



**UNIVERSITAS  
WIDYA HUSADA  
SEMARANG**

**ALAT UJI WARNA GIGI BERBASIS ARDUINO**

**KARYA TULIS ILMIAH**

**I MADE WIDNYA MAULANA**

**18.04.046**

**FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIK**

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTROMEDIK**

**SEMARANG**

**2021**



**UNIVERSITAS  
WIDYA HUSADA  
SEMARANG**

**PERNYATAAN PENULIS**

JUDUL : Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*  
NAMA : I Made Widnya Maulana  
NIM : 1804046

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Karya Tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa karya tulis ini sebagai karyanya yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya siap untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknik Elektromedik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Semarang, 23 April 2021

I MADE WIDNYA MAULANA



**UNIVERSITAS  
WIDYA HUSADA  
SEMARANG**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN**

JUDUL : Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*

NAMA : I Made Widnya Maulana

NIM : 1804046

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang.

Menyetujui,

**Pembimbing**

**Agus Supriyanto, S.T**  
NUPN : 9906977970



**UNIVERSITAS  
WIDYA HUSADA  
SEMARANG**

**PENGESAHAN KARYA TULIS**

JUDUL : Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*

NAMA : I Made Widnya Maulana

NIM : 1804046

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang pada hari Rabu tanggal 15 bulan September tahun 2021

Dewan Penguji :

**Penguji I**

  
**Agung Satrio Nugroho, M.Eng**  
NIDN. 0619058101

**Penguji II**

  
**Agus Supriyanto, S.T**  
NUPN : 9906977970

**Ka. Prodi DIII Teknik Elektromedik**

  
**Agung Satrio Nugroho, M.Eng**  
NIDN. 0619058101

**Ketua Penguji**

  
**Mulyono, M.Kom**  
NIDN. 0609088103

## ABSTRAK

Gigi merupakan bagian yang penting dalam proses pencernaan. Dengan adanya pengaruh genetik maupun dari luar seperti pola makan dan perbedaan sensitifitas gigi dari hal tersebut dapat mempengaruhi warna gigi, yang pada umumnya warna gigi normal yaitu putih. Sedangkan alat yang digunakan untuk menguji warna gigi selama ini masih manual yaitu dengan menyamakan parameter warna gigi yang ada. Pengujian menggunakan parameter gigi ini sangat ribet karena kita masih harus menggunakan kertas parameter baru disamakan dan harus melihat melalui cermin.

Sistem pengontrol utama pada alat ini menggunakan mikrokontroler *arduino uno* yang mengontrol kendali seluruh rangkaian. Adapun cara kerja alat adalah sebelum alat bekerja maka tekan tombol *on* untuk menyalakan alat. Setelah itu, tekan tombol start untuk melakukan pendeteksian. Modul sensor warna yang digunakan menggunakan modul TCS37425. Hasil dari pendeteksian alat tersebut akan ditampilkan pada LCD.

Setelah melakukan pengujian empat warna sampel gigi yaitu A1,A3,B4,C4 yang masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 3 kali dan diperoleh hasil pengujian dengan tingkat akurasi 100% dengan syarat tidak terpengaruh cahaya dari luar dan rata-rata nilai presentase kesalahan sebesar 3,04%.

Kata kunci : Warna gigi, Sensor TCS37425, *Arduino Uno*, LCD

## **ABSTRACT**

*Teeth are an important part of the digestive process. With genetic and external influences such as diet and differences in tooth sensitivity, these can affect the color of teeth, which in general are normal teeth white. While the tools used to test tooth color so far are still manual, namely by equating the existing tooth color parameters. Testing using this tooth parameter is very complicated because we still have to use a new parameter paper to be equated and have to look through a mirror.*

*The main controller system in this tool uses an Arduino Uno microcontroller which controls the control of the entire circuit. The way the tool works is that before the tool works, press the on button to turn on the tool. After that, press the start button to perform the detection. The color sensor module used is the TCS37425 module. The results of the detection of the tool will be displayed on the LCD.*

*After testing the four color samples, namely A1,A3,B4,C4, each of which was tested 3 times and the test results obtained with an accuracy rate of 100% on condition that they are not affected by outside light and the proportion value of the average error is 3,04%.*

*Keywords: Tooth color, TCS34725 sensor, Arduino Uno, LCD*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmad dan Karunia-Nya sehingga penyusunan karya tulis ilmiah yang berjudul “Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*” dapat selesai tepat pada waktunya.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan gelar Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada. Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini penulis banyak mendapat bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan motivasi, doa dan bantuan dalam bentuk moril dan materi.
3. Dr. Hargianti Dini Iswandari, dr.g, MM. Rektor Universitas Widya Husada
4. Agung Satrio Nugroho, M.Eng. Ketua Program Studi DIII Teknik Elektromedik
5. Agus Supriyanto, S.T Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang dengan kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, perhatian, bimbingan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini dari awal sampai akhir.
6. Seluruh Dosen Program Studi DIII Teknik Elketromedik yang telah memberikan materi tambahan dalam pembuatan alat dan KTI ini.

7. Staf Administrasi Program Studi DIII Teknik Elektromedik yang telah membantu dalam proses pembuatan KTI ini.
8. Teman-temanku Mahasiswa DIII Teknik Elektromedik, atas perhatiannya semoga kita tetap menjalin silaturrokhim diantara kita semua.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian.

Terlepas dari semua itu, saya menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka saya menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar saya dapat memperbaiki Karya Tulis ini.

Semarang, 23 April 2021



Penulis

## DAFTAR ISI

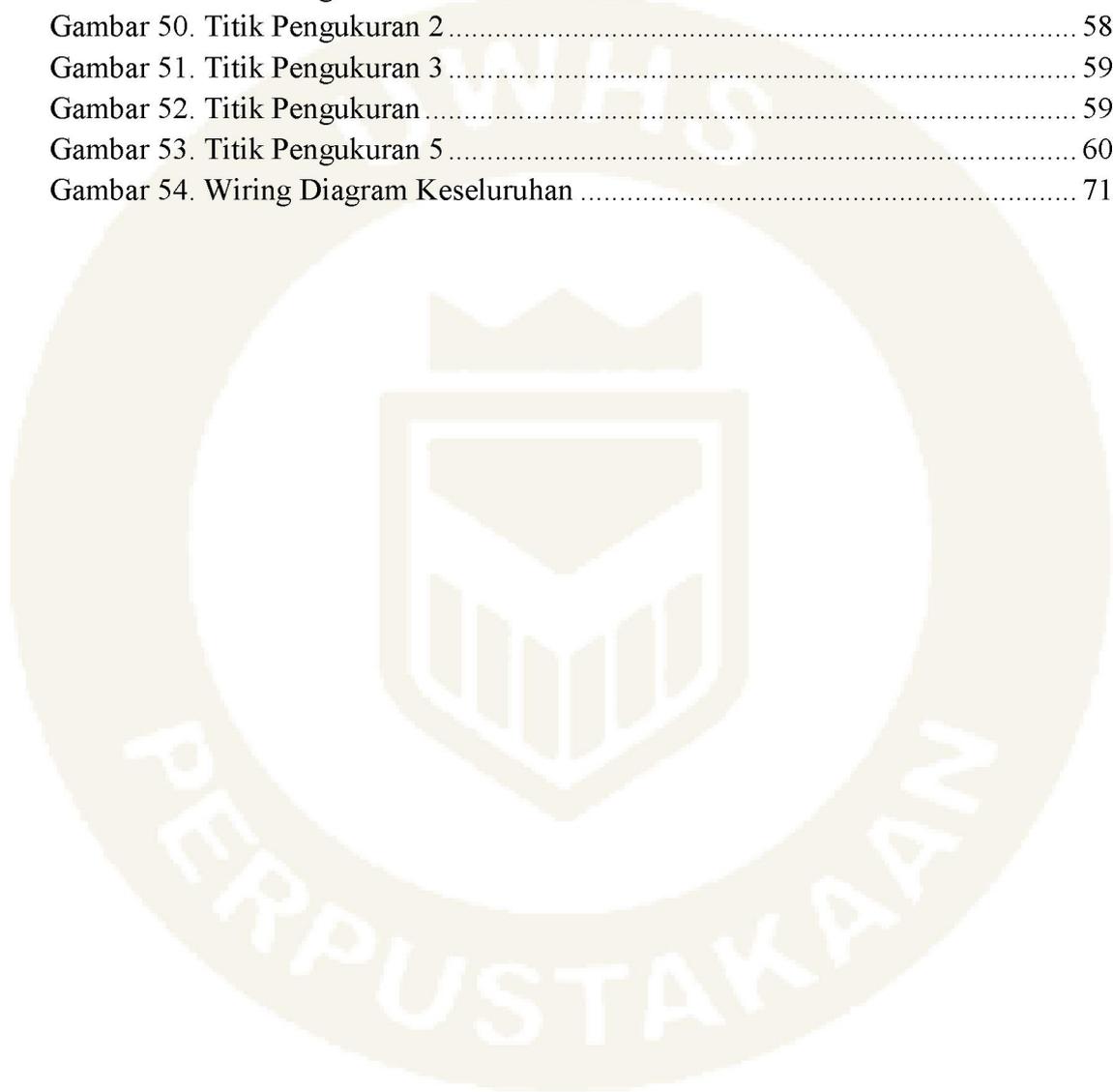
PERNYATAAN PENULIS .....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS .....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan .....	1
1.4 Batasan Masalah .....	1
1.5 Daftar Istilah .....	1
BAB II TEORI DASAR .....	3
2.1 Warna Gigi .....	3
2.2 Alat Uji Warna Gigi .....	5
2.3 Resistor .....	8
2.4 Kapasitor .....	14
2.5 Transformator .....	18
2.6 <i>Fuse / Sekering</i> .....	20
2.7 Saklar .....	21
2.8 Buzzer .....	22
2.9 Dioda .....	22
2.10 <i>Integrated Circuit (IC) Voltage Regulator</i> .....	26
2.11 <i>Light Emitting Dioda (LED)</i> .....	30
2.12 Baterai .....	31
2.13 Sensor Warna TCS34725 .....	31
2.14 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	33

2.15	Baterai <i>Level</i> .....	35
2.16	I2C ( <i>Inter Integrated Circuit</i> ).....	36
2.17	Modul <i>Battery Charging</i> TP5100.....	37
2.18	<i>Arduino</i> UNO .....	37
<b>BAB III PERENCANAAN</b> .....		43
3.1	Tahapan Perencanaan .....	43
3.2	Spesifikasi .....	44
3.3	Perencanaan Alat Secara Blok Diagram.....	44
3.4	Perencanaan Flowchart.....	47
3.5	Perencanaan Desain Alat.....	49
3.6	Perencanaan Alat dan Bahan .....	50
3.7	Perencanaan Rangkaian dan Komponen .....	50
3.2	Perencanaan Titik Pengukuran .....	58
<b>BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN</b> .....		61
4.1	Pengertian Pengukuran .....	61
4.2	Persiapan Pengukuran .....	61
4.3	Metode Pengukuran.....	62
4.4	Hasil Pengukuran .....	62
4.5	Pengujian .....	65
<b>BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA</b> .....		71
5.1	Wiring Diagram Keseluruhan Alat.....	71
5.2	Cara Kerja Keseluruhan Alat.....	71
5.3	Analisis Data Hasil Pengukuran.....	73
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....		77
6.1.	Kesimpulan.....	77
6.2.	Saran.....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		78
<b>LAMPIRAN</b> .....		81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Vitapan <i>Classical</i> .....	6
Gambar 2. Vitapan 3D Master .....	7
Gambar 3. RGB <i>Devices</i> .....	7
Gambar 4. <i>Colorimeter</i> .....	8
Gambar 5. Kode Warna Resistor .....	11
Gambar 6. <i>Rotary Potensiometer</i> .....	13
Gambar 7. <i>Slide potensiometer</i> .....	13
Gambar 8. <i>Trimer Potensiometer</i> .....	14
Gambar 9. Kapasitor keramik dan Simbolnya .....	16
Gambar 10. Kapasitor Elektrolit Dan Simbolnya .....	17
Gambar 11. Kapasitor Variabel dan Simbolnya .....	17
Gambar 12. Kapasitor <i>Trimmer</i> Beserta Gambarnya .....	18
Gambar 13. Skema dan lambang trafo <i>step-up</i> .....	19
Gambar 14. Bentuk dan lambang trafo <i>step-down</i> .....	20
Gambar 15. Simbol dan bentuk fuse/sekring .....	21
Gambar 16. Bentuk fisik dan symbol saklar .....	21
Gambar 17. Bentuk Fisik <i>Buzzer</i> .....	22
Gambar 18. Simbol dan Bentuk Dioda .....	23
Gambar 19. Jenis-Jenis & Bentuk Dioda .....	23
Gambar 20. Dioda Bias Maju .....	23
Gambar 21. Dioda Bias Mundur .....	24
Gambar 22. Rangkaian Dioda <i>Bridge</i> .....	25
Gambar 23. Dioda <i>Bridge</i> Selama Siklus Negatif .....	25
Gambar 24. Grafik Tegangan Input dan Output .....	26
Gambar 25. Bentuk dan rangkaian IC <i>Voltage Regulator</i> jenis tetap .....	28
Gambar 26. Bentuk dan rangkaian IC <i>voltage regulator</i> jenis dapat di setel .....	29
Gambar 27. Bentuk dan rangkaian IC <i>Switching voltage regulator</i> .....	30
Gambar 28. Bentuk dan symbol LED .....	30
Gambar 29. Baterai .....	31
Gambar 30. Sensor Warna TCS34725 .....	32
Gambar 31. Pin-pin Sensor Warna TCS34725 .....	32
Gambar 32. Bentuk dan pin LCD .....	34
Gambar 33. Baterai <i>Level</i> .....	35
Gambar 34. Modul I2C .....	36
Gambar 35. <i>Battery Charging</i> TP5100 .....	37
Gambar 36. Arduino UNO .....	39
Gambar 37. Blok Diagram .....	44
Gambar 38. Flowchart .....	47
Gambar 39. Desain Alat Tampak Depan .....	49
Gambar 40. Desain Alat Tampak Belakang .....	49

Gambar 41. Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	50
Gambar 42. Rangkaian Modul <i>Charger TP5100</i> .....	51
Gambar 43. Rangkaian LCD I2C .....	53
Gambar 44. Rangkaian Modul TCS34725 .....	54
Gambar 45. Rangkaian Mikrokontroler .....	55
Gambar 46. Rangkaian <i>Push Button</i> .....	56
Gambar 47. Rangkaian Buzzer .....	57
Gambar 49. Titik Pengukuran 1 .....	58
Gambar 50. Titik Pengukuran 2 .....	58
Gambar 51. Titik Pengukuran 3 .....	59
Gambar 52. Titik Pengukuran .....	59
Gambar 53. Titik Pengukuran 5 .....	60
Gambar 54. Wiring Diagram Keseluruhan .....	71



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Urutan Sampel Warna Gigi.....	5
Tabel 2. Simbol Resistor.....	9
Tabel 3. Fungsi Pin Sensor Warna TCS34725.....	33
Tabel 4. Konfigurasi LCD.....	34
Tabel 5. Daftar Komponen Rangkaian Power supply.....	51
Tabel 6. Daftar Komponen Rangkaian Modul <i>Charger</i> TP5100.....	52
Tabel 7. Daftar Komponen Rangkaian Modul I2C.....	53
Tabel 8. Daftar Komponen Rangkaian Modul Sensor Tcs34725.....	54
Tabel 9. Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler.....	55
Tabel 10. Daftar Komponen Rangkaian <i>Push Button</i> .....	56
Tabel 11. Daftar Komponen Rangkaian Buzzer.....	57
Tabel 12. Hasil Pengukuran 1.....	63
Tabel 13. Hasil Pengukuran 2.....	63
Tabel 14. Hasil Pengukuran 3.....	64
Tabel 15. Hasil Pengukuran 4.....	65
Tabel 16. Hasil Pengukuran 5.....	65
Tabel 17. Pengujian Alat.....	66

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejalan dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi yang mendorong manusia untuk berfikir malakukan kegiatan maupun aktifitas dengan mudah dan ringan, sehingga cara-cara lama dan butuh waktu yang lama semakin ditinggalkan. Di bidang kedokteran perkembangan teknologi ini akan mempermudah pengoperasian alat kedokteran.

