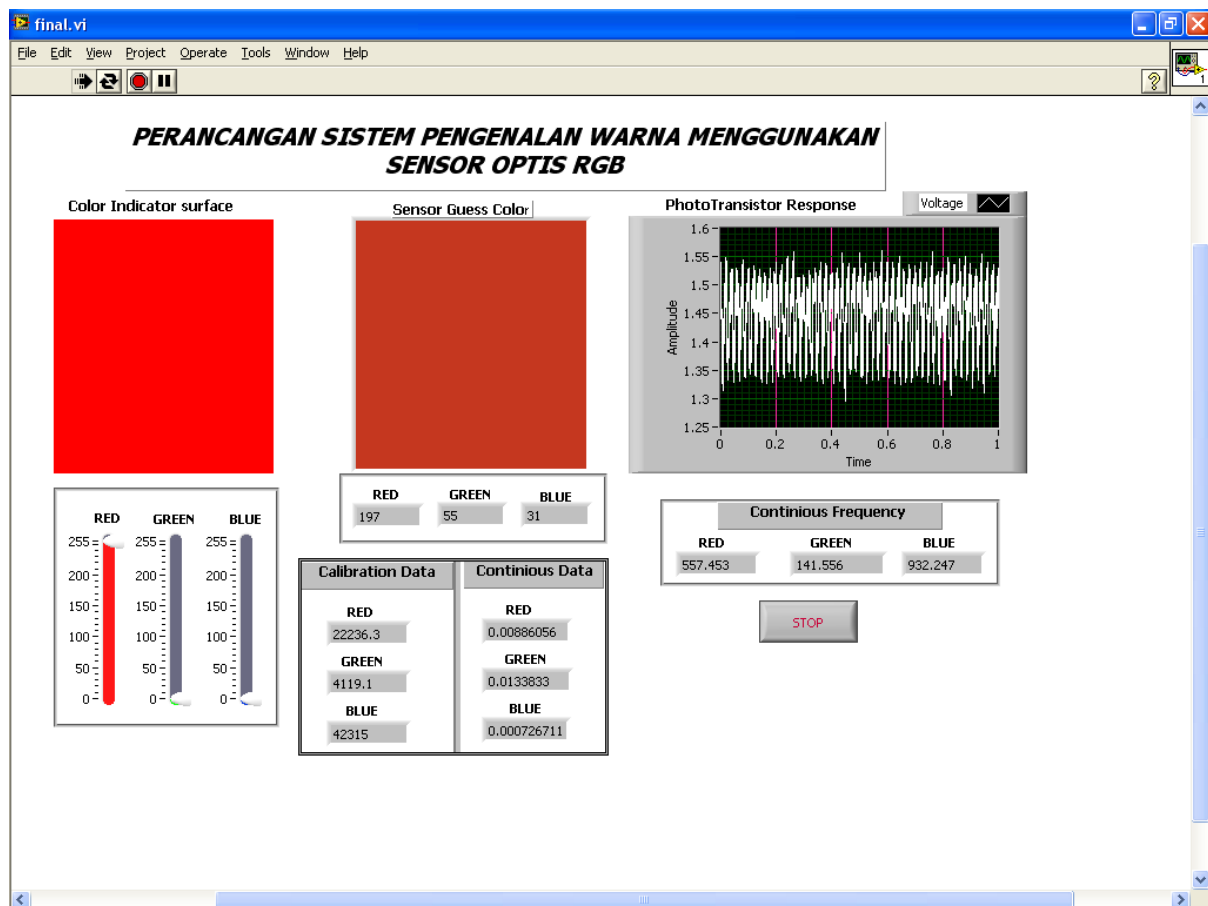
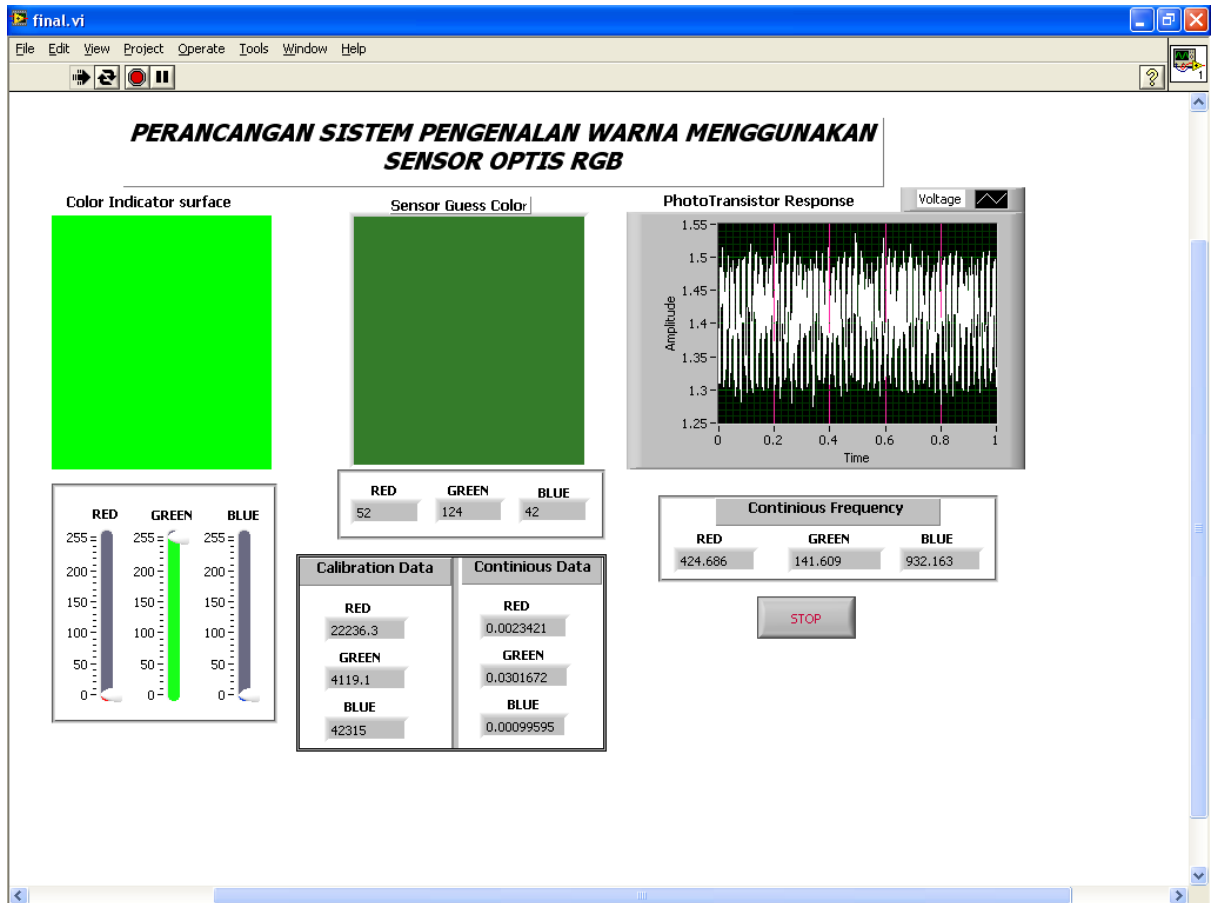


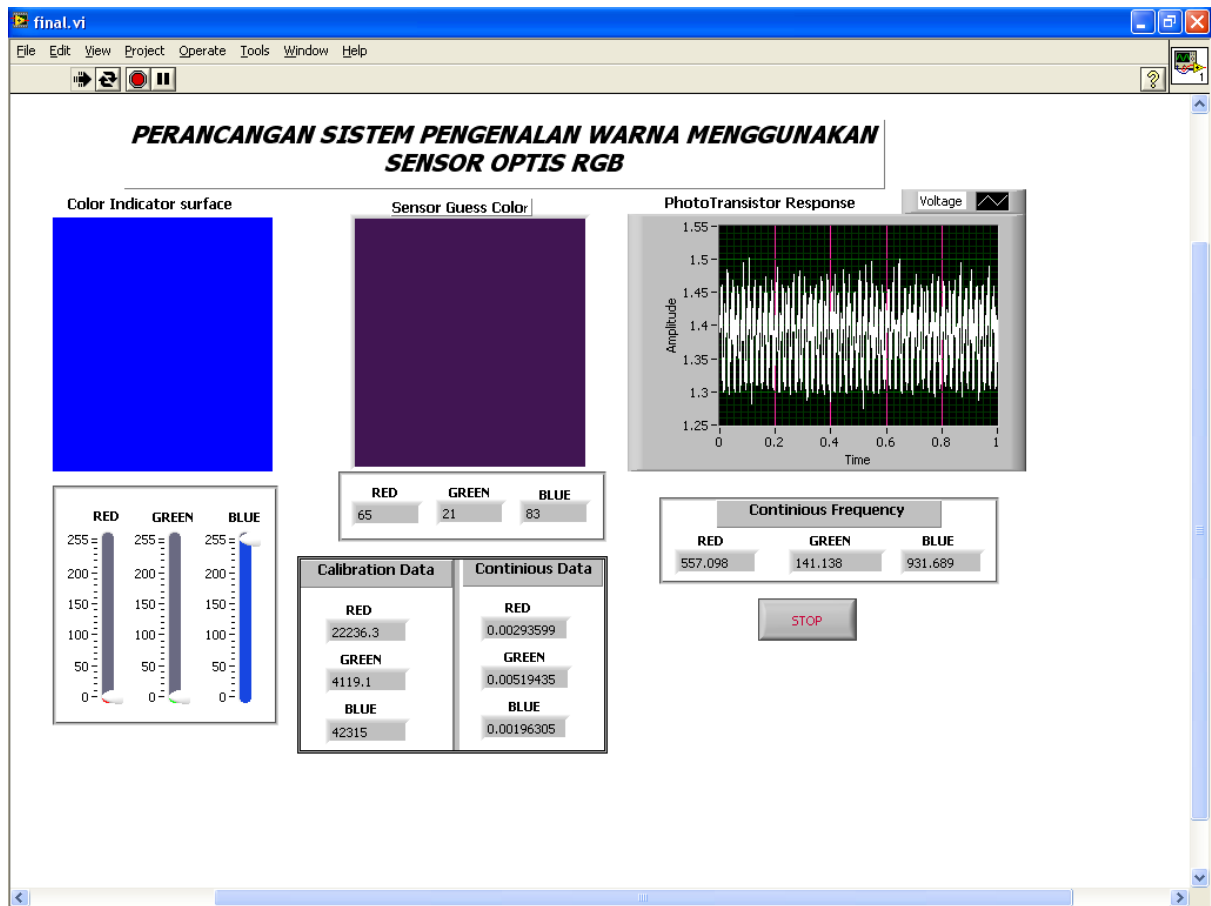
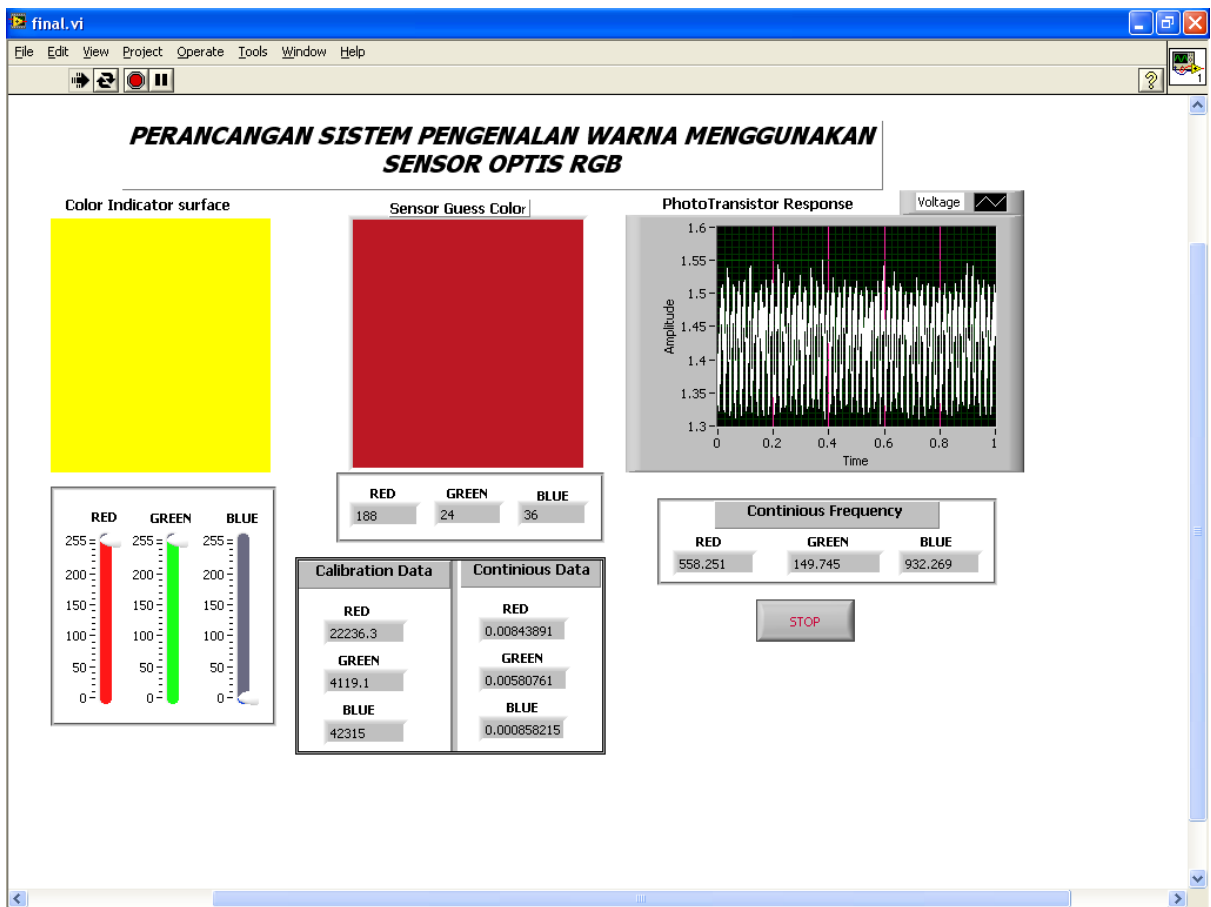
**Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada
 Media Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak
 Fototransistor 1.5cm**

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(248,255,242)	2.7	0	5
Hitam	(0,0,0)	(34,19,18)	13.3	7.4	7
Merah	(255,0,0)	(233,53,18)	8.6	20.7	7
Hijau	(0,255,0)	(52,212,137)	20.3	16.8	53.7
Biru	(0,0,255)	(28,22,73)	10.9	8.6	71.3
Kuning	(255,255,0)	(253,255,38)	0.7	0	14.9

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Papan Cat



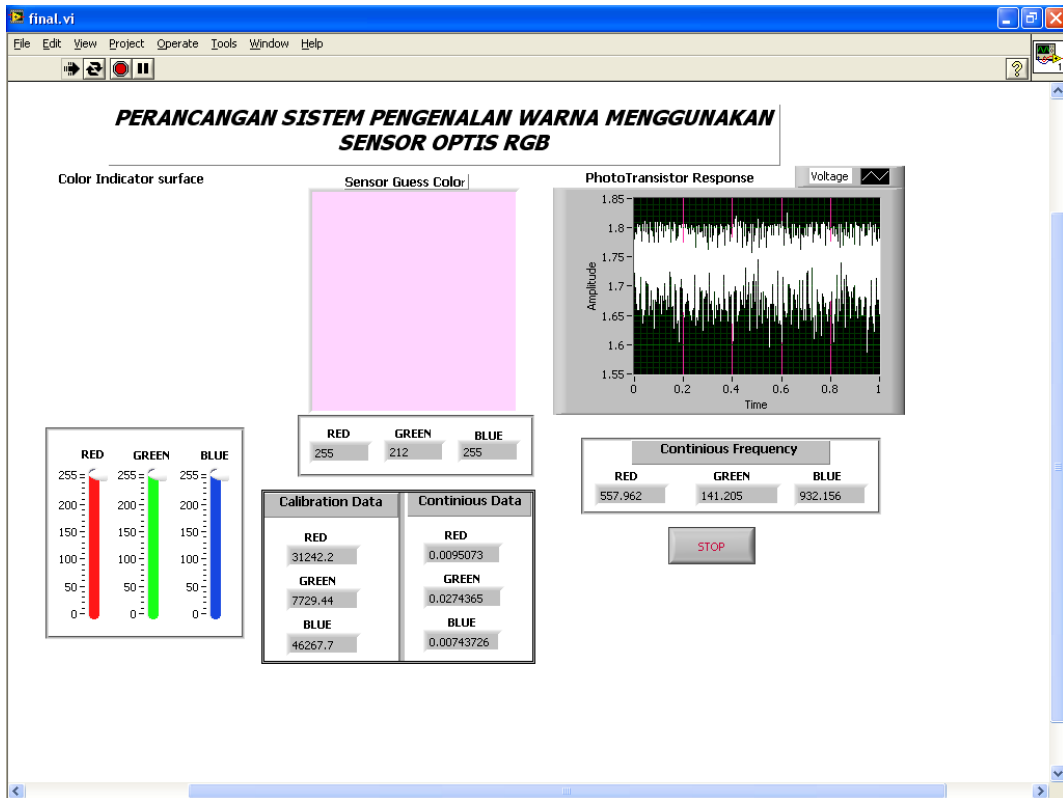
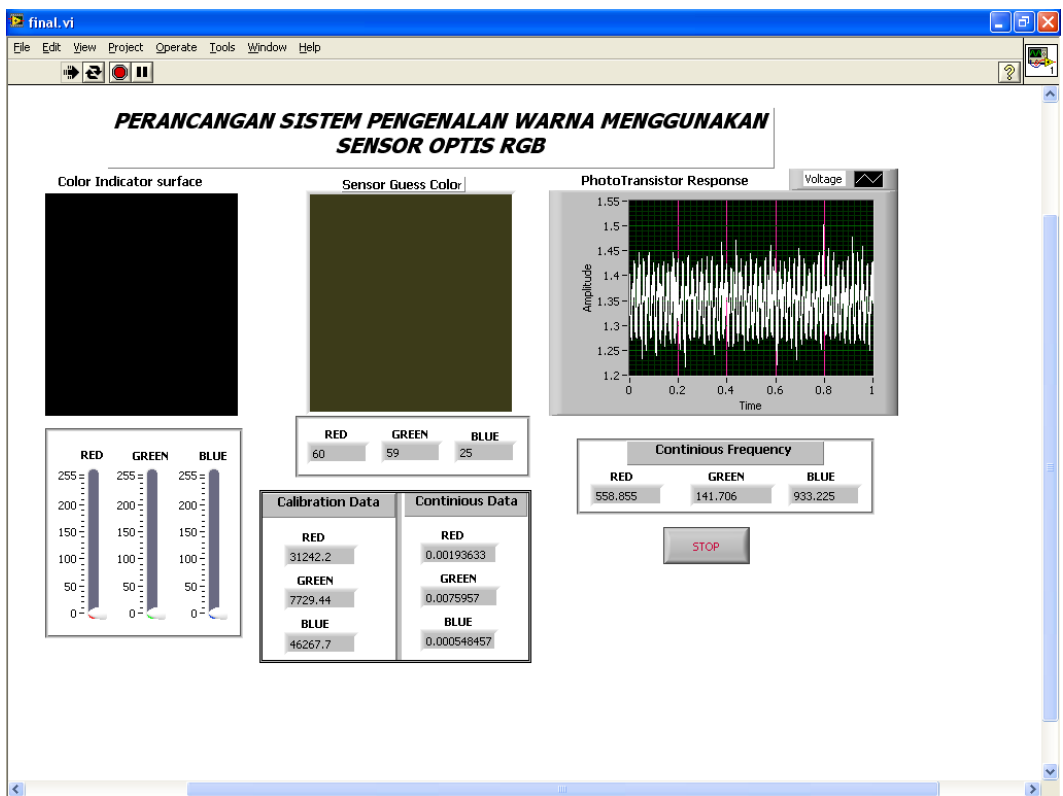


