

***ULTRASONIC CLEANER DENGAN SISTEM PEMBUANGAN
AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328***

**Karya Tulis Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
dalam Menempuh Program Pendidikan
Diploma III Teknik Elektromedik**



Disusun Oleh :

Listiono Hendro Wibowo

(16.04.039)

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTROMEDIK
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN
WIDYA HUSADASEMARANG**

2019



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : *ULTRASONIC CLEANER* DENGAN SISTEM PEMBUANGAN

AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328

NAMA : LISTIONO HENDRO WIBOWO

NIM : 16.04.039

“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 bersedia untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknik Elektromedik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Semarang, Agustus 2019

LISTIONO HENDRO WIBOWO

Penulis



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : *ULTRASONIC CLEANER* DENGAN SISTEM PEMBUANGAN

AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328

NAMA : LISTIONO HENDRO WIBOWO

NIM : 16.04.039

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

Menyetujui,

Pembimbing

Agus Supriyanto S.T.
NUPN:9906977970



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : *ULTRASONIC CLEANER* DENGAN SISTEM PEMBUANGAN

AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328

NAMA : LISTIONO HENDRO WIBOWO

NIM : 16.04.039

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Kamis tanggal 26 bulan September tahun 2019.

Dewan Penguji:

Anggota I

Anggota II

Agus Supriyanto, S T
NUPN. 9906977970

Inayatus Solekhah, S.ST

Ka. Prodi DIII TEM

Ketua Penguji

Agung Satrio Nugroho, M T
NIDN. 0619058101

Agung Satrio Nugroho, M T
NIDN. 0619058101

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusunan karya tulis ilmiah yang berjudul "*ULTRASONIC CLEANER* DENGAN SISTEM PEMBUANGAN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328" dapat selesai tepat pada waktunya. Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan gelar Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada. Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini penulis banyak mendapat bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Anugerah berupa Nikmat, Rahmat, Karuniah dan Hidayah-Nya yang selalu di limpahkan kepada kami.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan cahaya dalam gelapnya kehidupan, shalawat serta salam yang tak pernah berhenti kami ucapkan kepada-Nya.
3. Dr. Hargianti Dini Iswandari, dr.g,MM. Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada.
4. Agung Satrio Nugroho M,T. Ketua Program Studi DIII Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widya Husada Semarang.
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 dan Staf Administrasi Program Studi Diploma III Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Widya Husada yang telah memberikan materi tambahan dalam pembuatan alat dan KTI ini.
7. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan motivasi, doa dan bantuan dalam bentuk moral dan materi
8. Teman-teman seperjuangan saya yang selalu mendukung dan membantu dalam mengerjakan KTI ini.

Semoga peran serta yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dan limpahan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwasanya dalam penulisan karya tulis ilmiah ini masih banyak kekurangan baik dari segi teknis, teori maupun materi yang terkandung di dalamnya. Untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun semangat penulis harapkan demi pengeta

huan dan perbaikan penulis untuk masa yang akan datang. Akhirnya penulis hanya dapat berharap agar Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Prodi DIII Teknik Elektromedik STIKES WIDYA HUSADA dan bagi pembaca umum nya.

Semarang, Agustus 2019

Listiono Hendro Wibowo

16.04.039

ABSTRAK

Ultrasonic Cleaner merupakan sebuah alat pembersih dengan menggunakan metode ultrasonik, metode ini menggunakan vibrasi atau getaran yang dihasilkan dari transduser ultrasonik untuk memecah partikel yang menempel pada obyek melalui media air. Adapun fungsi kerja alat ini digunakan untuk membersihkan kotoran yang terdapat di sisi yang sulit terjangkau pada peralatan kedokteran gigi, Pada proses pembersihan peralatan tersebut oleh orang masih menggunakan cara manual yaitu dengan membersihkan langsung dengan kedua tangan, pada zaman sekarang cara tersebut kurang efisien dikarenakan faktor efisien waktu serta dapat membersihkan kotoran yang terdapat di sela-sela yang sulit terjangkau.

Karena permasalahan tersebut, penulis berencana untuk merancang dan membuat alat yang dapat membersihkan peralatan tersebut secara otomatis dan efisien, penulis merancang alat ultrasonic cleaner dengan sistem pembuangan air otomatis yang berbasis ARDUINO ATMEGA 328 agar lebih efisien dalam hal pengoperasian alat.

Dari hasil yang telah didapat melalui perencanaan bahwa alat Ultrasonic Cleaner yang telah dibuat mampu membersihkan peralatan kedokteran gigi dengan baik, pada alat ini memiliki nilai akurasi pada *uotput* frekuensinya sebesar 92,3%, maka penulis menyarankan memperbesar kapasitas *chamber* sehingga dapat banyak alat yang bisa dibersihkan, apabila tidak ada air tetapi alat masih bekerja, dikasih alarm dan tampilan “isi air”, belum dilengkapi indikator pada saat air kurang atau penuh pada *chamber*.

Kata Kunci : Ultrasonic Cleaner, Mikrokontroler, Arduino Atmega 328, Drain pump, Water sensor

ABSTRAC

Ultrasonic Cleaner is a cleaning tool with using ultrasonic method, this method use the vibration or vibration resulting from ultrasonic transducer to break up particles that stick to the object through the medium of water. As for the function of the working tool is used to clean up the grime that's located on the side which is hard on equipment dentistry, In the process of cleaning the equipment by people still using the manual method which is by cleaning directly with both hands, in this time the method is less efficient due to time efficient factors and can clean up dirt on the sidelines that are difficult to reach.

Because of these problems, the authors plan to design and create tools that can clean the equipment automatically without needing someone struggled issued his energies, the authors designing ultrasonic cleaner tool with automatic water disposal system based Arduino Atmega 328 for more sophisticated in terms of the operation of the tool.

From the results obtained through planning that the Ultrasonic Cleaner tool that has been made is capable of cleaning dental equipment well, this tool has an accuracy value at the frequency output of 92,3 %, the authors suggest enlarge the chamber capacity so that it can multiply the tool that are clened, if there is no water but the tool is still working, it is given an alarm an a "water content" display, not equeipped with an indicator when the water is lees or full in the chamber.

Keyword : Ultrasonic cleaner, Microcontroller, Arduino Atmega 328, Drain pump, Water Sensor

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN KARYA TULIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAC	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Daftar Istilah	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1. <i>Ultrasonic Cleaner</i>	3
2.2. <i>Prinsip kerja alat</i>	3
2.3. Resistor	4
2.3.1. Rangkaian Resistor Seri	7
2.3.2. Rangkaian Resistor Paralel	7
2.4. Kapasitor	8
2.3.1. Rangkaian Kapasitor Paralel	10
2.3.2. Rangkaian Kapasitor Seri	11
2.5. Sekering (Fuse)	12

2.6.	Dioda	13
2.7.	<i>Transistor</i>	14
2.7.1.	Cara Kerja <i>Transistor</i> :	15
2.7.2.	Jenis-jenis <i>Transistor</i>	16
2.7.3.	<i>Transistor</i> Sebagai Saklar	17
2.7.4.	Daerah Kerja <i>Transistor</i>	17
2.8.	MOSFET	18
2.9.	<i>Transformator</i>	20
2.10.	<i>IC Regulator</i>	23
2.11.	<i>Light Emitting Diode</i> (LED).....	25
2.12.	<i>Buzzer</i>	26
2.13.	<i>Push Button</i>	27
2.14.	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	27
2.14.1.	Material LCD	28
2.15.	H-bridge.....	30
2.15.1	Prinsip kerja H bridge	31
2.16.	Transduser Piezoelektrik	32
2.17.	Penyearah Gelombang Penuh Dan Filter.....	34
2.18.	At Mega328	38
2.19.	Arduino Nano	39
2.20.	Drain Pump.....	40
2.21.	Water Sensor	41
BAB III PERENCANAAN ALAT		43
3.1.	Tahapan Perencanaan	43
3.2.	Spesifikasi Alat.....	44
3.3.	Casing.....	45
3.4.	Perencanaan Blok Diagram <i>Ultrasonic Cleaner</i>	46

3.5.	Cara Kerja Blok diagram	48
3.6.	Perencanaan <i>Wiring Diagram</i>	48
3.6.1.	Perencanaan Rangkaian <i>Power Supply</i>	49
3.6.2.	Perencanaan Rangkaian <i>Driver Ultrasonik</i>	51
3.6.3.	Perencanaan Rangkaian <i>Drain Pump driver</i>	52
3.6.4.	Perencanaan Rangkaian Indikator <i>Alarm</i>	53
3.6.5.	Perencanaan Rangkaian LCD	54
3.6.6.	Perencanaan Rangkaian <i>Push Button</i>	55
3.6.7.	Perencanaan Rangkaian Mikrokontroler	56
3.6.8.	Perencanaan Rangkaian Sensor Air	57
3.7.	Perencanaan Flowchart	58
3.8.	Penjelasan Flowchart	60
3.9.	Perencanaan Titik Pengukuran (TP)	61
3.9.1.	Persiapan Alat dan Bahan	62
3.9.2.	Pembuatan Modul	62
BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN		65
4.1.	Pengertian	65
4.2.	Persiapan Pengukuran	65
4.3.	Metode Pengukuran	65
4.4.	Hasil Pengukuran	67
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		71
5.1	Rangkaian Keseluruhan	71
5.1.1	Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan	71
5.2	Analisa Data Hasil Pengukuran	73
5.2.1	Analisa TP1	73
5.2.2	Analisa TP2	74
5.2.3	Analisa TP3	75
5.2.4	Analisa TP4	75
5.2.5	Analisa TP5	76

5.2.6	Analisa TP6.....	76
5.2.7	Analisa TP7.....	77
BAB VI PENUTUP		78
6.1.	KESIMPULAN	78
6.2.	SARAN	78
DAFTAR PUSTAKA		79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk fisik alat ultrasonic cleaner	3
Gambar 2. Gambar Resistor	5
Gambar 3. Contoh Resistor Seri.....	7
Gambar 4. Contoh Resistor Paralel	8
Gambar 5. Fisik dan simbol kapasitor.....	10
Gambar 6. Contoh Kapasitor Paralel	10
Gambar 7. Contoh Kapasitor Seri	11
Gambar 8. Fisik fuse	13
Gambar 9. Simbol dan Gambar Dioda.....	14
Gambar 10. Karakteristik dioda	14
Gambar 11. Kaki pada Transistor	14
Gambar 12. Simbol dan Tipe pada Transistor	16
Gambar 13. Daerah Kerja Transistor	17
Gambar 14. Transistor Mode Pengosongan	19
Gambar 15. Transistor Mode Peningkatan	20
Gambar 16. Trafo	21
Gambar 17. Simbol transformator step up	22
Gambar 18. Simbol transformator step down	23
Gambar 19. Gambar LED beserta Simbol nya.....	25
Gambar 20. Buzzer.....	26
Gambar 21. Liquid Crystal Display	27
Gambar 22. Rangkaian H bridge.....	31
Gambar 23. S1 dan S4 tertutup	32
Gambar 24. S2 dan S3 tertutup	32
Gambar 25. Transduser Piezoelektrik.....	33
Gambar 26. Blok Diagram rectifier	34
Gambar 27. Penyearah gelombang penuh 4 dioda.....	35
Gambar 28. Grafik gelombang penuh 4 dioda.....	36
Gambar 29. Penyearah dilengkapi filter kapasitor.....	36
Gambar 30. Mikrokontroler Arduino Nano ATmega 328	38
Gambar 31. Pining Microcontroller ATmega 328p	39
Gambar 32. Drain pump.....	40
Gambar 33. sensor level air.....	41
Gambar 34. Tampak atas.....	45
Gambar 35. Tampak samping kanan.....	45
Gambar 36. Tampak samping kiri.....	46
Gambar 37. Blok Diagram	46
Gambar 38. Rangkaian Power Supply	49

Gambar 39. Rangkaian Driver Ultrasonik	51
Gambar 40. Rangkaian Driver Drain Pump.....	52
Gambar 41. Rangkaian Indikator Alarm.....	53
Gambar 42. Rangkaian LCD.....	54
Gambar 43. Rangkaian Push Button	55
Gambar 44. Rangkaian Mikrokontroler	56
Gambar 45. Rangkaian sensor air	57
Gambar 46. Rangkaian Keseluruhan.....	71



DAFTAR TABEL

Table 1. Tabel Resistor	6
Table 2. Tegangan Keluaran dan Tegangan Maksimum IC Regulator.....	24
Table 3. Perencanaan Komponen Power Supply	50
Table 4. Perencanaan Komponen Bagian Driver dan Transduser Ultrasonik	51
Table 5. Perencanaan Bagian Driver dan Drain pump.....	52
Table 6. Perencanaan Komponen Indikator Alarm	53
Table 7. Perencanaan Komponen LCD.....	54
Table 8. Perencanaan Komponen Push Button	56
Table 9. Perencanaan Komponen Mikrokontroler ATMEGA 328.....	57
Table 10. Perencanaan komponen sensor air	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam bidang industri, perlahan-lahan peralatan manual mulai digantikan dengan peralatan elektronik yang dapat bekerja secara otomatis. Sebagai contoh pada peralatan kedokteran gigi tersebut akan dibersihkan cukup dengan menggunakan alat *ultrasonic cleaner* yang akan membersihkan peralatan tersebut secara otomatis tanpa harus seseorang mengeluarkan tenaganya dengan melakukan pembersihan secara manual serta lebih efisien.

Ultrasonic Cleaner merupakan sebuah alat pembersih dengan menggunakan metode ultrasonik, metode ini menggunakan vibrasi atau getaran yang dihasilkan dari transduser ultrasonik untuk memecah partikel yang menempel pada obyek atau instrumen melalui media air. Alat ini digunakan untuk membersihkan instrumen dari kotoran yang menempel dipermukaan ataupun yang berada di sela-sela obyek atau instrumen.

Berkaitan dengan hal tersebut penulis ingin merancang alat *Ultrasonic Cleaner* yang dapat berfungsi untuk membersihkan peralatan tersebut dari kotoran yang melekat pada peralatan kedokteran gigi.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas penulis tertarik untuk membuat alat “*ULTRASONIC CLEANER DENGAN SISTEM PEMBUANGAN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328*”

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan modul ini adalah:

1. Tujuan membuat modifikasi *ultrasonic cleaner* adalah untuk membuat suatu alat pembersih dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang terintegrasi dengan mikrokontroler serta membuang air otomatis.
2. Mempermudah pembersihan instrumen yang kotor tanpa menggunakan tangan dan sampai keselah tersempit .

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan alat ini tidak terjadi pelebaran masalah saat pengujian, penulis membatasi pokok – pokok permasalahan yang akan dibahas.

Batasan masalah yang penulis buat meliputi:

1. Alat bekerja dengan bantuan media chamber yang berisi air.
2. Rentang timer 5-15 menit.
3. Pembuangan air bekerja otomatis setelah timer selesai dan drain pump akan mati jika air pada chamber sudah habis.
4. Frekuensi transduser ultrasonik yang digunakan 40KHz

1.4. Daftar Istilah

1. *Ultrasonic cleaner* adalah alat pembersih yang menggunakan gelombang ultrasonik (biasanya 20 - 400Khz).
2. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. *Ultrasonic Cleaner*

Ultrasonic Cleaner adalah suatu alat yang dirancang untuk kebutuhan membersihkan peralatan medis maupun non medis tertentu dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan vibrasi. Vibrasi tersebut akan dirambatkan melalui medium cair untuk menghasilkan gelembung - gelembung kavitasi yang dapat memecah partikel atau kotoran yang menempel pada obyek.