Misalnya gigi, gigi merupakan bagian yang penting dalam proses pencernaan. Dengan adanya pengaruh genetic maupun dari luar ( pola makan ) dan perbedaan sensitifitas gigi dari hal tersebut dapat mempengaruhi warna gigi, yang pada umumnya warna gigi normal yaitu putih. Selama ini untuk mengetahui sejauh mana perubahan warna gigi dapat dilakukan secara manual yaitu dengan cara menyamakan dengan kartu pengukuran warna gigi.

Dengan memandang hal – hal tersebut maka dalam tugas akhir ini penulis ingin merancang sebuah “ALAT UJI WARNA GIGI BERBASIS *ARDUINO*” secara otomatis dimana yang bertujuan untuk mengurangi human error dari petugas medis yang melakukan pemeriksaan dan alat ini juga sangat berguna untuk menentukan warna – warna gigi sesuai dengan parameter yang ada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah “Dapatkah dibuat Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*” dengan menggunakan sensor warna TCS34725?

## 1.3 Tujuan

Merancang dan membuat Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino* yang dapat membantu mendeteksi warna gigi pasien untuk menyamakan warna gigi asli pasien dan gigi palsu yang akan di pasang pada pasien.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada pembuatan alat tugas akhir ini adalah :

1. Menggunakan modul sensor warna TCS34725
2. Penggunaan alat terbatas pada pendeteksian warna sampel gigi
3. Pembacaan alat terbatas pada empat kategori warna gigi : A1, A3, B4, C4

## 1.5 Daftar Istilah

Sensor TCS34725 : merupakan modul sensor untuk pendeteksian warna pada objek.

*Arduino* Uno : salah satu *development kit* mikrokontroler yang berbasis Atmega328.

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1 Warna Gigi

Gigi mempunyai fungsi yang sangat berarti bagi manusia yaitu untuk membantu mengunyah, memotong makanan. Maka dari itu gigi haruslah dirawat dengan benar. Walaupun sudah dilakukan perawatan namun masih juga terdapat perubahan warna gigi[1].

Perubahan warna gigi adalah kelainan warna gigi rata – rata yang dapat dilihat secara klinis. Perubahan warna dapat dibedakan atas kategori sebagai berikut :

- Perubahan warna Formatif

Perubahan warna jenis ini bersifat turun temurun atau congenital.

Penyebab perubahan warna formatif ini adalah:

- a. *Erythroblastosis Fetalis*

Erythroblastosis Fetalis adalah Anemi hemolitis congenital, pecahnya darah yang mengakibatkan gangguan struktur dan perubahan warna gigi – geligi. Hal ini terjadi karena ketidakcocokan protein dalam foetus dan darah ibu, yang dinamakan **rhesusfactor** ( Rh ). Akibat dari rhesusfactor adalah suatu anemi hemolitis parah, yang muncul sebagai penyakit kuning ( *Icterus Gravis Neonatorum* ).

Perubahan warna gigi yang akan terjadi sangatlah bervariasi diantaranya: hijau, biru, abu – abu, kuning dan coklat. Penyebab dari perubahan ini adalah adanya bilirubin didalam tulang gigi dan perubahan ini akan menghilang sedikit demi sedikit.

b. *Fluorosis Endemila*

*Fluorosis Endemila* adalah *email* yang mengalami *fluorosis* yang menunjukkan opasitas. Perubahan warna coklat terjadi karena infiltrasi bahan warna dari makanan.

- Perubahan warna *Tetrasiklin*

Perubahan warna gigi yang terjadi karena antibiotika yang diberikan pada saat bayi, antibiotika ini sering dikenal dengan ***Tetrasiklin***. *Tetrasiklin* asli yang dipakai menyebabkan perubahan warna kuning yang dibawah sinar UV berfluoresensi. Oksidasi yang dipengaruhi sinar matahari menggelapkan warna kuning menjadi coklat. Macam warna gigi yang disebabkan oleh obat antara lain :

- *Klortetrasiklin* dapat menyebabkan gigi berwarna abu – abu - coklat.
- *Demiklosiklin* dapat menyebabkan gigi berwarna kuning.
- *Oksitetrasiklin* dapat menyebabkan gigi berwarna kuning, coklat dan krem – putih.
- *Tetrasiklin* dapat menyebabkan gigi berwarna kuning
- *Doksisiklin* kurang lebih tidak ada perubahan[2].

## 2.2 Alat Uji Warna Gigi

Pengujian warna gigi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai instrumen, diantaranya *shade guide*, *spectrophotometer*, *colorimeter*, dan kamera digital yang dilengkapi *red, green, blue (RGB) devices*.

*Shade guide* dinilai kurang akurat dalam menginterpretasikan warna karena persepsi terhadap warna dinilai secara subyektif, dimana hal tersebut dipengaruhi keterampilan dari praktisi itu sendiri. Jenis shade guide yang banyak digunakan adalah Vitapan *Classical* dan Vitapan 3D Master. Vitapan *Classical shade guide* memiliki 16 warna, yaitu A1-A4 (merah-cokelat), B1-B4 (merah-kuning), C1-C4 (abu-abu), D2-D4 (merah-abu-abu).

Tabel 1. Urutan Sampel Warna Gigi

Sample	Scale	Score
	B1	1
	A1	2
	B2	3
	D2	4
	A2	5
	C1	6
	C2	7
	D4	8
	A3	9

	D3	10
	B3	11
	A3,5	12
	B4	13
	C3	14
	A4	15
	C4	16

Berdasarkan skor penilaian tersebut, B1=1 menunjukkan nilai yang paling rendah, sedangkan C4=16 menunjukkan nilai yang paling tinggi. Jadi semakin tinggi nilai yang dihasilkan pada *shade guide* maka semakin gelap warna gigi tersebut. Sebaliknya semakin rendah nilai yang dihasilkan pada *shade guide* maka semakin terang warna gigi tersebut.



Gambar 1. Vitapan *Classical*

Vitapan 3D Master *shade guide* memiliki 26 warna, antara lain: 1M1, 1M2, 2M1, 2M2, 2M3, 2L1.5, 2L2.5, 2R1.5, 2R2.5, 3M1, 3M2, 3M3, 3L1.5,

3L2.5, 3R1.5, 3R2.5, 4M1, 4M2, 4M3, 4L1.5, 4L2.5, 4R1.5, 4R2.5, 5M1, 5M2, 5M3.

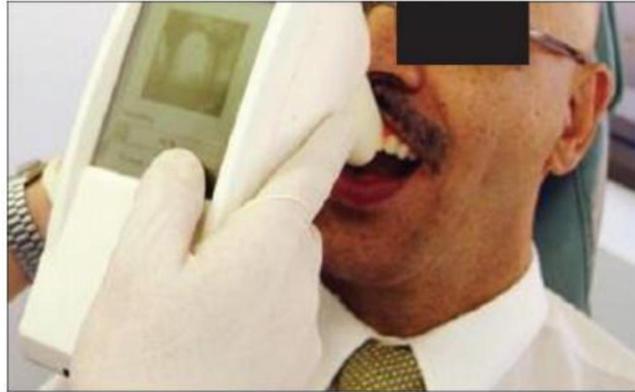


Gambar 2. Vitapan 3D Master

Penggunaan *Spectrophotometer*, *colorimeter*, dan kamera digital yang dilengkapi *red, green, blue (RGB) devices* dinilai lebih objektif dan lebih konsisten dibanding shade guide karena dalam menggunakan instrumen berbasis teknologi tidak dipengaruhi oleh kemampuan mata praktisi, pencahayaan, dan lingkungan.



Gambar 3. RGB Devices



Gambar 4. *Colorimeter*

*Colorimeter* dinilai kurang akurat karena data relatif mudah untuk dimanipulasi oleh pengguna sedangkan kamera digital yang dilengkapi *red, green, blue (RGB) devices* dinilai kurang akurat karena interpretasi *software* sangat bergantung pada kualitas gambar[3].

### 2.3 Resistor

#### ➤ Pengertian Resistor

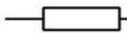
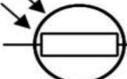
Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang

mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

#### ➤ Simbol Resistor

Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk symbol Eropa dan Amerika gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika :

Tabel 2. Simbol Resistor

Component	European Symbol	American Symbol
Resistor		
Variable Resistor		
Potentiometer		
Thermistor		
Light Dependent Resistor (LDR)		

Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf “R”. Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf “R”, resistor variabel disimbolkan dengan huruf “VR” dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf “VR” dan “POT”.

➤ Kapasitas Daya Resistor

Kapasitas daya pada resistor merupakan nilai daya maksimum yang mampu dilewatkan oleh resistor tersebut. Nilai kapasitas daya resistor ini dapat dikenali dari ukuran fisik resistor dan tulisan kapasitas daya dalam satuan Watt untuk resistor dengan kemasan fisik besar. Menentukan kapasitas daya resistor ini penting dilakukan untuk menghindari resistor rusak karena terjadi kelebihan daya yang mengalir sehingga resistor terbakar dan sebagai bentuk efisiensi biaya dan tempat dalam pembuatan rangkaian elektronika.

➤ Nilai Toleransi Resistor

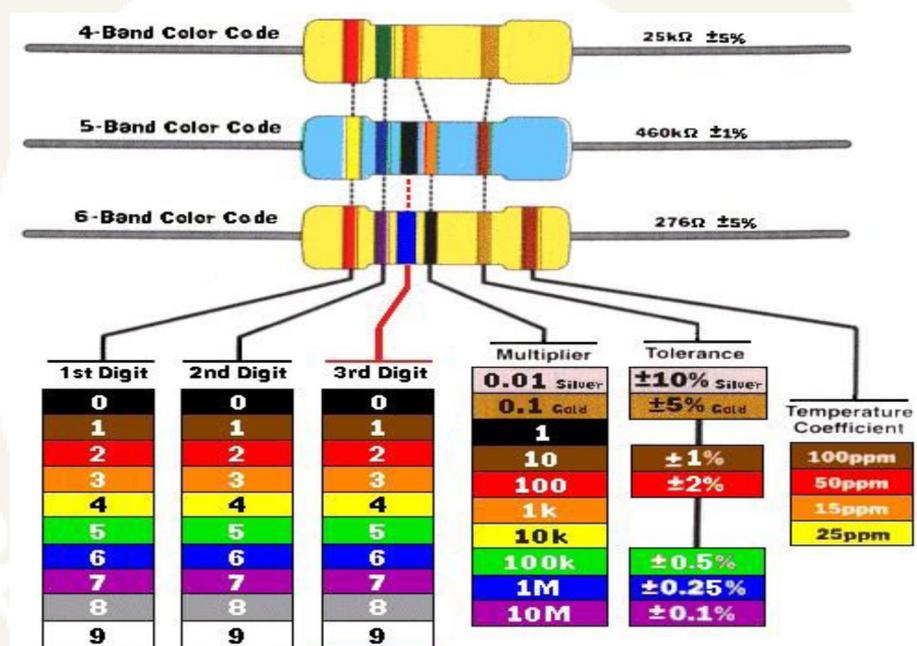
Toleransi resistor merupakan perubahan nilai resistansi dari nilai yang tercantum pada badan resistor yang masih diperbolehkan dan dinyatakan resistor dalam kondisi baik. Toleransi resistor merupakan salah satu perubahan karakteristik resistor yang terjadi akibat operasional resistor tersebut. Nilai toleransi resistor ini ada beberapa macam yaitu resistor dengan toleransi kerusakan 1% (resistor 1%), resistor dengan toleransi kesalahan 2% (resistor 2%), resistor dengan toleransi kesalahan 5% (resistor 5%) dan resistor dengan toleransi 10% (resistor 10%).

Nilai toleransi resistor ini selalu dicantumkan di kemasan resistor dengan kode warna maupun kode huruf. Sebagai contoh resistor dengan toleransi 5% maka dituliskan dengan kode warna pada cincin ke 4 warna emas atau dengan kode huruf J pada resistor dengan

fisik kemasan besar. Resistor yang banyak dijual dipasaran pada umumnya resistor 5% dan resistor 1%.

### ➤ Kode Warna Resistor

Cicin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cicin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 5. Kode Warna Resistor

#### 1. Resistor dengan 4 cincin kode warna

Maka cincin ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 3 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warnake 4 menunjukkan nilai toleransi resistor.

## 2. Resistor dengan 5 cincin kode warna

Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

## 3. Resistor dengan 6 cincin warna

Resistor dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan koefisien temperatur yaitu temperatur maksimum.

### ➤ Variabel Resistor

#### a. Pengertian

Resistor Tidak Tetap ( Variable Resistor) merupakan jenis resistor yang memiliki nilai resistansi yang berubah-ubah secara langsung yaitu dengan cara menggeser atau memutar tuas yang ada.