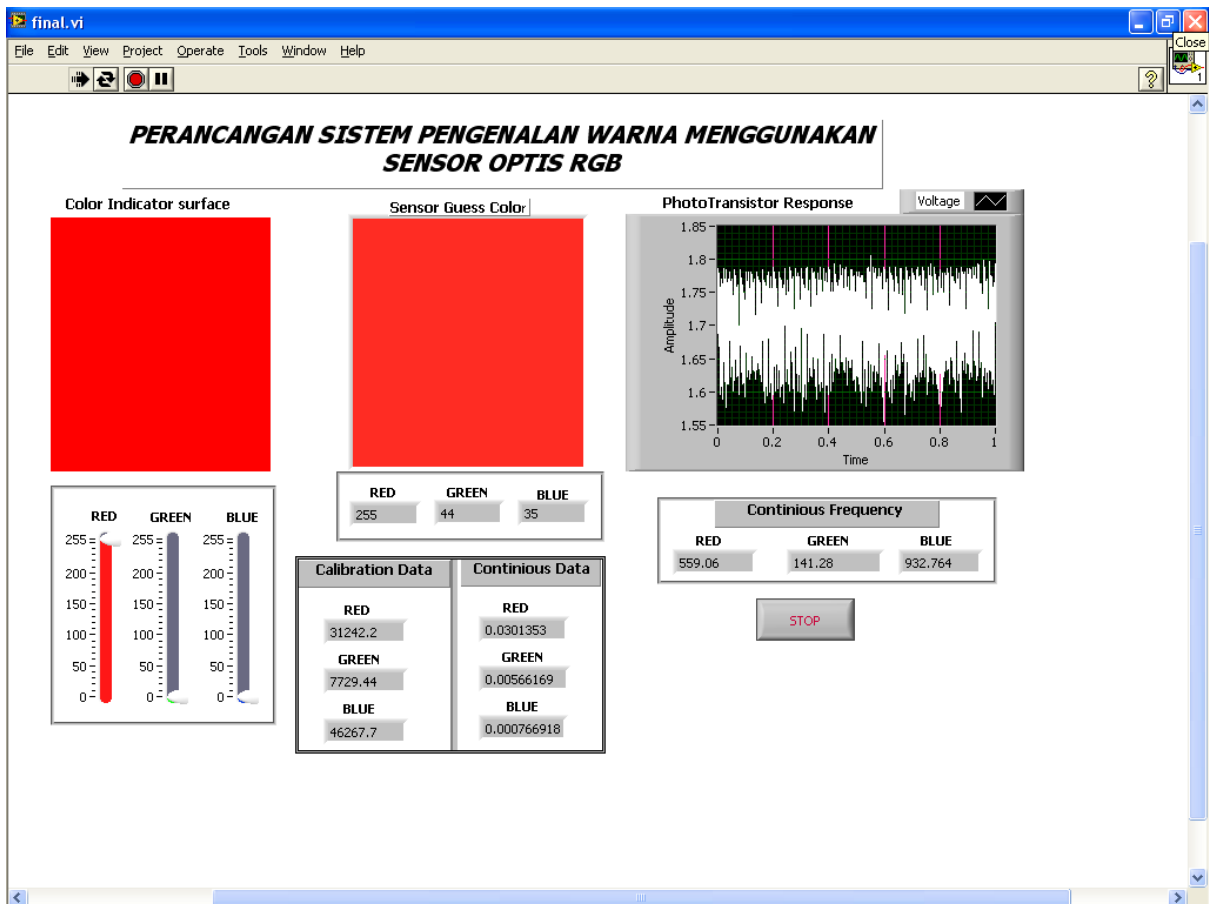
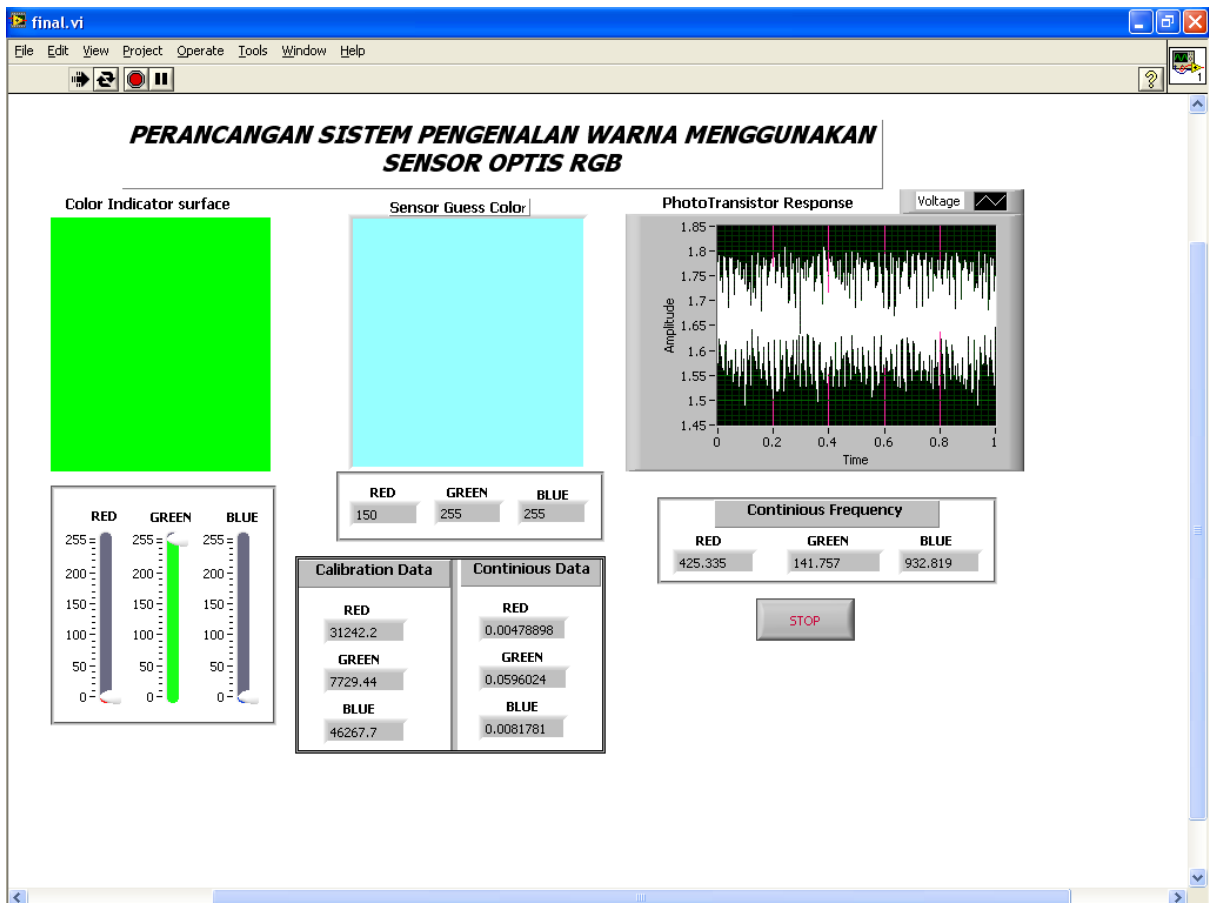


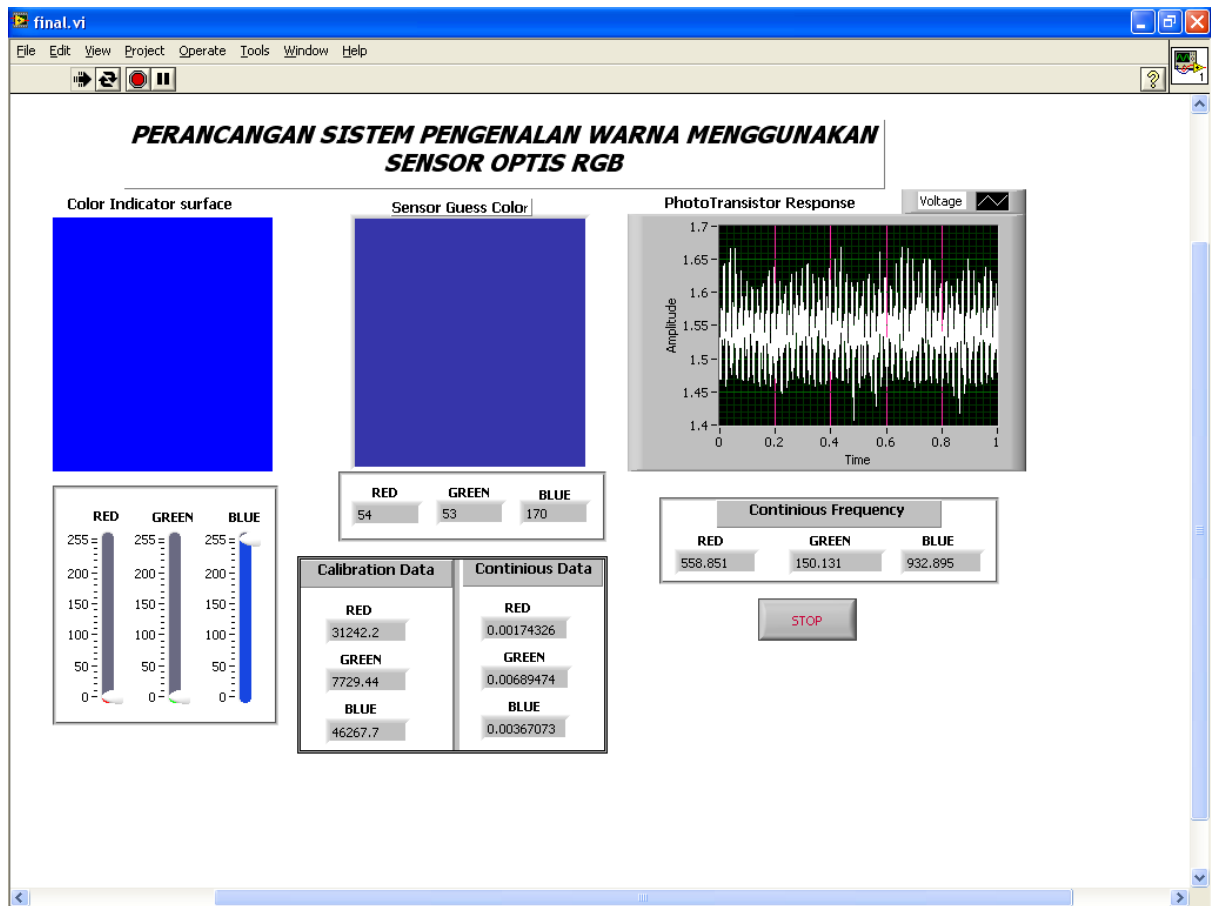
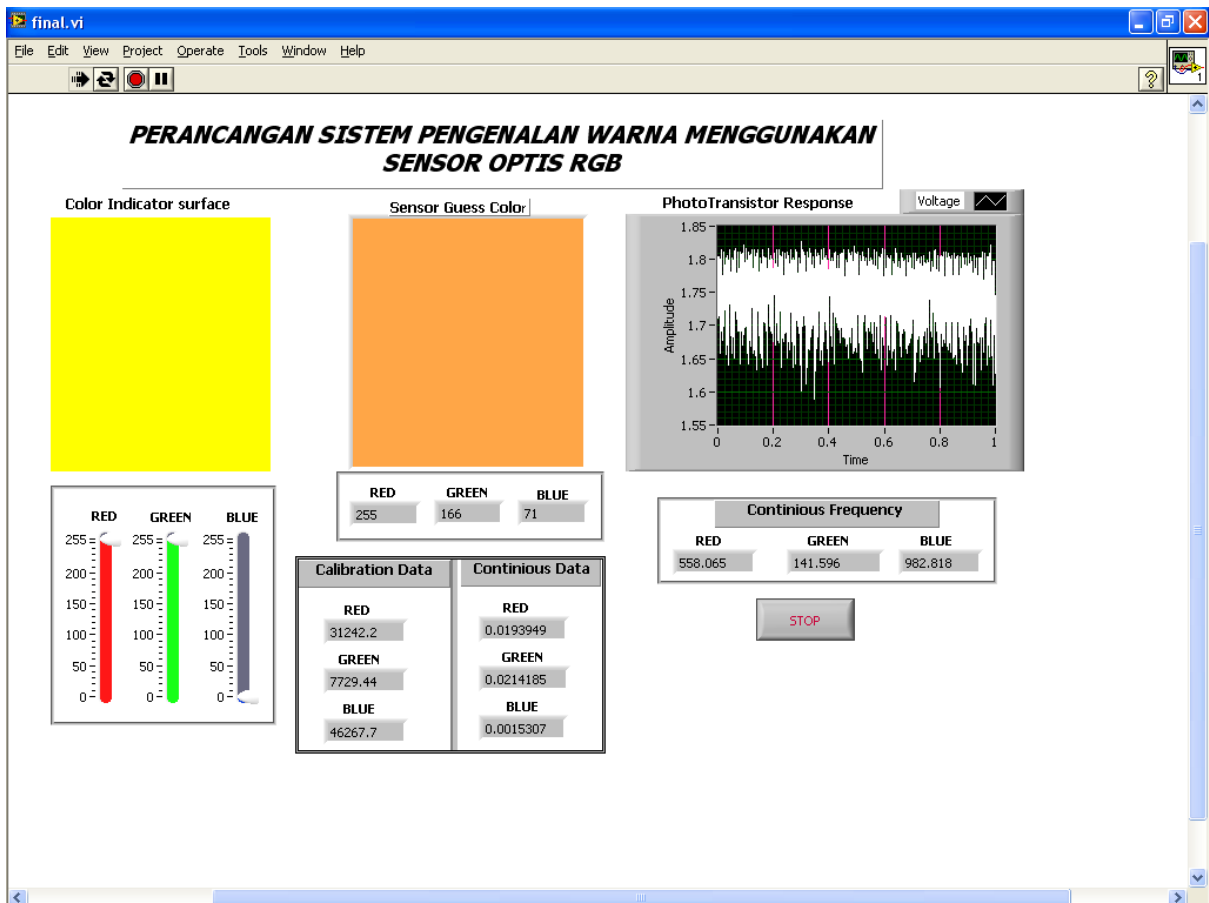
Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,254,246)	0	0.3	3.5
Hitam	(0,0,0)	(36,65,45)	14.1	25.4	17.6
Merah	(255,0,0)	(197,55,31)	22.7	21.5	12.1
Hijau	(0,255,0)	(52,124,42)	20.3	51.3	16.4
Biru	(0,0,255)	(65,21,83)	9.8	8.2	67.4
Kuning	(255,255,0)	(188,24,36)	26.2	90.5	14.1

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Kertas Asturo Berwarna Dan Intervensi Cahaya Luar



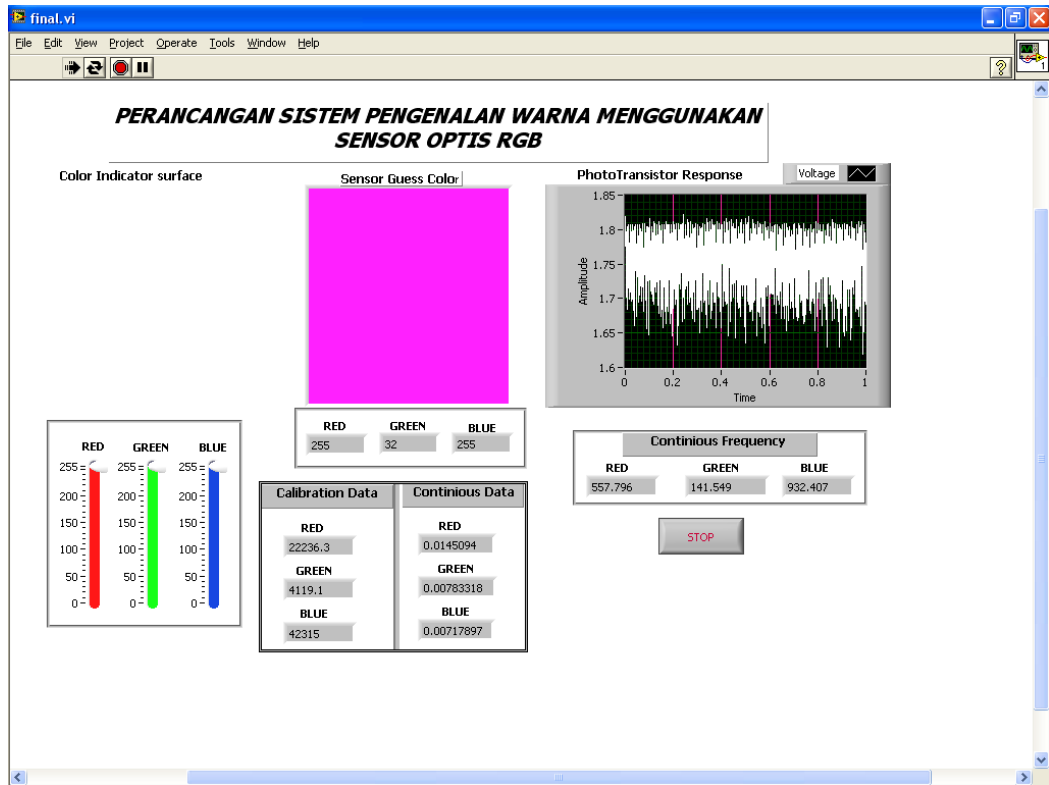
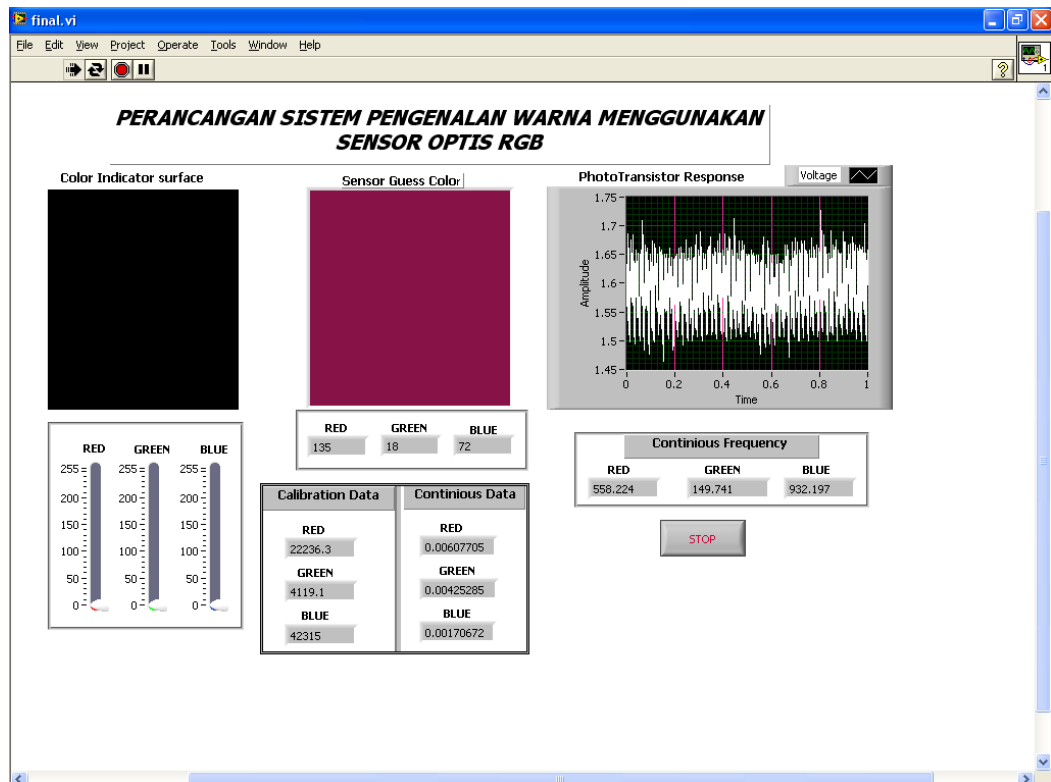