Bentuk fisik dari alat Ultrasonic Cleaner seperti berikut:



Gambar 1. Bentuk fisik alat ultrasonic cleaner

2.2. *Prinsip kerja alat*

Prinsip kerja ultrasonic cleaner adalah mengubah energi listrik menjadi getaran dengan frekuensi sangat tinggi. Getaran ini akan dirambatkan melalui medium cair ke benda-benda yang berada di dalam medium itu. Partikel yang

melekat akan terlepas, molekul-molekul akan terurai, sel akan pecah, dan DNA akan terpotong-potong sebagai akibat dari getaran yang mengenainya.

Dalam penggunaan alat *Ultrasonic Cleaner*, instrumen yang akan dibersihkan diletakkan di dalam chamber pembersih yang berisi air biasa atau larutan pembersih. Waktu yang dibutuhkan untuk pembersihan adalah 6 – 10 menit atau lebih sampai sisa kotoran yang ada pada instrumen tersebut telah bersih.

Frekuensi umum yang bisa digunakan adalah 20 – 40 KHz untuk pembersihan berat pada peralatan seperti mesin blok logam berat, benda yang sangat berminyak. Frekuensi 40 – 70 KHz digunakan untuk pembersihan umum dari bagian optik mesin, sangat baik untuk membersihkan partikel kecil. Frekuensi 70 – 200 KHz digunakan untuk pembersihan ringan secara ultra dari optik, semikonduktor, disk drive.[1]

2.3. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya. Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium). Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω).[2]

Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Seperti rumus dibawah ini:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.1)$$

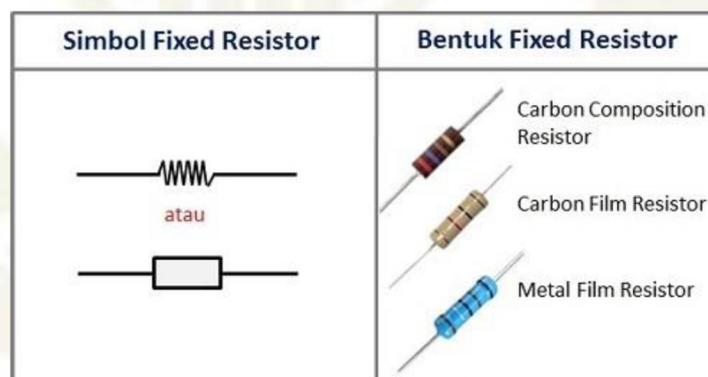
R = Resistor (Ω)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

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.



Gambar 2. Gambar Resistor

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida

dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Untuk daftar kode warna resistor dapat dilihat pada Tabel 2.1. :

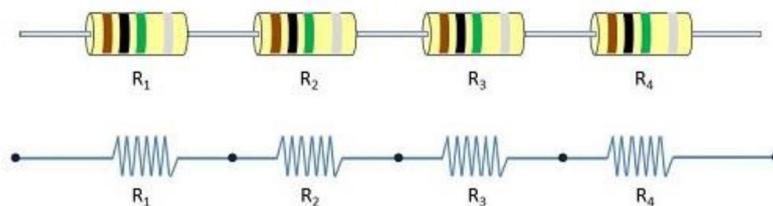
Table 1. Tabel Resistor

W a r n a	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi
Hitam	0	1	-
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	-
Kuning	4	10.000	-
Hijau	5	100.000	0.5%
Biru	6	10^6	0.25%
Violet	7	10^7	0.1%
Abu-abu	8	10^8	0.05%
Putih	9	10^9	-
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa warna	-	-	20%

2.3.1. Rangkaian Resistor Seri

Rangkaian Seri Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Resistor yang disusun secara sejajar atau berbentuk Seri. Rumus dari Rangkaian Seri seperti dibawah ini:[2]

Rangkaian Seri Resistor



Gambar 3. Contoh Resistor Seri

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n \dots \dots \dots (2.1)$$

R_{total} = Total Nilai Resistor (Ω)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

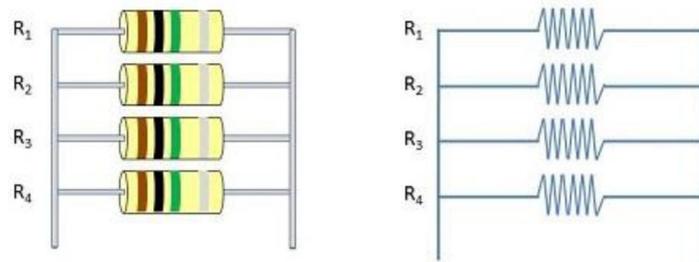
R_n = Resistor ke-n (Ω)

2.3.2. Rangkaian Resistor Paralel

Rangkaian Paralel Resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Resistor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Sama seperti dengan Rangkaian Seri, Rangkaian Paralel juga dapat digunakan

untuk mendapatkan nilai hambatan pengganti. Rumus dari Rangkaian Paralel seperti dibawah ini:[2]

Rangkaian Paralel Resistor



Gambar 4. Contoh Resistor Paralel

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \dots + \frac{1}{R_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

R_{total} = Total Nilai Resistor (Ω)

R_1 = Resistor ke-1 (Ω)

R_2 = Resistor ke-2 (Ω)

R_3 = Resistor ke-3 (Ω)

R_n = Resistor ke-n (Ω)

2.4. Kapasitor

Kapasitor (*Kondensator*) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Kapasitor

menggunakan satuan farad (F). Satu farad didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang dapat disimpan (dalam satuan Coulomb) persatu volt tegangan.[2]

$$\text{Kapasitansi (C)} = \frac{\text{Muatan (Q)}}{\text{Tegangan (V)}} \dots \dots \dots (2.3)$$

C = Kapasitansi (Farad)

Q = Muatan Listrik (Coulomb)

V = Beda Potensial (Volt)

Kapasitor elektrolit dapat dibedakan menjadi 2 macam menurut polaritas yaitu:

1. Jenis kapasitor Polar

Jenis kapasitor ini memerlukan perhatian saat pemasangan. Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada kapasitor. Biasanya dipergunakan pada rangkaian power supply yang memiliki polaritas (+) dan (-).

2. Jenis kapasitor Non Polar

Berbeda dengan kapasitor polar, kapasitor non polar tidak memiliki polaritas, sehingga cara pemasangan jauh lebih mudah.

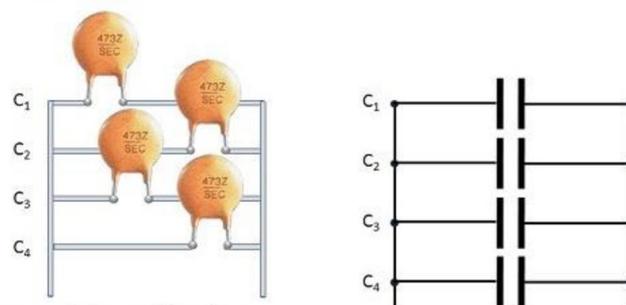
<p>Kapasitor Biasa (Non-Polaritas)</p>		
<p>Kapasitor Elektrolit (memiliki Polaritas)</p>		<p>atau</p> 
<p>Kapasitor Variabel (Variable Capacitor)</p>		

Gambar 5. Fisik dan simbol kapasitor

2.3.1. Rangkaian Kapasitor Paralel

Rangkaian Paralel Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih Kapasitor yang disusun secara berderet atau berbentuk Paralel. Dengan menggunakan Rangkaian Paralel Kapasitor ini, kita dapat menemukan nilai Kapasitansi pengganti yang diinginkan

Rangkaian Paralel Kapasitor (Kondensator)



Gambar 6. Contoh Kapasitor Paralel

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n \dots \dots \dots (2.4)$$

C_{total} = Total Nilai Kapasitor (F)

C_1 = Kapasitor ke-1 (F)

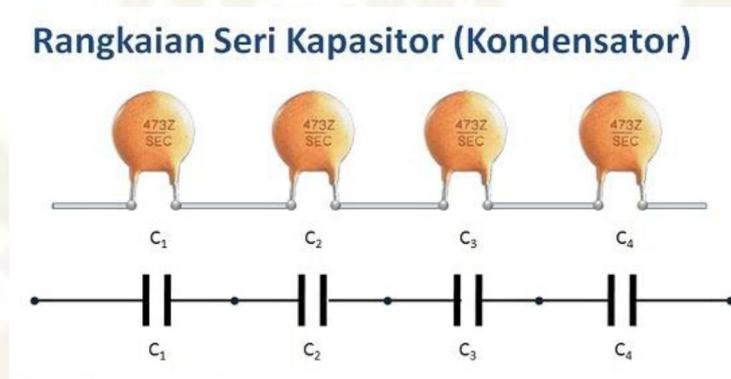
C_2 = Kapasitor ke-2 (F)

C_3 = Kapasitor ke-3 (F)

C_n = Kapasitor ke-n (F)

2.3.2. Rangkaian Kapasitor Seri

Rangkaian Seri Kapasitor adalah Rangkaian yang terdiri dari 2 buah dan lebih Kapasitor yang disusun sejajar atau berbentuk Seri. Seperti halnya dengan Rangkaian Paralel, Rangkaian Seri Kapasitor ini juga dapat digunakan untuk mendapat nilai Kapasitansi Kapasitor pengganti yang diinginkan. Hanya saja, perhitungan Rangkaian Seri untuk Kapasitor ini lebih rumit dan sulit dibandingkan dengan Rangkaian Paralel Kapasitor.



Gambar 7. Contoh Kapasitor Seri

$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \dots + \frac{1}{C_n} \dots \dots \dots (2.5)$$

C_{total} = Total Nilai Kapasitor (F)

C_1 = Kapasitor ke-1 (F)

C_2 = Kapasitor ke-2 (F)

C_3 = Kapasitor ke-3 (F)

C_n = Kapasitor ke-n (F)

2.5. Sekering (Fuse)

Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika maupun perangkat listrik. Sekering pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (short circuit) dalam sebuah peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusya sekering tersebut, arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam rangkaian elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian elektronika yang bersangkutan. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan elektronika dari kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan, sekering juga sering disebut sebagai pengaman listrik.

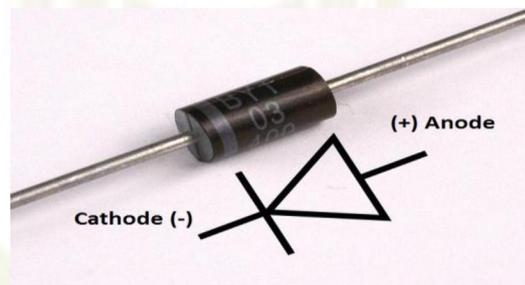
Sekering terdiri dari 2 terminal dan biasanya dipasang secara seri dengan rangkaian elektronika / listrik yang akan dilindunginya sehingga apabila sekering tersebut terputus maka akan terjadi Open Circuit (rangkaiannya terbuka) yang memutuskan hubungan aliran listrik agar arus listrik tidak dapat mengalir masuk ke dalam Rangkaian yang dilindunginya.



Gambar 8. Fisik fuse

2.6. Dioda

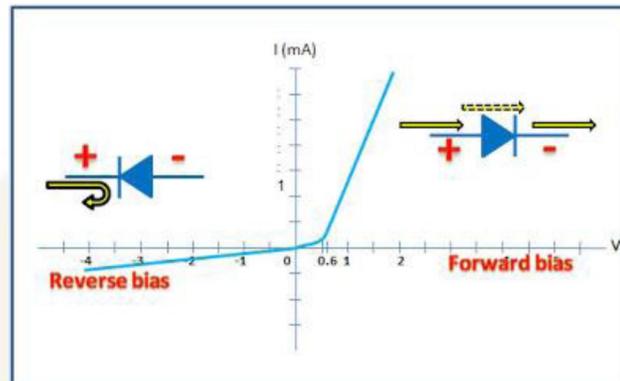
Dioda merupakan komponen yang memberikan resistansi yang sangat rendah terhadap aliran arus, pada arah yang berlawanan. Karakteristik ini memungkinkan dioda untuk digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang menuntut rangkaian untuk memberikan tanggapan yang berbeda sesuai dengan arah arus yang mengalir di dalamnya.



Gambar 9. Simbol dan Gambar Dioda

Karakteristik dioda adalah perilaku sebuah komponen dioda ketika dia dialiri arus listrik baik searah (DC) atau bolak-balik(AC). Secara dasar kita bisa memahami. Karakteristik dioda secara sederhana maupun detail. Karakteristik dioda yang paling dasar adalah ia akan menghantar jika diberi bias maju (*forward*) dan akan menghambat jika diberi bias terbalik (*reverse*).[2]

Gambar 10. Simbol dan Gambar Dioda



Gambar 11. Karakteristik dioda

2.7. *Transistor*

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, di mana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.



1. Emitter
2. Base
3. Collector

Gambar 12. Kaki pada *Transistor*

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil (stabilisator) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya. [2]

2.7.1. Cara Kerja *Transistor*:

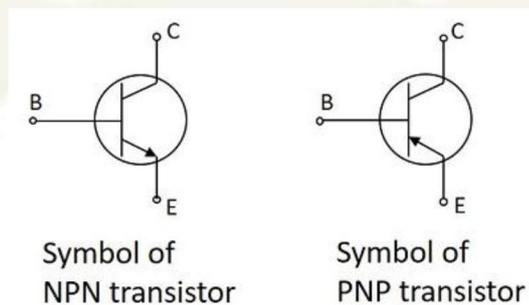
Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar junction transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda.

Disebut Transistor bipolar karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus

listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar di mana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

2.7.2. Jenis-jenis *Transistor*



Gambar 13. Simbol dan Tipe pada *Transistor*

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori:

1. Materi semikonduktor: *Germanium, Silikon, Gallium Arsenide*
2. Kemasan fisik: *Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC*, dan lain-lain
3. Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain.
4. Polaritas: NPN atau *N-channel*, PNP atau *P-channel*

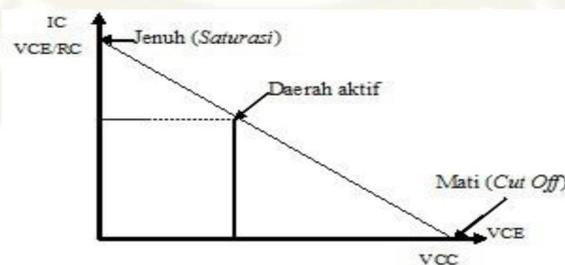
5. Maximum kapasitas daya: *Low Power, Medium Power, High Power*
6. *Maximum* frekuensi kerja: *Low, Medium, atau High Frequency, RF transistor, Microwave*, dan lain-lain

2.7.3. Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor adalah sebagai saklar yaitu bila berada pada dua daerah kerjanya yaitu daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (cut-off). Transistor akan mengalami perubahan kondisi dari menyumbat ke jenuh dan sebaliknya. Transistor dalam keadaan menyumbat dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan terbuka, sedangkan dalam keadaan jenuh seperti saklar yang menutup.

Rangkaian switch dengan transistor banyak digunakan sebagai pengontrol relay, motor, selenoid dan lampu atau sebagai driver input-output pada rangkaian IC digital (TTL). Cara kerja transistor sebagai saklar berada pada 2 keadaan yaitu; kondisi Saturasi (switch ON) dan kondisi Cut-Off (switch OFF).