#### b. Fungsi dan kegunaan

Variable Resistor ini memiliki fungsi dan kegunaan antara lain:

1. Pengatur volume (keras/lemah suara)
2. Pengatur nada (bass/treble)
3. Pengatur cerah redup gambar pada pesawat TV
4. Pengatur kontras gambar
5. Pengatur frekuensi
6. Pengaturan tegangan dan arus

c. Jenis-jenis variabel resistor

Resistor tidak tetap atau variable resistor terdiri dari 2 tipe yaitu:

a) *Rotary Potensiometer*

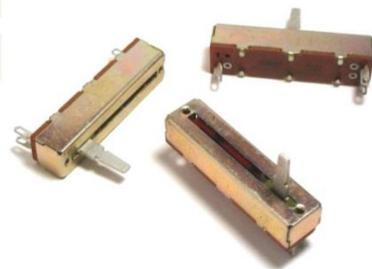
Sering disebut dengan *potensio* saja. *Potensiometer* ini merupakan *resistor* jenis tidak tetap (*variable resistor*) yang secara langsung mengalami nilai resistansi yang berubah-ubah melalui cara diputar.



Gambar 6. *Rotary Potensiometer*

b) *Slide potensiometer*

Sering juga disebut sebagai *potensio geser*. Yaitu jenis potensiometer yang nilainya diubah dengan cara digeser tuasnya. Dengan *potensio* geser ini kita bisa mengatur pada posisi yang lebih pas karena arah geraknya yang digeser.



Gambar 7. *Slide potensiometer*

### c) *Trimer Potensiometer*

yaitu tipe *variable resistor* yang membutuhkan alat bantu (obeng) dalam mengatur nilai resistansinya. Pada umumnya *resistor* jenis ini disebut dengan istilah “*Trimer Potensiometer* atau VR” [4].



Gambar 8. *Trimer Potensiometer*

## 2.4 Kapasitor

### ➤ Pengertian Kapasitor

Kondensator (kapasitor) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator mempunyai 2 kaki dan 2 kutub, yaitu kutub positif dan kutub negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung. Berikut merupakan bentuk fisik dan simbol untuk kondensator (kapasitor). Kondensator memiliki satuan yang disebut *Farad*. Satu farad =  $9 \times 10^{11} \text{cm}^2$ . Artinya luas permukaan kepingan tersebut menjadi 1 farad sama dengan  $106 \text{mikroFarad}$  ( $\mu\text{F}$ ), jadi  $1 \mu\text{F} = 9 \times 10^5 \text{cm}^2$ . Satuan-satuan sentimeter

persegi ( $cm^2$ ) jarang sekali digunakan karena kurang praktis, satuan yang banyak digunakan adalah:

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000 \mu\text{F} \text{ (mikro Farad)}$$

$$1 \mu\text{F} = 1.000 \text{ pF} \text{ (piko Farad)}$$

$$1 \text{ pF} = 1.000 \text{ nF} \text{ (nano Farad)}$$

$$1 \text{ nF} = 1.000 \text{ pF} \text{ (piko Farad)}$$

$$\text{Cap} = ((I \times t)/V) \times 1.000.000 \dots\dots\dots(2.1)$$

Cap = Electric Capacitance (uf)

I = Arus beban (Ampere)

T = Jeda pengisian kapasitor (detik)

V = Tegangan turun / ripple (volt)

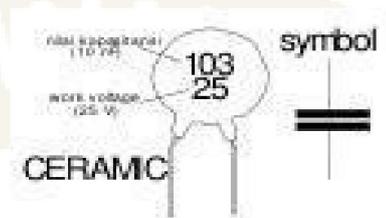
#### ➤ Wujud dan Macam Kapasitor

Berdasarkan kegunaannya, kapasitor terdiri atas kapasitor tetap dan kapasitor variabel yang nilainya dapat diubah. Kondensator tetap ialah kondensator yang nilainya konstan dan tidak berubah-ubah. Berikut merupakan jenis kapasitor tetap:

##### a. Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik mempunyai bentuk bulat atau persegi panjang. Dalam pemasangan kapasitor keramik dalam rangkaian (PCB) boleh bolak balik karena tidak mempunyai titik positif dan titik negatif.

Kapasitor jenis ini mempunyai kapasitas mulai dari beberapa *pikoFarad* sampai dengan ratusan *kilopikoFarad* (kpF) dengantegangan kerja maksimal 25 volt – 100 volt, tetapi ada juga yang smpai ribuan volt.



Gambar 9. Kapasitor keramik dan Simbolnya

#### b. Kapasitor *Polyster*

Pada dasarnya sama saja dengan kapasitor keramik begitu juga cara menghitung nilai kapasitasnya. Bentuknya persegi empat, biasanya mempunyai warna merah, coklat dan sebagainya.

#### c. Kapasitor Kertas

Kapasitor kertas adalah kapasitor yang isolatornya atau dielektriknya terbuat kertas dan umumnya mempunyai nilai kapasitansi berkisar antara 300pF sampai 4 $\mu$ F. Kapasitor kertas tidak memiliki arah polaritas atau dengan kata lain dapat dipasang bolak-balik pada rangkaian elektronika.

#### d. Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit biasanya berbentuk tabung yang mempunyai 2 kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai dengan kaki

yang panjang positif, sedangkan yang pendek negatif. Nilai kapasitansinya dari  $0,47\mu F$  (mikroFarad) sampai ribuan *mikroFarad* dengan *voltase* kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 10. Kapasitor Elektrolit Dan Simbolnya

Selain kapasitor tetap, kapasitor juga mempunyai jenis lain yaitu :

a. Kapasitor Variabel

Kapasitor variabel (nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah) Kapasitor variabel dan timer adalah jenis kondensator yang dapat diubah-ubah. Kapasitor ini dapat dirubah kapasitansinya karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan obeng. Kapasitor variabel mempunyai kapasitas maksimum sekitar  $100\text{ pF}$  (*pikoFarad*) sampai  $500\text{ pF}$  ( $100\text{Pf} = 0,00001\mu F$ ). Berikut merupakan gambar dan lambang dari kapasitor variabel.



Gambar 11. Kapasitor Variabel dan Simbolnya

### b. Kapasitor *Trimmer*

Kapasitor *trimmer* biasanya dirangkai secara paralel dengan variabel kapasitor yang berfungsi untuk menempatkan pemilihan gelombang frekuensi tersebut. Kapasitor trimmer mempunyai kapasitas dibawah 100 pF (*pikoFarad*). Berikut merupakan simbol dari kapasitor *trimmer*[4].



Gambar 12. Kapasitor *Trimmer* Beserta Gambarnya

## 2.5 Transformator

Transformator atau trafo adalah alat yang memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik.

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan *fluks* magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. *Fluks* bolak-balik ini menginduksikan gaya gerak listrik (ggl) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan *primer* akan dilimpahkan ke lilitan *sekunder*.

Dalam transformator bisa di buat sebuah persamaan atau rumus matematik

$$N_p/N_s = V_p/V_s = I_s/I_p \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$V_p$  = tegangan pada kumparan primer

$V_s$  = tegangan pada kumparan sekunder

$N_p$  = banyaknya lilitan pada kumparan primer

$N_s$  = banyaknya lilitan pada kumparan sekunder

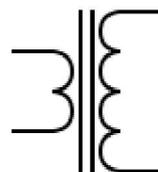
$I_p$  = kuat arus pada kumparan primer

$I_s$  = kuat arus pada kumparan sekunder

Transformator atau trafo mempunyai jenis-jenis sebagai berikut :

a. Transformator *step-up*

Transformator *step-up* adalah transformator yang memiliki lilitan *sekunder* lebih banyak daripada lilitan *primer*, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan *generator* menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.



Gambar 13. Skema dan lambang trafo *step-up*

### b. Transformator *step-down*

Transformator *step-down* memiliki lilitan *sekunder* lebih sedikit daripada lilitan *primer*, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.



Gambar 14. Bentuk dan lambang trafo *step-down*

## 2.6 Fuse / Sekering

*Fuse* atau yang biasa kita sebut sekering adalah suatu komponen elektronik penting yang fungsinya adalah sebagai pengaman terhadap kerusakan yang mungkin terjadi pada sebuah jaringan atau rangkaian kelistrikan.

Jaringan atau rangkain kelistrikan pada sebuah kendaran seperti motor atau mobil juga memakai sekering atau fuse ini untuk pengaman yang akan memutus arus jika terjadi konsleting sehingga sebelum terjadi kerusakan pada sebuah komponen maka *fuse* yang akan terlebih dahulu putus.

Kapasitas arus terlalu besar atau terjadi konsleting (hubungan singkat) maka logam yang ada didalam *fuse* (sekering) tersebut akan menjadi cair dan putus.

Untuk menghitung berapa arus listrik yang mengalir dan berapa besaran *ampere* pada *fuse* (sekering) untuk sebuah rangkaian, kita dapat menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$I = P / E \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan dari huruf diatas adalah :

I = besar arus = Ampere (A)

P = daya listrik = Watt (W)

E = tegangan listrik = Volt (V)[6].



Gambar 15. Simbol dan bentuk fuse/sekering

## 2.7 Saklar

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya.

Saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Saklar pada alat ini berfungsi untuk mengaktifkan alat saat akan digunakan dan menonaktifkan alat saat tidak digunakan[18].



Gambar 16. Bentuk fisik dan symbol saklar

## 2.8 Buzzer

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*)[7].

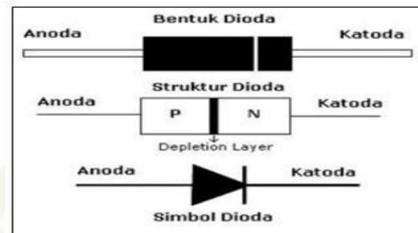


Gambar 17. Bentuk Fisik *Buzzer*

## 2.9 Dioda

Dioda adalah komponen aktif elektronika yang berfungsi untuk membuat arus mengalir hanya dalam satu arah saja. Dioda mempunyai elektroda yang bermuatan kutub (+) dan kutub (-). Secara umum dioda digunakan sebagai penyearah (*rectifier*) arus/tegangan arus bolak-balik (AC) 1 fasa/3 fasa ke dalam bentuk gelombang arus searah (DC). Adapun beberapa

jenis dioda, salah satunya adalah dioda *bridge* (penyearah satu gelombang penuh).



Gambar 18. Simbol dan Bentuk Dioda

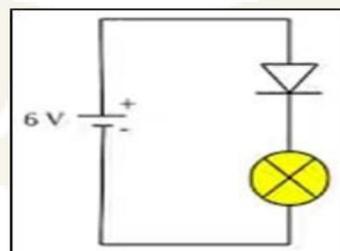


Gambar 19. Jenis-Jenis & Bentuk Dioda

Dioda mempunyai 2 macam keadaan yaitu :

a. Dioda bias maju

Dioda bias maju terjadi jika *anoda* dihubungkan pada polaritas positif batere, sedangkan *katoda* pada polaritas negatif seperti gambar



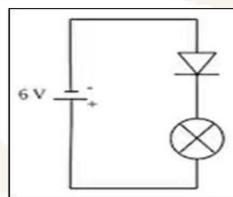
Gambar 20. Dioda Bias Maju

dibawah ini :

Keadaan dioda diatas disebut dengan arah maju (*forward- bias*) aliran arus dari *anoda* menuju *katoda*, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup.

b. Dioda bias mundur

Dioda bias mundur terjadi jika *katoda* dihubungkan pada polaritas baterai, sedangkan anoda pada polaritas negatif seperti gambar berikut:

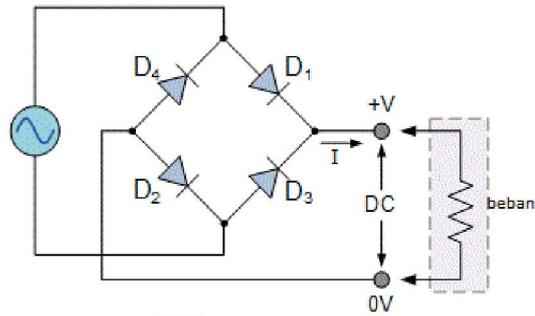


Gambar 21. Dioda Bias Mundur

Maka keadaan diatas dapat disebut arah mundur (*Reverse-bias*) dan aksinya sama dengan rangkaian terbuka. Dan mempunyai nilai tahanan dioda relatif sangat besar serta tidak dapat menghantarkan arus.

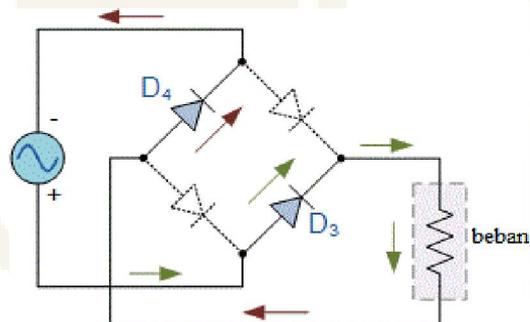
➤ Pengertian dan cara kerja dioda *bridge*

Dioda *bridge* merupakan salah satu dioda yang berfungsi untuk mengatur arah polaritas DC yang keluar dari kaki DC agar tidak terjadi pembalikan fase saat sumber arus listrik AC tertukar. Dioda bridge terdiri dari 4 buah dioda yang disusun dengan konfigurasi jembatan seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 22. Rangkaian Dioda *Bridge*

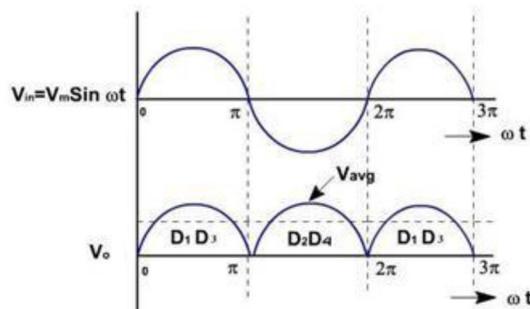
Selama setengah siklus positif, dioda D1 dan dioda D2 diberi bias maju sehingga keduanya menghantarkan arus dioda ke D3 dan D4 diberi bias mundur dan oleh karena itu D3 dan D4 tidak menghantarkan arus. Arus mengalir melalui beban sebagaimana diperlihatkan pada diagram berikut :



Gambar 23. Dioda *Bridge* Selama Siklus Negatif

Selama setengah siklus negatif, dioda D1 dan dioda D2 diberi bias mundur sehingga keduanya tidak menghantarkan arus. Dioda D3 dan dioda D4 memperoleh bias maju dan menghantarkan arus listrik.