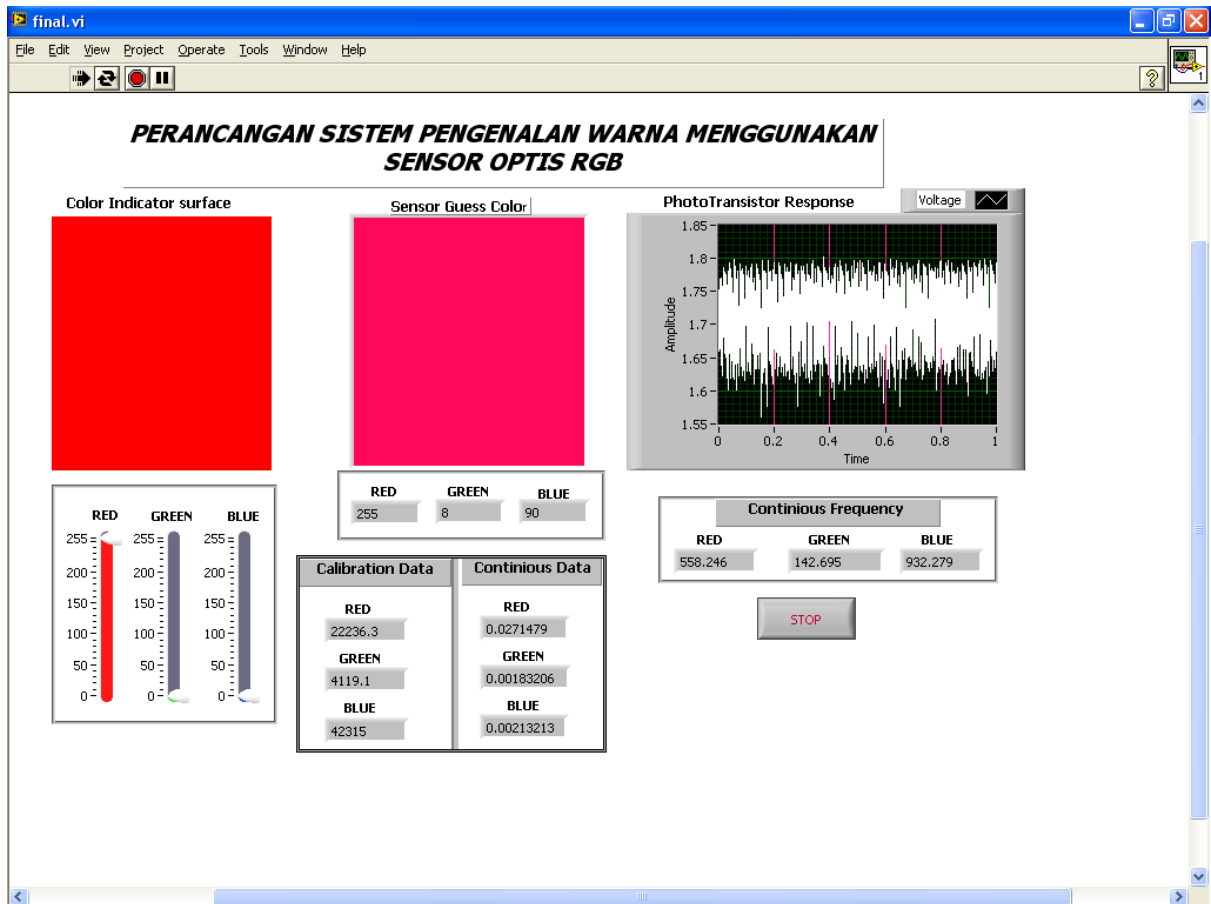
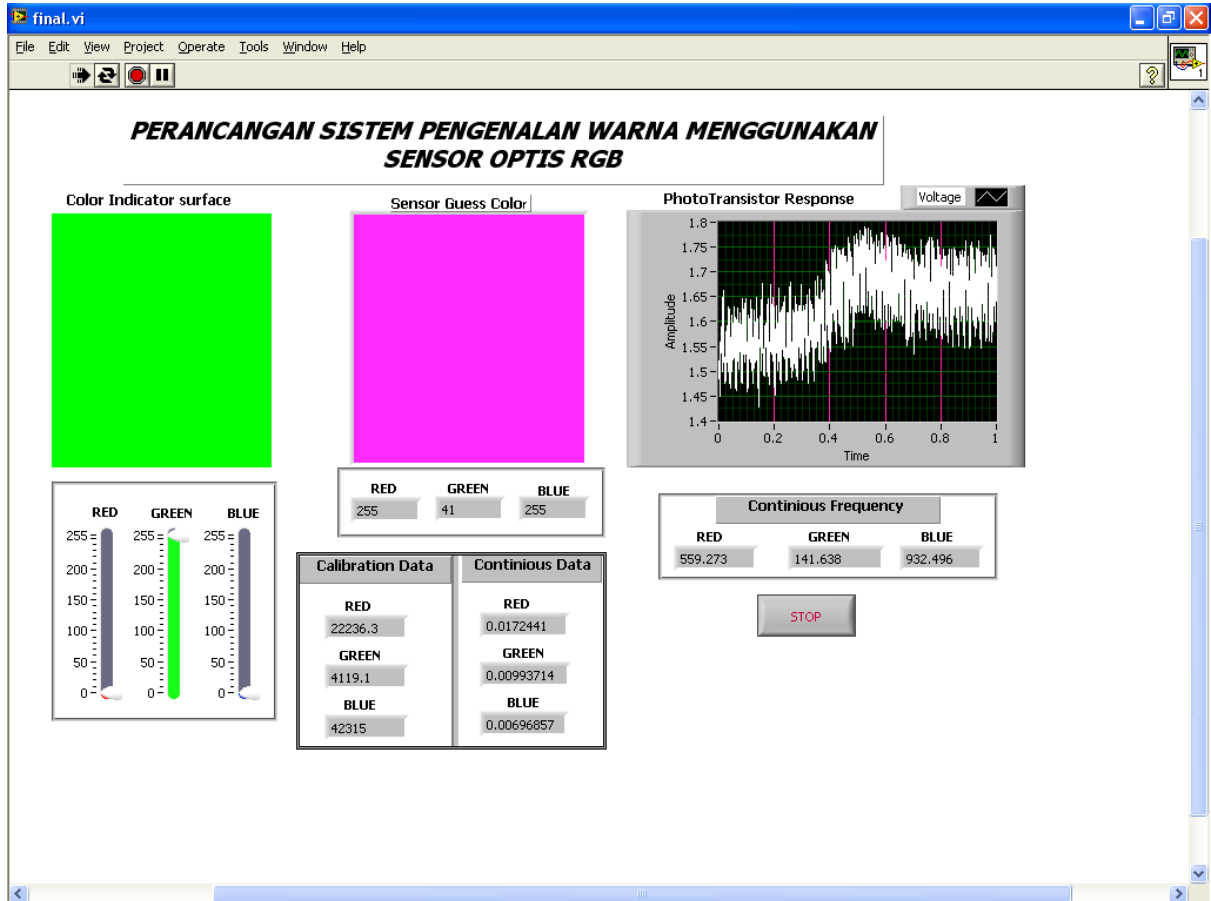


Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media
 Kertas Asturo Berwarna Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm
 Dan Intervensi Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,212,255)	0	16.8	0
Hitam	(0,0,0)	(60,59,25)	23.5	23.1	9.8
Merah	(255,0,0)	(255,44,35)	0	17.2	13.7
Hijau	(0,255,0)	(150,255,255)	58.8	0	100
Biru	(0,0,255)	(54,53,170)	21.1	20.7	33.3
Kuning	(255,255,0)	(255,166,71)	0	34.9	27.8

Hasil Tampilan Warna Pada *Front Panel LabView* Dengan jarak Fototransistor 1.5cm Dari Media Uji Papan Cat Dan Intervensi Cahaya Luar



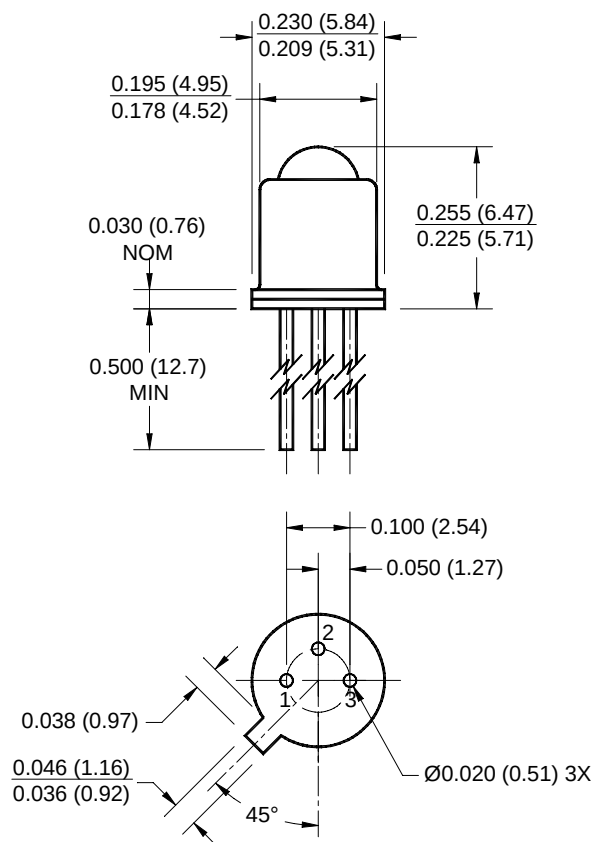


Nilai Persentase Error Dari Hasil Pembacaan Pada Media
 Papan Cat Dengan Jarak Fototransistor 1.5cm Dan Intervensi
 Cahaya Dari Luar

Warna Objek	Konfigurasi Asli (R,G,B)	Konfigurasi Hasil Pengujian (R,G,B)	Persentase Error Pembacaan (%)		
			R	G	B
Putih	(255,255,255)	(255,32,255)	0	87.4	0
Hitam	(0,0,0)	(135,18,72)	52.9	7	28.2
Merah	(255,0,0)	(255,8,90)	0	3.1	35.2
Hijau	(0,255,0)	(255,41,255)	100	83.9	100
Biru	(0,0,255)	(200,20,178)	78.4	7.8	30.1
Kuning	(255,255,0)	(255,15,78)	0	94.1	30.5

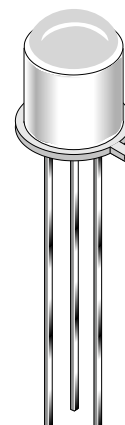
L14G1 L14G2 L14G3

PACKAGE DIMENSIONS

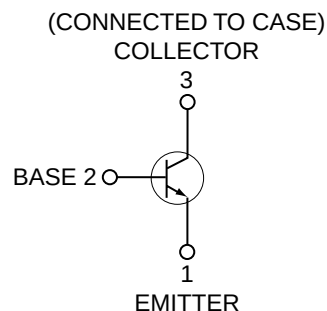


NOTES:

1. Dimensions for all drawings are in inches (mm).
2. Tolerance of $\pm .010$ (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.



SCHEMATIC



DESCRIPTION

The L14G1/L14G2/L14G3 are silicon phototransistors mounted in a narrow angle, TO-18 package.

FEATURES

- Hermetically sealed package
- Narrow reception angle

L14G1 L14G2 L14G3

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Temperature	T_{OPR}	-65 to +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{STG}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (Iron) ^(3,4,5 and 6)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (Flow) ^(3,4 and 6)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Collector to Emitter Breakdown Voltage	V_{CEO}	45	V
Collector to Base Breakdown Voltage	V_{CBO}	45	V
Emitter to Base Breakdown Voltage	V_{EBO}	5	V
Power Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$) ⁽¹⁾	P_D	300	mW
Power Dissipation ($T_C = 25^\circ\text{C}$) ⁽²⁾	P_D	600	mW

NOTE:

- Derate power dissipation linearly 3.00 mW/ $^\circ\text{C}$ above 25°C ambient.
- Derate power dissipation linearly 6.00 mW/ $^\circ\text{C}$ above 25°C case.
- RMA flux is recommended.
- Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
- Soldering iron tip 1/16" (1.6mm) minimum from housing.
- As long as leads are not under any stress or spring tension.
- Light source is a GaAs LED emitting light at a peak wavelength of 940 nm.
- Figure 1 and figure 2 use light source of tungsten lamp at 2870°K color temperature. A GaAs source of 3.0 mW/cm² is approximately equivalent to a tungsten source, at 2870°K , of 10 mW/cm².

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$) (All measurements made under pulse conditions)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Collector-Emitter Breakdown	$I_C = 10\text{ mA}$, $E_e = 0$	BV_{CEO}	45		—	V
Emitter-Base Breakdown	$I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$, $E_e = 0$	BV_{EBO}	5.0		—	V
Collector-Base Breakdown	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$, $E_e = 0$	BV_{CBO}	45		—	V
Collector-Emitter Leakage	$V_{CE} = 10\text{ V}$, $E_e = 0$	I_{CEO}	—		100	nA
Reception Angle at 1/2 Sensitivity		θ		± 10		Degrees
On-State Collector Current L14G1	$E_e = 0.5\text{ mW/cm}^2$, $V_{CE} = 5\text{ V}$ ^(7,8)	$I_{C(ON)}$	1.0		—	mA
On-State Collector Current L14G2	$E_e = 0.5\text{ mW/cm}^2$, $V_{CE} = 5\text{ V}$ ^(7,8)	$I_{C(ON)}$	0.5			mA
On-State Collector Current L14G3	$E_e = 0.5\text{ mW/cm}^2$, $V_{CE} = 5\text{ V}$ ^(7,8)	$I_{C(ON)}$	2.0			mA
Turn-On Time	$I_C = 2\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$	t_{on}		8		μs
Turn-Off Time	$I_C = 2\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$	t_{off}		7		μs
Saturation Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}$, $E_e = 3.0\text{ mW/cm}^2$ ^(7,8)	$V_{CE(SAT)}$	—		0.40	V

L14G1 L14G2 L14G3

Figure 1. Light Current vs. Collector to Emitter Voltage

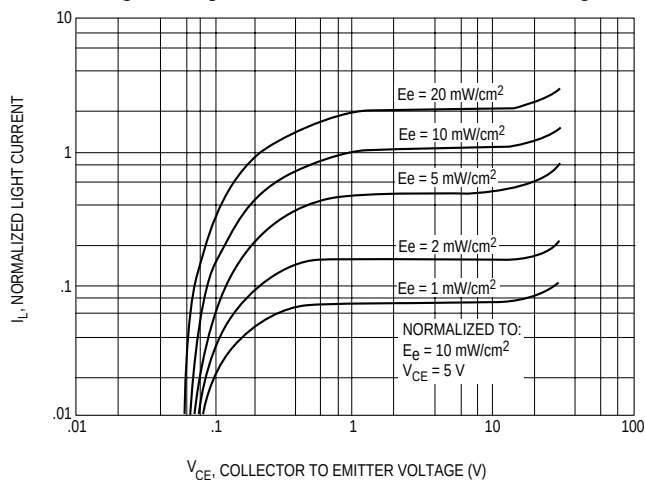


Figure 2. Light Current vs. Temperature

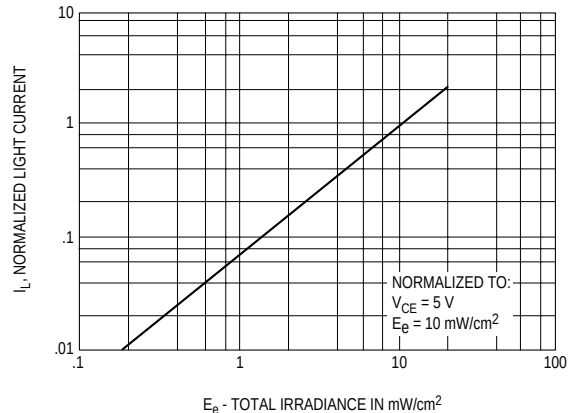


Figure 3. Normalized Light Current vs. Temperature

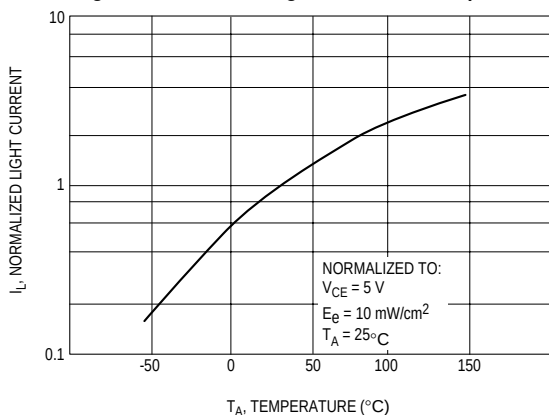


Figure 4. Switching Times vs. Output Current

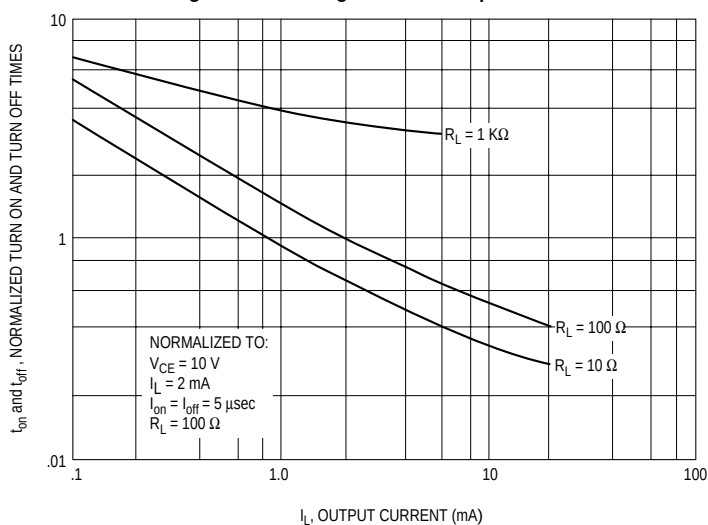


Figure 5. Dark Current and Temperature

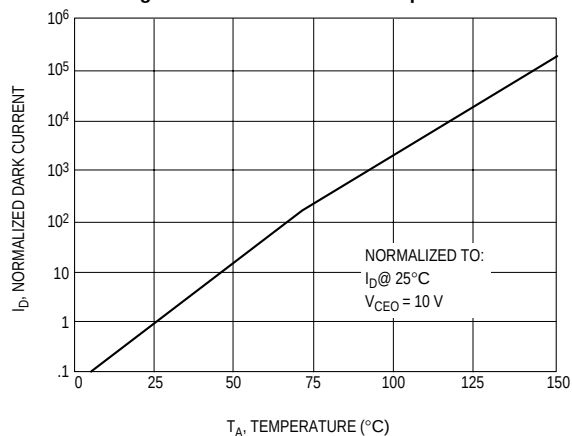
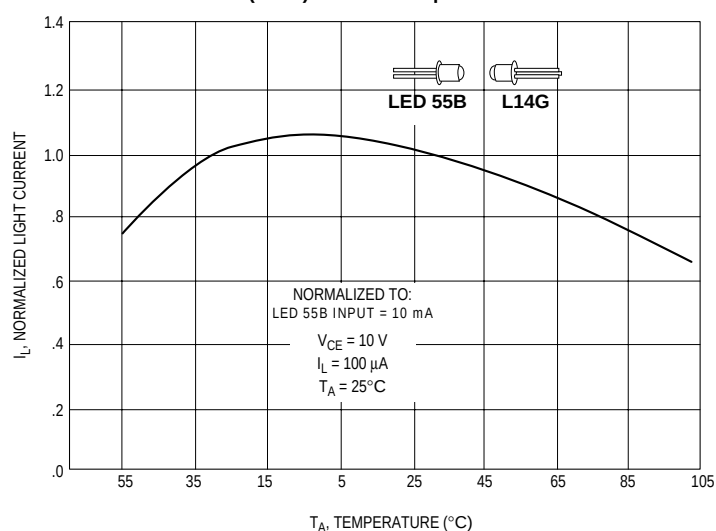


Figure 6. Normalized Light Current vs. Temperature
Both Emitter (LED 55B) and Detector
(L14G) at Same Temperature



DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

LF155/LF156/LF256/LF257/LF355/LF356/LF357 JFET Input Operational Amplifiers

General Description

These are the first monolithic JFET input operational amplifiers to incorporate well matched, high voltage JFETs on the same chip with standard bipolar transistors (BI-FET™ Technology). These amplifiers feature low input bias and offset currents/low offset voltage and offset voltage drift, coupled with offset adjust which does not degrade drift or common-mode rejection. The devices are also designed for high slew rate, wide bandwidth, extremely fast settling time, low voltage and current noise and a low 1/f noise corner.