2.7.4. Daerah Kerja Transistor



Gambar 14. Daerah Kerja Transistor

1. Daerah Jenuh Transistor (Saturasi)

Daerah kerja *transistor* saat jenuh adalah keadaan dimana *transistor* mengalirkan arus secara maksimum dari kolektor ke emitor sehingga *transistor* tersebut seolah-olah short pada hubungan kolektor – emitor. Pada daerah ini transistor dikatakan menghantar maksimum (sambungan CE terhubung maksimum).[3]

2. Daerah Aktif *Transistor*

Pada daerah kerja ini *transistor* biasanya digunakan sebagai penguat sinyal. *Transistor* dikatakan bekerja pada daerah aktif karena *transistor* selalu mengalirkan arus dari kolektor ke emitor walaupun tidak dalam proses penguatan sinyal, hal ini ditujukan untuk menghasilkan sinyal keluaran yang tidak cacat. Daerah aktif terletak antara daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (Cut off).[3]

3. Daerah Mati *Transistor (Cut Off)*

Daerah *cut off* merupakan daerah kerja *transistor* dimana keadaan *transistor* menyumbat pada hubungan kolektor – emitor. Daerah *cut off* sering dinamakan sebagai daerah mati karena pada daerah kerja ini *transistor* tidak dapat mengalirkan arus dari kolektor ke emitor. Pada daerah *cut off transistor* dapat di analogikan sebagai saklar terbuka pada hubungan kolektor – emitor.[3]

2.8. MOSFET

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis

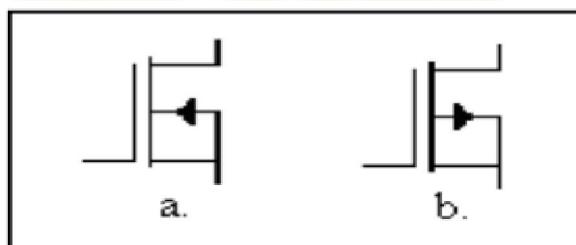
transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS).

Bahan silicon digunakan sebagai landasan (substrat) dari penguras (drain), sumber (source), dan gerbang (gate). Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (Bipolar Junction Transistor), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah.

Bila dilihat dari cara kerjanya, transistor MOS dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Transistor Mode Pengosongan (Transistor Mode Depletion)

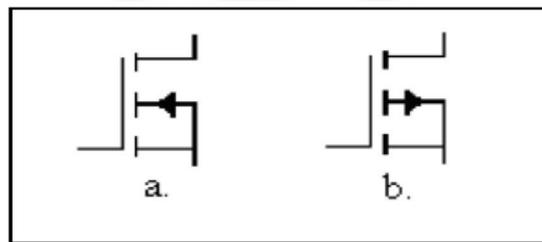
Pada transistor mode depletion, antara drain dan source terdapat saluran yang menghubungkan dua terminal tersebut, dimana saluran tersebut mempunyai fungsi sebagai saluran tempat mengalirnya elektron bebas. Lebar dari saluran itu sendiri dapat dikendalikan oleh tegangan gerbang. Transistor MOSFET mode pengosongan terdiri dari tipe-N dan tipe-P, simbol transistor ditunjukkan dalam Gambar dibawah.



Gambar 15. Transistor Mode Pengosongan

b. Transistor Mode Peningkatan (Transistor Mode Enhancement)

Transistor mode enhancement ini pada fisiknya tidak memiliki saluran antara drain dan sourcena karena lapisan bulk meluas dengan lapisan SiO₂ pada terminal gate. Transistor MOSFET mode peningkatan terdiri dari tipe-N dan tipe-P, simbol transistor ditunjukkan dalam Gambar dibawah.



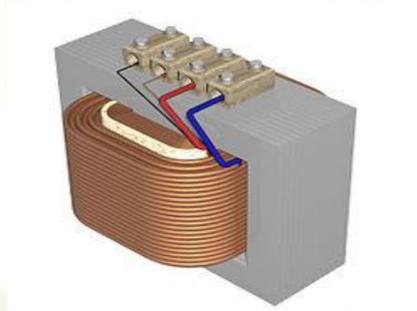
Gambar 16. Transistor Mode Peningkatan

2.9. *Transformer*

Transformer adalah alat untuk menggabungkan (*coupling*) daya atau sinyal AC dari suatu rangkaian ke rangkaian yang lainnya. Tegangan dapat dinaikan (*stepped-up*) tegangan sekunder lebih besar dari tegangan primer atau diturunkan (*stepped-down*) tegangan sekunder lebih kecil dari tegangan primer. *Transformer* adalah komponen pasif seperti halnya resistor, kapasitor, dan induktor. Aplikasi-aplikasi umum *transformator* meliputi penaikan atau penurunan tegangan sumber pada catu daya, penggabungan sinyal-sinyal pada amplifier AF untuk memperoleh kesesuaian impedansi (*impedansi matching*) dan untuk mengisolasi potensial-potensial DC yang berkaitan dengan komponen

aktif karakteristik listrik dari sebuah *transformator* ditentukan oleh sejumlah faktor, termasuk di antaranya adalah bahan inti dan dimensi-dimensi fisik.

Spesifikasi dari sebuah *transformator* umumnya mencakup rating tegangan arus primer dan sekunder, rating daya yang dibutuhkan (yaitu daya maksimum, biasanya dinyatakan dalam *volt-ampere VA*) yang dapat secara terus-menerus diberikan oleh *transformator* pada kondisi-kondisi tertentu, kisaran frekuensi untuk komponen (biasanya dinyatakan sebagai batas atas dan batas bawah dari frekuensi kerja), dan pengaturan dari *transformator* (biasanya dinyatakan sebagai presentase dari beban penuh). Spesifikasi yang terakhir ini merupakan ukuran kemampuan *transformator* untuk mempertahankan tegangan *output* yang di-rating dalam kondisi berbeban.[2]



Gambar 17. Trafo

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

V_p = Tegangan Primer (Volt)

V_s = Tegangan Sekunder (Volt)

N_p = Jumlah Lilitan Primer

N_s = Jumlah Lilitan sekunder

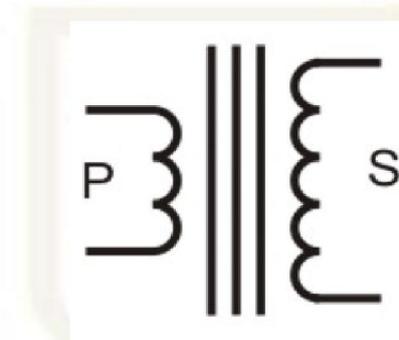
I_p = Arus primer (Ampere)

I_s = Arus Sekunder (Ampere)

Jika dilihat dari jumlah lilitannya, ada dua jenis trafo yaitu :

a. Transformator Step Up

Trafo step up berfungsi untuk menaikkan tegangan AC. Jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih banyak daripada kumparan primer ($N_s > N_p$). Skema dari trafo step up dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 18. Simbol transformator step up

b. Transformator Step Down

Trafo step down berfungsi untuk menurunkan tegangan AC sumber. Jumlah lilitan pada kumparan primer lebih banyak daripada kumparan sekunder ($N_p > N_s$).

Skema dari trafo step down dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 19. Simbol transformator step down

2.10. IC Regulator

Karena regulasi voltase untuk catu daya seringkali dibutuhkan, maka tersedia berbagai jenis IC yang memenuhi kebutuhan ini. Salah satu IC adalah seri 78xx, di mana xx menunjukkan voltase keluaran dari IC tersebut. Terdapat xx=05 untuk 5V, xx=75 untuk 7.5V, xx=09 untuk 9V, xx=12 untuk 12V, xx=15 untuk 15V dan juga terdapat voltase yang lebih tinggi.

IC 78xx mempunyai tiga kaki, satu untuk V_{in} , satu untuk V_{out} dan satu untuk GND. Dalam IC ini selain rangkaian regulasi voltase juga sudah terdapat rangkaian pengamanan yang melindungi IC dari arus atau daya yang terlalu tinggi. Terdapat pembatasan arus yang mengurangi voltase keluaran kalau batas arus terlampaui. Besar dari batas arus ini tergantung dari voltase IC sehingga arus maksimal lebih kecil kalau selisih voltase antara V_{in} dan V_{out} lebih besar

Juga terdapat pengukuran suhu yang mengurangi arus maksimal kalau suhu IC menjadi terlalu tinggi. Dengan rangkaian-rangkaian pengamanan ini IC terlindung dari kerusakan sebagai akibat beban yang terlalu besar. Pemakaian heatshink (aluminium pendingin) dianjurkan jika komponen ini

dipakai untuk mencatu arus yang besar. Di dalam datasheet, komponen IC regulator tegangan maksimal bisa dilewati arus mencapai 1 Ampere. Kemampuan memberikan catu daya dari IC regulator tegangan dapat ditingkatkan kapasitasnya dengan menambahkan transistor luar atau eksternal, baik transistor NPN maupun PNP. Dengan penambahan transistor luar, maka sebagian besar dari arus akan dilewatkan pada transistor luar ini, sehingga IC regulator tegangan hanya berfungsi sebagai pengontrol tegangan saja.

Besarnya tegangan masukan (V_{in} dalam nilai DC) pada regular seri 78xx dalam beberapa variasi tegangan keluaran dapat dilihat dalam tabel 2.2 berikut :

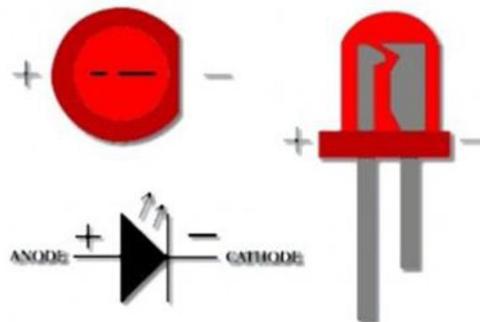
Table 2. Tegangan Keluaran dan Tegangan Maksimum IC Regulator

Tipe Rugulator	V_o	$V_{in \text{ min}}$	$V_{in \text{ maks}}$
7805	5 V	7 V	25 V
7806	6 V	8 V	25 V
7808	8 V	10,5 V	25 V
7810	10 V	12,5 V	28 V
7812	12 V	14,5 V	30 V
7815	15 V	17,5 V	30 V
7818	18 V	21 V	33 V
7824	24 V	27 V	38 V

2.11. *Light Emitting Diode(LED)*

LED merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. Strukturnya sama dengan dioda. Karakteristik LED sama dengan karakteristik dioda penyearah. Bedanya jika dioda membuang energi dalam bentuk panas, sedangkan LED membuang energi dalam bentuk cahaya.

Keuntungan menggunakan LED adalah struktur solid, ukurannya kecil, masa pakai tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on/off* pensaklaran, mudah dipakai dan mudah didapat. Karena tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on/off* pensaklaran, maka LED banyak digunakan sebagai display atau *indikator* baik itu pada audio atau mesin-mesin kontrol.



Gambar 20. Gambar LED beserta Simbol nya

Radiasi cahaya yang dipancarkan LED tergantung dari materi dan susunan dioda P-N dan bahan *semikonduktor* penyusun LED itu sendiri. Bahan *semikonduktor* yang sering digunakan dalam pembuatan LED adalah

1. *Ga As P (Galium Arsenide Phospide)* meradiasikan warna merah dan kuning.
2. *Ga P (Galium Phospide)* meradiasikan warna merah dan kuning.

3. *Ga As* (Galium Arsenide) meradiasikan sinar infra merah.

Arus LED sebanding dengan intensitas cahaya yang dihasilkan. Jika arus yang melewati LED besar, maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga terang. Sebaliknya jika arus yang lewat kecil, maka nyala LED akan redup atau LED tidak akan menyala sama sekali.[4]

2.12. 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).[2]



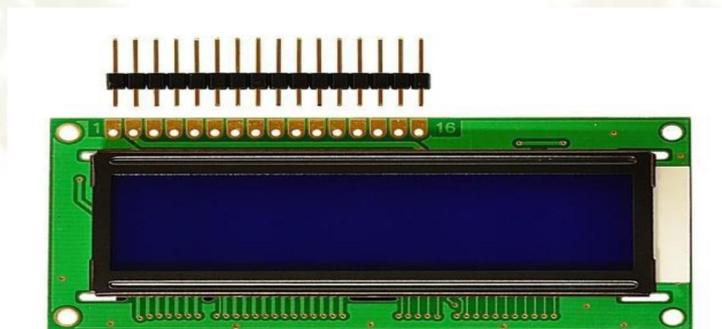
Gambar 21. *Buzzer*

2.13. *Push Button*

Push button (saklar tombol tekan) adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal[2]

2.14. *Liquid Crystal Display(LCD)*

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.[2]



Gambar 22. *Liquid Crystal Display*

2.14.1. Material LCD

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Secara umum pin-pin LCD diterangkan sebagai berikut :

a. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, V_{ss} dan V_{dd} . Pin V_{dd} dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan V_{ss} pada 0V atau ground. Meskipun data menentukan catu 5 VDC (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6 V dan 4.5 V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3 V cukup untuk beberapa modul.

b. Pin 3

Pin 3 merupakan pin kontrol V_{ee} , yang digunakan untuk mengatur kontras display. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras display

sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan resistor variabel sebagai pengatur kontras.

c. Pin 4

Pin 4 merupakan Register Select (RS), masukan yang pertama dari tiga command control input. Dengan membuat RS menjadi high, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

d. Pin 5

Read/Write (R/W), untuk memfungsikan sebagai perintah write maka R/W low atau menulis karakter ke modul. R/W high untuk membaca data karakter atau informasi status dari register-nya.

e. Pin 6

Enable (E), input ini digunakan untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke display, data ditransfer hanya pada perpindahan high atau low. Tetapi ketika membaca dari display, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari low kehigh dan tetap tersedia hingga sinyal low lagi.

f. Pin 7-14

Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat dikirim ke display.

g. Pin 16

Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/Back Light LCD.

2.15. H-bridge

Rangkaian H-bridge sederhana merupakan suatu rangkaian elektronika yang menggunakan transistor, yang mana biasa digunakan untuk driver kendali transduser. Disebut dengan nama H-bridge karena konfigurasi transistor penyusunnya seperti membentuk huruf H. Transistor tersebut digunakan sebagai switching. Karena dalam penerapan rangkaian sederhana H-bridge menggunakan transistor.

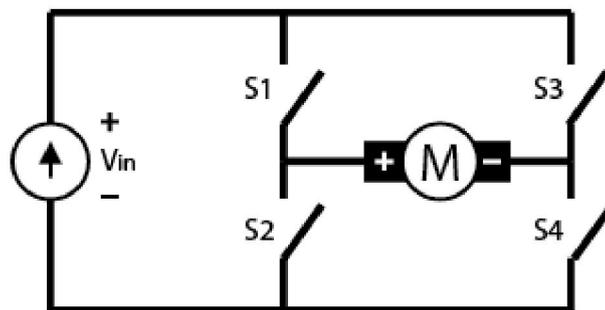
Transistor memiliki tiga kaki yang disebut dengan istilah collector, base, dan emitter. Selain berfungsi sebagai saklar, transistor juga dapat digunakan sebagai penguat arus, current amplifier, sebagai penyearah, untuk rangkaian mixer, juga sebagai oscillator. Prinsip kerja dari transistor yaitu jika pada kaki base mengalir arus I_B dan pada collector mengalir arus I_C , maka pada emitor mengalir arus I_E . Dengan persamaan yang sesuai dengan Hukum Arus Kirchoff bahwa jumlah arus keseluruhan yang memasuki titik percabangan sama besar dengan jumlah arus yang meninggalkan titik tersebut. Secara sederhana jumlah arus masuk sama dengan jumlah arus keluar. Sehingga dengan demikian diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$I_E = I_B + I_C$$

Dimana I_E adalah arus yang keluar dari emitter, I_B arus yang masuk pada base,

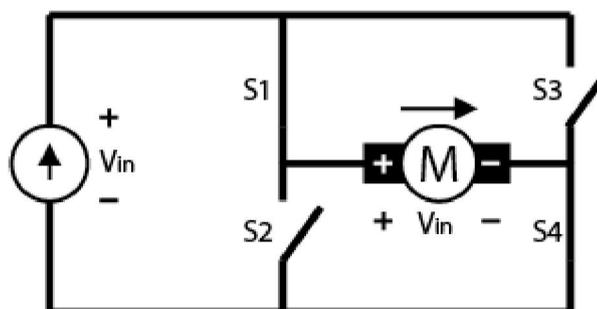
dan IC merupakan arus yang masuk pada collector. Terdapat dua jenis transistor ialah jenis NPN dan jenis PNP. Pada transistor jenis NPN tegangan base dan collector positif terhadap emitter, sedangkan pada transistor PNP tegangan base dan collector negatif terhadap tegangan emitter.