Kesimpulannya adalah bahwa arus terus mengalir melewati beban, pada arah yang sama sebagaimana sebelumnya. Berikut merupakan grafik tegangan input dan output :



Gambar 24. Grafik Tegangan Input dan Output

Rangkaian penyearah tetap menghasilkan output selama berlangsungnya kedua siklus setengah gelombang, sehingga rangkaian ini efisien. Rangkaian tersebut disebut dengan rangkaian penyearah gelombang penuh. Didalam tiap siklus setengah gelombang, arus mengalir melewati dua buah dioda dan dengan demikian amplitudo output yang dihasilkan adalah sebesar amplitudo input dikurang 2x jatuh tegangan maju[4].

### 2.10 *Integrated Circuit (IC) Voltage Regulator*

*Voltage regulator* atau Pengatur Tegangan adalah salah satu rangkaian yang sering dipakai dalam peralatan elektronika. Fungsi *Voltage regulator* adalah untuk mempertahankan atau memastikan Tegangan pada level tertentu secara otomatis. Artinya, Tegangan *output* (keluaran) DC pada *voltage regulator* tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan *input* (masukan), Beban pada *output* dan juga Suhu. Tegangan stabil yang bebas dari segala gangguan seperti *noise* ataupun *fluktuasi* (naik turun) sangat dibutuhkan untuk mengoperasikan peralatan elektronika.

- Jenis-jenis *Integrated Circuit*(IC) *Voltage Regulator*

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai 3 Jenis IC Pengatur Tegangan DC (DC Voltage Regulator) :

1. *Fixed Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan Tetap)

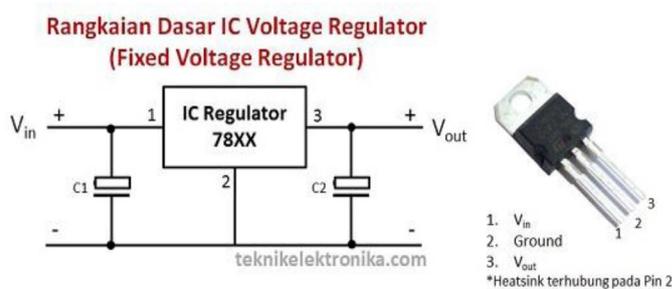
IC jenis pengatur tegangan tetap (*Fixed Voltage Regulator*) ini memiliki nilai tetap yang tidak dapat disetel (di-*adjust*) sesuai dengan keinginan rangkaiannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga tegangan DC yang diatur juga tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC voltage regulator 7805, maka output tegangan hanya 5 volt dc. Terdapat 2 jenis pengatur tegangan tetap yaitu *positive voltage regulator* dan *negative voltage regulator*.

Jenis IC *voltage regulator* yang paling sering ditemukan di pasaran adalah tipe 78XX. Tanda XX dibelakangnya adalah kode angka yang menunjukkan tegangan output dc pada IC voltage regulator tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812 dan lain sebagainya. IC 78XX merupakan IC jenis *positive voltage regulator*.

IC yang berjenis *negative voltage regulator* memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis *positive voltage regulator*, yang membedakannya hanya polaritas pada tegangan outputnya. Contoh IC jenis *negative voltage regulator* diantaranya adalah 7905, 7912 atau IC voltage regulator berawalan kode 79XX.

IC *fixed voltage regulator* juga dikategorikan sebagai IC *linear voltage regulator*.

Dibawah ini adalah rangkaian dasar untuk IC LM78XX beserta bentuk komponennya (*fixed voltage regulator*).



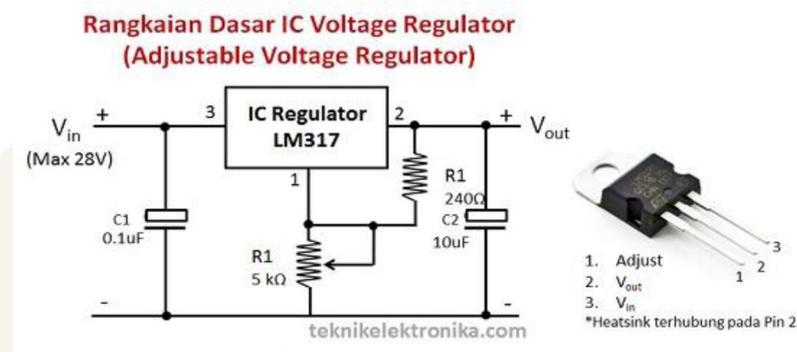
Gambar 25. Bentuk dan rangkaian IC *Voltage Regulator* jenis tetap

- *Adjustable Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan yang dapat disetel)

IC jenis *adjustable voltage regulator* adalah jenis IC pengatur tegangan DC yang memiliki range tegangan output tertentu sehingga dapat disesuaikan kebutuhan Rangkaiannya. IC *adjustable voltage regulator* ini juga memiliki 2 jenis yaitu *positive adjustable voltage regulator* dan *negative adjustable voltage regulator*. Contoh IC jenis *positive adjustable voltage regulator* diantaranya adalah LM317 yang memiliki range atau rentang tegangan dari 1.2 Volt DC sampai pada 37 volt dc. Sedangkan contoh IC jenis *negative adjustable voltage regulator* adalah LM337 yang memiliki *range* atau jangkauan tegangan yang sama dengan LM317. Pada dasarnya desain, konstruksi dan cara kerja pada kedua jenis IC *adjustable voltage regulator* adalah sama. Yang membedakannya adalah polaritas pada output

tegangan dc-nya. IC *fixed voltage regulator* juga dikategorikan sebagai IC *linear voltage regulator*.

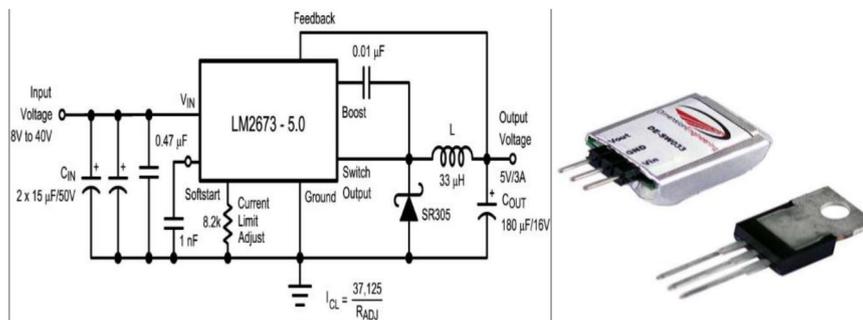
Dibawah ini adalah rangkaian dasar IC LM317 beserta bentuk komponennya (*adjustable voltage regulator*).



Gambar 26. Bentuk dan rangkaian IC *voltage regulator* jenis dapat di setel

- *Switching voltage regulator*

*Switching voltage regulator* ini memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang berbeda dengan IC *linear regulator (fixed dan adjustable voltage regulator)*. *Switching voltage regulator* memiliki efisiensi pemakaian energi yang lebih baik jika dibandingkan dengan IC *linear regulator*. Hal ini dikarenakan kemampuannya yang dapat mengalihkan penyediaan energi listrik ke medan magnet yang memang difungsikan sebagai penyimpan energi listrik. Oleh karena itu, untuk merangkai pengatur tegangan dengan sistem *switching voltage regulator* harus ditambahkan komponen induktor yang berfungsi sebagai elemen penyimpan energi listrik.



Gambar 27. Bentuk dan rangkaian IC *Switching voltage regulator*

## 2.11 *Light Emitting Dioda (LED)*

*Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif(P) dan Kutub Negatif(N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju(bias *forward*) dari Anoda menuju ke katoda[8].



Gambar 28. Bentuk dan symbol LED

## 2.12 Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti *handphone*, laptop, senter, ataupun *remote control* menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis baterai yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*single use*) dan baterai yang dapat di isi ulang (*rechargeable*).

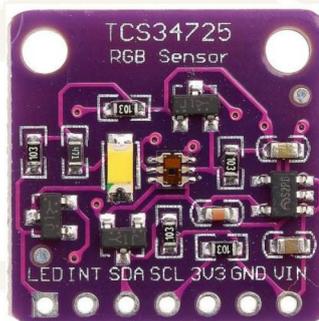


Gambar 29. Baterai

## 2.13 Sensor Warna TCS34725

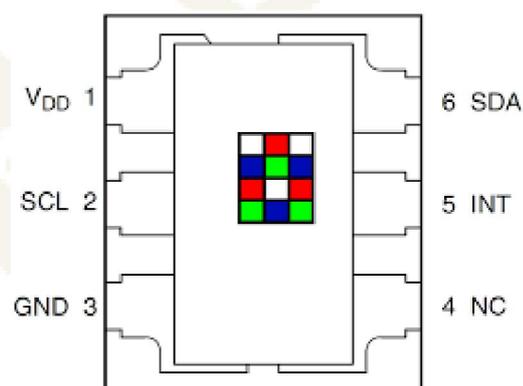
Perangkat TCS34725 memberikan pengembalian digital dari nilai-nilai penginderaan cahaya merah, hijau, biru (RGB), dan jernih. Filter pemblokiran IR, terintegrasi pada chip dan dilokalkan ke fotodioda

penginderaan warna, meminimalkan komponen spektral IR dari cahaya yang masuk dan memungkinkan pengukuran warna dilakukan secara akurat. Sensitivitas tinggi, rentang dinamis lebar, dan filter pemblokiran IR menjadikan TCS34725 solusi sensor warna yang ideal untuk digunakan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan melalui bahan pelemahan. Data ini ditransfer melalui I2C ke *host*[15].



Gambar 30. Sensor Warna TCS34725

Sensor warna tcs34725 memiliki konfigurasi pin dengan memiliki fungsi yang berbeda setiap pin yang ada seperti gambar[16].



Gambar 31. Pin-pin Sensor Warna TCS34725

Tabel 3. Fungsi Pin Sensor Warna TCS34725

	No. Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
VDD	1	-	<i>Supply</i> tegangan
SCL	2	I	Sebagai terminal input untuk data serial
OUT	3	-	Sebagai <i>ground</i> pada <i>power supply</i>
NC	4	O	Tanpa koneksi untuk tidak dihubungkan
INT	5	O	<i>Interup</i> untuk daya rendah
SDA	6	I/O	I2C terminal data I/O terminal data serial I/O untuk I2C

#### 2.14 LCD (*Liquid Crystal Display*)

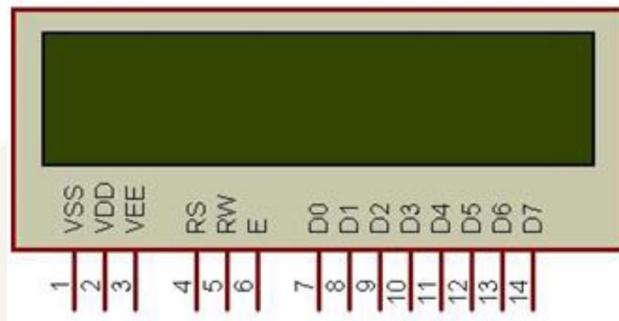
LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD dengan banyak karakter 16x2 menyatakan 2 kolom dan 16 menyatakan baris.

Modul LCD yang digunakan memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-*matrix cursor*.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit *display* RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis *reset* saat tegangan dihidupkan.

9. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C [9].

Konfigurasi pin dari LCD 2x16 ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



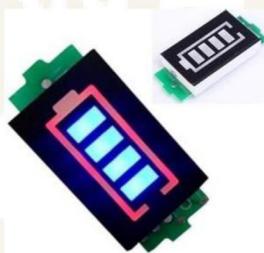
Gambar 32. Bentuk dan pin LCD

Tabel 4. Konfigurasi LCD

No	Nama Pin	Deskripsi
1	GND	0 Volt
2	VCC	+5 Volt
3	VEE	Kontras LCD
4	RS	<i>Register Select</i>
5	R/W	1 = Read ; 0 = Write
6	EN	<i>Enable LCD, 1= enable</i>
7	D0	<i>Data Bus 0</i>
8	D1	<i>Data Bus 1</i>
9	D2	<i>Data Bus 2</i>
10	D3	<i>Data Bus 3</i>
11	D4	<i>Data Bus 4</i>

12	D5	<i>Data Bus 5</i>
13	D6	<i>Data Bus 6</i>
14	D7	<i>Data Bus 7</i>

### 2.15 Baterai Level



Gambar 33. Baterai Level

Modul ini merupakan rangkaian yang berfungsi memberi informasi berapa tingkat daya baterai yang masih tersisa. Rangkaian *indicator* baterai terdiri dari rangkaian pembagi tegangan dimana keluaran dari masing-masing pembagi tegangan digunakan sebagai tegangan referensi dari input kaki Komparator IC IM 324 sebagai *driver* dari lampu *segmen*.

Keterangan :

- 1)  $V_{ref} < V_{in}$ , maka nilai output komparator “HIGH” dan mematikan LED
- 2)  $V_{ref} > V_{in}$ , maka nilai output komparator “LOW” dan menhidupkan LED.

Setiap Komparator akan menerima tegangan referensi dari hasil keluaran pembagi tegangan tegangan ini akan digunakan sebagai Tegangan

Reverensi untuk Komparator dapat bekerja menghidupkan lampu segmen sebagai indikator.

### 2.16 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

*Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*[10].



Gambar 34. Modul I2C

### 2.17 Modul *Battery Charging TP5100*

Modul TP5100 ini adalah modul untuk mengisi baterai isi ulang *lithium (li-ion rechargeable battery)* 1-2 *Ampere* yang dilengkapi dengan 2 lampu indikator, masing-masing menunjukkan status saat mengisi ulang (*charging*) dan saat baterai sudah terisi penuh (*fully charged*). TP5100 merupakan IC pengisi ulang linear untuk baterai *lithium-ion* sel tunggal dengan arus dan tegangan yang konstan yang dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu (*thermal regulation*). Tegangan pengisian konstan di 4,2 Volt (akurasi  $\pm 1,5\%$ ), ideal untuk digunakan mengisi ulang baterai bertegangan 3 ~ 3,7 Volt. Fitur lainnya dari IC ini adalah pemantau arus, pengunci tegangan kurang (*under-voltage lockout*), pengisi ulang otomatis, dan dua status pin yang mana pada modul ini dihubungkan dengan LED indikator[17].