Features

Advantages

- Replace expensive hybrid and module FET op amps
- Rugged JFETs allow blow-out free handling compared with MOSFET input devices
- Excellent for low noise applications using either high or low source impedance—very low 1/f corner
- Offset adjust does not degrade drift or common-mode rejection as in most monolithic amplifiers
- New output stage allows use of large capacitive loads (5,000 pF) without stability problems
- Internal compensation and large differential input voltage capability

Applications

- Precision high speed integrators
- Fast D/A and A/D converters
- High impedance buffers
- Wideband, low noise, low drift amplifiers

- Logarithmic amplifiers
- Photocell amplifiers
- Sample and Hold circuits

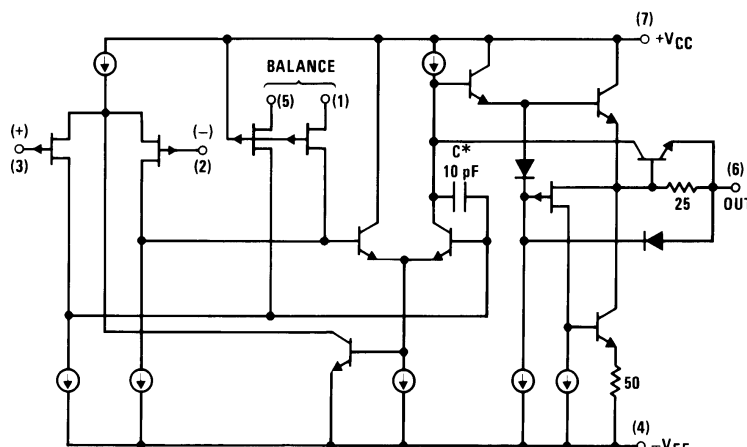
Common Features

- Low input bias current: 30pA
- Low Input Offset Current: 3pA
- High input impedance: $10^{12}\Omega$
- Low input noise current: $0.01\text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
- High common-mode rejection ratio: 100 dB
- Large dc voltage gain: 106 dB

Uncommon Features

	LF155/ LF355	LF156/ LF256/ LF356	LF257/ LF357 ($A_V=5$)	Units
■ Extremely fast settling time to 0.01%	4	1.5	1.5	μs
■ Fast slew rate	5	12	50	$\text{V}/\mu\text{s}$
■ Wide gain bandwidth	2.5	5	20	MHz
■ Low input noise voltage	20	12	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$

Simplified Schematic



*3pF in LF357 series.

BI-FET™, BI-FET II™ are trademarks of National Semiconductor Corporation.

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

	LF155/6	LF256/7/LF356B	LF355/6/7
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Differential Input Voltage	±40V	±40V	±30V
Input Voltage Range (Note 2)	±20V	±20V	±16V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
T_{JMAX}			
H-Package	150°C	115°C	115°C
N-Package		100°C	100°C
M-Package		100°C	100°C
Power Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Notes 1, 8)			
H-Package (Still Air)	560 mW	400 mW	400 mW
H-Package (400 LF/Min Air Flow)	1200 mW	1000 mW	1000 mW
N-Package		670 mW	670 mW
M-Package		380 mW	380 mW
Thermal Resistance (Typical) θ_{JA}			
H-Package (Still Air)	160°C/W	160°C/W	160°C/W
H-Package (400 LF/Min Air Flow)	65°C/W	65°C/W	65°C/W
N-Package		130°C/W	130°C/W
M-Package		195°C/W	195°C/W
(Typical) θ_{JC}			
H-Package	23°C/W	23°C/W	23°C/W
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Soldering Information (Lead Temp.)			
Metal Can Package			
Soldering (10 sec.)	300°C	300°C	300°C
Dual-In-Line Package			
Soldering (10 sec.)	260°C	260°C	260°C
Small Outline Package			
Vapor Phase (60 sec.)		215°C	215°C
Infrared (15 sec.)		220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.			
ESD tolerance			
(100 pF discharged through 1.5k Ω)	1000V	1000V	1000V

DC Electrical Characteristics

(Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/6			LF256/7 LF356B			LF355/6/7			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Input Offset Voltage	$R_S=50\Omega$, $T_A=25^\circ\text{C}$ Over Temperature		3	5 7		3	5 6.5		3	10 13	mV mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Average TC of Input Offset Voltage	$R_S=50\Omega$		5			5			5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
$\Delta TC/\Delta V_{OS}$	Change in Average TC with V_{OS} Adjust	$R_S=50\Omega$, (Note 4)		0.5			0.5			0.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ per mV
I_{OS}	Input Offset Current	$T_J=25^\circ\text{C}$, (Notes 3, 5) $T_J \leq T_{HIGH}$		3	20 20		3	20 1		3	50 2	pA nA

DC Electrical Characteristics (Continued)

(Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/6			LF256/7 LF356B			LF355/6/7			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
I_B	Input Bias Current	$T_J=25^{\circ}\text{C}$, (Notes 3, 5) $T_J \leq T_{\text{HIGH}}$		30	100 50		30	100 5		30	200 8	pA nA
R_{IN}	Input Resistance	$T_J=25^{\circ}\text{C}$		10^{12}			10^{12}			10^{12}		Ω
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$V_S=\pm 15\text{V}$, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ $V_O=\pm 10\text{V}$, $R_L=2\text{k}$ Over Temperature	50	200		50	200		25	200		V/mV
V_O	Output Voltage Swing	$V_S=\pm 15\text{V}$, $R_L=10\text{k}$	± 12	± 13		± 12	± 13		± 12	± 13		V
		$V_S=\pm 15\text{V}$, $R_L=2\text{k}$	± 10	± 12		± 10	± 12		± 10	± 12		V
V_{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	$V_S=\pm 15\text{V}$	± 11	+15.1 -12		± 11	± 15.1 -12		+10	+15.1 -12		V V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio		85	100		85	100		80	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 6)	85	100		85	100		80	100		dB

DC Electrical Characteristics

$T_A = T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$

Parameter	LF155		LF355		LF156/256/257/356B		LF356		LF357		Units
	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	
Supply Current	2	4	2	4	5	7	5	10	5	10	mA

AC Electrical Characteristics

$T_A = T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/355	LF156/256/ 356B	LF156/256/356/ LF356B	LF257/357	Units
			Typ	Min	Typ	Typ	
SR	Slew Rate	LF155/6: $A_V=1$, LF357: $A_V=5$	5	7.5	12		V/ μs
						50	V/ μs
GBW	Gain Bandwidth Product		2.5		5	20	MHz
t_s	Settling Time to 0.01%	(Note 7)	4		1.5	1.5	μs
e_n	Equivalent Input Noise Voltage	$R_S=100\Omega$ $f=100\text{ Hz}$	25		15	15	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f=1000\text{ Hz}$	20		12	12	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
i_n	Equivalent Input Current Noise	$f=100\text{ Hz}$	0.01		0.01	0.01	pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f=1000\text{ Hz}$	0.01		0.01	0.01	pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
C_{IN}	Input Capacitance		3		3	3	pF

Notes for Electrical Characteristics

Note 1: The maximum power dissipation for these devices must be derated at elevated temperatures and is dictated by T_{JMAX} , θ_{JA} , and the ambient temperature, T_A . The maximum available power dissipation at any temperature is $P_D=(T_{\text{JMAX}}-T_A)/\theta_{\text{JA}}$ or the 25°C P_{DMAX} , whichever is less.

Note 2: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.

Note 3: Unless otherwise stated, these test conditions apply:

Notes for Electrical Characteristics (Continued)

	LF155/156	LF256/257	LF356B	LF355/6/7
Supply Voltage, V_S	$\pm 15V \leq V_S \leq \pm 20V$	$\pm 15V \leq V_S \leq \pm 20V$	$\pm 15V \leq V_S \leq \pm 20V$	$V_S = \pm 15V$
T_A	$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	$-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
T_{HIGH}	$+125^\circ\text{C}$	$+85^\circ\text{C}$	$+70^\circ\text{C}$	$+70^\circ\text{C}$

and V_{OS} , I_B and I_{OS} are measured at $V_{CM} = 0$.

Note 4: The Temperature Coefficient of the adjusted input offset voltage changes only a small amount ($0.5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ typically) for each mV of adjustment from its original unadjusted value. Common-mode rejection and open loop voltage gain are also unaffected by offset adjustment.

Note 5: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature, T_J . Due to limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation, P_d . $T_J = T_A + \theta_{JA} P_d$ where θ_{JA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.

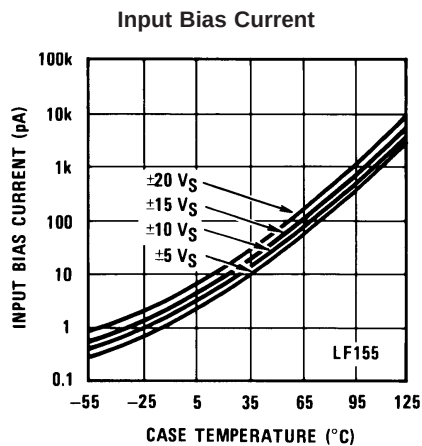
Note 6: Supply Voltage Rejection is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously, in accordance with common practice.

Note 7: Settling time is defined here, for a unity gain inverter connection using $2\text{ k}\Omega$ resistors for the LF155/6. It is the time required for the error voltage (the voltage at the inverting input pin on the amplifier) to settle to within 0.01% of its final value from the time a 10V step input is applied to the inverter. For the LF357, $A_V = -5$, the feedback resistor from output to input is $2\text{ k}\Omega$ and the output step is 10V (See Settling Time Test Circuit).

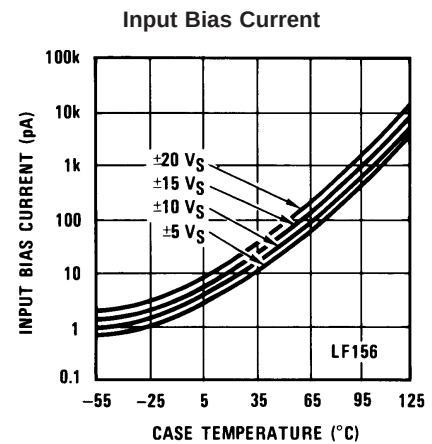
Note 8: Max. Power Dissipation is defined by the package characteristics. Operating the part near the Max. Power Dissipation may cause the part to operate outside guaranteed limits.

Typical DC Performance Characteristics

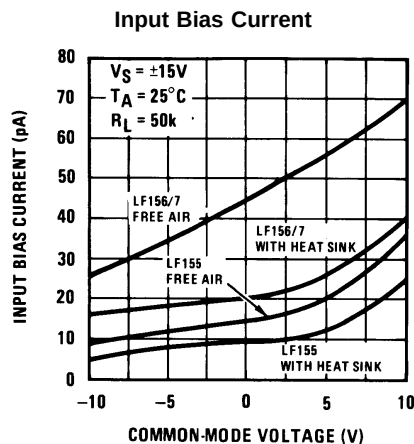
Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified.



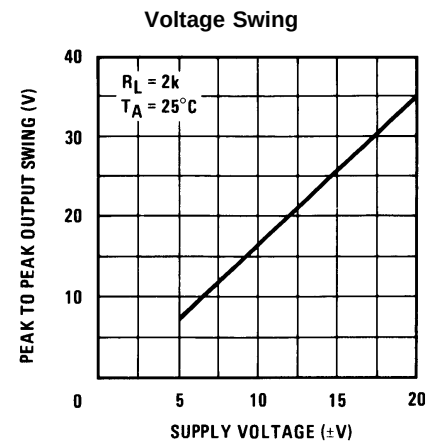
00564637



00564638



00564639

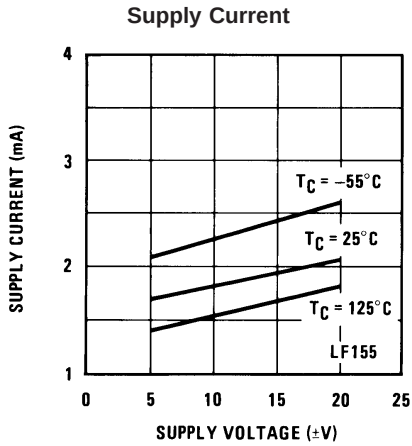
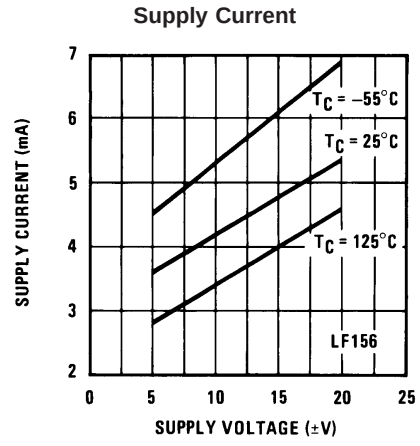
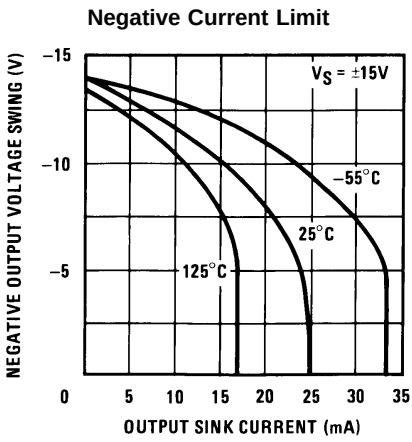
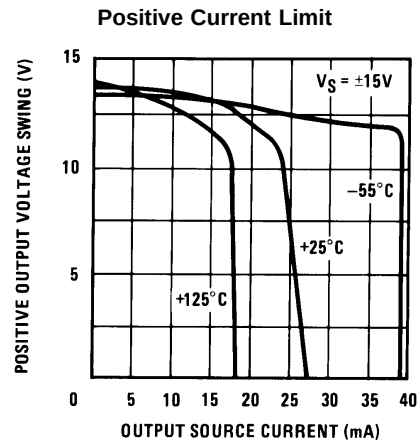
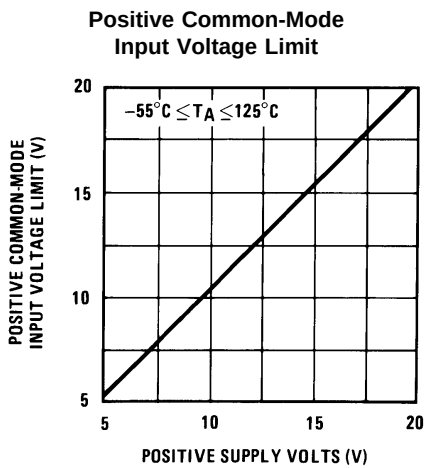
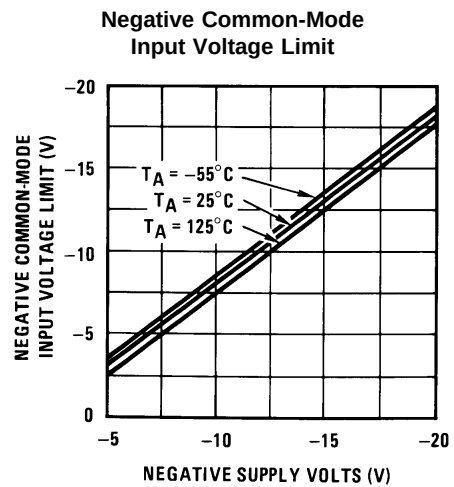


00564640

Typical DC Performance Characteristics

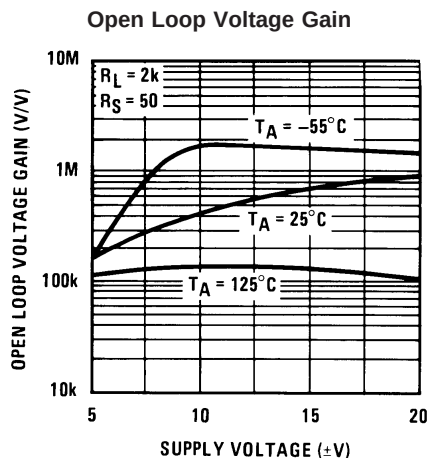
specified. (Continued)

Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified.