2.15.1 Prinsip kerja H bridge



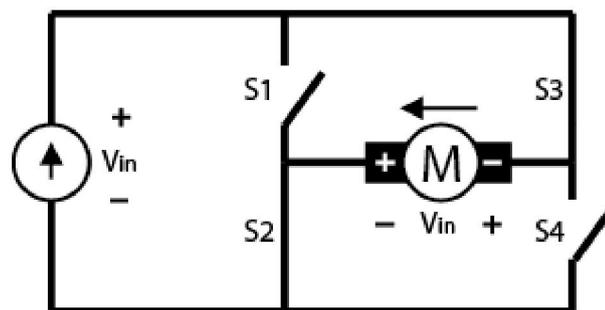
Gambar 23. Rangkaian H bridge

Jembatan-H dibangun dari empat sakelar yang mengontrol aliran arus ke beban. Pada gambar di atas, beban adalah M yang menghubungkan dua set sakelar. Dengan menggunakan satu sumber arus, Anda dapat menggerakkan arus dalam dua arah dengan menutup dua sakelar. Jika Switch 1 dan 4 ditutup, maka arus akan mengalir dari kiri ke kanan pada gambar dibawah ini:



Gambar 24. S1 dan S4 tertutup

Jika Anda menutup sakelar 1 dan sakelar 4, arus akan mengalir dari sumber, melalui sakelar 1, dan kemudian melalui beban, lalu melalui sakelar 4, dan kemudian kembali ke beban.



Gambar 25. S2 dan S3 tertutup

Pada gambar diatas, Sirkuit memiliki Switch 2 dan switch 3 ditutup. Ini akan menyebabkan arus mengalir dari sumber, melalui sakelar 3, dan kemudian melalui beban, kemudian melalui sakelar 2, lalu kembali ke beban. H-bridge dikonfigurasi untuk memiliki saklar 1 dan saklar 4 ditutup. Satu hal yang harus Anda perhatikan saat bekerja dengan H-bridges adalah tidak membuat hubungan pendek. Jika Anda membuat korsleting, itu cara yang pasti untuk membakar H-bridge.

2.16. Transduser Piezoelektrik

Transduser piezoelektrik adalah transduser yang terbuat dari lempeng tunggal atau ganda material keramik piezoelektrik, biasanya material *Timbal Zirkonat Titanat* (PZT). Lempeng piezoelektrik biasanya terletak di antara

elektroda yang dialiri sumber listrik. Pada saat tegangan dialirkan diseluruh keramik melalui elektrode, material keramik piezoelektrik akan mengalami perubahan bentuk memanjang dan memendek. Perakitan keramik piezo yang dikompresi antara blok logam (satu alumunium dan satu baja) menyebabkan terciptanya gelombang suara akibat perubahan bentuk dari material piezoelektrik.

[1]

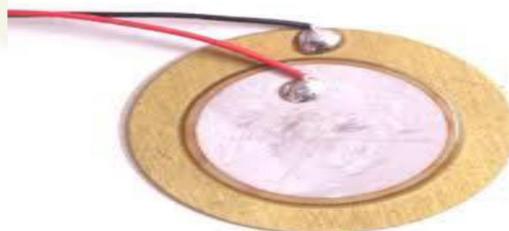
$$f = \frac{1}{T} \text{ Atau } T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

f = Frekuensi dalam satuan Hertz (Hz)

T = Periode dalam satuan detik (sec)

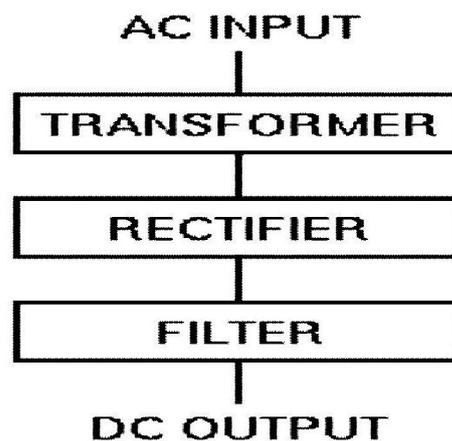
Tranduser piezoelektrik mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik melalui penggunaan efek piezoelektrik. Energi mekanik yang dihasilkan dapat berupa gelombang ultrasonik. Perubahan energi ini terjadi ketika energi listrik pada frekuensi tinggi dipasok ke tranduser oleh ultrasonic generator. Energi listrik diaplikasikan pada tranduser elemen piezoelektrik yang bergetar. Getaran ini diperkuat oleh massa resonansi tranduser dan diarahkan ke permukaan pemancar.



Gambar 26. Transduser Piezoelektrik

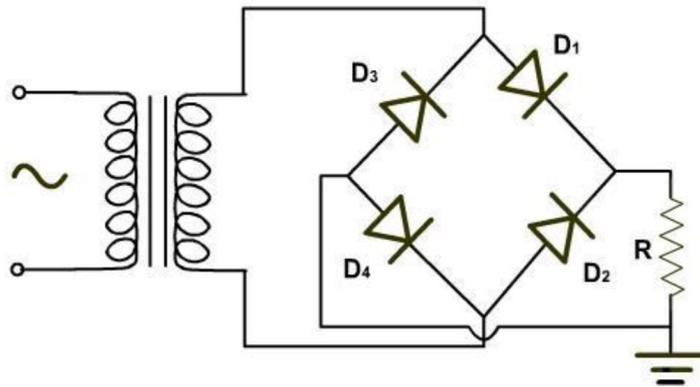
2.17. Penyearah Gelombang Penuh Dan Filter

Teori dasar penyearah gelombang yang dimaksud adalah penyearah gelombang penuh dalam suatu power supply atau catu daya. Penyearah gelombang (rectifier) adalah bagian dari power supply / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (Alternating Current) menjadi tegangan DC (Direct Current). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah diode yang dikonfigurasikan secara forward bias. Dalam sebuah power supply tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator stepdown. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu power supply yaitu, penurun tegangan (transformator), penyearah gelombang / rectifier (diode) dan filter (kapasitor) yang digambarkan dalam blok diagram berikut.



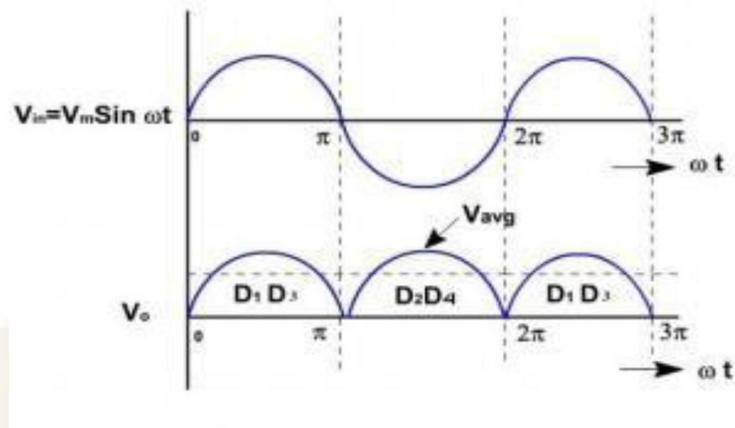
Gambar 27. Blok Diagram rectifier

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



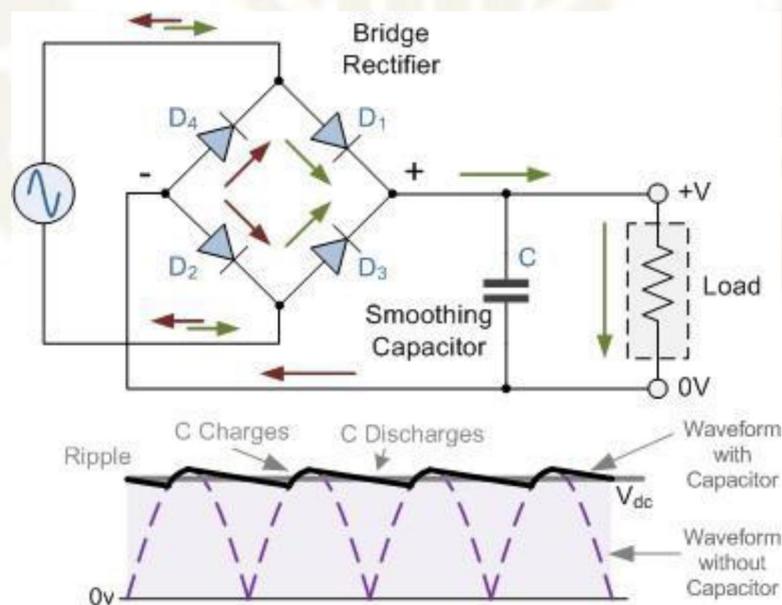
Gambar 28. Penyearah gelombang penuh 4 dioda

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut:



Gambar 29. Grafik gelombang penuh 4 dioda

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang filter kapasitor pada bagian output rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 30. Penyearah dilengkapi filter kapasitor

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang filter kapasitor maka output dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (Direct Current). Rumus menghitung tegangan ripple adalah sebagai berikut:

$$V_r = 0.5 \times I \times T / C$$

Dimana :

V_r = tegangan ripple (volt)

I = arus (ampere)

T = periode (detik)

C = nilai kapasitor penyearah (farad)

$$V_{out} = 2V_{max} / \pi$$

$$= 2V_{max} / 3,14$$

$$V_{out} = 0,637 V_{max}$$

Dimana :

V_{max} = Tegangan puncak (V-peak)

2.18. At Mega328

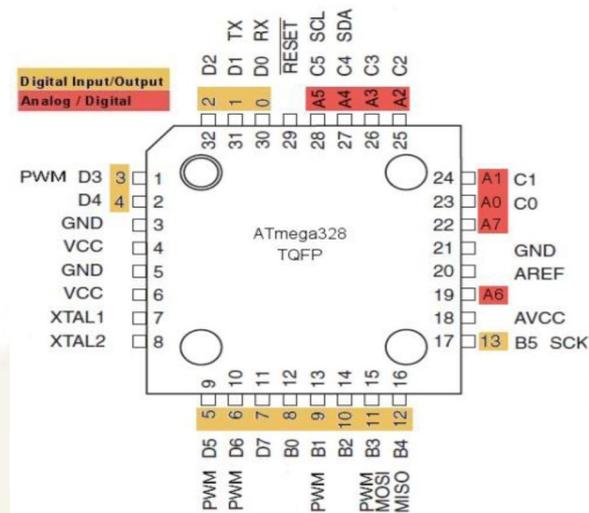
DT-AVR ATMEGA328 CPU Module merupakan modul mikrokontroler berbasis mikrokontroler AVR ATmega328(P) yang memiliki kemampuan dan konektor untuk *In-System Programming* (ISP). Modul ini dapat dihubungkan ke DT-COMBO BASE BOARD Series dan digunakan untuk aplikasi sederhana hingga aplikasi yang cukup kompleks.



Gambar31. Mikrokontroler Arduino Nano ATmega 328

Adapun spesifikasi modul micro at mega 328 ini adalah

1. Berbasis ATmega328(P) (32KB Flash Memory, 1 KB EEPROM, & 2 KB Internal SRAM).
2. Memiliki jalur *Input/Output* hingga 22 pin, termasuk 2 *timer/counter* 8 bit, 1 *timer/counter* 16 bit, 6 kanal PWM, 8 kanal ADC 10 bit, serial USART, *watchdogtimer*, dan *analogcomparator*.
3. Tersedia *crystal oscillator* berfrekuensi 16 MHz.
4. Sebuah port untuk pemrograman secara ISP.
5. LED indikator pemrograman.
6. Catu daya (VCC) 2,7 - 5,5 Volt DC.
7. Kompatibel dengan DT-COMBO BASE BOARD Series. [13]



Gambar32.Pining Microcontroller ATmega 328p

2.19. Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian *LED* hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, peranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah [2].

Arduino Nano mengandung microprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan *oscillator* 16MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan *regulator* (pembangkit tegangan) 5 volt. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital,

yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A7 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Nano dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.

2.20. Drain Pump

Drain pump merupakan sebuah pompa air mini yang memiliki banyak fungsi untuk kebutuhan pompa air.



Gambar 33. Drain pump

Pompa air ini termasuk dalam kategori pompa air fleksibel karena memiliki desain yang cukup kecil. serta juga proses pemasangan yang juga cukup mudah dan praktis sehingga Anda tidak perlu memancing hisapan awal pompa ini dengan menggunakan air. Pompa air ini memang tidak membutuhkan daya listrik yang cukup besar, Pompa air mini ini memang memiliki fungsi yang cukup banyak, dapat digunakan untuk pompa air untuk akuarium, pompa untuk pancuran kolam, pompa air untuk teras atau taman, dan juga untuk kebutuhan yang menggunakan pompa air lainnya.

2.21. Water Sensor

Water Sensor adalah sensor pengenalan tingkat tinggi yang diperoleh dengan memiliki serangkaian kabel paralel yang terpapar jejak yang diukur tetesan / volume air untuk menentukan ada tidaknya air. Konversi air menjadi analog yang mudah dilakukan dan nilai-nilai analog keluaran dapat langsung dibaca dari papan pengembangan Arduino untuk mencapai efek level alarm.



Gambar 34. sensor air

- Cara Kerja Sensor:

Sesuai dengan namanya, bahwa sensor air adalah alat yang mendeteksi ada tidaknya volume benda cair pada suatu tabung atau tangki, kita ambil contoh, misalkan level switch dipasang pada tangki air untuk mendeteksi jumlah atau volume air yang masuk kedalam tangki, kemudian alat ini dihubungkan dengan mesin pompa air, pada saat volume air didalam tabung sudah mencapai level tertentu (high misalkan) dan terdeteksi oleh sensor, maka sensor level switch akan bekerja sebab bagian depan dari level switch terendam oleh air, ketika itu pula level switch akan memerintahkan mesin pompa air untuk berhenti berputar, dalam artian level switch akan memutuskan aliran arus yang ke mesin pompa air. Pertanyaanya kapan mesin pompa air akan bekerja kembali ? mesin pompa air akan bekerja kembali manakala volume air yang ada didalam tangki berkurang

akibat pemakaian, dan terdeteksi oleh sensor level switch yang dipasang dibagian bawah tangki (low) pada saat itu pula sensor akan memerintahkan mesin pompa air untuk bekerja atau berputar agar mengisi tangki, demikian seterusnya.