Gambar 35. *Battery Charging TP5100*

### 2.18 *Arduino UNO*

*Arduino UNO* adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (*datasheet*). *Arduino UNO* mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input

analog, sebuah *osilator Kristal* 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

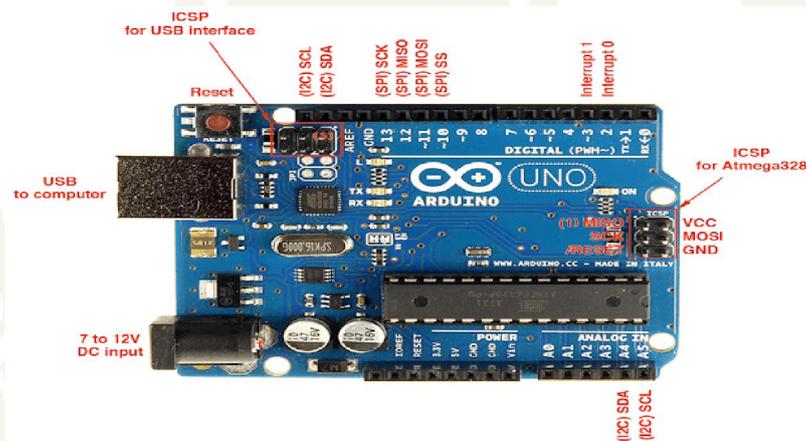
*Arduino* Uno berbeda dari semua *board* Arduino sebelumnya, *Arduino* UNO tidak menggunakan *chip driver* FTDI *USB-to-serial*. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke *serial*. Revisi 2 dari *board* Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke *ground*, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU *mode*.

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari *board* Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks dari *board* Arduino.

Adapun data teknis *board* Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut :

- a. Mikrokontroler : ATmega328
- b. Tegangan pengoperasian : 5V
- c. Tegangan *input* yang disarankan : 7-12V

- d. Batas tegangan *input* : 6-20V
- e. Jumlah pin I/O *digital* : 14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
- f. Jumlah pin input *analog* : 6
- g. Arus DC tiap pin I/O : 40 mA
- h. Arus DC untuk pin 3.3V : 50 mA
- i. Memori Flash : 32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- j. SRAM : 2 KB (ATmega328)
- k. EEPROM : 1 KB (ATmega328)
- l. *Clock Speed* : 16 MHz [11]



Gambar 36. Arduino UNO

Fungsi dari pin *Arduino* UNO seperti gambar diatas yaitu :

1. SPI (*Serial Peripheral Interface*)

Fungsi dari SPI adalah untuk sinkronisasi yang digunakan oleh mikrokontroler untuk berkomunikasi dengan satu atau lebih perangkat dengan cepat dalam jarak pendek.

2. SCK (*Serial Clock*)

SCK berfungsi untuk *mensetting Clock* dari master ke *slave*.

3. MOSI (*Master out, Slave In*)

MOSI di gunakan pada SPI, dimana data di transfer dari *Master* Ke *Slave*.

4. MISO (*Master In, Slave Out*)

MISO digunakan pada SPI, dimana data di transfer dari *Slave* ke *master*.

5. I2C

Protokol yang menggunakan jalur *clock*(SCL) dengan (SDA) untuk bertukar informasi.

6. SCL

Jalur data yang digunakan oleh I2C untuk mengidentifikasi bahwa data sudah siap di transfer.

## 7. SDA

Jalur data (dua arah) yang digunakan oleh I2C.

## 8. ICSP (*In Circuit Serial Programming*)

ICSP digunakan untuk memprogram sebuah mikrokontroler seperti Atmega328 menggunakan jalur USB Atmega16U2. ICSP sendiri menggunakan jalur SPI untuk transfer data.

## 9. VCC

Jalur suplai tegangan biasanya +5V.

## 10. IOREF

*Input/Output* referensi yang berguna untuk melindungi *board* agar tidak terjadi *overvoltage*.

## 11. Vin

Pin ini berfungsi untuk mensuplai tegangan dari eksternal misal *adapter*. (jangan mensuplay tegangan dari luar bila *board* anda sudah mendapatkan suplai dari USB).

## 12. GND

Jalur *ground*.

### 13. USB

Digunakan untuk transfer data dari komputer ke *board* anda.

### 14. PWM (*Pulse Width Modulation*)

Pin yang di tandai dengan "~" mendukung Signal PWM, PWM sendiri berfungsi untuk mengatur kecepatan motor, atau kecerahan lampu dan lain lain.

### 15. Analog Pins

A0-A5 merupakan Pin *Analog*, membaca nilai *analog* dari 0-10[12].

## **BAB III PERENCANAAN**

### **3.1 Tahapan Perencanaan**

Sebelum pembuatan modul serta karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul serta karya tulis dan agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

Tahapan - tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

- a. Merancang blok diagram dan wiring diagram dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
- b. Menentukan komponen - komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul agar modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
- c. Membuat modul sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat.
- d. Merancang *flowchart* program dari alat yang akan dibuat.
- e. Membuat program sesuai dengan *flowchart* dan men-download program ke mikrokontroler.
- f. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
- g. Pembuatan casing sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
- h. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori - teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

### 3.2 Spesifikasi

Nama Alat : Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*

*Power Supply* : 220 V AC / 50 Hz, Baterai 8,4 V

*Fuse* : 1 A

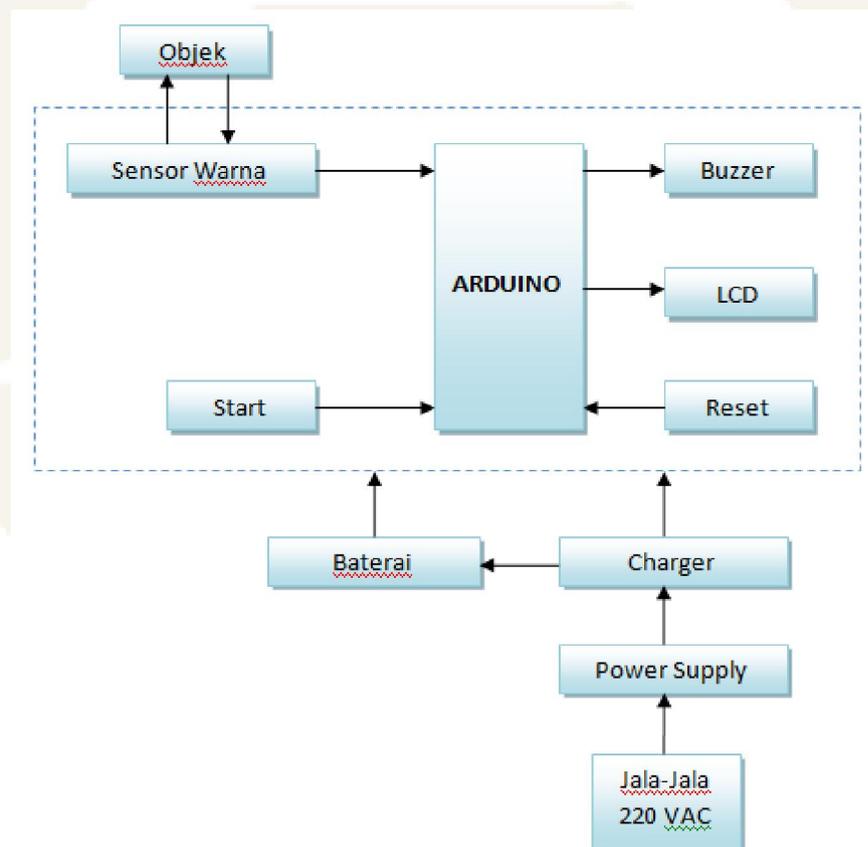
*Display* : LCD 16 X 2

Tombol : *ON/OFF*, *push button start* dan *reset*

*Casing* : *Box Plastik*

Ukuran *Casing* : 6 x 11 x 18 cm

### 3.3 Perencanaan Alat Secara Blok Diagram



Gambar 37. Blok Diagram

Fungsi Rangkaian Per Blok :

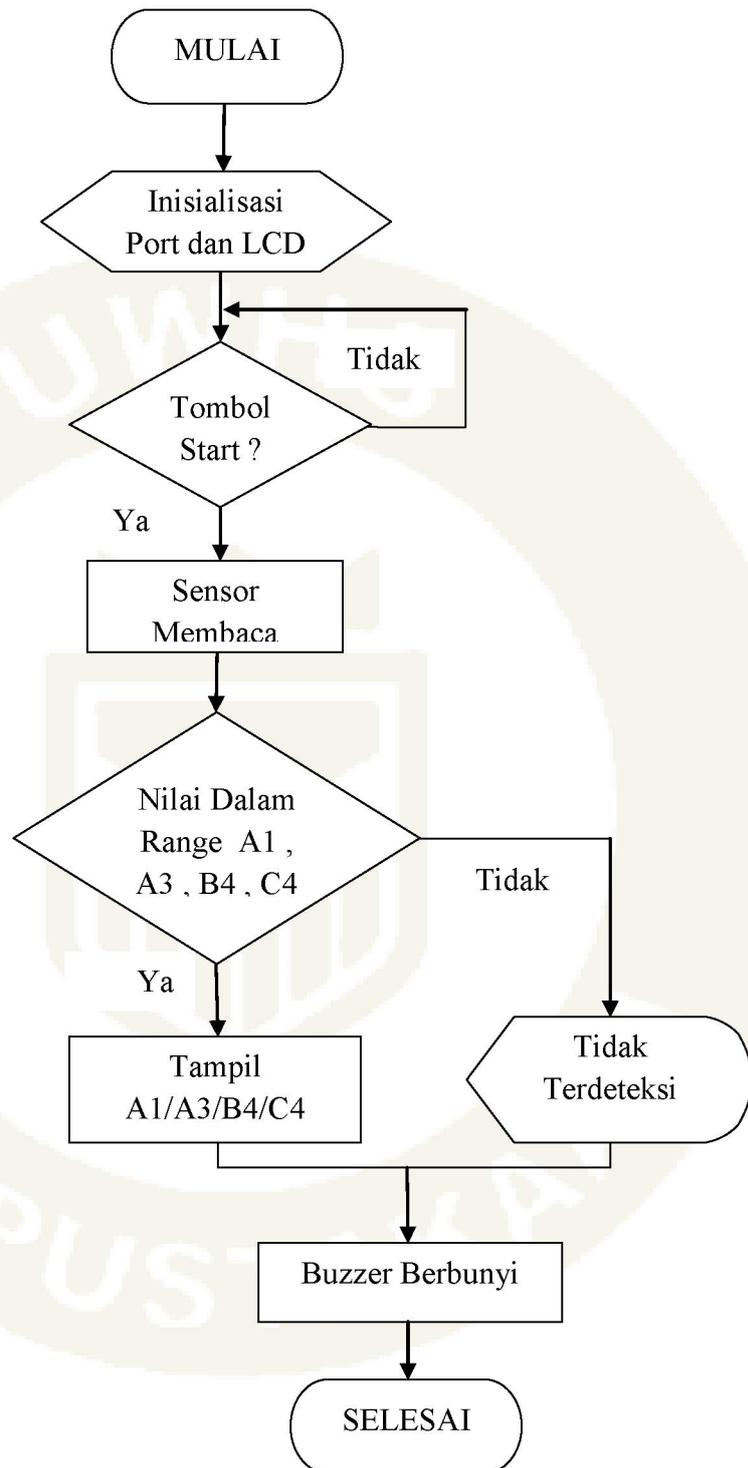
1. Tegangan 220 VAC, sebagai tegangan pertama yang masuk ke *power supply*
2. *Power Supply* dan *Charger*, digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi DC dan mengeluarkan tegangan 9 VDC sebagai sumber tegangan pada saat daya baterai kosong atau habis setelah digunakan yang berfungsi untuk memberikan *supply* ke modul *charger*.
3. Baterai, digunakan sebagai sumber tegangan 8.4 VDC untuk seluruh rangkaian.
4. Tombol *ON/OFF*, untuk menghidupkan / mematikan kerja alat
5. *Arduino* Uno, yaitu minimum *system* sebagai pengendali utama kerja alat secara keseluruhan dengan pemberian program (*software*).
6. Tombol *Start*, sebagai dimulainya pendeteksian
7. Tombol *Reset*, digunakan jika alat *error* dan akan mengulanginya dari awal
8. Buzzer, sebagai indikator pendeteksian
9. LCD, untuk menampilkan hasil dari pendeteksian
10. Sensor Warna (TCS34725) , sebagai pendeteksi pada objek

Cara Kerja Blok Diagram :

Jala-jala 220VAC listrik memberikan tegangan pada *power supply*, pada *power supply* tegangan AC tersebut akan diubah menjadi tegangan DC. Tegangan *output 9VDC* dari *power supply* tersebut akan mensupply semua rangkaian dan modul *charger* untuk *mencharger* baterai ketika dalam keadaan lemah setelah pemakaian.

Baterai akan memberikan *supply* ke seluruh rangkaian. Nyalakan alat dengan menekan saklar ON. Ketika alat sudah menyala tekan tombol start untuk melakukan pendeteksian dan buzzer akan berbunyi secara bersamaan sebagai indikator pendeteksian. Hasil dari pendeteksian tersebut akan ditampilkan pada LCD.

### 3.4 Perencanaan Flowchart



Gambar 38. Flowchart

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir program :

1. Instalasi *Port* dan LCD

Pada saat saklar *ON* ditekan, alat akan mulai bekerja yang mula-mula akan terjadi yaitu proses inialisasi LCD, *port* dan variabel.

2. Tombol *Start*

Setelah inialisai *port* dan lcd, tombol *start* di tekan untuk memulai kerja *system*.

3. Sensor Mendeteksi

Sensor warna akan mendeteksi objek setelah tombol *start* di tekan.