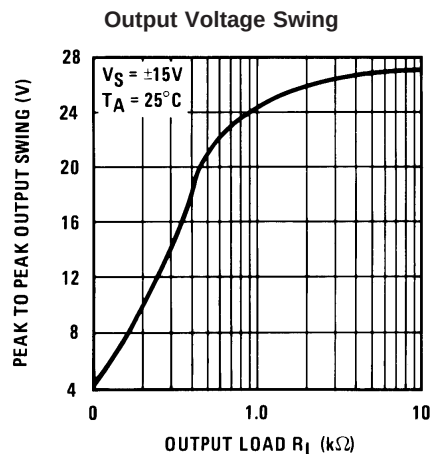


Typical DC Performance Characteristics

Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified. (Continued)

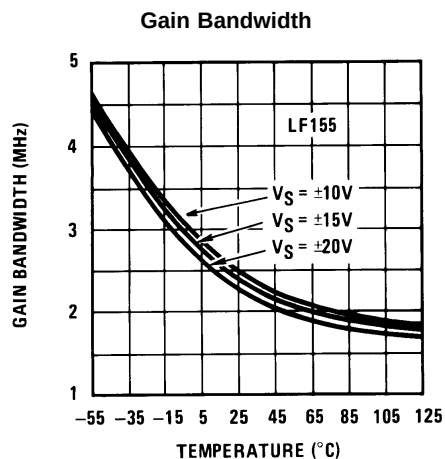


00564647

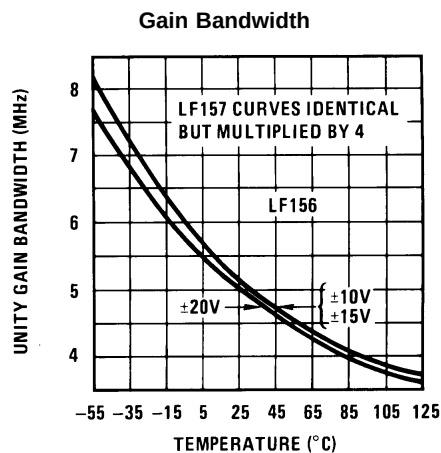


00564648

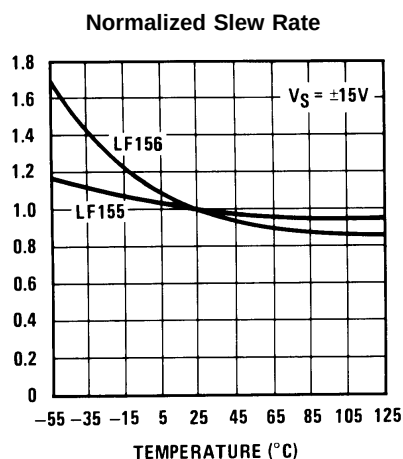
Typical AC Performance Characteristics



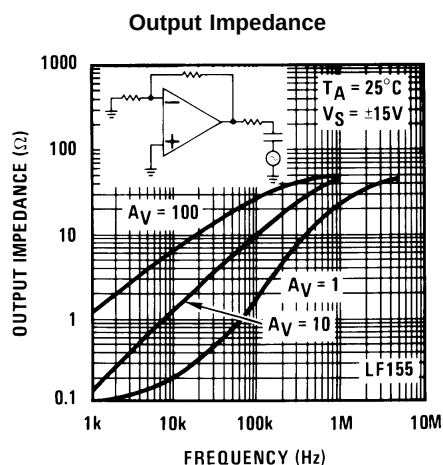
00564649



00564650



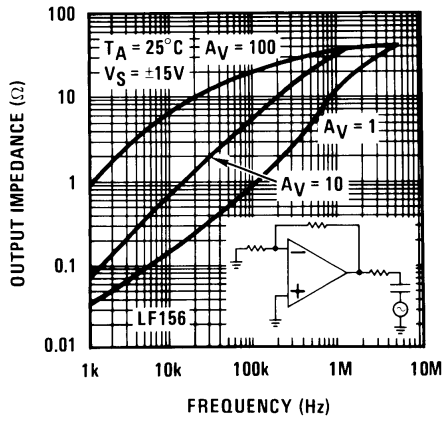
00564651



00564652

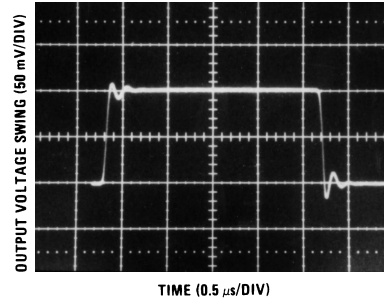
Typical AC Performance Characteristics (Continued)

Output Impedance



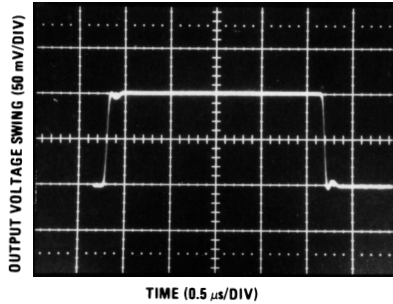
00564653

LF155 Small Signal Pulse Response, $A_V = +1$



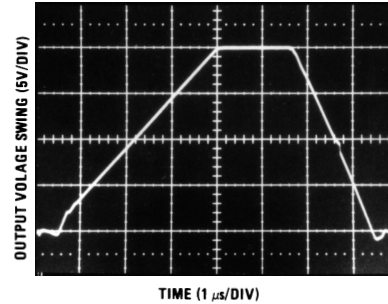
00564605

LF156 Small Signal Pulse Response, $A_V = +1$



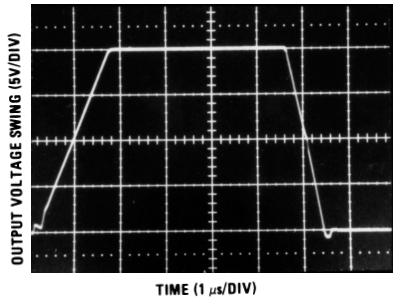
00564606

LF155 Large Signal Pulse Response, $A_V = +1$



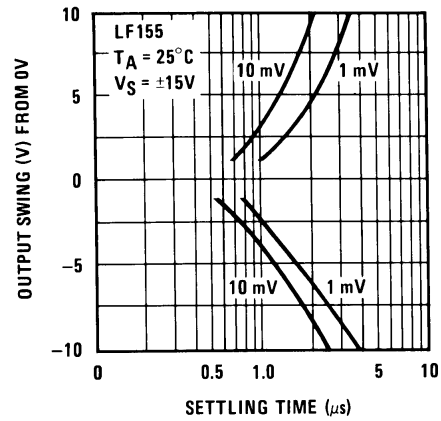
00564608

LF156 Large Signal Puls Response, $A_V = +1$



00564609

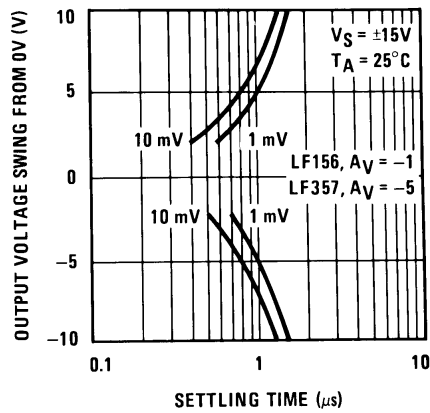
Inverter Settling Time



00564655

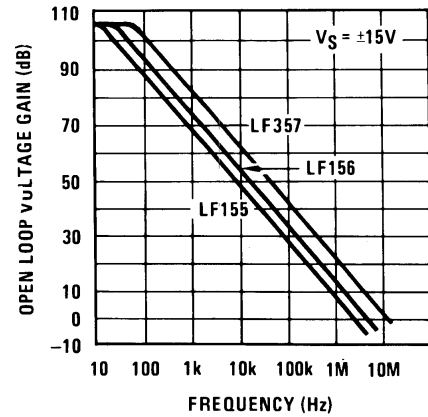
Typical AC Performance Characteristics (Continued)

Inverter Settling Time



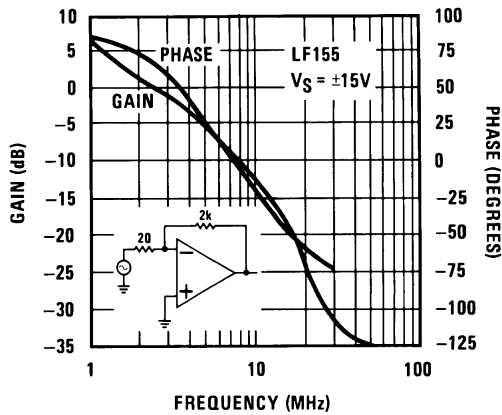
00564656

Open Loop Frequency Response



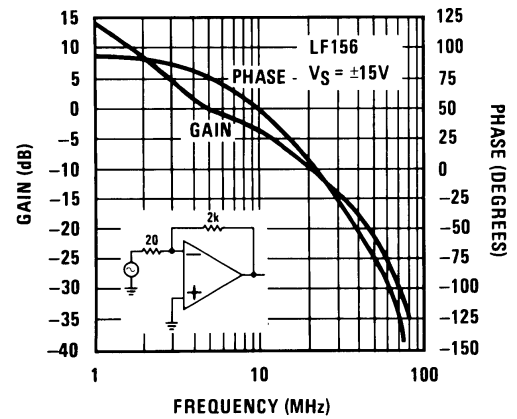
00564657

Bode Plot



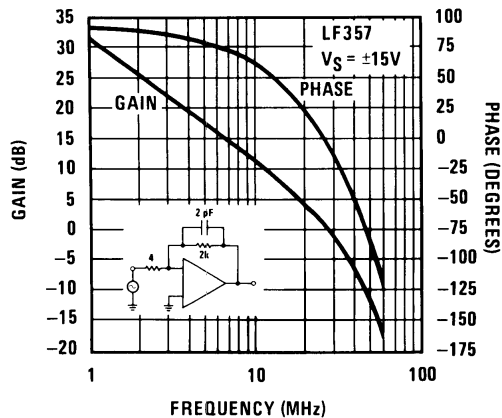
00564658

Bode Plot



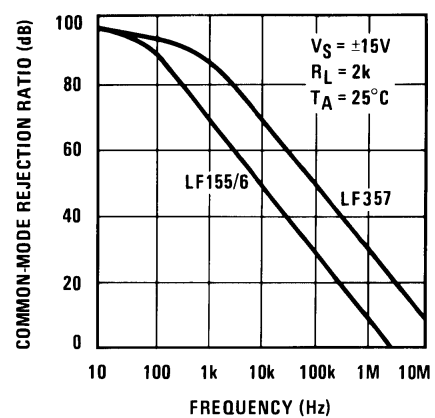
00564659

Bode Plot



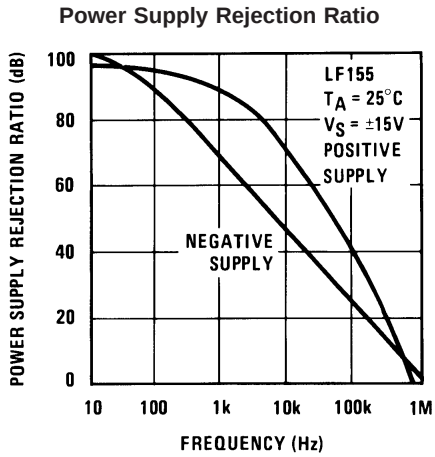
00564660

Common-Mode Rejection Ratio

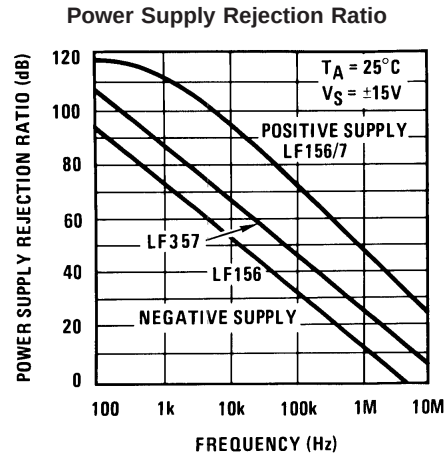


00564661

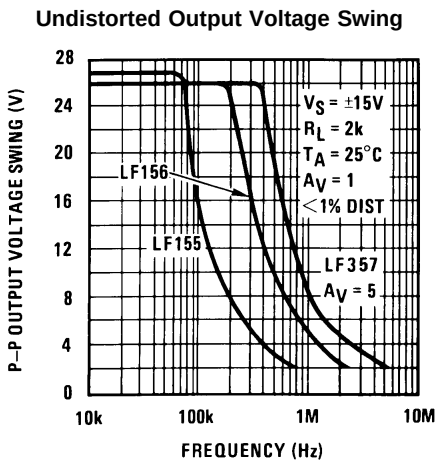
Typical AC Performance Characteristics (Continued)



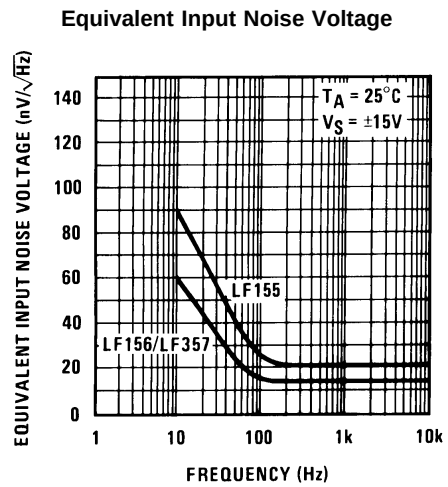
00564662



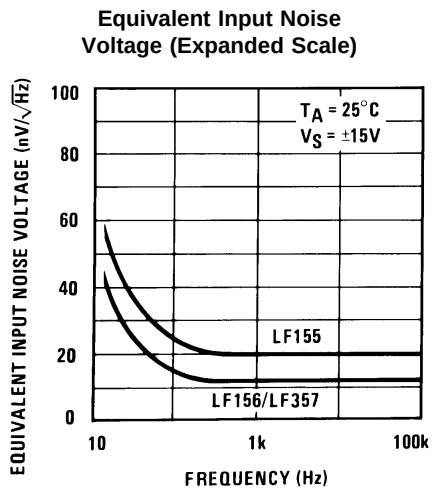
00564663



00564664

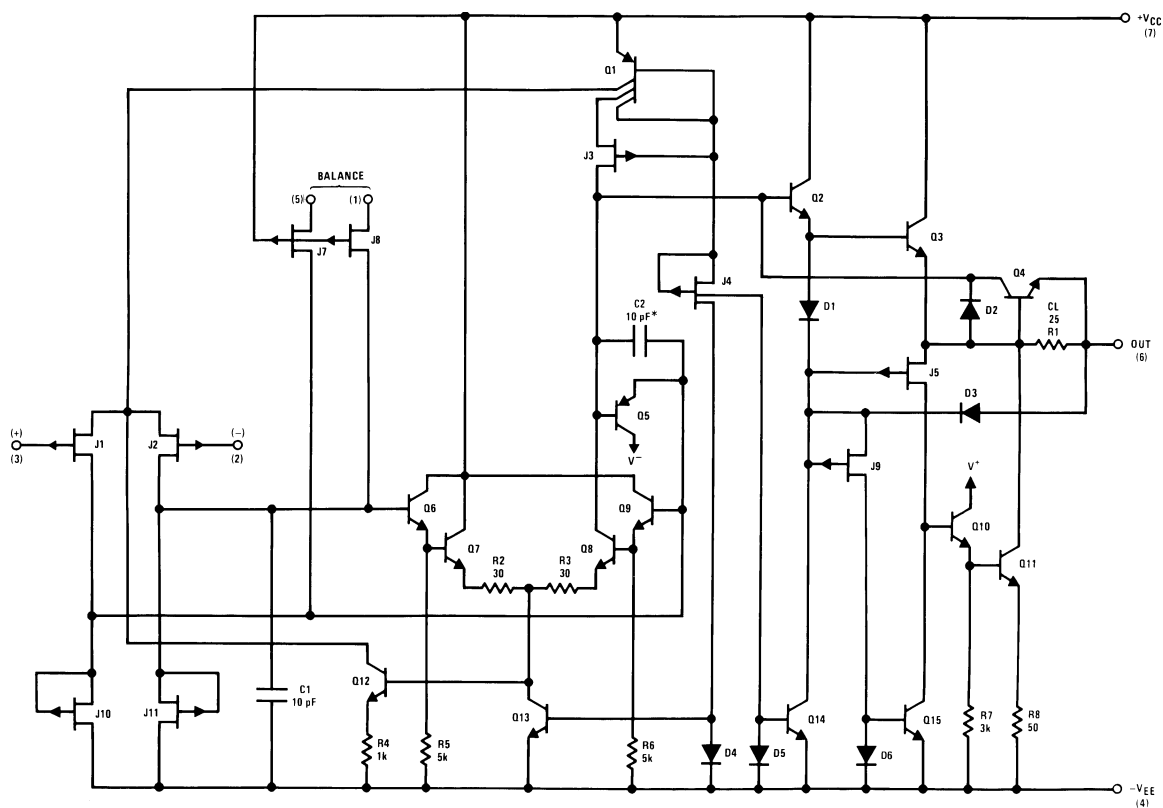


00564665



00564666

Detailed Schematic

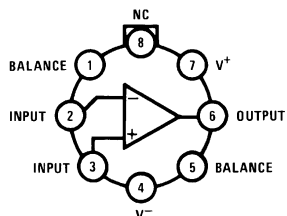


*C = 3pF in LF357 series.

00564613

Connection Diagrams (Top Views)

Metal Can Package (H)

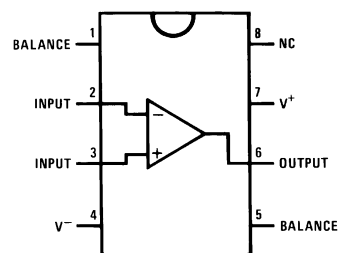


00564614

Order Number LF155H, LF156H, LF256H, LF257H,
LF356BH, LF356H, or LF357H
See NS Package Number H08C

*Available per JM38510/11401 or JM38510/11402

Dual-In-Line Package (M and N)



00564629

Order Number LF356M, LF356MX, LF355N, or LF356N
See NS Package Number M08A or N08E

Application Hints

These are op amps with JFET input devices. These JFETs have large reverse breakdown voltages from gate to source and drain eliminating the need for clamps across the inputs. Therefore large differential input voltages can easily be accommodated without a large increase in input current. The maximum differential input voltage is independent of the supply voltages. However, neither of the input voltages should be allowed to exceed the negative supply as this will cause large currents to flow which can result in a destroyed unit.

Exceeding the negative common-mode limit on either input will force the output to a high state, potentially causing a

Application Hints (Continued)

reversal of phase to the output. Exceeding the negative common-mode limit on both inputs will force the amplifier output to a high state. In neither case does a latch occur since raising the input back within the common-mode range again puts the input stage and thus the amplifier in a normal operating mode.

Exceeding the positive common-mode limit on a single input will not change the phase of the output however, if both inputs exceed the limit, the output of the amplifier will be forced to a high state.

These amplifiers will operate with the common-mode input voltage equal to the positive supply. In fact, the common-mode voltage can exceed the positive supply by approximately 100 mV independent of supply voltage and over the full operating temperature range. The positive supply can therefore be used as a reference on an input as, for example, in a supply current monitor and/or limiter.

Precautions should be taken to ensure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

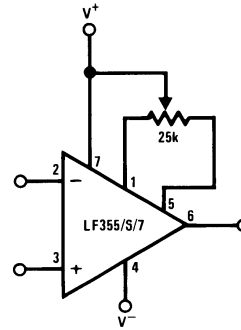
All of the bias currents in these amplifiers are set by FET current sources. The drain currents for the amplifiers are therefore essentially independent of supply voltage.