BAB III

PERENCANAAN ALAT

3.1. Tahapan Perencanaan

Sebelum pembuatan modul dan 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.[4]

Tahapan – tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

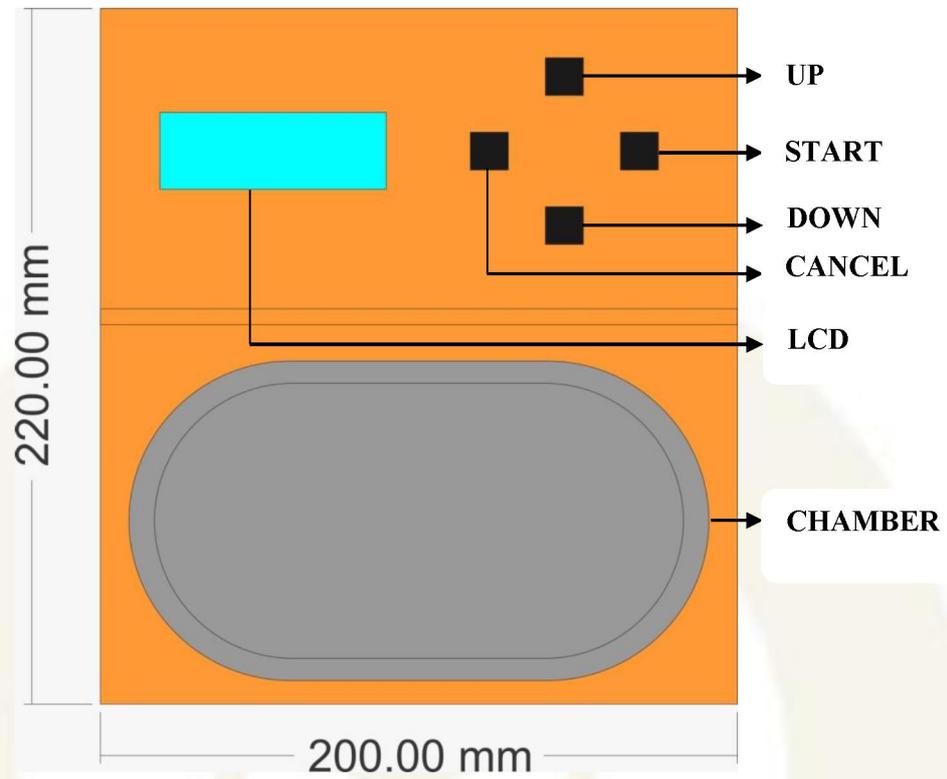
1. Merancang blok diagram dan *wiring diagram* dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Merancang *flowchart* program dari alat yang akan dibuat.
3. Menentukan titik-titik pengukuran untuk pendataan dan analisa rangkaian.
4. Menentukan komponen – komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul agar modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
5. Membuat modul sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat.
6. Membuat program sesuai dengan *flowchart* dan *men-download* program ke mikrokontroler.
7. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
8. Pembuatan casing sesuai dengan gambar yang telah dibuat.

Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori – teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

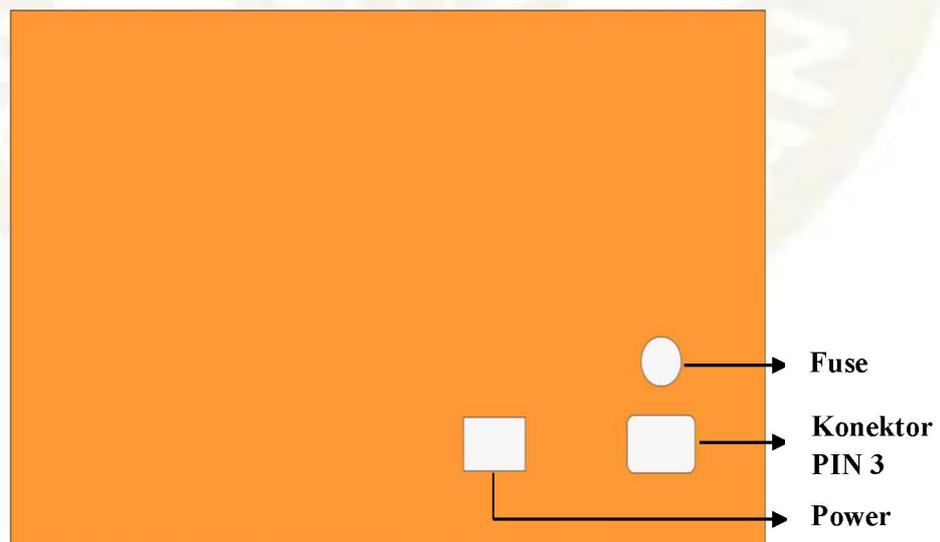
3.2. Spesifikasi Alat

Nama Alat	: <i>Ultrasonic Cleaner</i>
Tegangan	: 220 VAC
Frekuensi	: 40KHz
Tampilan	: LCD 16 x 2
Fuse	: 3 A
Dimensi casing	: 22 cm x 20 cm x 12cm
Dimensi chamber	: 16,5 cm x 8,5 cm x 3 cm
Catu daya	: 12 VDC

3.3. Casing



Gambar 35. Tampak atas

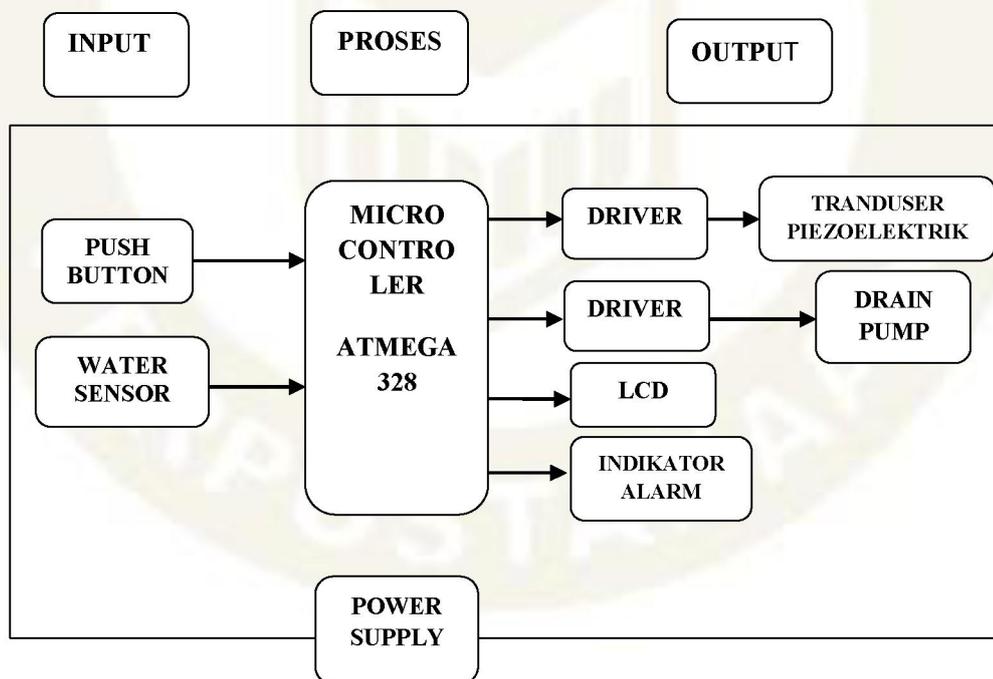


Gambar 36. Tampak samping kanan



Gambar 37. Tampak samping kiri

3.4. Perencanaan Blok Diagram *Ultrasonic Cleaner*



Gambar 38. Blok Diagram

Fungsi dari masing-masing blok:

1. *Power Supply*

Memberikan catu daya keseluruhan rangkaian.

2. *Push button*

Sebagai *inputan setting ultrasonic cleaner* yang diinginkan oleh *user*.

3. Mikrokontroler Atmega 328

Sebagai pusat proses *input* dan *output* sehingga alat dapat berkerja sesuai yang di inginkan.

4. *Driver* Transduser ultrasonik

Sebagai penggerak transduser ultrasonic, untuk menghidupkan atau mematikan transduser ultrasonik.

5. Transduser Piezoelektrik

Sebagai penghasil gelombang ultrasonic yang mana berfungsi untuk membersihkan instrument yang kotor atau berkerak.

6. *Drain pump driver*

Sebagai penggerak *drain pump*, untuk menghidupkan atau mematikan *drain pump*

7. *Drain pump*

Untuk menguras air yang ada di chamber ketika alat sudah selesai bekerja

8. LCD

Berfungsi untuk menampilkan *setting* waktu dan proses yang berjalan pada alat.

9. Indikator *Alarm*

Sebagai *alarm* dan penanda pada saat alat sudah selesai bekerja.

10. Water Sensor

Sebagai sensor habis atau tidaknya air pada chamber.

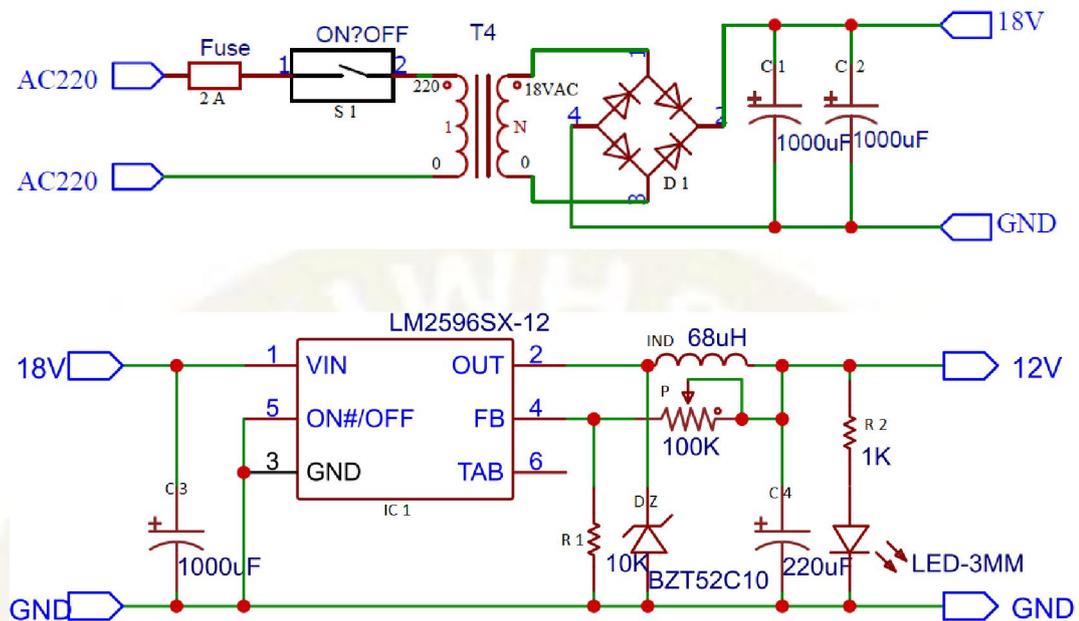
3.5. Cara Kerja Blok diagram

Power Supply berfungsi untuk memberikan tegangan pada mikrokontroler dan rangkaian lain. Mikrokontroler menggunakan Arduino Atmega 328 yang berfungsi untuk menjalankan sistem kerja sesuai yang diinput oleh *user* ketika *settingan* awal pada *push button*, *Push button* memberikan inputan berupa timer ke mikrokontroler kemudian ke *driver* transduser piezoelektrik untuk menggerakkan transduser piezoelektrik yang menghasilkan gelombang ultrasonik 40KHZ untuk membersihkan komponen, Pada saat timer sudah selesai, mikrokontroler memerintahkan *driver* transduser ultrasonik mematikan transduser piezoelektrik. Kemudian mikrokontroler memerintahkan pada *Drain pump driver* untuk menghidupkan Drain pump, untuk menguras air yang ada di *chamber*. Pada saat air sudah habis maka sensor air memberikan inputan pada mikrokontroler untuk mematikan *Drain pump*. LCD menampilkan *setting* waktu dan proses yang berjalan pada alat, Indikator alarm digunakan sebagai penanda saat alat sudah selesai bekerja.

3.6. Perencanaan Wiring Diagram

Perencanaan wiring diagram dari alat ini dibagi dalam tujuh bagian sebagai berikut:

3.6.1. Perencanaan Rangkaian *Power Supply*



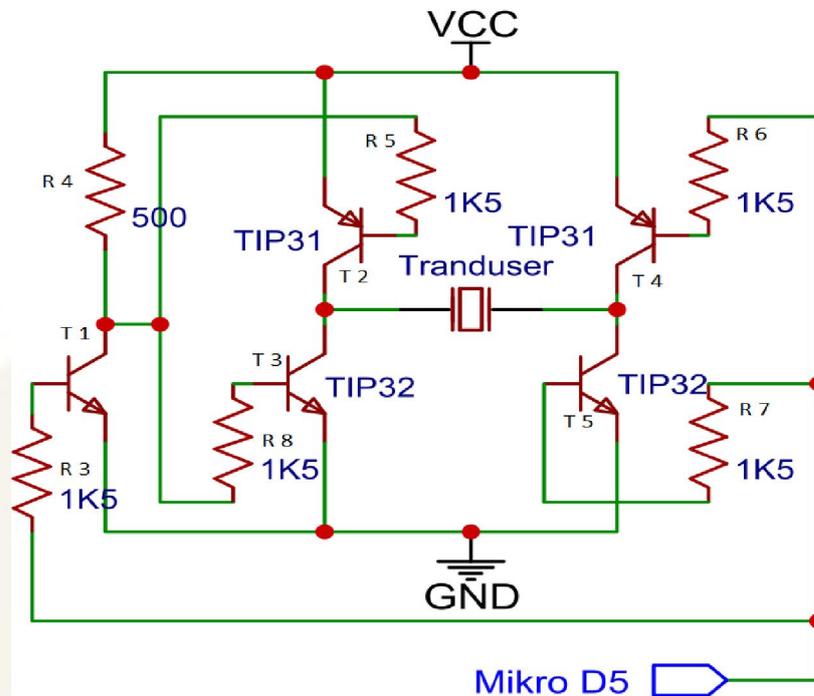
Gambar 39. Rangkaian *Power Supply*

Dari tegangan 220VAC masuk ke komponen fuse sebagai pengaman rangkaian kemudian saklar sebagai penghubung dan pemutus tegangan. Dari 220VAC akan diturunkan tegangannya menggunakan transformator step down menjadi 18VAC dan disearahkan dengan penyearah gelombang penuh sehingga didapatkan tegangan DC sekitar 18V kemudian di filter oleh kapasitor dan kemudian diteruskan ke IC LM2596SX-12. IC LM2596SX-12 disini berfungsi sebagai regulator tegangan menjadi 12V . Dioda zener berfungsi melindungi dari flyback dioda, Apabila ada spike voltage. Kemudian potensio meter digunakan untuk mengatur tegangan menjadi 12VDC, Kemudian komponen induktor sebagai filter tegangan terakhir. Resistor dan led berfungsi sebagai indikator.