4. Buzzer Berbunyi

Buzzer berbunyi ketika pendeteksian objek berlangsung

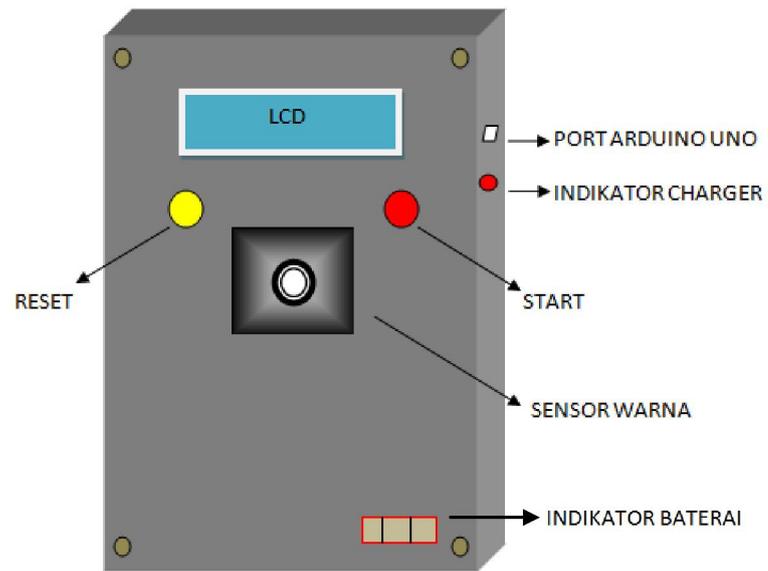
5. *Arduino* Mengolah Data

*Arduino* akan mengolah data dari hasil pendeteksian sensor warna

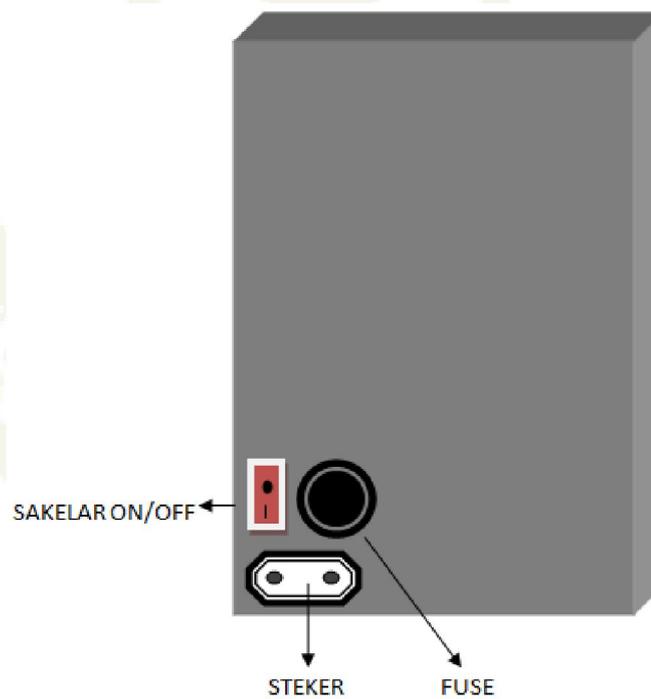
6. LCD Menampilkan Hasil Akhir

Hasil dari pendeteksian objek oleh sensor warna akan diolah oleh *arduino* dan hasilnya akan ditampilkan di LCD

### 3.5 Perencanaan Desain Alat



Gambar 39. Desain Alat Tampak Depan



Gambar 40. Desain Alat Tampak Belakang

### 3.6 Perencanaan Alat dan Bahan

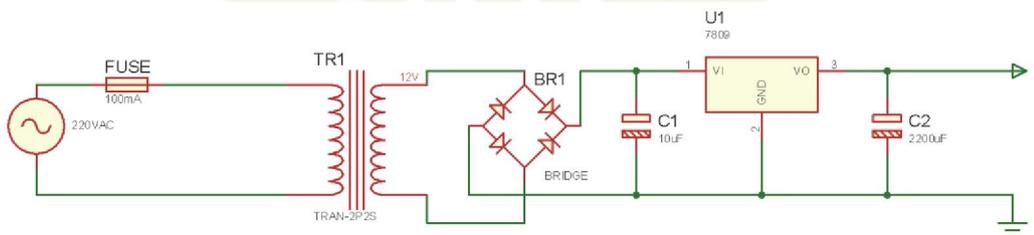
Dalam proses pengerjaan rangkaian alat ini diperlukan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan antara lain :

1. *Tool Set*
2. Alat ukur *multitester*
3. *Project Board*
4. Bor *PCB*
5. Papan *PCB* polos
6. Larutan *FeCl3*
7. Solder dan Tenol

### 3.7 Perencanaan Rangkaian dan Komponen

Setelah blok diagram dibuat berdasarkan teori-teori yang ada, langkah selanjutnya adalah menentukan komponen-komponen elektronika yang diperlukan. Pemilihan ini harus sesuai dengan fungsi dan karakteristik komponen serta tujuan pemanfaatan komponen itu sendiri.

#### 3.7.1 Rangkaian *Power Supply*



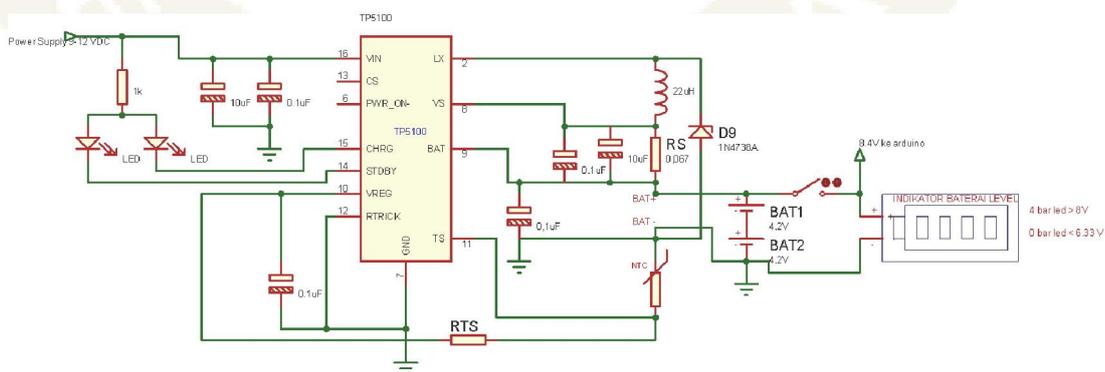
Gambar 41. Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* berfungsi untuk mensuplai rangkaian-rangkaian yang membutuhkan tegangan DC. Dari rangkaian *power supply* trafo menerima tegangan AC dari 220 V dan akan menurunkan tegangan menjadi 12VAC. Setelah rangkaian di turunkan maka tegangan akan di searahkan oleh dioda *bridge* menjadi tegangan VDC. Keluaran dari dioda akan masuk ke kapasitor yang bekerja untuk mengurangi tegangan *ripple/noise*. Setelah dari kapasitor, tegangan masuk ke L7809CV maka akan menjadi output tegangan DC 9VDC.

Tabel 5. Daftar Komponen Rangkaian Power supply

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Transformator	12V/1A	1
2	Fuse	100mA	1
3	Dioda <i>Bridge</i>	2W10	1
4	IC Regulator	L7809CV	1
5	Kapasitor	10uf , 2200uf	2

### 3.7.2 Rangkaian Modul *Charger TP5100*



Gambar 42. Rangkaian Modul *Charger TP5100*

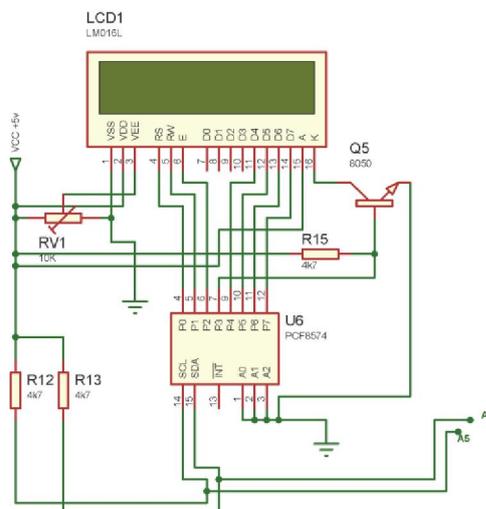
Rangkaian ini berfungsi untuk *mecharger* baterai *lithium* yang digunakan untuk *mensupply* ke semua komponen pada alat. Dimana *output* dari rangkaian ini sebesar 8.4VDC dan dapat *cut-off* jika baterai sudah terisi penuh.

Rangkaian *double* baterai ini berfungsi untuk menyimpan tegangan dan untuk *mesupply* tegangan ke semua komponen pada alat. Pada indikator level baterai, ketika tegangan pada baterai lebih dari 8V maka 4 bar led *level* akan menyala, sedangkankan saat tegangan pada baterai kurang dari 6.33V maka bar led *level* akan mati.

Tabel 6. Daftar Komponen Rangkaian Modul *Charger* TP5100

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Induktor	22uH	1
2	Kapasitor	0.1uF	4
3	Kapasitor	10uF	3
4	Zener	1N4738A	1
5	Resistor	RS2 0.06 , 1k	1
6	NTC	-	1
7	LED	-	2
8	IC	TP5100	1
9	Baterai <i>Lithium</i> 18650	4,2V	2
10	Saklar <i>On/Off</i>	-	1
11	Indikator <i>Level</i> Baterai	-	1

### 3.7.3 Rangkaian LCD I2C



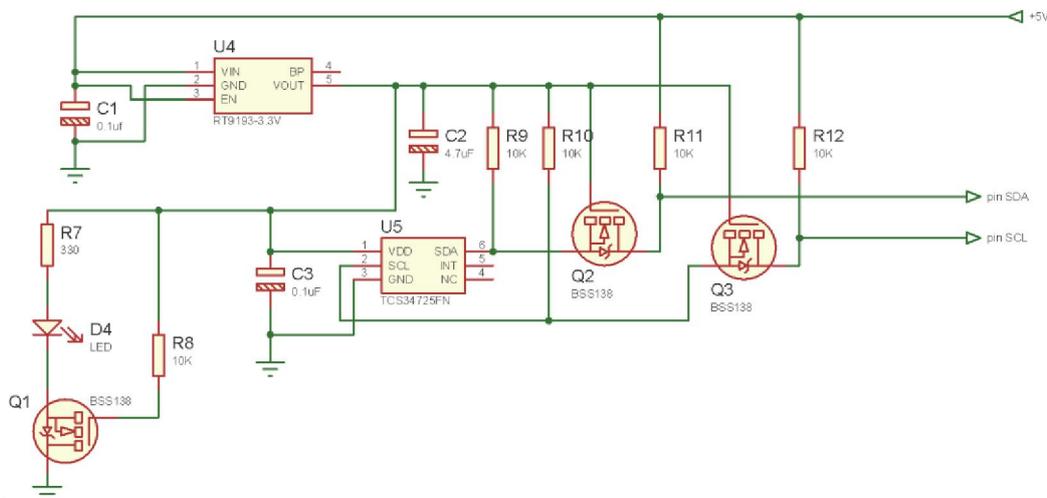
Gambar 43. Rangkaian LCD I2C

Rangkaian LCD I2C ini merupakan IC yang berguna meringkas pin pin *output* dari LCD biasa. Keluaran hanya ada 4 point yaitu SDA, SCL VCC dan GND. Intensitas warna latar/*brightness* LCD bisa diatur dengan memutar tegangan di *variable* resistornya. Inputan dari I2C ini mendapat suplai sebesar 5VDC dari pin 5V Arduino Uno agar bisa bekerja. SDA disini disambungkan ke pin mikrokontroler A4 dan SCL ke pin A5 pada mikrokontroler.

Tabel 7. Daftar Komponen Rangkaian Modul I2C

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Resistor <i>Variabel</i>	10K	1
2	Resistor	4K7 $\Omega$	3
3	IC	PCF8574AT	1
4	Transistor	8050	1

### 3.7.4 Rangkaian Modul Sensor Warna TCS34725



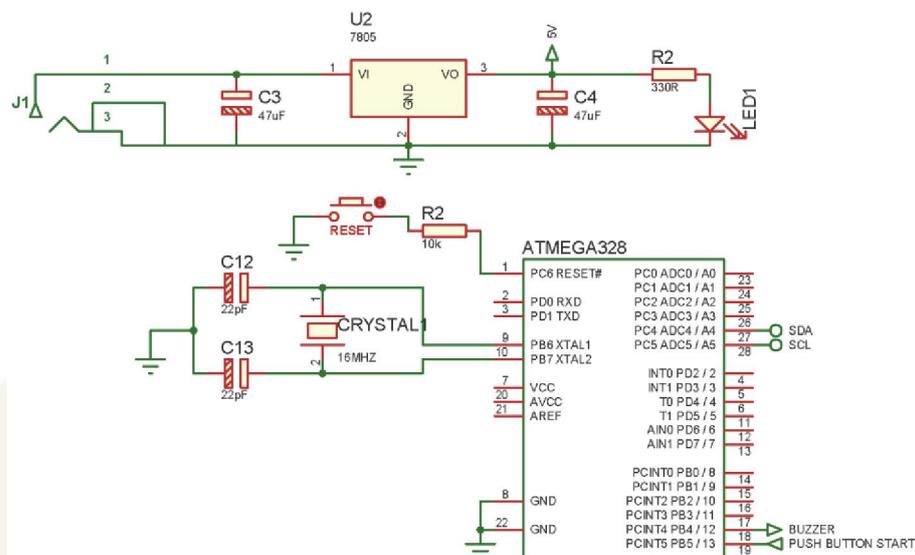
Gambar 44. Rangkaian Modul TCS34725

Rangkaian modul sensor warna TCS34725 ini merupakan rangkaian untuk mendeteksi warna pada objek.

Tabel 8. Daftar Komponen Rangkaian Modul Sensor Tcs34725

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Resistor	330Ω	1
2	Resistor	10K	5
3	Kapasitor	0.1µF	2
4	Kapasitor	4.7µF	1
5	Mosfet	BSS138	3
6	LED	-	1
7	Sensor	TCS34725FN	1
8	Regulator	RT9193-3.3V	1

### 3.7.5 Rangkaian Mikrokontroler



Gambar 45. Rangkaian Mikrokontroler

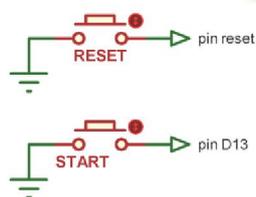
Pada perancangan rangkaian mikrokontroler ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perencanaan rangkaian *hardware* dan rangkaian *software*. Pada perencanaan hardware mikrokontroler menggunakan modul Arduino Uno yang bekerja tergantung frekuensi kerja kristal yang digunakan, sedangkan *software* berdasarkan input data yang dimasukkan pada IC mikrokontroler Atmega328 itu sendiri.

Tabel 9. Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Resistor	10k , 330Ω	1
2	Kapasitor	22pF	2
3	Kapasitor	47uF 25V	2

4	Mikrokontroler	ATmega328	1
5	Osilator Kristal	16MHz	
6	LED	-	1
7	IC Regulator 7805	5V	1
8	<i>Push Button</i>	-	1

### 3.7.6 Rangkaian *Push Button*



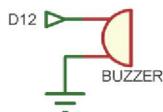
Gambar 46. Rangkaian *Push Button*

Rangkaian *push button* yang terhubung di pin *arduino* D13 digunakan jika akan *start* atau memulai pendeteksian. Jika rangkaian *push button* yang terhubung di pin *arduino reset* digunakan jika alat mengalami *error*.