As with most amplifiers, care should be taken with lead dress, component placement and supply decoupling in order to ensure stability. For example, resistors from the output to an input should be placed with the body close to the input to minimize "pickup" and maximize the frequency of the feedback pole by minimizing the capacitance from the input to ground.

A feedback pole is created when the feedback around any amplifier is resistive. The parallel resistance and capacitance from the input of the device (usually the inverting input) to AC ground set the frequency of the pole. In many instances the frequency of this pole is much greater than the expected 3dB frequency of the closed loop gain and consequently there is negligible effect on stability margin. However, if the feedback pole is less than approximately six times the expected 3 dB frequency a lead capacitor should be placed from the output to the input of the op amp. The value of the added capacitor should be such that the RC time constant of this capacitor and the resistance it parallels is greater than or equal to the original feedback pole time constant.

Typical Circuit Connections

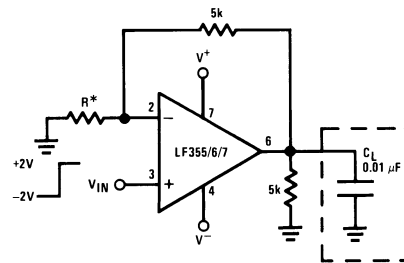
V_{OS} Adjustment



00564667

- V_{OS} is adjusted with a 25k potentiometer
- The potentiometer wiper is connected to V^+
- For potentiometers with temperature coefficient of 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ or less the additional drift with adjust is $\approx 0.5\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ of adjustment
- Typical overall drift: $5\mu\text{V}/^{\circ}\text{C} \pm (0.5\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}/\text{mV of adj.})$

Driving Capacitive Loads



00564668

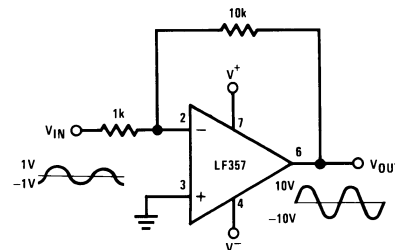
- * LF155/6 $R = 5\text{k}$
LF357 $R = 1.25\text{k}$

Due to a unique output stage design, these amplifiers have the ability to drive large capacitive loads and still maintain stability. $C_{L(\text{MAX})} \approx 0.01\mu\text{F}$.

Overshoot $\leq 20\%$

Settling time (t_s) $\approx 5\mu\text{s}$

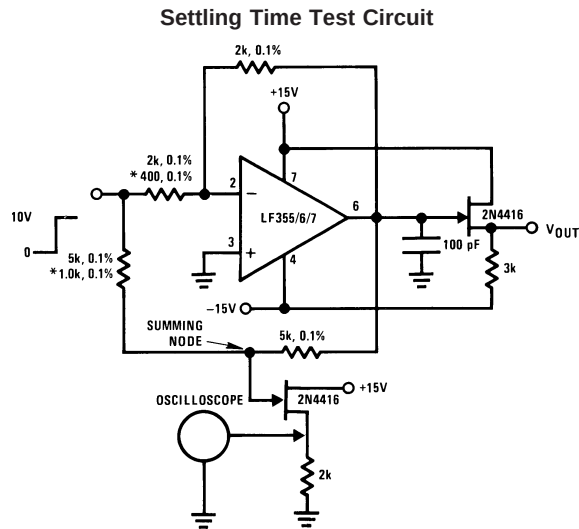
LF357. A Large Power BW Amplifier



00564615

For distortion $\leq 1\%$ and a 20 Vp-p V_{OUT} swing, power bandwidth is: 500kHz.

Typical Applications

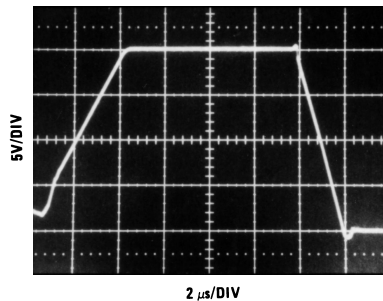


00564616

- Settling time is tested with the LF155/6 connected as unity gain inverter and LF357 connected for $A_V = -5$
- FET used to isolate the probe capacitance
- Output = 10V step
- $A_V = -5$ for LF357

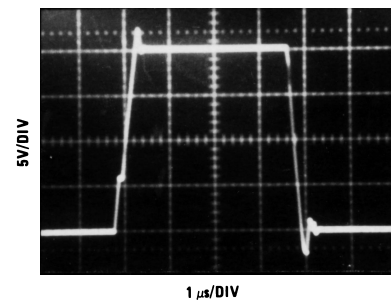
Large Signal Inverter Output, V_{OUT} (from Settling Time Circuit)

LF355



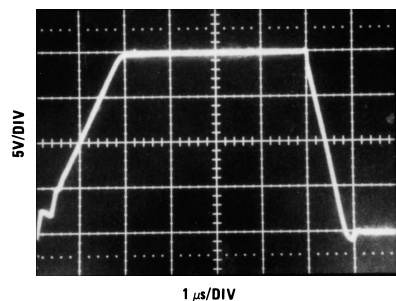
00564617

LF357



00564619

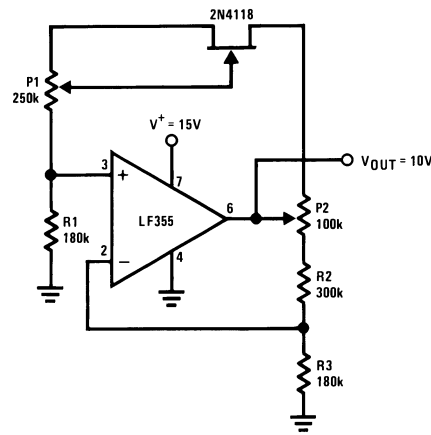
LF356



00564618

Typical Applications (Continued)

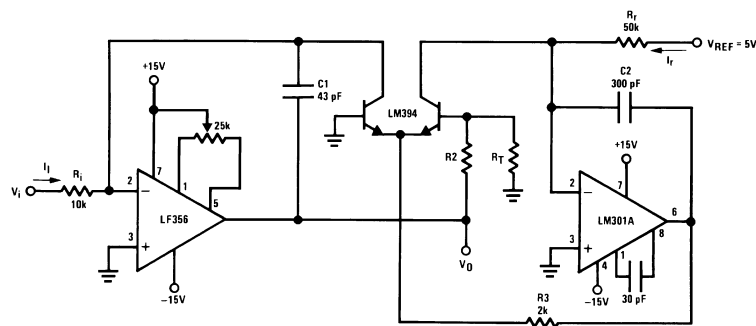
Low Drift Adjustable Voltage Reference



00564620

- $\Delta V_{OUT}/\Delta T = \pm 0.002\%/^{\circ}\text{C}$
- All resistors and potentiometers should be wire-wound
- P1: drift adjust
- P2: V_{OUT} adjust
- Use LF155 for
 - Low I_B
 - Low drift
 - Low supply current

Fast Logarithmic Converter



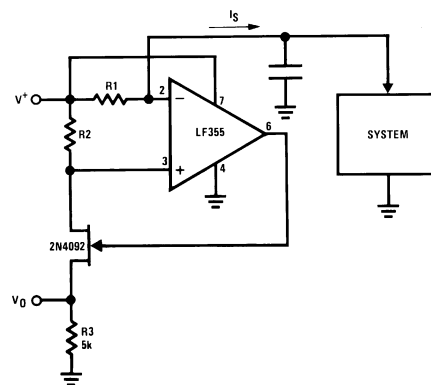
00564621

- Dynamic range: $100\mu\text{A} \leq I_i \leq 1\text{mA}$ (5 decades), $|V_O| = 1\text{V/decade}$
- Transient response: $3\mu\text{s}$ for $\Delta I_i = 1$ decade
- C1, C2, R2, R3: added dynamic compensation
- V_{OS} adjust the LF156 to minimize quiescent error
- R_T : Tel Labs type Q81 + $0.3\%/^{\circ}\text{C}$

$$|V_{OUT}| = \left[1 + \frac{R_2}{R_T} \right] \frac{kT}{q} \ln V_i \left[\frac{R_f}{V_{REF} R_i} \right] = \log V_i \frac{1}{R_i I_f} \quad R_2 = 15.7\text{k}, R_T = 1\text{k}, 0.3\%/^{\circ}\text{C} \text{ (for temperature compensation)}$$

Typical Applications (Continued)

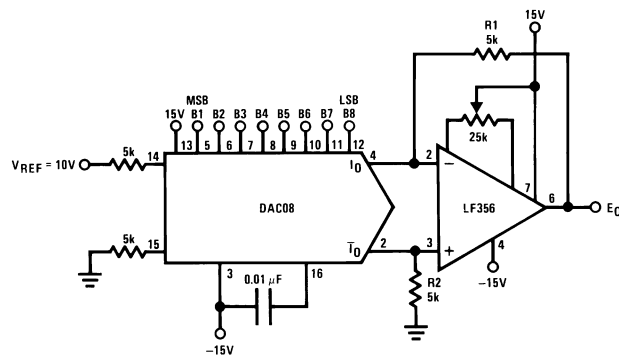
Precision Current Monitor



00564631

- $V_O = 5 R_1/R_2$ (V/mA of I_S)
- R_1, R_2, R_3 : 0.1% resistors
- Use LF155 for
 - Common-mode range to supply range
 - Low I_B
 - Low V_{OS}
 - Low Supply Current

8-Bit D/A Converter with Symmetrical Offset Binary Operation



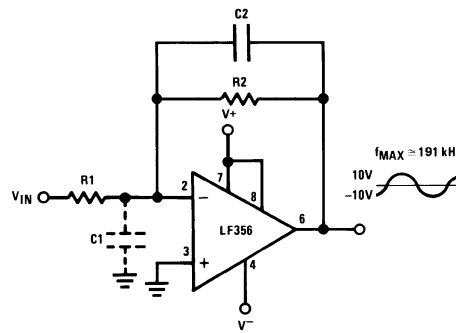
00564632

- R_1, R_2 should be matched within $\pm 0.05\%$
- Full-scale response time: $3\mu s$

E_O	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Comments
+9.920	1	1	1	1	1	1	1	1	Positive Full-Scale
+0.040	1	0	0	0	0	0	0	0	(+) Zero-Scale
-0.040	0	1	1	1	1	1	1	1	(-) Zero-Scale
-9.920	0	0	0	0	0	0	0	0	Negative Full-Scale

Typical Applications (Continued)

Wide BW Low Noise, Low Drift Amplifier

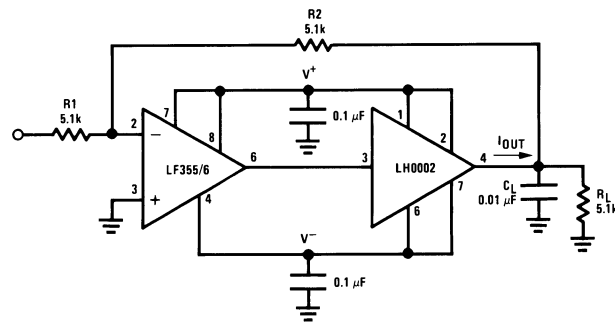


00564670

- Power BW: $f_{MAX} = \frac{S_r}{2\pi V_p} \cong 191 \text{ kHz}$

- Parasitic input capacitance $C1 \approx (3\text{pF for LF155, LF156 and LF357 plus any additional layout capacitance})$ interacts with feedback elements and creates undesirable high frequency pole. To compensate add $C2$ such that: $R2 C2 \approx R1 C1$.

Boosting the LF156 with a Current Amplifier



00564673

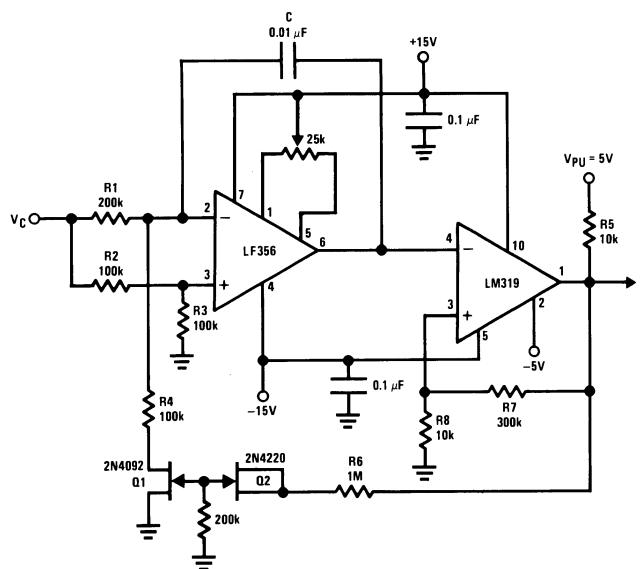
- $I_{OUT(MAX)} \approx 150\text{mA}$ (will drive $R_L \geq 100\Omega$)

- $\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta T} = \frac{0.15}{10^{-2}} \text{ V}/\mu\text{s}$ (with C_L shown)

- No additional phase shift added by the current amplifier

Typical Applications (Continued)

3 Decades VCO

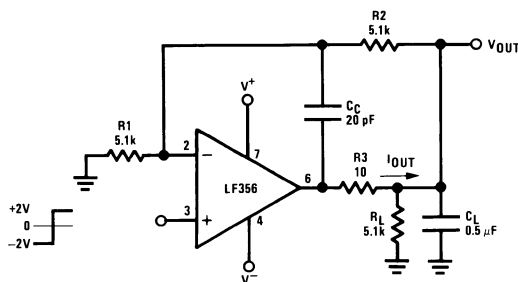


00564624

$$f = \frac{V_C (R8 + R7)}{(8 V_{PU} R8 R1) C'} \quad 0 \leq V_C \leq 30V, 10 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz}$$

R1, R4 matched. Linearity 0.1% over 2 decades.

Isolating Large Capacitive Loads



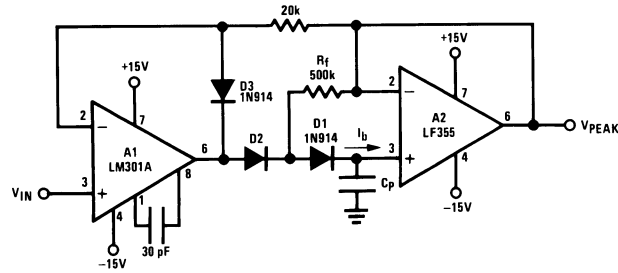
00564622

- Overshoot 6%
- t_s 10 μ s
- When driving large C_L , the V_{OUT} slew rate determined by C_L and $I_{OUT(MAX)}$:

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta T} = \frac{I_{OUT}}{C_L} \cong \frac{0.02}{0.5} \text{ V}/\mu\text{s} = 0.04 \text{ V}/\mu\text{s} \text{ (with } C_L \text{ shown)}$$

Typical Applications (Continued)

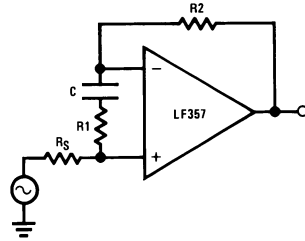
Low Drift Peak Detector



00564623

- By adding D1 and R_f , $V_{D1}=0$ during hold mode. Leakage of D2 provided by feedback path through R_f .
- Leakage of circuit is essentially I_b (LF155, LF156) plus capacitor leakage of C_p .
- Diode D3 clamps V_{OUT} (A1) to $V_{IN}-V_{D3}$ to improve speed and to limit reverse bias of D2.
- Maximum input frequency should be $< \frac{1}{2\pi R_f C_{D2}}$ where C_{D2} is the shunt capacitance of D2.

Non-Inverting Unity Gain Operation for LF157



00564675

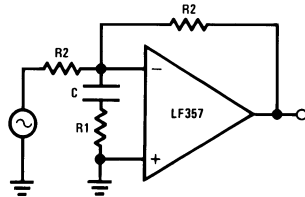
$$R1C \geq \frac{1}{(2\pi)(5 \text{ MHz})}$$

$$R1 = \frac{R2 + R_S}{4}$$

$$A_{V(DC)} = 1$$

$$f_{-3 \text{ dB}} \approx 5 \text{ MHz}$$

Inverting Unity Gain for LF157



00564625

$$R1C \geq \frac{1}{(2\pi)(5 \text{ MHz})}$$

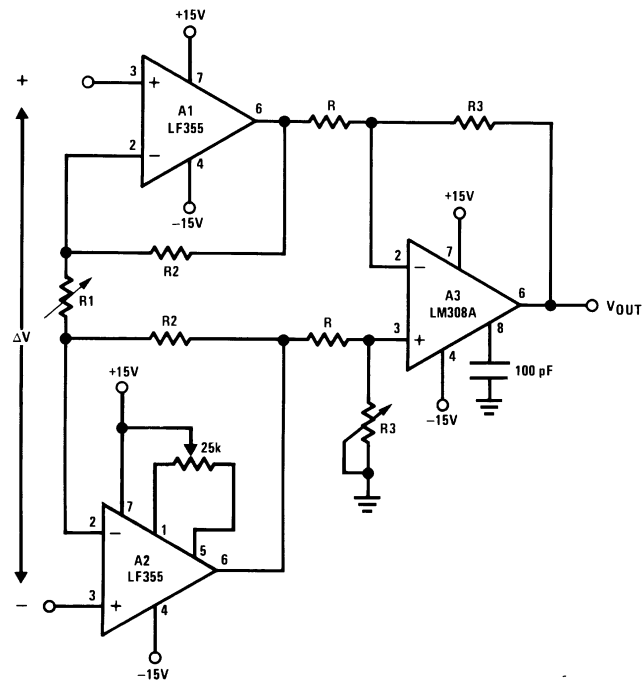
$$R1 = \frac{R2}{4}$$

$$A_{V(DC)} = -1$$

$$f_{-3 \text{ dB}} \approx 5 \text{ MHz}$$

Typical Applications (Continued)

High Impedance, Low Drift Instrumentation Amplifier

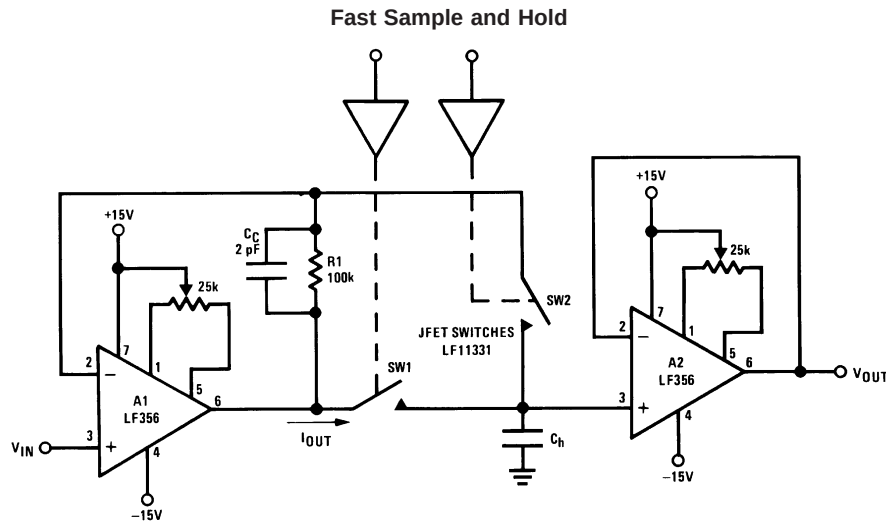


00564626

$$V_{OUT} = \frac{R_3}{R} \left[\frac{2R_2}{R_1} + 1 \right] \Delta V, V^- + 2V \leq V_{IN \text{ common-mode}} \leq V^+$$