Table 3. Perencanaan Komponen Power Supply

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	Trafo	2A	1
2	<i>Switch ON/OFF</i>		1
3	Dioda Brigde (D1)		1
5	Kapasitor (C4)	220 uF	1
6	Kapasitor (C1, C2, C3)	1000 uF	3
7	IC Regulator (IC 1)	LM2596	1
8	Dioda zener (DZ)	10K	1
9	Potensio meter (P)	100k	1
10	Induktor (IND)	68uF	1
11	Resistor (R1)	1k	1
12	LED	3MM	1
13	Fuse	2A	1

3.6.2. Perencanaan Rangkaian *Driver* Ultrasonik



Gambar 40. Rangkaian *Driver* Ultrasonik

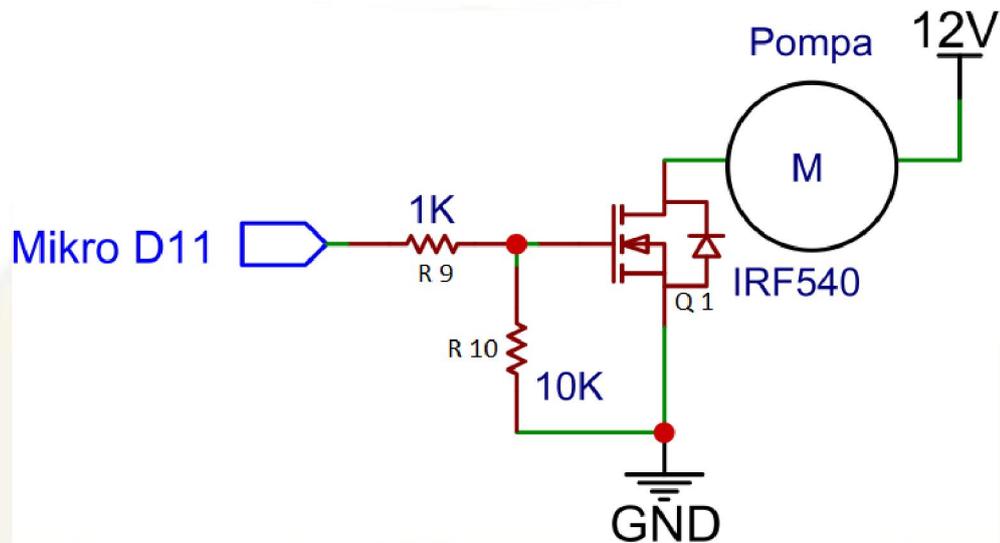
Rangkaian *Driver* ultrasonik ini menggunakan rangkaian H bridge yang berfungsi mengubah polaritas tegangan yang diterapkan pada beban. Sirkuit ini sering digunakan untuk memungkinkan tegangan DC berjalan bolak balik. Kebanyakan konverter DC-to-AC (power inverter), sebagian besar konverter AC , konverter push-pull DC-to-DC. Fungsi arus bolak balik ini digunakan untuk membuat sinyal AC pada transduser ultrasonik.

Table 4. Perencanaan Komponen Bagian *Driver* dan Transduser Ultrasonik

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	MODULOscillator 40KHZ		1

	+ Transduser		
--	--------------	--	--

3.6.3. Perencanaan Rangkaian *Drain Pump driver*



Gambar 41. Rangkaian *Driver Drain Pump*

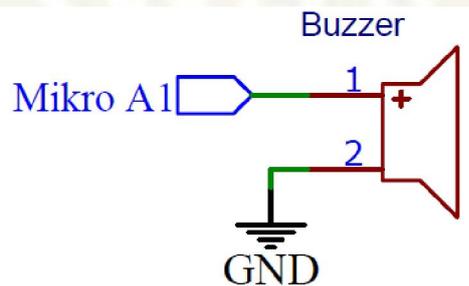
Rangkaian *drain pump driver* berfungsi sebagai penggerak dari *drain pump*. Saat rangkaian mendapat sinyal *high* dari mikrokontroler, Maka motor pompa akan bekerja. Mosfet berfungsi sebagai penggerak *drain pump* untuk menghidupkan atau mematikan *drain pump*.

Table 5. Perencanaan Bagian Driver dan Drain pump

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	<i>Drain pump</i>		1
2	Mosfet (Q1)	IRF540	1

3	Resistor (R10)	10K	1
4	Resistor(R9)	1K	1

3.6.4. Perencanaan Rangkaian Indikator Alarm



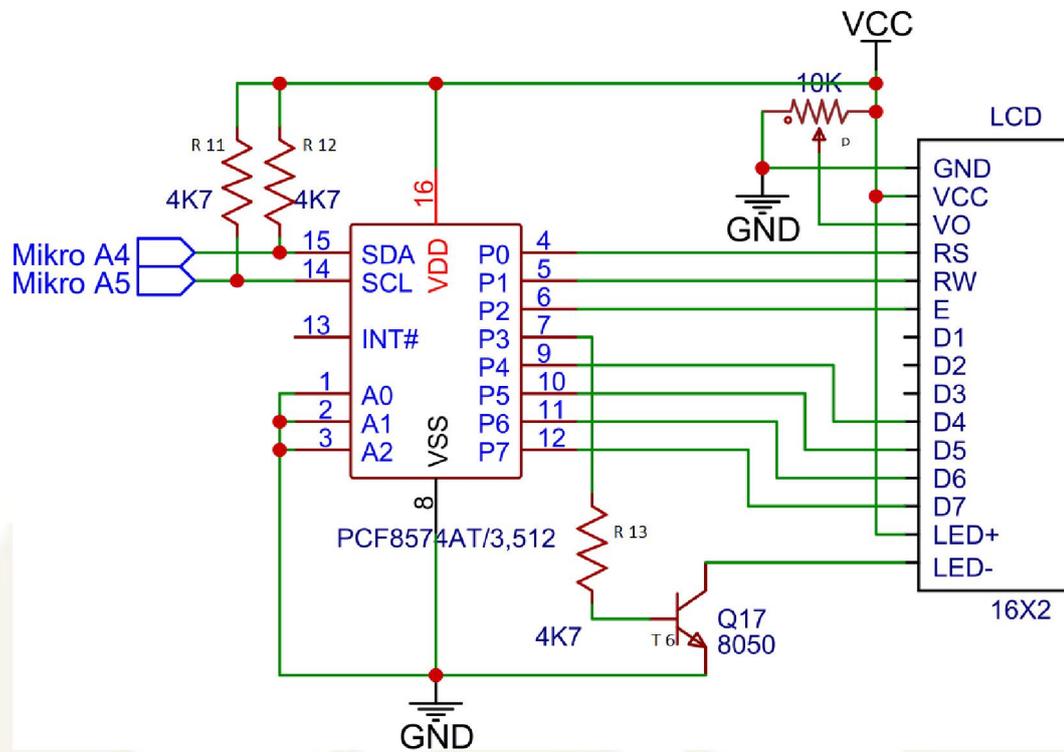
Gambar 42. Rangkaian Indikator Alarm

buzzer berfungsi sebagai indikator apabila alat sudah selesai bekerja, buzzer disini tidak menggunakan rangkaian, Jadi langsung dapat masukan dari mikrokontroler. Buzzer bekerja pada saat drain pump sudah selesai menguras air pada chamber.

Table 6. Perencanaan Komponen Indikator Alarm

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	<i>Buzzer</i>		1

3.6.5. Perencanaan Rangkaian LCD



Gambar 43. Rangkaian LCD

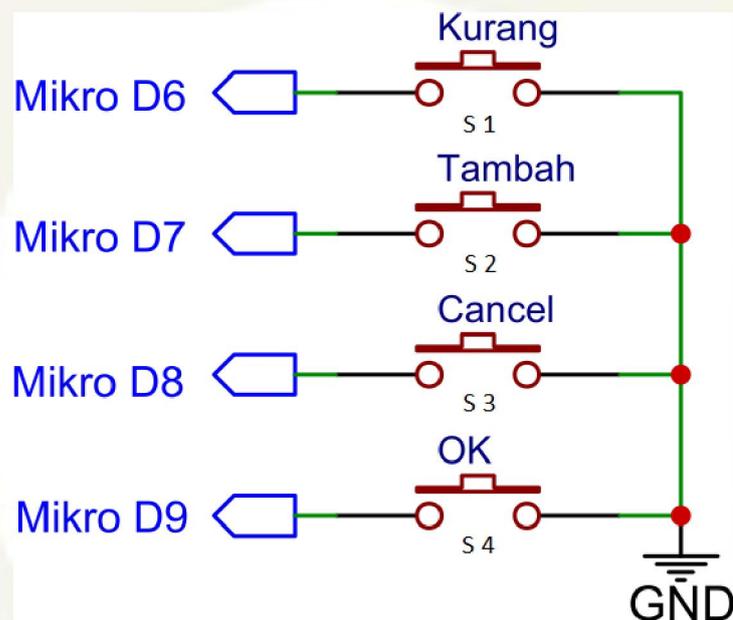
Dalam perancangan ini yang digunakan adalah LCD Dot Matrix 16x2 karakter sebagai display. 5VDC sebagai supply tegangan LCD yang terhubung pada pin 2 LCD. Input data LCD ke pin D4-D7, sedangkan pin-pin mikrokontroler yang digunakan untuk pengontrolan LCD adalah pin C0, C1, C2, C4, C5, C6 dan C7. Untuk mengatur kontras LCD digunakan Potensiometer meter 10k Ω yang terhubung pada pin nomer 3 pada LCD.

Table 7. Perencanaan Komponen LCD

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	LCD	16 x 2	1

2	Resistor (R11,R12)	4K7	3
3	Potensiometer (P)	10k	1
4	Transistor (T6)	Q178050	1

3.6.6. Perencanaan Rangkaian *Push Button*



Gambar 44. Rangkaian *Push Button*

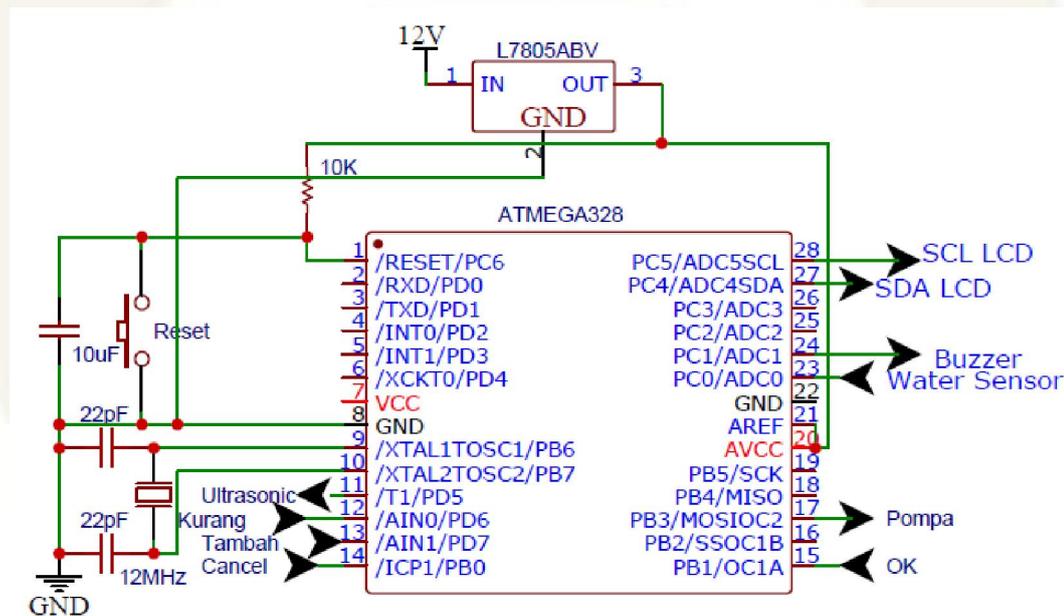
Fungsi utama *push button* pada rangkaian ini yaitu sebagai *inputan high* ke mikrokontroler. ketika *push button Tambah* ditekan maka akan memberikan instruksi ke mikrokontroler agar menaikkan angka pada timer yang telah ditetapkan, ketika *push button Kurang* di tekan maka akan memberikan instruksi ke mikrokontroler agar menurunkan angka pada timer yang telah ditetapkan. Ketika *push button OK* ditekan maka akan memberikan intruksi ke mikrokontroler agar

memulai pembersihan kemudian dilanjutkan dengan pembuangan. Ketika *push button CANCEL* ditekan maka akan memberikan instruksi ke mikrokontroler agar pembersihan dan pembuangan berhenti bekerja.

Table 8. Perencanaan Komponen Push Button

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	Saklar	Push button	4

3.6.7. Perencanaan Rangkaian Mikrokontroler



Gambar 45. Rangkaian Mikrokontroler

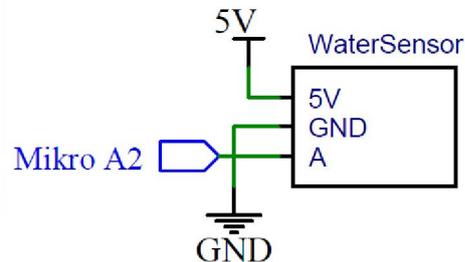
Pada perancangan rangkaian mikrokontroler ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perencanaan rangkaian hardware dan rangkaian software pada perencanaan hardware mikrokontroler menggunakan modul Arduino yang bekerja tergantung

frekuensi kerja kristal yang digunakan, sedangkan software berdasarkan input data yang dimasukan pada IC mikrokontroler Atmega 328 itu sendiri.

Table 9. Perencanaan Komponen Mikrokontroller ATMEGA 328

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	Mikrokontroler	Atmega328	1
2	Kristal <i>Oscillator</i>	16 MHz	1
3	IC MOC	MOC3020	1