Tabel 10. Daftar Komponen Rangkaian *Push Button*

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	<i>Push Button</i>	<i>Push On</i>	2

### 3.7.7 Rangkaian Buzzer



Gambar 47. Rangkaian Buzzer

Rangkaian buzzer berfungsi sebagai indikator dan akan berbunyi saat memulai pendeteksian warna. Buzzer dikendalikan oleh mikrokontroler dan mendapat supply tegangan 5VDC dari mikrokontroler. Pemasangan buzzer pada mikrokontroler ini yaitu pada pin D12.

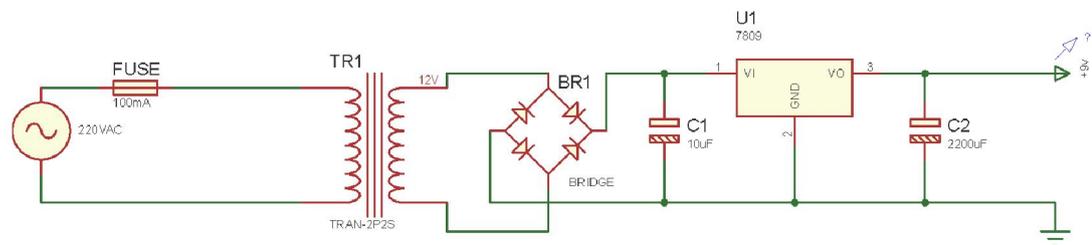
Tabel 11. Daftar Komponen Rangkaian Buzzer

No	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Buzzer	5V	1

### 3.2 Perencanaan Titik Pengukuran

#### 1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

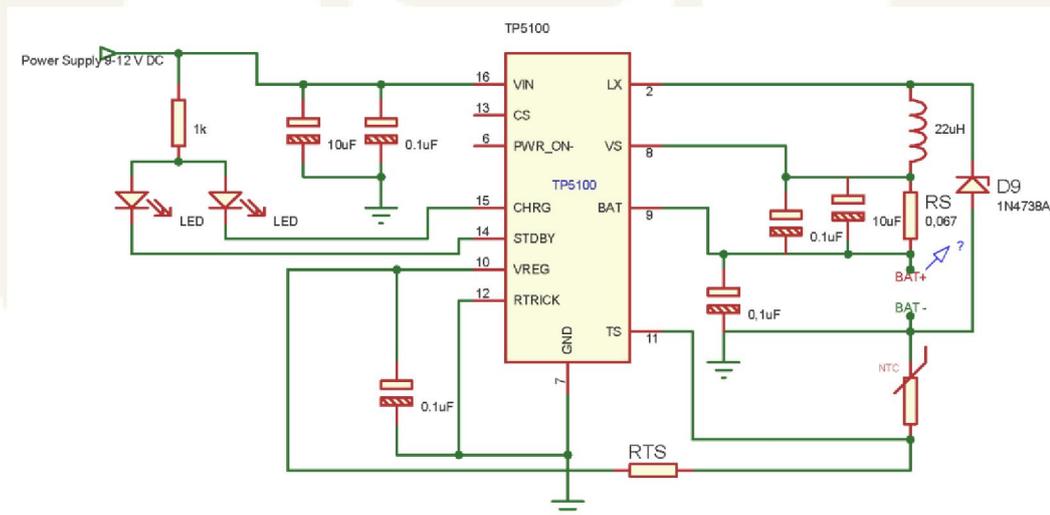
– Titik pengukuran 1 pada *output power supply*



Gambar 48. Titik Pengukuran 1

#### 2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

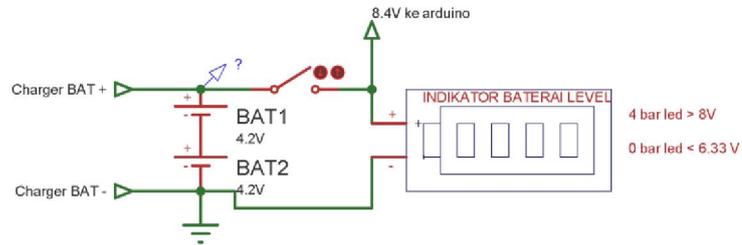
– Titik pengukuran 2 pada *output modul charger TP5100*



Gambar 49. Titik Pengukuran 2

3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

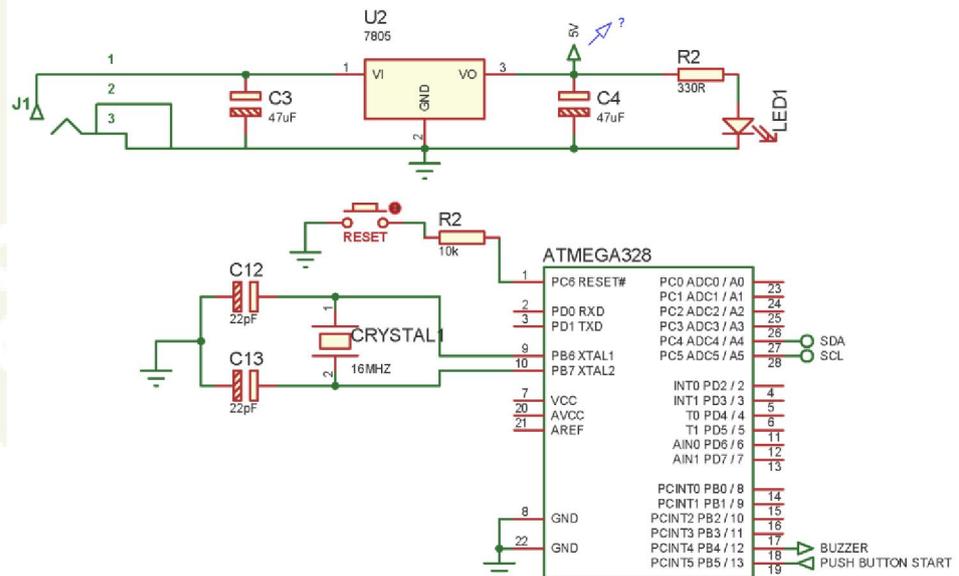
– Titik pengukuran 3 pada *output* baterai



Gambar 50. Titik Pengukuran 3

4. Titik Pengukuran 4 (TP4)

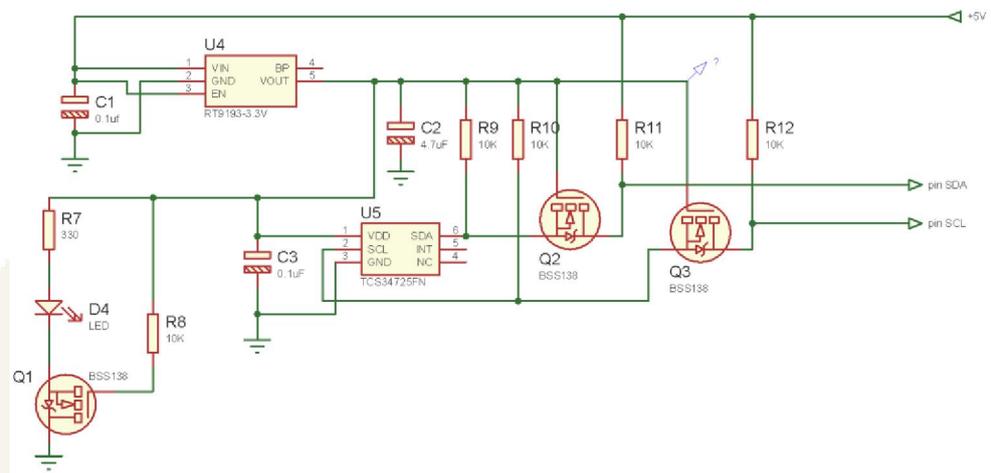
– Titik pengukuran 4 pada tegangan *vcc* 5V *arduino uno*



Gambar 51. Titik Pengukuran

## 5. Titik Pengukuran 5 (TP5)

- Titik pengukuran 5 pada *output* tegangan RT9193-3.3V modul sensor warna tcs34725



Gambar 52. Titik Pengukuran 5

## **BAB IV**

### **PENGUKURAN DAN PENDATAAN**

#### **4.1 Pengertian Pengukuran**

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara perkiraan nilai menurut teori dan hasil pengukuran langsung pada titik-titik pengukuran.

Setelah dilakukan pengukuran maka akan dilakukan pendataan dari data hasil pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel untuk mempermudah analisa data.

#### **4.2 Persiapan Pengukuran**

Dalam proses pengukuran ini, alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Multimeter Digital
  - Merek : HELES
  - Model : UX37
  - Buatan : CHINA

### 4.3 Metode Pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran menggunakan multimeter, osiloskop, dan handphone pada beberapa titik pengukuran. Titik-titik pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran (TP1)

Titik Pengukuran (TP1) terletak pada *output power supply*

2. Titik Pengukuran (TP2)

Titik Pengukuran (TP2) terletak pada *output modul charger TP5100*

3. Titik Pengukuran (TP3)

Titik Pengukuran (TP3) terletak pada *output baterai*

4. Titik Pengukuran (TP4)

Titik Pengukuran (TP4) terletak pada tegangan *vcc 5V arduino uno*

5. Titik Pengukuran (TP5)

Titik Pengukuran (TP5) terletak pada tegangan *output RT9193-3.3V modul sensor warna Tcs34725*

### 4.4 Hasil Pengukuran

Penulis melakukan pengukuran dengan sumber tegangan AC di rumah yaitu 220 V. Hasil pengukuran yang dilakukan pada tiap titik pengukuran yang ditentukan di peroleh hasil sebagai berikut :

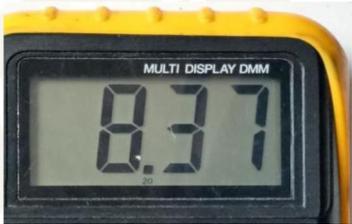
## a) Hasil pengukuran TP 1

Tabel 12. Hasil Pengukuran 1

Titik Pengukuran (TP1)	Hasil Pengukuran	Gambar
Output Power Supply	8.91 VDC	

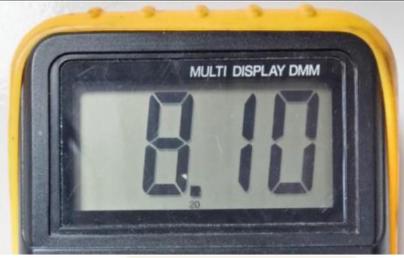
## b) Hasil pengukuran TP 2

Tabel 13. Hasil Pengukuran 2

Titik Pengukuran (TP1)	Hasil Pengukuran	Gambar
Output Modul Charger TP5100	8.37 VDC	

## c) Hasil pengukuran TP 3

Tabel 14. Hasil Pengukuran 3

Titik Pengukuran (TP1)	Hasil Pengukuran	Gambar
<i>Output Baterai Penuh</i>	8.10 VDC	
<i>Output Baterai Low</i>	5.79 VDC	

## d) Hasil pengukuran TP 4

Tabel 15. Hasil Pengukuran 4

Titik Pengukuran (TP1)	Hasil Pengukuran	Gambar
Tegangan vcc 5V <i>Arduino</i> Uno	4.99DC	

## e) Hasil pengukuran TP 5

Tabel 16. Hasil Pengukuran 5

Titik Pengukuran (TP1)	Hasil Pengukuran	Gambar
Tegangan dari <i>output</i> RT9193- 3.3V modul sensor warna Tcs34725	3.3 VDC	

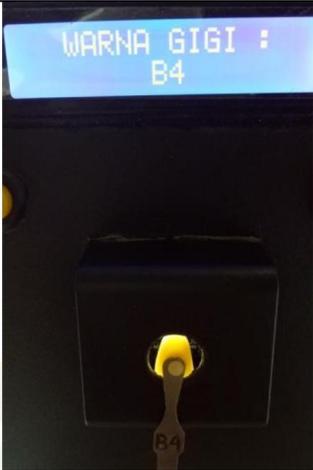
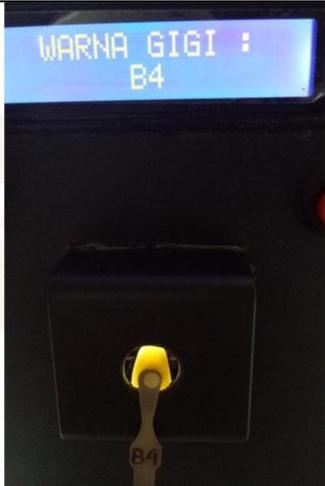
## 4.5 Pengujian

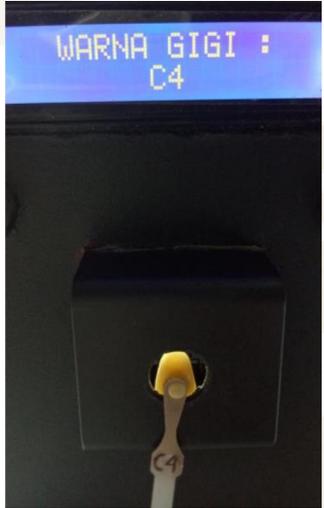
Untuk dapat melakukan analisa pada Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino* dilakukan uji coba alat sebanyak tiga kali percobaan dan didapatkan hasil pendataan dalam table dibawah ini.