- System V_{OS} adjusted via A2 V_{OS} adjust
- Trim R3 to boost up CMRR to 120 dB. Instrumentation amplifier resistor array recommended for best accuracy and lowest drift

Typical Applications (Continued)



00564633

- Both amplifiers (A1, A2) have feedback loops individually closed with stable responses (overshoot negligible)
- Acquisition time T_A , estimated by:

$$T_A \cong \left[\frac{2R_{ON}, V_{IN}, C_h}{S_r} \right]^{1/2} \text{ provided that:}$$

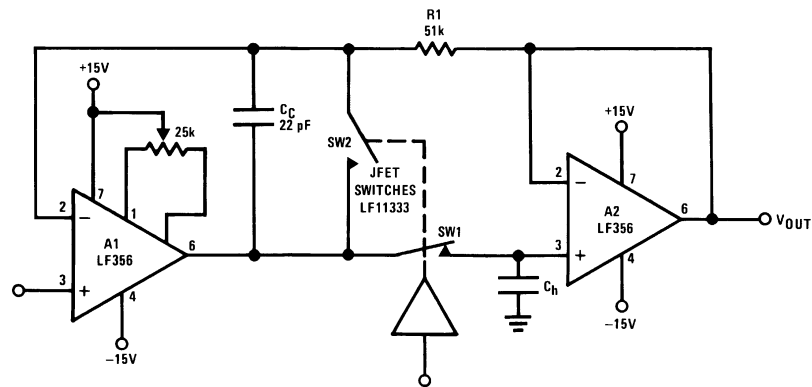
$$V_{IN} < 2\pi S_r R_{ON} C_h \text{ and } T_A > \frac{V_{IN} C_h}{I_{OUT(MAX)}}, R_{ON} \text{ is of SW1}$$

$$\text{If inequality not satisfied: } T_A \cong \frac{V_{IN} C_h}{20 \text{ mA}}$$

- LF156 develops full S_r output capability for $V_{IN} \geq 1V$
- Addition of SW2 improves accuracy by putting the voltage drop across SW1 inside the feedback loop
- Overall accuracy of system determined by the accuracy of both amplifiers, A1 and A2

Typical Applications (Continued)

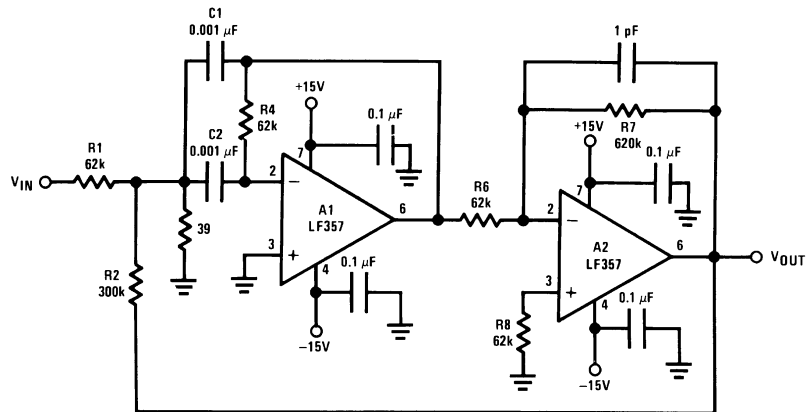
High Accuracy Sample and Hold



00564627

- By closing the loop through A2, the V_{OUT} accuracy will be determined uniquely by A1. No V_{OS} adjust required for A2.
- T_A can be estimated by same considerations as previously but, because of the added propagation delay in the feedback loop (A2) the overshoot is not negligible.
- Overall system slower than fast sample and hold
- R_1 , C_C : additional compensation
- Use LF156 for
 - Fast settling time
 - Low V_{OS}

High Q Band Pass Filter



00564628

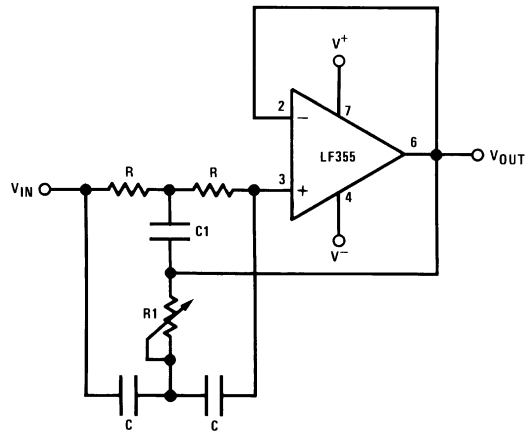
- By adding positive feedback (R2)
- Q increases to 40
- $f_{BP} = 100$ kHz

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 10\sqrt{Q}$$

- Clean layout recommended
- Response to a 1Vp-p tone burst: 300μs

Typical Applications (Continued)

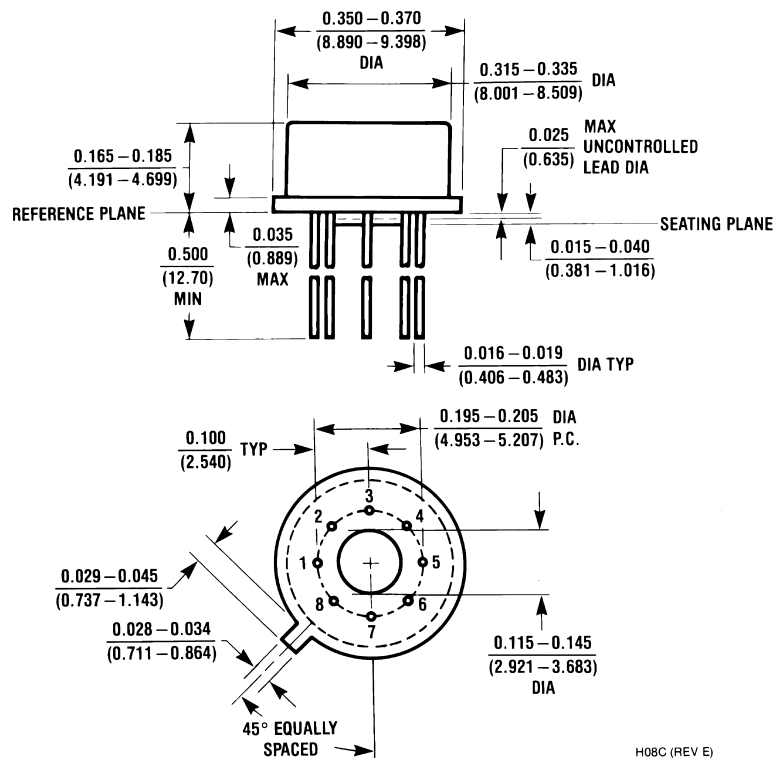
High Q Notch Filter



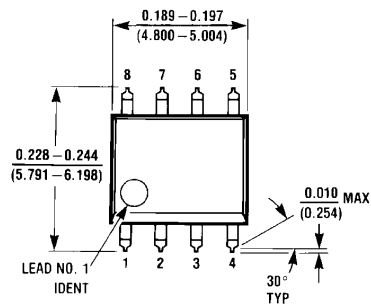
00564634

- $2R1 = R = 10M\Omega$
 $2C = C1 = 300pF$
- Capacitors should be matched to obtain high Q
- $f_{NOTCH} = 120\text{ Hz}$, notch = -55 dB, $Q > 100$
- Use LF155 for
 - Low I_B
 - Low supply current

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

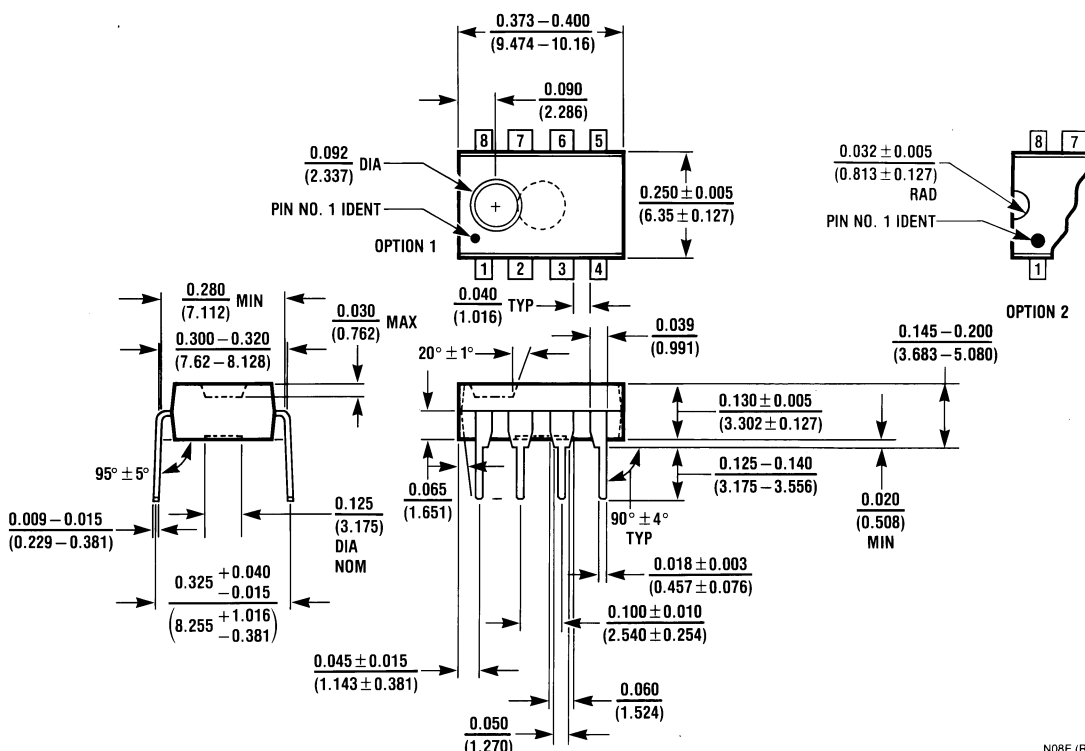


Metal Can Package (H)
Order Number LF155H, LF156H, LF256H, LF257H, LF356BH, LF356H or LF357H
NS Package Number H08C



Small Outline Package (M)
Order Number LF356M or LF356MX
NS Package Number M08A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LF356N
NS Package Number N08E

N08E (REV F)

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor
Corporation
Americas
Email: support@nsc.com

www.national.com

National Semiconductor
Europe

Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Response Group

Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Ltd.

Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

LM555 Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200mA or drive TTL circuits.

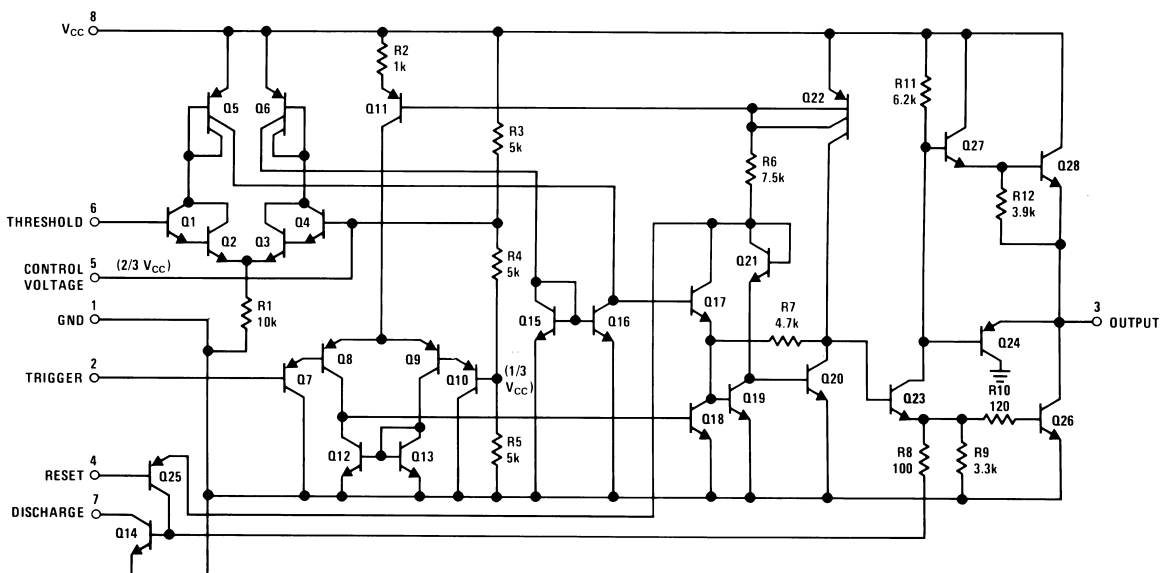
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8-pin MSOP package

Applications

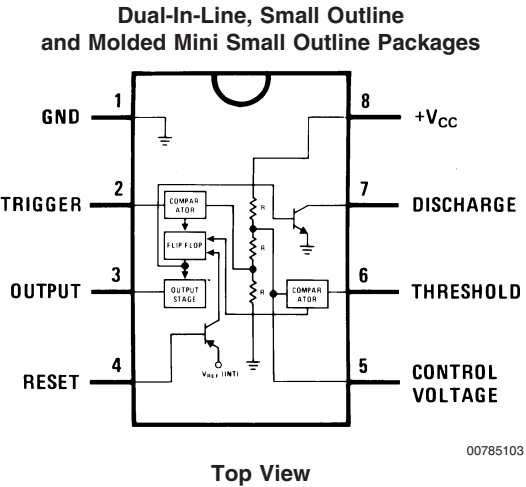
- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Schematic Diagram



00785101

Connection Diagram



Ordering Information

Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
8-Pin SOIC	LM555CM	LM555CM	Rails	M08A
	LM555CMX	LM555CM	2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LM555CMM	Z55	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LM555CMMX	Z55	3.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MDIP	LM555CN	LM555CN	Rails	N08E

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 3)	
LM555CM, LM555CN	1180 mW
LM555CMM	613 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	–65°C to +150°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 Seconds)	260°C
Small Outline Packages (SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 Seconds)	215°C
Infrared (15 Seconds)	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.	

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	$V_{CC} = 5V, R_L = \infty$ $V_{CC} = 15V, R_L = \infty$ (Low State) (Note 4)		3 10	6 15	mA
Timing Error, Monostable	$R_A = 1k$ to $100k\Omega$, $C = 0.1\mu F$, (Note 5)				% ppm/°C
Initial Accuracy			1		
Drift with Temperature			50		
Accuracy over Temperature			1.5		
Drift with Supply			0.1		%/V
Timing Error, Astable	$R_A, R_B = 1k$ to $100k\Omega$, $C = 0.1\mu F$, (Note 5)				% ppm/°C
Initial Accuracy			2.25		
Drift with Temperature			150		
Accuracy over Temperature			3.0		
Drift with Supply			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$		5 1.67		V V
Trigger Current			0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 6)		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	9 2.6	10 3.33	11 4	V
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 7)					
Output Low	$V_{CC} = 15V, I_7 = 15mA$		180		mV
Output Low	$V_{CC} = 4.5V, I_7 = 4.5mA$		80	200	mV

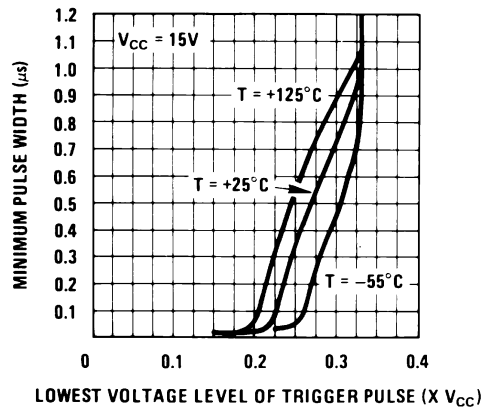
Electrical Characteristics (Notes 1, 2) (Continued)(T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15V, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	V _{CC} = 15V				
	I _{SINK} = 10mA		0.1	0.25	V
	I _{SINK} = 50mA		0.4	0.75	V
	I _{SINK} = 100mA		2	2.5	V
	I _{SINK} = 200mA		2.5		V
	V _{CC} = 5V				
	I _{SINK} = 8mA				V
	I _{SINK} = 5mA		0.25	0.35	V
Output Voltage Drop (High)	I _{SOURCE} = 200mA, V _{CC} = 15V		12.5		V
	I _{SOURCE} = 100mA, V _{CC} = 15V	12.75	13.3		V
	V _{CC} = 5V	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		ns
Fall Time of Output			100		ns

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.**Note 2:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.**Note 3:** For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (DIP), 170°C/W (SO-8), and 204°C/W (MSOP) junction to ambient.**Note 4:** Supply current when output high typically 1 mA less at V_{CC} = 5V.**Note 5:** Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V.**Note 6:** This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation. The maximum total (R_A + R_B) is 20MΩ.**Note 7:** No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.**Note 8:** Refer to RETS555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

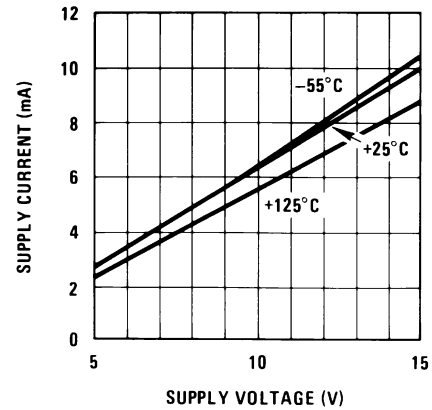
Typical Performance Characteristics

Minimum Pulse Width
Required for Triggering



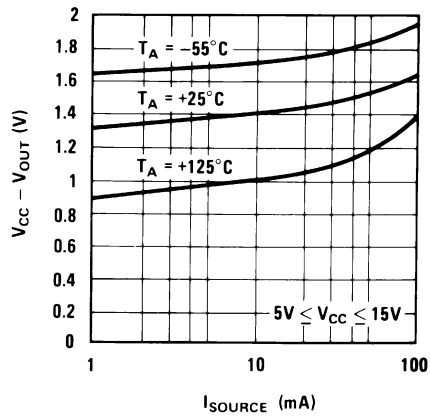
00785104

Supply Current vs.
Supply Voltage



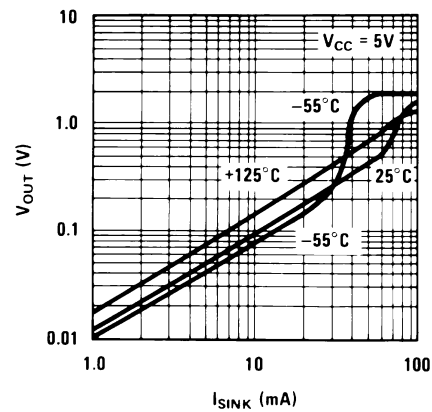
00785119

High Output Voltage vs.
Output Source Current



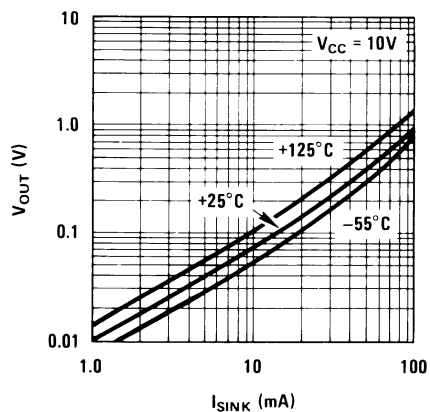
00785120

Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



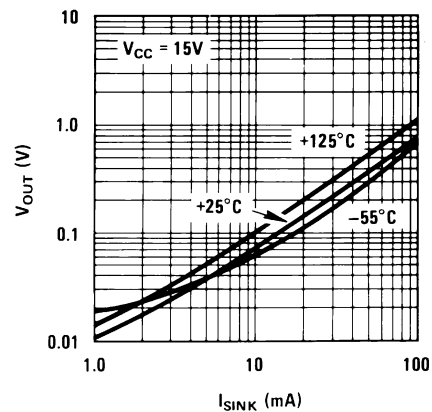
00785121

Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



00785122

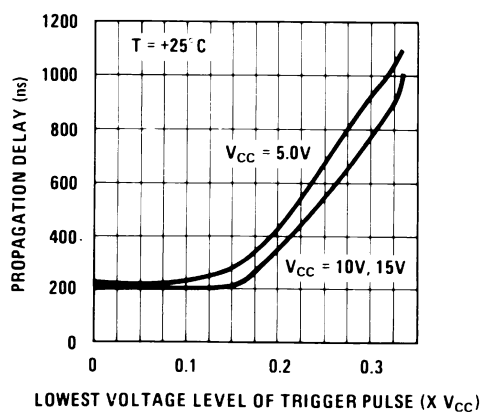
Low Output Voltage vs.
Output Sink Current