3.6.8. Perencanaan Rangkaian Sensor Air



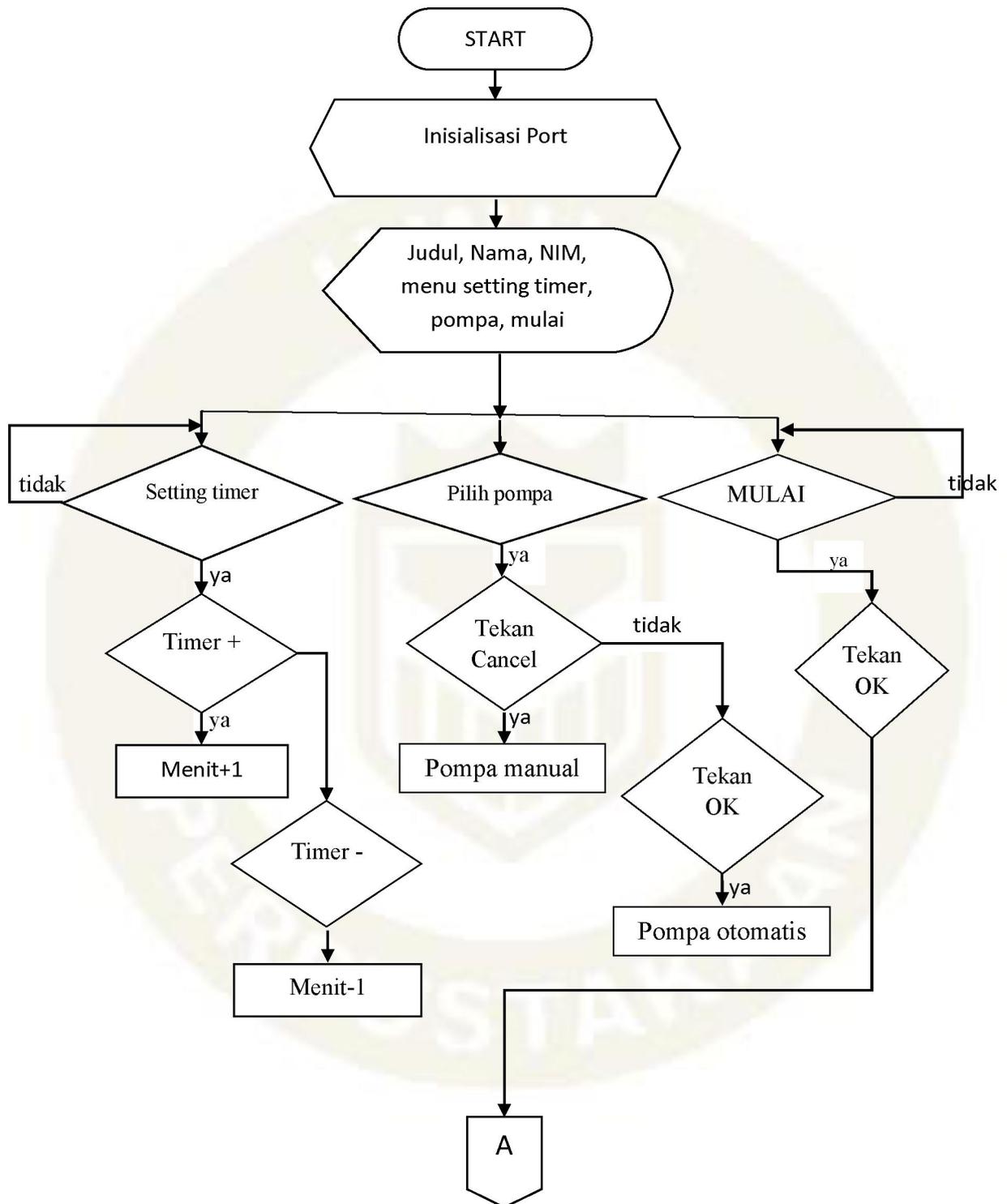
Gambar 46. Rangkaian sensor air

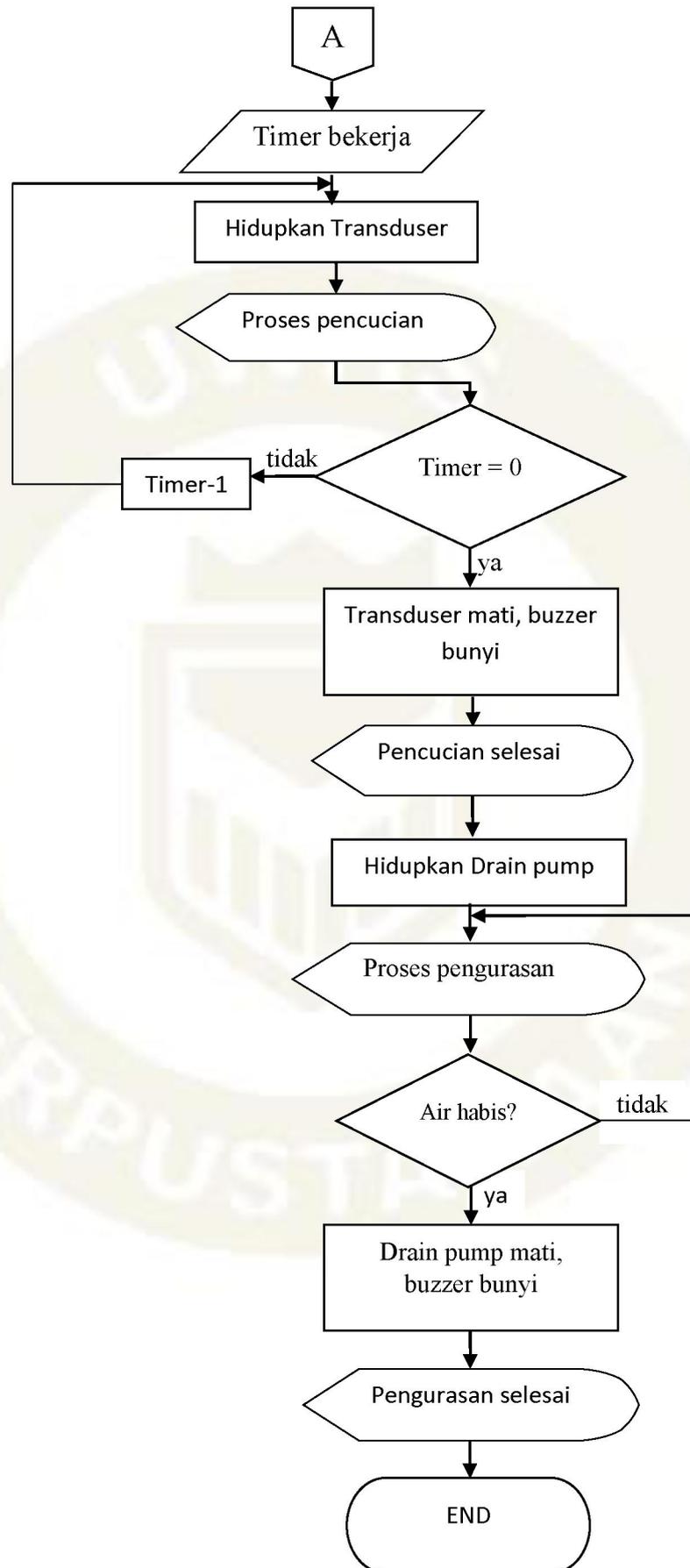
Rangkaian sensor air termasuk rangkaian sederhana di mana ada 3 pin, VCC sebesar 5V, kemudian ground dan VIN yang masuk dalam mikrokontroler. Sensor akan bekerja pada saat air di chamber sudah habis, sensor air akan memerintahkan buzzer sebagai penanda pada saat alat sudah selesai bekerja.

Table 10. Perencanaan komponen sensor air

NO	NAMA KOMPONEN	TIPE/NILAI	JUMLAH
1	Sensor air		1

3.7. Perencanaan Flowchart





3.8. Penjelasan Flowchart

Pada saat alat mendapatkan tegangan PLN kemudian nyalakan alat tersebut dengan menekan tombol power, Kemudian tunggu sebentar sampai alat memunculkan daftar menu pada alat ultrasonik cleaner yaitu setting timer 10 menit, pompa dan mulai, Pertama yang harus dilakukan pada saat mau menggunakan alat tersebut, harus mengatur timer, timer pada saat alat dinyalakan pada timer 10 menit, Timer bisa diatur tergantung lamanya pencucian, untuk mengatur timer tekan timer + untuk menambahkan timer 1 menit apabila ditekan timer – maka timer -1, Pada tampilan LCD terdapat pompa, Pompa disini ada dua mode yaitu pompa manual dan pompa otomatis, Apabila menggunakan pompa, pilih pompa menggunakan tombol UP maupun DOWN, apabila ditekan CENCEL maka pompa akan berkerja secara manual, apabila mau menghabiskan air pada chamber maka ditekan terus menerus, Apabila ditekan OK maka pompa akan bekerja secara otomatis, sampai air pada chamber habis, Apabila timer sudah diatur dan mau proses pencucian, Pilih MULAI pada LCD untuk menjalankan alat tersebut.

Transduser piezoelektrik akan bekerja selama timer yang diatur oleh user, Apabila timer sudah selesai dan proses pencucian selesai maka buzzer akan bunyi dan drain pump akan bekerja untuk menguras air pada chamber, Drain pump akan berhenti apabila air pada chamber sudah habis, Untuk mengetahui air sudah habis terdapat sensor air pada chamber, Buzzer akan bunyi menandakan proses pengurasan telah selesai, Dan alat selesai bekerja.

3.9. Perencanaan Titik Pengukuran (TP)

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik pengukuran 1 (TP1) terletak pada keluaran Power Supply. Tujuannya untuk mengetahui berapa tegangan *output* dari IC LM2596.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik pengukuran 2 (TP2) yaitu pada IC 7805, untuk mengetahui tegangan *output* 5V.

3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu pada *ouput* dari mikrokontroler port D5 ke rangkaian H-bridge, Untuk mengetahui *output* tegangan dan frekuensi dari mikrokontroler ke rangkaian H-bridge.

4. Titik Pengukuran 4 (TP4)

Titik pengukuran 4 (TP4) yaitu output pada transduser piezoelektrik , Untuk mengetahui output frekuensi yang dihasilkan.

5. Titik Pengukuran 5 (TP5)

Titik pengukuran 5 (TP5) yaitu rangkaian *drain pump*, Untuk mengetahui tegangan dari mikrokontroler port D11 ke rangkaian *drain pump*.

6. Titik Pengukuran 6 (TP6)

Titik pengukuran 6 (TP6) yaitu pada rangkaian sensor air, Untuk mengetahui besarnya tegangan output dari sensor air ke mikrokontroler port A2.

7. Titik Pengukuran 7 (TP7)

Titik pengukuran 7 (TP7) yaitu pada *output* mikrokontroler port A1 yang menuju ke rangkaian *Buzzer*. Untuk mengetahui besarnya tegangan *output* dari mikrokontroler port A1 ke rangkaian *buzzer*.

3.9.1. Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum memulai pembuatan modul, terlebih dahulu dipersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan. Adapun alat penunjang yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. *Project Board*
- b. *Tool set*
- c. Alat Ukur, seperti multimeter
- d. Larutan FeCl_3
- e. PCB polos fiber
- f. Solder dan timah

3.9.2. Pembuatan Modul

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan gambar rangkaian keseluruhan.

- b. Menentukan komponen elektronik yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Menentukan letak bagian-bagian yang akan dipasang pada *casing*, seperti *power supply*, *display*, trafo, *driver*, transduser, indikator *alarm*, rangkaian panel yang berisi saklar *power*, kabel *power*, fuse, dan tempat titik pengukuran (TP).
- d. Membuat papan rangkaian dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 1. Mempersiapkan papan PCB.
 2. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubung singkat.
 3. Merancang *layout* rangkaian yang akan digunakan, dalam hal ini dibantu oleh komputer melalui *software* proteus.
 4. Hasil *layout* kemudian dicetak di atas kertas khusus kemudian dipanaskan pada PCB agar gambar *layout* tercetak permanen pada PCB.
 5. Setelah hasil cetak *layout* telah jadi, papan PCB polos dilubangi dengan bor PCB sesuai dengan letak pin komponen yang telah dibuat.
 6. Melarutkan PCB yang telah tercetak gambar *layout* dengan bantuan FeCl_3 dan air panas.
 7. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.

8. Memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan PCB.

Penggunaan *jumper* diusahakan seminimal mungkin



BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1. Pengertian

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. Hasil pengukuran disajikan dalam table pengukuran.

4.2. Persiapan Pengukuran

Dalam proses pengukuran ini dibutuhkan alat ukur, yang digunakan adalah:

1. Osiloskop Digital
Merk : SANWA
Model : GDS-1052-U
Buatan : TAIWAN
2. Multimeter Digital
Merk : VIPER
Model : 830B
Buatan : CHINA

4.3. Metode Pengukuran

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut:

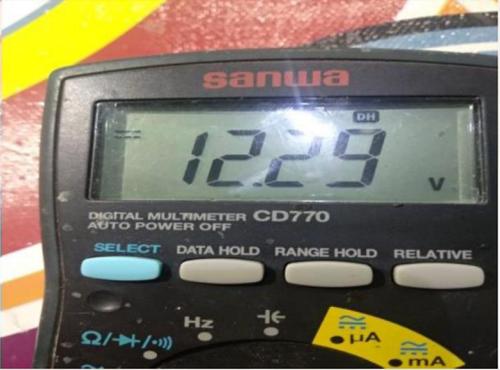
1. Titik pengukuran 1 (TP1) yaitu pada keluaran *IC LM2596*. Untuk mengetahui besarnya tegangan *output IC LM2596*. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur *output IC LM 2596* terhadap *ground*.
2. Titik pengukuran 2 (TP2) yaitu pada *IC 7805*. Untuk mengetahui besarnya tegangan yang dihasilkan oleh *IC 7805*. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur *output IC 7805* terhadap *ground*.
3. Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu pada *output* rangkaian H-bridge. Untuk mengetahui besarnya tegangan dan frekuensi *output* dari mikrokontroler port D5 yang menuju ke rangkaian H-bridge. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur *output* dari mikrokontroler port D5 dengan *ground*.
4. Titik pengukuran 4 (TP4) yaitu pada *output* pada rangkaian H-bridge. Metode yang digunakan yaitu mengukur dengan osiloskop di kedua kaki dari transduser piezoelektrik.
5. Titik pengukuran 5 (TP5) yaitu pada rangkaian *drain pump*. Untuk mengetahui besarnya tegangan *output* pada mikrokontroler port D11 yang masuk ke rangkaian *drain pump*. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur nilai *output* pada mikrokontroler port D11 dengan *ground*.
6. Titik pengukuran 6 (TP6) yaitu pada rangkaian sensor air. Untuk mengetahui besarnya tegangan *output* dari sensor air ke mikrokontroler

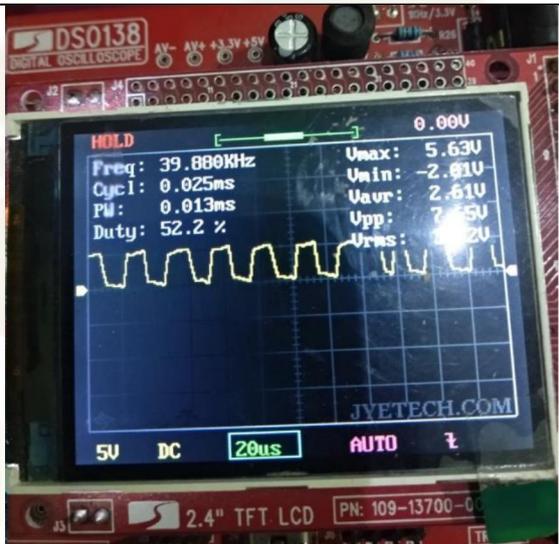
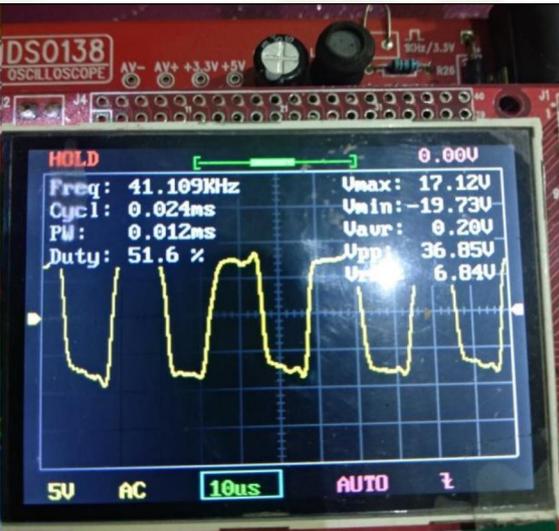
port A2. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur inputan dari mikrokontroler port A0 dengan *ground*.

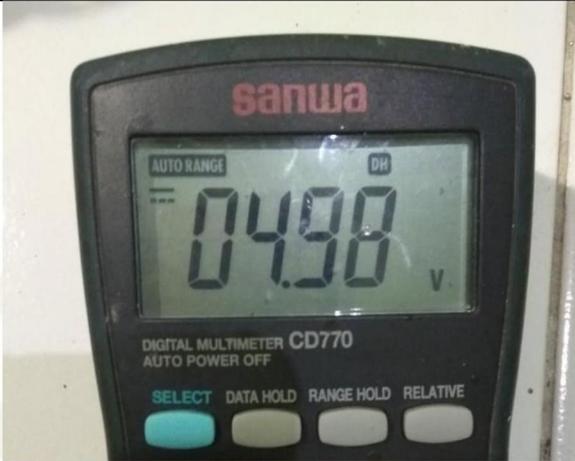
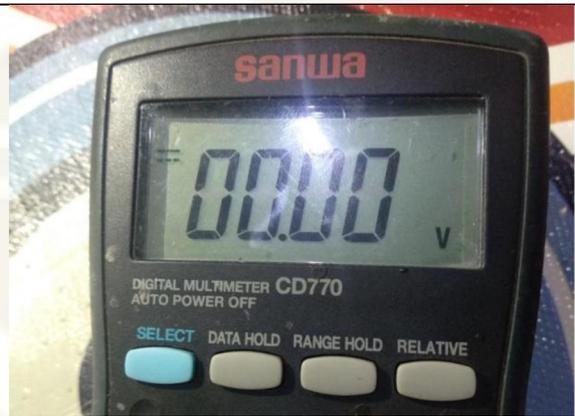
7. Titik pengukuran 7 (TP7) yaitu pada *output* mikrokontroler port A1 yang menuju ke di rangkaian *Buzzer*. Untuk mengetahui besarnya tegangan *output* yang menuju ke rangkaian *buzzer*. Metode yang digunakan yaitu dengan mengukur output dari mikrokontroler port A1 dengan *ground*.