Tabel 17. Pengujian Alat

No	Gambar	Keterangan
1	  	<p>Pendeteksian menggunakan sampel gigi A1 dengan tiga kali percobaan.</p>
		

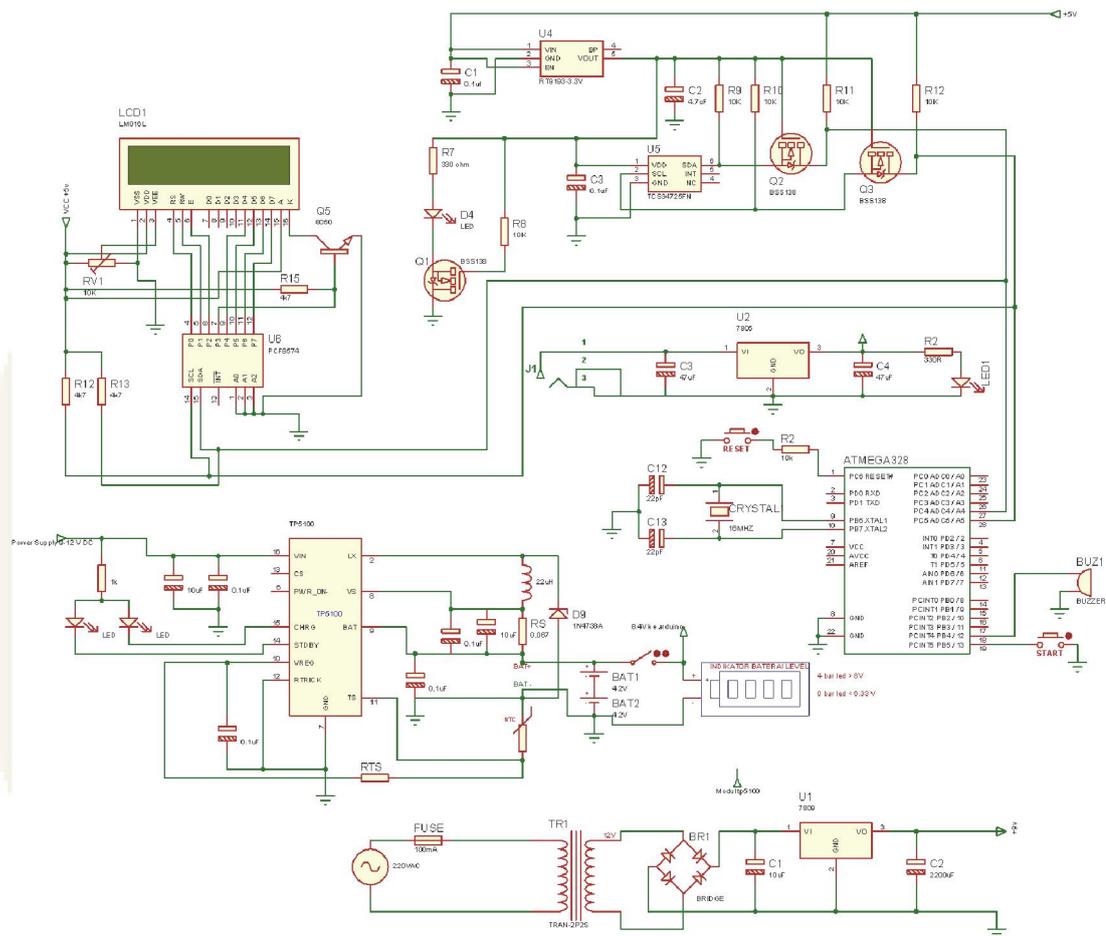
2		Pendeteksian menggunakan sampel gigi A3 dengan tiga kali percobaan.
		
		
3		Pendeteksian

		menggunakan sampel gigi B4 dengan tiga kali percobaan.
		
		
4		Pendeteksian

		menggunakan sampel gigi C4 dengan tiga kali percobaan.
		
		

## BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

### 5.1 Wiring Diagram Keseluruhan Alat



Gambar 53. Wiring Diagram Keseluruhan

### 5.2 Cara Kerja Keseluruhan Alat

Saat kabel *power* disambungkan ke jala PLN tegangan akan masuk ke *fuse* sebagai pengaman arus lebih diturunkan oleh transformator *step down* 1A. Tegangan akan diturunkan dari 220VAC menjadi 12VAC oleh transformator. Selanjutnya tegangan disearahkan oleh dioda *bridge* sebagai penyearah

gelombang penuh sehingga didapatkan tegangan DC dan akan masuk ke kapasitor, kapasitor digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan *ripple*.

*Output power supply* akan masuk ke modul *charger TP5100* untuk diregulasi untuk mengatur tegangan yang digunakan untuk mengisi baterai. Jika saat pengisian baterai berlangsung maka indikator led pada modul *charger TP5100* akan menyala berwarna merah, dan jika baterai sudah terisi penuh maka secara otomatis modul *charger* akan *cut-off* dan led indikator akan menyala berwarna biru. Baterai yang digunakan sebesar 4,2V yang di rangkai seri untuk mendapatkan tegangan 8.4 V sebagai sumber tegangan utama untuk menyuplai keseluruhan rangkaian.

Pada saat sakelar *On/Off* diposisi *On* maka baterai akan menyuplai seluruh rangkaian. Dalam kondisi awal mikrokontroler hidup menginisialisasi *port* dan fungsinya sesuai program yang telah dibuat dan dimasukkan. Kemudian LCD akan menampilkan *reset* dan *start* melalui tombol *push button* yang dimasukkan sesuai kegunaan. Lalu, mikrokontroller akan mengolah dan memerintahkan sensor warna untuk mendeteksi objek sesuai masukan tadi.

Modul sensor warna tcs34725 berfungsi sebagai pendeteksi warna pada objek. Sensor warna mendapat tegangan *inputan* dari vcc 5V pada *arduino* yang nantinya tegangan akan di turunkan oleh regulator dan menjadi tegangan 3,3V. Selanjutnya, saat *push button start* di tekan, maka *arduino* akan memerintah modul sensor warna untuk mendeteksi warna pada sampel gigi. Pada saat modul sensor warna melakukan pendeteksian, secara bersamaan buzzer akan berbunyi sebagai tanda bahwa modul sensor warna telah melakukan pendeteksian warna pada sampel gigi. *Output* dari pendeteksian

yang dilakukan oleh modul sensor warna tersebut akan masuk ke dalam *arduino*, dan *arduino* akan mengolah data. Data yang telah diolah oleh *arduino* akan di tampilkan pada LCD sebagai hasil pendeteksian warna sampel gigi.

### 5.3 Analisis Data Hasil Pengukuran

Analisis data hasil pengukuran ini bertujuan untuk :

1. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran.
2. Mengetahui besarnya presentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran.
3. Mengetahui kemungkinan penyebab perbedaan antara hasil teori dan hasil ukur.

Presentase kesalahan (PK) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

Analisa data untuk masing-masing titik pengukuran adalah sebagai berikut :

#### 5.3.1. Analisa Rangkaian TP 1

Berikut merupakan analisa TP1 :

Merupakan *output* dari power supply yang telah diturunkan melalui *trafo step-down* dan melewati *L7809CV*. Secara teori keluaran pada *L7809CV* adalah 8,64V – 9,36V dan diketahui hasil ukur TP1 adalah 8.91V.

Hal ini menandakan bahwa *power supply* masih bekerja dengan normal karena masih dalam nilai toleransi.

### 5.3.2. Analisa Rangkaian TP 2

Berikut merupakan analisa TP2 :

Merupakan *output* dari modul *charger TP5100* yang digunakan untuk mencharger baterai. Secara teori keluaran pada modul *charger TP5100* adalah 8,4V dan diketahui hasil ukur TP2 adalah 8,37V.

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{(8,4 - 8,37)}{8,4} \right| \times 100 = 0,35\% \end{aligned}$$

Diketahui tegangan hasil pengukuran *output* modul *charger TP5100* adalah 8,37V. Hal ini menandakan bahwa modul *charger TP5100* masih bekerja dengan normal karena tegangan *output* nya masih dalam nilai toleransi.

### 5.3.3. Analisa Rangkaian TP 3

Berikut merupakan analisa TP3 :

Merupakan *output* dari baterai yang digunakan untuk mensupply keseluruhan rangkaian. Secara teori keluaran pada dua baterai *lithium 18650* 4,2V saat penuh dan diketahui hasil ukur TP2 adalah 8,10V.

$$\begin{aligned} PK &= \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100 \\ &= \left| \frac{(8,4 - 8,10)}{8,4} \right| \times 100 = 3,57\% \end{aligned}$$

Saat baterai *low* dan diketahui hasil ukur adalah 5,79V.

$$PK = \left| \frac{(\text{Hasil Teori} - \text{Hasil Ukur})}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100$$

$$= \left| \frac{(5,5-5,79)}{5,5} \right| \times 100 = 5,2\%$$

Hal ini menandakan bahwa baterai masih bekerja dengan normal karena tegangan *output* nya masih dalam nilai toleransi.

#### 5.3.4. Analisa Rangkaian TP 4

Berikut merupakan analisa TP4 :

Merupakan tegangan *vcc* 5V dari *arduino uno* yang digunakan untuk mengolah dan memerintah alat. Secara teori keluaran pada arduino uno yang melewati LM7805 adalah 4,8V – 5,2V dan diketahui hasil ukur TP4 adalah 4,99V.

Hal ini menandakan bahwa *arduino uno* masih bekerja dengan normal karena tegangan *output* yang melewati LM7805 masih dalam nilai toleransi.

#### 5.3.5. Analisa Rangkaian TP 5

Berikut merupakan analisa TP5 :

Merupakan *output* dari RT9193-3.3V yang digunakan untuk penurun tegangan dan penstabil tegangan pada sensor warna Tcs34725. Secara teori keluaran pada RT9193-3.3V sebesar 3.3V dan diketahui hasil ukur TP5 adalah 3.3V. Hal ini menandakan bahwa komponen masih bekerja dengan normal karena tegangan *output* nya akurat.

### 5.3.6. Analisa Hasil Pengujian Alat

Setelah melakukan pengujian empat warna sampel gigi yaitu A1,A3,B4,C4 yang masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 3 kali dan diperoleh hasil pengujian dengan tingkat akurasi 100% dengan syarat tidak terpengaruh cahaya dari luar.



## **BAB VI PENUTUP**

### **6.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan seluruh tahap mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisis pada “*Alat Uji Warna Gigi Berbasis Arduino*”, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terwujudnya Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino*.
2. Alat uji warna gigi berbasis arduino yang dibuat dari hasil pengujian sampel warna gigi A1,A3,B4,C4 diperoleh hasil pengujian dengan tingkat akurasi 100% dengan syarat tidak terpengaruh cahaya dari luar dan rata-rata nilai presentase kesalahan sebesar 3,04%.

### **6.2. Saran**

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan dalam pembuatan alat ini sebagai berikut :

1. Dapat mengembangkan Alat Uji Warna Gigi Berbasis *Arduino* dengan menambahkan pendeteksian warna lebih banyak lagi dari yang sekarang.
2. Dapat mengembangkan alat untuk pendeteksian langsung pada gigi asli pasien.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratiwi, D. (2007). *Gigi sehat: merawat gigi sehari-hari*. Kompas.
- [2] Schuurs, A. H. B. (1993). *Patologi gigi geligi*. Universitas Gajah Mada press, Yogyakarta.
- [3] "repository.umi.ac.id," umi, 2004. [Online]. Available: [http://repository.umi.ac.id/bitstream/handle/123456789/7311/f.%20BAB%20I.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=Vitapan%20Classical%20shade%20guide%20memiliki,Paravina%20dan%20Powers%2C%202004\).](http://repository.umi.ac.id/bitstream/handle/123456789/7311/f.%20BAB%20I.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=Vitapan%20Classical%20shade%20guide%20memiliki,Paravina%20dan%20Powers%2C%202004).) [Accessed 10 Maret 2020].
- [4] Prasetyo, E. B. (2019). *MODIFIKASI TONGKAT BANTU TUNANETRA*. SEMARANG: STIKES WIDYA HUSADA.
- [5] Wikipedia. *Transformator*. (wikipedia.org) Dipetik Desember 19, 2019, dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Transformator>
- [6] Cecep, M. (2018, September). *Cara Menghitung Kapasitas Fuse atau Sekering Pada Rangkaian Listrik Motor atau Mobil*. Dipetik Desember 16, 2019, dari [mazcecep.blogspot.com](https://mazcecep.blogspot.com): <https://mazcecep.blogspot.com/2018/09/cara-menghitung-kapasitas-fuse-atau.html>

- [7] hariz\_riandi. (2013, Juni 13). *Pengertian dan prinsip kerja Buzzer*. Dipetik Desember 16, 2019, dari r-dy-techno.blogspot.com: <http://r-dy-techno.blogspot.com/2013/06/pengertian-dan-prinsip-kerja-buzzer.html>
- [8] Kho, D. *Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya*. Dipetik Desember 16, 2019, dari teknikelektronika.com: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>
- [9] ELEKTRONIKA, J. (2013, Desember). *LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)*. Dipetik Desember 16, 2019, dari <http://alkhobiiri86.blogspot.com>: <http://alkhobiiri86.blogspot.com/2013/09/lcd-liquid-crystal-display.html>
- [10] purnomosejati. (2011, Agustus 25). *Mengenal Komunikasi I2C(Inter Integrated Circuit)*. Dipetik Desember 16, 2019, dari [purnomosejati.wordpress.com](http://purnomosejati.wordpress.com): <https://purnomosejati.wordpress.com/2011/08/25/mengenal-komunikasi-i2cinter-integrated-circuit/>
- [11] 503hendri. (2013, Maret). *Arduino UNO*. Dipetik Desember 16, 2019, dari [belajar-dasar-pemrograman.blogspot.com](https://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.com): <https://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.com/2013/03/arduino-uno.html>
- [12] idekubagus. (2018, Januari 10). *15 Fungsi Pin pada Arduino Uno r3* . Dipetik Desember 16, 2019, dari [www.idekubagus.com](http://www.idekubagus.com): <https://www.idekubagus.com/2018/01/15-fungsi-pin-pada-arduino-uno-r3.html>

- [13] Kho, D. (t.thn.). *Jenis-jenis IC Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)*. (teknikelektronika.com) Dipetik Desember 19, 2019, dari <https://teknikelektronika.com/jenis-ic-voltage-regulator-pengatur-tegangan/>
- [14] Kho, D. (n.d.). *Pengertian Baterai Dan Jenis-Jenisnya*. Retrieved from Teknikelektronika.com: <https://teknikelektronika.com/pengertian-baterai-jenis-jenis-baterai/>
- [15] “sunrom,” [Online]. Available: <https://www.sunrom.com/p/tcs34725-rgb-color-sensor-module-ir-filter-and-white-led-digital-i2c-output> [Accessed 11 Maret 2020].
- [16] "repository.uin-suska.ac.id," uin, 2020. [Online]. Available: <http://repository.uin-suska.ac.id/27409/1/laporan%20Full%20Tanpa%20BAB%20V.pdf> [Accessed 10 Maret 2020].
- [17] “caratekno,” 22 agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.caratekno.com/cara-mengisi-ulang-baterai-lithium-ion/> [Accessed 13 September 2020].
- [18] “p2k.unkris,” [Online]. Available: [http://p2k.unkris.ac.id/id3/1-3065-2962/Sakelar\\_25840\\_p2k-unkris.html](http://p2k.unkris.ac.id/id3/1-3065-2962/Sakelar_25840_p2k-unkris.html) [Accessed 9 Juni 2020].



# LAMPIRAN