00785123

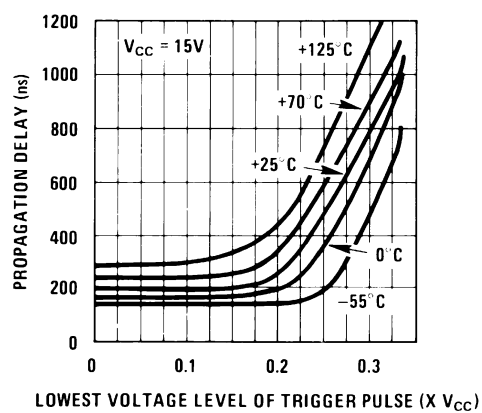
Typical Performance Characteristics (Continued)

Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



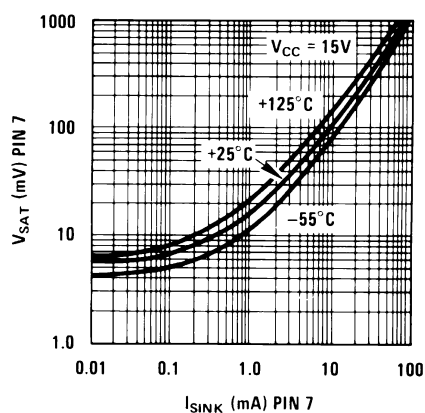
00785124

Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



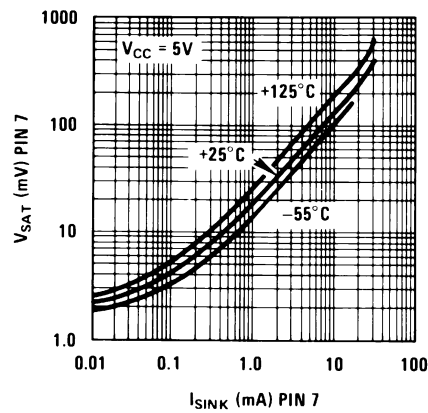
00785125

Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current



00785126

Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current

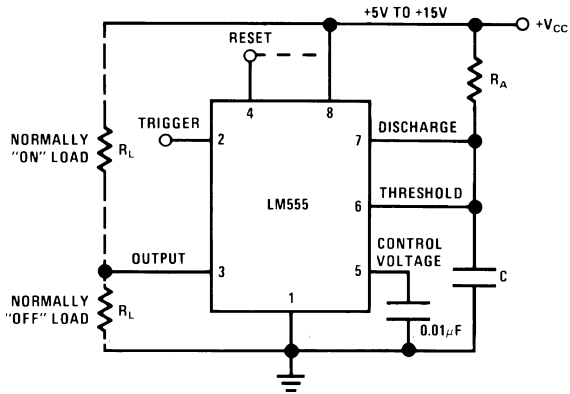


00785127

Applications Information

MONOSTABLE OPERATION

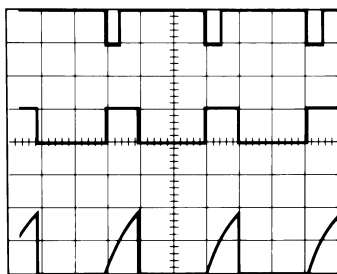
In this mode of operation, the timer functions as a one-shot (*Figure 1*). The external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse of less than $1/3 V_{CC}$ to pin 2, the flip-flop is set which both releases the short circuit across the capacitor and drives the output high.



00785105

FIGURE 1. Monostable

The voltage across the capacitor then increases exponentially for a period of $t = 1.1 R_A C$, at the end of which time the voltage equals $2/3 V_{CC}$. The comparator then resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor and drives the output to its low state. *Figure 2* shows the waveforms generated in this mode of operation. Since the charge and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing interval is independent of supply.



00785106

$V_{CC} = 5V$
 TIME = 0.1 ms/DIV. Middle Trace: Output 5V/Div.
 $R_A = 9.1k\Omega$ Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/Div.
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 2. Monostable Waveforms

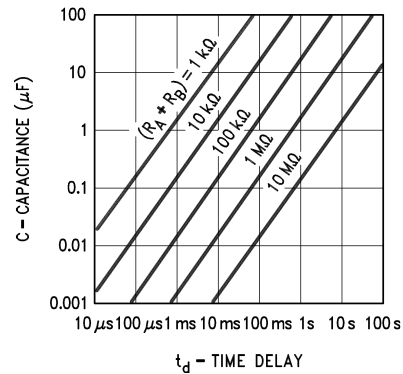
During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit so long as the trigger input is returned high at least $10\mu s$ before the end of the timing interval. However the circuit can be reset

during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to V_{CC} to avoid any possibility of false triggering.

Figure 3 is a nomograph for easy determination of R , C values for various time delays.

NOTE: In monostable operation, the trigger should be driven high before the end of timing cycle.

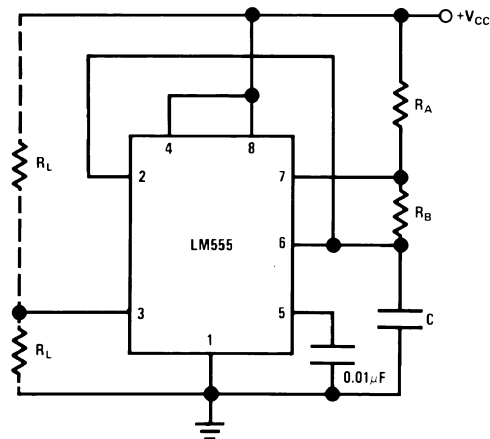


00785107

FIGURE 3. Time Delay

ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through $R_A + R_B$ and discharges through R_B . Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.



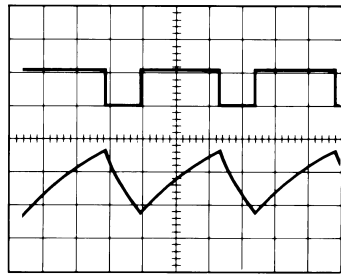
00785108

FIGURE 4. Astable

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between $1/3 V_{CC}$ and $2/3 V_{CC}$. As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

Applications Information (Continued)

Figure 5 shows the waveforms generated in this mode of operation.



00785109

$V_{CC} = 5V$ Top Trace: Output 5V/Div.
 TIME = 20 μ s/DIV. Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.
 $R_A = 3.9k\Omega$
 $R_B = 3k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

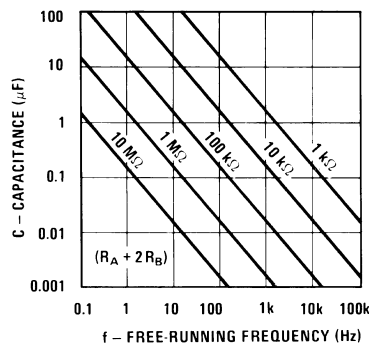
The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 6 may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

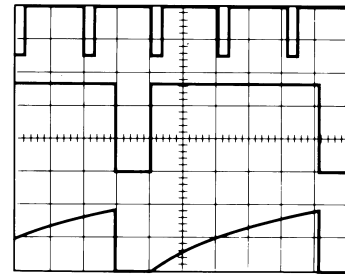


00785110

FIGURE 6. Free Running Frequency

FREQUENCY DIVIDER

The monostable circuit of Figure 1 can be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. Figure 7 shows the waveforms generated in a divide by three circuit.



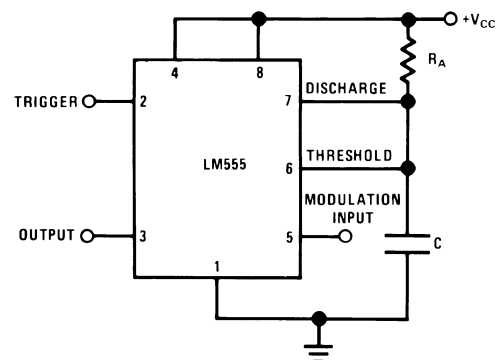
00785111

$V_{CC} = 5V$ Top Trace: Input 4V/Div.
 TIME = 20 μ s/DIV. Middle Trace: Output 2V/Div.
 $R_A = 9.1k\Omega$ Bottom Trace: Capacitor 2V/Div.
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 7. Frequency Divider

PULSE WIDTH MODULATOR

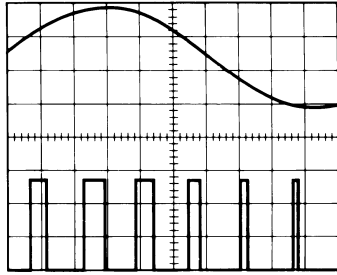
When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. Figure 8 shows the circuit, and in Figure 9 are some waveform examples.



00785112

FIGURE 8. Pulse Width Modulator

Applications Information (Continued)



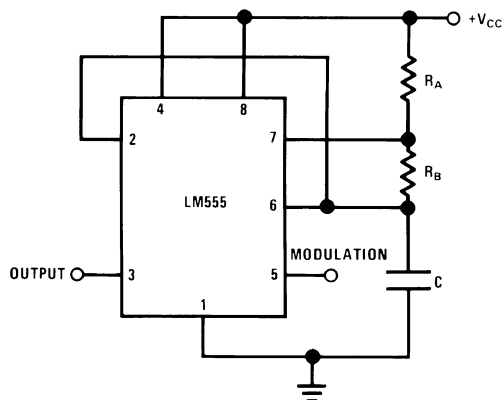
00785113

$V_{CC} = 5V$ Top Trace: Modulation 1V/Div.
 TIME = 0.2 ms/DIV. Bottom Trace: Output Voltage 2V/Div.
 $R_A = 9.1k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 9. Pulse Width Modulator

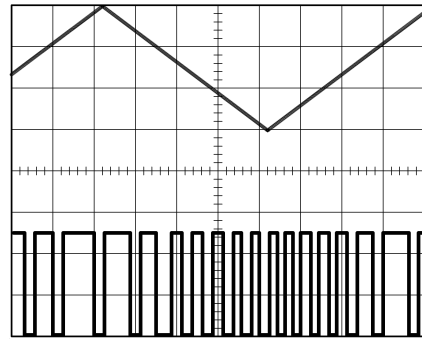
PULSE POSITION MODULATOR

This application uses the timer connected for astable operation, as in *Figure 10*, with a modulating signal again applied to the control voltage terminal. The pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. *Figure 11* shows the waveforms generated for a triangle wave modulation signal.



00785114

FIGURE 10. Pulse Position Modulator



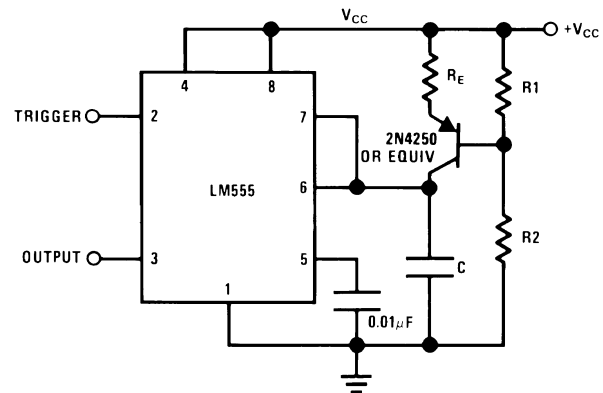
00785115

$V_{CC} = 5V$ Top Trace: Modulation Input 1V/Div.
 TIME = 0.1 ms/DIV. Bottom Trace: Output 2V/Div.
 $R_A = 3.9k\Omega$
 $R_B = 3k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 11. Pulse Position Modulator

LINEAR RAMP

When the pullup resistor, R_A , in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. *Figure 12* shows a circuit configuration that will perform this function.



00785116

FIGURE 12.

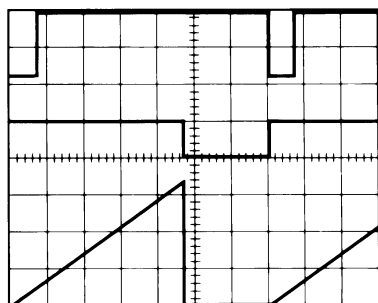
Figure 13 shows waveforms generated by the linear ramp. The time interval is given by:

$$T = \frac{2/3 V_{CC} R_E (R_1 + R_2) C}{R_1 V_{CC} - V_{BE} (R_1 + R_2)}$$

$$V_{BE} \approx 0.6V$$

$$V_{BE} \approx 0.6V$$

Applications Information (Continued)



00785117

$V_{CC} = 5V$ Top Trace: Input 3V/Div.
 TIME = 20 μ s/DIV. Middle Trace: Output 5V/Div.
 $R_1 = 47k\Omega$ Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.
 $R_2 = 100k\Omega$
 $R_E = 2.7k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 13. Linear Ramp

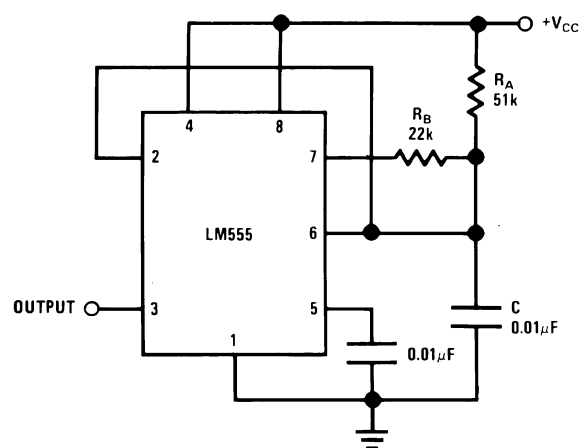
50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle, the resistors R_A and R_B may be connected as in Figure 14. The time period for the output high is the same as previous, $t_1 = 0.693 R_A C$. For the output low it is $t_2 =$

$$\left[(R_A R_B) / (R_A + R_B) \right] C \ln \left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

Thus the frequency of oscillation is

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$



00785118

FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

Note that this circuit will not oscillate if R_B is greater than $1/2 R_A$ because the junction of R_A and R_B cannot bring pin 2 down to $1/3 V_{CC}$ and trigger the lower comparator.

ADDITIONAL INFORMATION

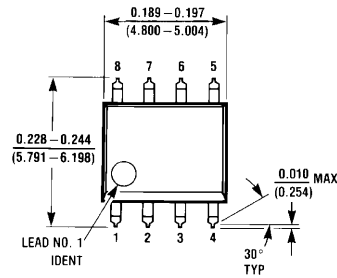
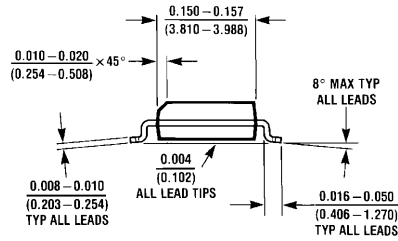
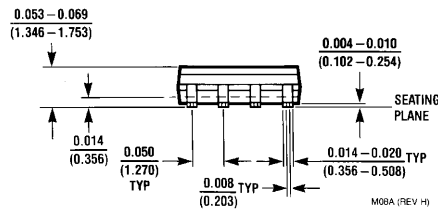
Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is 0.1 μ F in parallel with 1 μ F electrolytic.

Lower comparator storage time can be as long as 10 μ s when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to 10 μ s minimum.

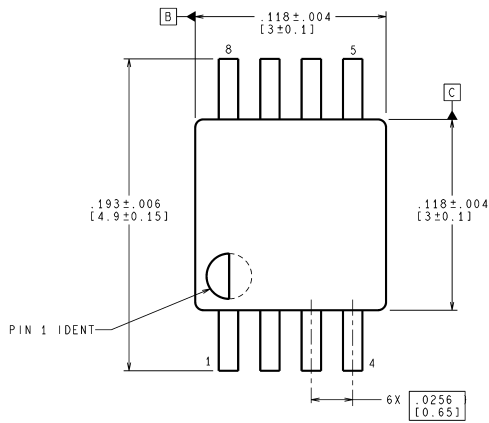
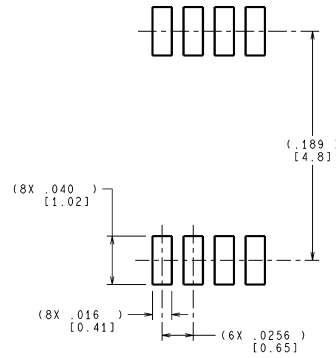
Delay time reset to output is 0.47 μ s typical. Minimum reset pulse width must be 0.3 μ s, typical.

Pin 7 current switches within 30ns of the output (pin 3) voltage.

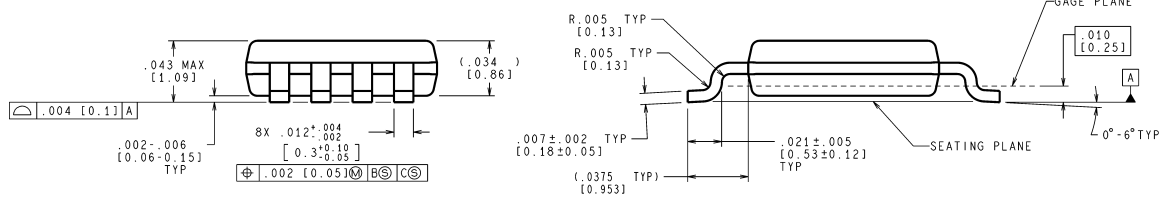
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



Small Outline Package (M)
NS Package Number M08A



LAND PATTERN RECOMMENDATION



CONTROLLING DIMENSION IS INCH
VALUES IN [] ARE MILLIMETERS

MUA08A (Rev E)

8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package
NS Package Number MUA08A