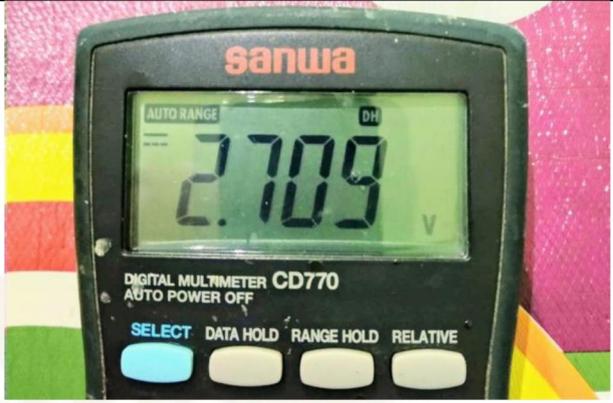
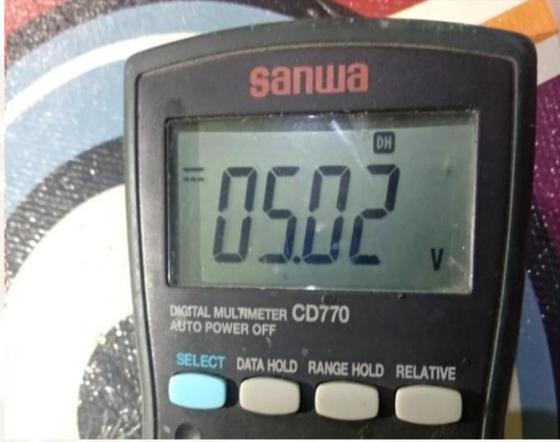
4.4. Hasil Pengukuran

Dari pengukuran yang dilaksanakan pada titik pengukuran 1 (TP1) sampai dengan titik pengukuran 7(TP7) diperoleh hasil sebagai berikut :

TP	Hasil	Keterangan	Gambar
TP1	12.29 VDC	<i>Output</i> LM2596 (12 Volt)	
TP2	5.02 VDC	<i>Output</i> LM 7805 (5 Volt)	

TP3	5,02 VDC	<p><i>Output</i> tegangan mikrokontroler port D5 ke rangkaian H-bridge (5 Volt)</p>	
TP3	39 KHZ	<p><i>Output</i> dari Mikrokontroler port D5 Untuk menggerakkan transduser (40 KHZ)</p>	
TP4	41,1 KHZ	<p><i>Output</i> frekuensi <i>Transduser</i> piezoelektrik (40 KHZ)</p>	

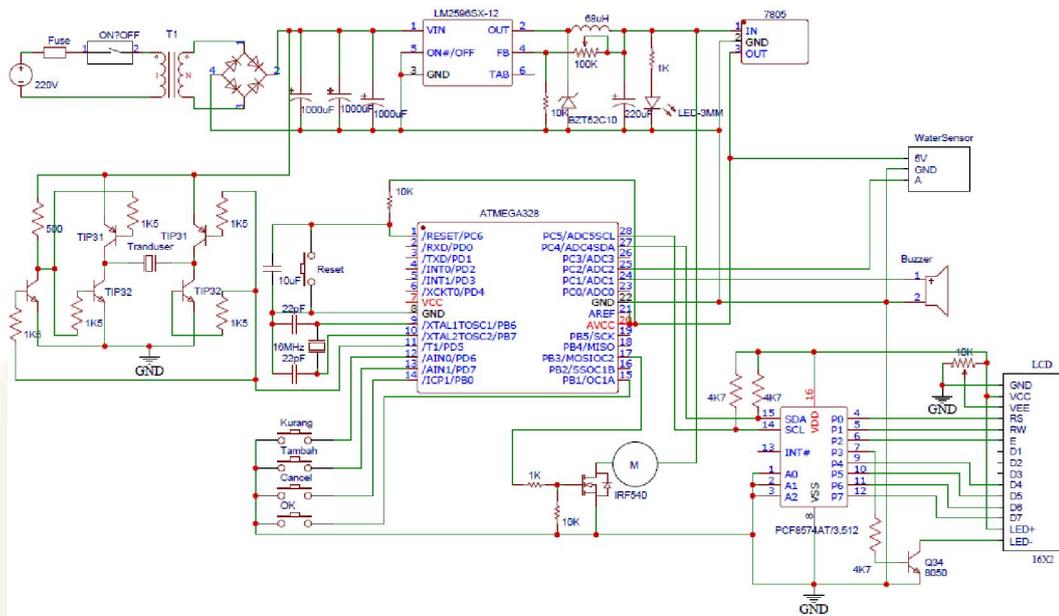
TP5	4.98 VDC	<i>Output</i> tegangan mikrokontroler port D11 ke rangkaian Drain pump (ON) (5 Volt)	
	0 V	<i>Output</i> tegangan mikrokontroler port D11 ke rangkaian Drain pump (OFF)	
TP6	3.26 VDC	<i>Output</i> dari sensor air ke mikrokontroler port A2 (ada air)	

	2.7 V	<p><i>Output</i> dari sensor air ke mikrokontroler port A2 ke rangkaian sensor air (tidak ada air)</p>	
TP7	5.02 VDC	<p><i>Output</i> tegangan dari mikrokontroler port A1 ke buzzer (ON) (5 Volt)</p>	
	0 V	<p><i>Output</i> tegangan dari mikrokontroler port A1 ke buzzer (OFF) (5 Volt)</p>	

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 47. Rangkaian Keseluruhan

5.1.1 Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan

1. Dari tegangan 220VAC masuk ke komponen fuse sebagai pengaman rangkaian kemudian saklar sebagai penghubung dan pemutus tegangan. Dari 220VAC akan diturunkan tegangannya menggunakan transformator step down menjadi 18VAC dan disearahkan dengan penyearah gelombang penuh sehingga didapatkan tegangan DC sekitar 18V kemudian di filter oleh kapasitor dan kemudian diteruskan ke IC LM2596SX-12. IC LM2596SX-12 disini berfungsi sebagai regulator tegangan menjadi 12V . Dioda zener berfungsi melindungi IC LM2596 apabila ada spike voltage. Kemudian potensio meter digunakan untuk

mengatur tegangan menjadi 12VDC untuk menggerakkan transduser piezelektrik dan motor pompa, komponen inductor dan kapasitor sebagai filter tegangan terakhir. led berfungsi sebagai indikator, Kemudian tegangan 12V masuk pada IC 7805 didalam mikrokontroler menjadi 5 V untuk mensupply mikrokontroler, sensor air, buzzer dan LCD.

2. *Push button* memberikan inputan berupa seting timer, pilihan menu dan mulai ke mikrokontroler, Pada saat ditekan tombol “kurang” (S1) atau “tambah” (S2) maka port D6 atau D7 pada mikrokontroler akan mendapat input low untuk pilihan menu (UP/naik) dan (down/turun), saat ditekan tombol “cancel” (S3) maka port D8 pada mikrokontroler akan mendapatkan input low untuk melakukan seting timer (-) dan untuk memilih pompa manual, Saat ditekan tombol “OK” (S4) maka port D9 pada mikrokontroler akan mendapatkan input low untuk melakukan seting timer (+), memilih pompa otomatis dan ”mulai” bekerja alat. Apabila timer sudah diatur dan tombol”mulai” ditekan maka mikrokontroler akan memberikan perintah pada port D5 untuk menggerakkan transduser piezoelektrik, dan memberikan perintah pada LCD untuk menampilkan “proses pencucian” dan timer. Pada saat timer sudah selesai maka mikrokontroler port A1 akan memberikan outputan high pada buzzer sehingga buzzer berfungsi sebagai indikator bahwa proses pencucian telah selesai. Setelah itu mikrokontroler akan memberikan *output* an pada port D11 untuk menggerakkan pompa, pada

saat pompa bekerja, mikrokontroler akan memerintahkan LCD untuk menampilkan proses “pengurasan”. Bila air dichamber sudah habis, maka sensor air akan memberikan inputan low pada mikrokontroler port A2, Kemudian mikrokontroler port D11 untuk mematikan pompa, dan mikrokontroler memberikan output high pada port A1 pada buzzer sebagai indikator alat sudah selesai.

5.2 Analisa Data Hasil Pengukuran

Analisa pendataan dilakukan agar dapat melakukan perbandingan antara teori dan praktek. Data yang didapatkan secara teori dan perhitungan secara matematis menggunakan rumus-rumus yang relevan dan juga dari komponen yang dianalisa, sedangkan untuk prakteknya berupa data yang diperoleh dengan pengukuran test point.

Analisa data ini diperlukan untuk membandingkan antara hasil perhitungan secara teori dengan hasil secara praktek sehingga dapat diketahui,

Presentase kesalahan (PK) dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$PK = \left| \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \right| \times 100$$

Adapun analisa data untuk masing-masing TP adalah sebagai berikut:

5.2.1 Analisa TP1

TP1 merupakan titik pengukuran pada tegangan keluaran *IC regulator LM2596* sebagai sumber daya semua rangkaian yang membutuhkan tegangan DC

12V. Secara teori (data sheet), keluaran IC regulator LM72596 adalah tegangan DC dengan minimal keluaran sebesar 1.23 V, nilai tipikal 12V dan nilai maksimal sebesar 37 V sehingga persentase kesalahan sebagai berikut:.

$$PK = \left| \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{12 \text{ V} - 12,29\text{V}}{12\text{V}} \right| \times 100$$

$$= 2 \%$$

Dari data perhitungan prosentase kesalahan didapatkan sebesar 2% dan dari data tersebut menandakan IC LM 2596 bekerja dengan baik.

5.2.2 Analisa TP2

TP2 merupakan titik pengukuran pada tegangan keluaran *IC regulator 7805* sebagai sumber daya semua rangkaian yang membutuhkan tegangan DC 5 V. Secara teori (data sheet), keluaran IC regulator 7805 adalah tegangan DC dengan minimal keluaran sebesar 4.8 V, nilai tipikal 5V dan nilai maksimal sebesar 5.2 V sehingga persentase kesalahan sebagai berikut:

$$PK = \left| \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{5 \text{ V} - 5.02 \text{ V}}{5 \text{ V}} \right| \times 100$$

$$= 0.4 \%$$

Dari data perhitungan prosentase kesalahan sebesar 0.4 % dan dari data tersebut menandakan IC 7805 bekerja dengan baik.

5.2.3 Analisa TP3

TP3 merupakan titik pengukuran pada *output* mikrokontroler ke rangkaian H bridge. Untuk mengetahui frekuensi *output* dari mikrokontroler port D5 yang menuju ke rangkaian H-bridge, Secara teori frekuensi output dari mikrokontroler 40KHZ sehingga prosentase kesalahan sebagai berikut:

$$PK = \left| \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \frac{|40.000\text{HZ} - 39,800\text{HZ}|}{40.000\text{HZ}} \times 100$$

$$= 0,5 \%$$

5.2.4 Analisa TP4

TP4 TP2 merupakan titik keluaran pada transduser yang berupa gelombang frekuensi. Secara teori, keluaran transduser tersebut adalah 40 KHz dan didapatkan hasil 41.109 Hz sehingga prosentase kesalahan sebagai berikut:

$$PK = \left| \frac{\text{HASIL TEORI (HT)} - \text{HASIL UKUR (HU)}}{\text{HASIL TEORI (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{40.000 \text{ HZ} - 41.109 \text{ HZ}}{40.000 \text{ HZ}} \right| \times 100$$

$$= 2,7 \%$$

Dari data perhitungan prosentase kesalahan didapatkan sebesar 2.7% dan dari data tersebut menandakan transduser bekerja dengan baik.

5.2.5 Analisa TP5

TP5 merupakan titik pengukuran pada rangkaian *drain pump*, untuk mengetahui besarnya tegangan *output* pada mikrokontroler port D11 yang masuk ke rangkaian *drain pump*. Hasil pengukuran yang didapatkan adalah:

- Saat *drain pump* bekerja, tegangan output pada mikrokontroler port D11 yang masuk pada rangkaian *drain pump* 4.98 V (high) dan tegangan tersebut sudah cukup untuk mengaktifkan mosfet untuk menggerakkan pompa.
- Saat *drain pump* tidak bekerja, tegangan output pada mikrokontroler port D11 yang masuk pada rangkaian *drain pump* 0 V (low) dan tegangan tersebut belum cukup untuk mengaktifkan mosfet untuk menggerakkan pompa.

5.2.6 Analisa TP6

TP6 merupakan titik pengukuran pada rangkaian sensor air, untuk mengetahui besarnya tegangan output sensor air ke mikrokontroler port A2. Hasil pengukuran yang didapatkan adalah:

- Saat ada air pada chamber, tegangan output pada sensor air 3.26 V (high).
- Saat tidak ada air pada chamber, tegangan output pada sensor air 2.7 V (low).

Analisa:

Pada saat ada air di *chamber* maka *output* an pada sensor air 3.28 V dan pada saat tidak ada air pada chamber maka *output* an sensor air 2.7 V.

5.2.7 Analisa TP7

TP7 merupakan *output* tegangan dari mikrokontroler A1 yang akan memberikan tegangan untuk menghidupkan *buzzer* REG1117-5. Secara teori data sheet, range min 4.9 V tipikal 5 V max 5.05 V. Hasil pengukuran yang didapatkan adalah:

- Pada saat buzzer bunyi, tegangan output 5.02 V (high).
- Pada saat buzzer tidak bunyi, tegangan output 0 V (low).

Analisa:

Pada saat buzzer bunyi, tegangan output 5.02 V dan pada saat buzzer tidak bunyi, tegangan output 0 V. Jadi dari hasil ukur tersebut maka buzzer masih berfungsi dengan baik.

BAB VI

PENUTUP

6.1. KESIMPULAN

Setelah dilakukan seluruh tahap mulai dari pembuatan modul hingga pengukuran dan analisa pada alat *ULTRASONIC CLEANER* DENGAN SISTEM PEMBUANGAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328 yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ultrasonic Cleaner dengan sistem pembuangan otomatis ini mampu digunakan untuk membersihkan peralatan kedokteran gigi dan dilengkapi dengan sistem pembuangan otomatis serta menggunakan mikrokontroler.
2. Transduser Ultrasonik pada alat ini memiliki nilai akurasi pada *output* pembangkit frekuensi nya yaitu sebesar 92,3%.
3. Alat Ultrasonic Cleaner Dengan Sistem Pembuangan Otomatis Berbasis Arduino ATMEGA 328 yang dibuat oleh penulis diharapkan dapat membersihkan kotoran pada peralatan kedokteran gigi.

6.2. SARAN

Pada akhir Bab ini, penulis menyampaikan saran yang ditunjukkan pada teman-teman atau pembaca. Saran dari penulis antara lain:

1. Memperbesar kapasitas *chamber* sehingga dapat banyak alat yang bisa di bersihkan.
2. Dilengkapi lampu indikator dan alarm untuk mengetahui ada tidaknya air dichamber sebagai antisipasi alat bekerja tanpa air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] p. khoirunisa, “passerad,” 12 2017. [Online]. Available: <https://passerad.blogspot.com/2017/12/fungsi-ultrasonic-cleaner.html>.
- [2] elektronika, 10 juni 2012. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/>.
- [3] I. Ardyansyah, “Daerah Kerja Transistor,” Januari 2016. [Online]. Available: <http://iqbalardiyanshah.blogspot.com/2016/01/daerah-kerja-transistor.html>.
- [4] N. Wicaksono, NURSE CALL SYSTEM DILENGKAPI LAPORAN PC, Semarang, 2017.
- [5] twoconfusing, 22 september 2013. [Online]. Available: <https://www.tapatalk.com/groups/dunialistrikfr/kenapa-drop-tegangan-10-persen-t360.html>.
- [6] abi, 19 april 2016. [Online]. Available: <http://abi-blog.com/cara-kerja-piezoelektrik/>.



LAMPIRAN