

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Auliah Hapsari Ayu N 2013 telah membuat modifikasi *sterilisator* ruangan dilengkapi dengan *timer* otomatis dan *hourmeter*. Prinsip kerjanya menggunakan *potensio selektor* sebagai pengendali waktunya dan menggunakan *seven segment* sebagai penampil waktunya. Kelebihan alat pilihan waktu penyinaran yang banyak. Kekurangan alat penampil waktu masih menggunakan *seven segment* dan mengatur waktunya masih menggunakan *potensio selector* [2].

Linda Parwati 2014 telah membuat sebuah alat *UV sterilisator* berbasis *microcontroller* ATmega 8535. Prinsip kerja dari alat tersebut lampu *UV* di tempatkan di kotak menggunakan 2 buah lampu dan dengan sistem udara ruangan di *blower* menggunakan kipas sebagai *blowernya*. Kelebihan alat bisa dilakukan walaupun banyak orang. Kekurangan alat kurang efektif dalam membunuh kuman atau bakteri [3].

Usman Umar 2015 telah membuat ala *Sterilisator* lampu *ultra violet (UV)* dengan kontrol waktu dan dilengkapi sistem *Buzzer* Berbasis *Mikrokontroller* AT89S51. Kelebihan alat pemilihan waktu penyinaran masih dengan sistem pengotrolan otomatis untuk pengoperasiannya. Kekuranagn alat pemilihan waktu penyinaran terlalu sedikit, sehingga alat ini kurang efektif dalam membunuh kuman [4].

Andrea dea saputra 2017 telah membuat alat *sterilisator UV* berbasis *microcontroller* ATmega 16. Dengan prinsip kerja masih menggunakan tombol waktu pada alat, dan pengguna penggunaan masih di dalam ruangan. Kekurangan alat pemilihan waktu *sterilisasi* masih menggunakan tombol manual pada alat [5].

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Perinsip Dasar

UV sterilisasi adalah suatu alat yang digunakan untuk mensterilisasi ruangan, terutama ruang operasi. Untuk menunjang kegiatan di ruang operasi, sangat diperlukan keadaan yang steril. Oleh sebab itu maka, setelah selesai proses operasi ruangan harus di *sterilisasi* kembali agar ruangan tersebut tetap dalam keadaan steril. *UV sterilisasi* biasanya terdiri atas 2-4 lampu sesuai dengan kebutuhan.

Untuk mencegah terjadinya infeksi perlu dilakukan *sterilisasi* ruangan dengan menggunakan sinar *ultraviolet*. Sinar *UV* banyak digunakan sebagai media *sterilisasi*, karena kemampuan radiasi sinarnya mampu membunuh bakteri dan *mikroorganisme* terutama sinar *UV* dengan panjang gelombang 253,7 nm. Mempunyai daya bunuh yang sangat efektif dibandingkan dengan sinar *ultraviolet* dengan panjang gelombang yang lebih panjang atau lebih pendek. Sinar *UV* dapat merusak *DNA*, dengan membuat ikatan *kovalen* antar basa, sehingga menggagalkan proses replikasi dan *transkripsi*. Sinar *UV* dapat di serap oleh banyak molekul. Oleh karena itu sinar *UV* hanya efektif pada sasaran tanpa pelindung atau yang berada di permukaan sinar *UV* membunuh bakteri

berdasarkan luas ruangan yang akan di sterilkan dan jenis bakteri atau *mikroorganisme*.

2.2.2. Perinsip kerja

Prinsip kerja *sterilisasi UV* adalah Uap *marcuri* dikontakan dengan listrik maka menghasilkan energi untuk mematikan virus, bakteri dan fungsi dengan panjang gelombang 253,7 nm.

2.3. UV Lamp

UV lamp adalah cahaya yang tidak boleh dilihat oleh mata dan merupakan *radiasi elektromagnetik* yang berada pada kisaran panjang gelombang 1 – 4000 Å. Karakteristik dari cahaya *ultraviolet* memberikan dampak pada kerusakan kulit dan mampu membunuh *mikroorganisme* di dalam sehingga perkembangannya terlambat. Cahaya *UV* ini ditemukan sejak tahun 1677, dan pertama kali dimanfaatkan oleh Niels Ryberg Finsen seorang peneliti Denmark untuk membunuh *organisme patogen*.

Selain itu *UV lamp* merupakan lampu gelombang *ultraviolet* yang memancarkan gelombang cahaya yang mempunyai panjang gelombang paling pendek dari cahaya tampak yaitu antara 100-390 nm. Sinar yang bersifat membunuh *mikroorganisme (germisida)* dari lampu kabut marcuri dipancarkan secara *eksklusif* pada panjang gelombang 2537 satuan *Amstrong* (253,7 *milimikron*). Ketika sinar *UV* melewati bahan, energi dibebaskan ke *orbital elektron* dalam *atom konstituen*. Energi yang terserap ini menyebabkan meningginya keadaan energi atom-atom dan mengubah reaktifitasnya. Gambar lampu *UV* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lampu *UV*

2.3.1. Klasifikasi sinar *UV* :

- a. *UV* type C = 100 – 280 nm.

UV C adalah panjang gelombang sinar ini antara 190 nm hingga 280 nm. Memang tidak terlalu panjang sehingga bumi terlindungi olehnya, Kebanyakan sinar *UV* C akan hilang pada lapisan ozon.

- b. *UV* type B = 280 – 315 nm.

UV B adalah biasanya merusak luar lapisan kulit, sinar *UV* memiliki panjang gelombang sedang dan tidak dapat menembus lapisan permukaan dari kulit.

- c. *UV* type A = 315 – 390 nm

UV A adalah sinar *UV* yang paling banyak menimbulkan *radiasi*, sinar *UV* yang pertama ini memiliki gelombang yang relatif panjang dan mewakili sekitar 95% dari semua sinar *UV* yang mencapai permukaan bumi.

2.3.2. Efek fisiologis yang ditimbulkan oleh sinar UV :

- a. Panjang gelombang 2400-3300 Å diserap oleh lapisan *superficial Epidermis*.
- b. Panjang gelombang 1949-2900 Å diserap oleh lapisan *dermis*.
- c. Panjang gelombang 3300-3900 Å diserap oleh *kapiler* darah dan lapisan *dermis* bagian atas.

2.3.3. Beberapa efek lain yang di sebabkan sinar UV :

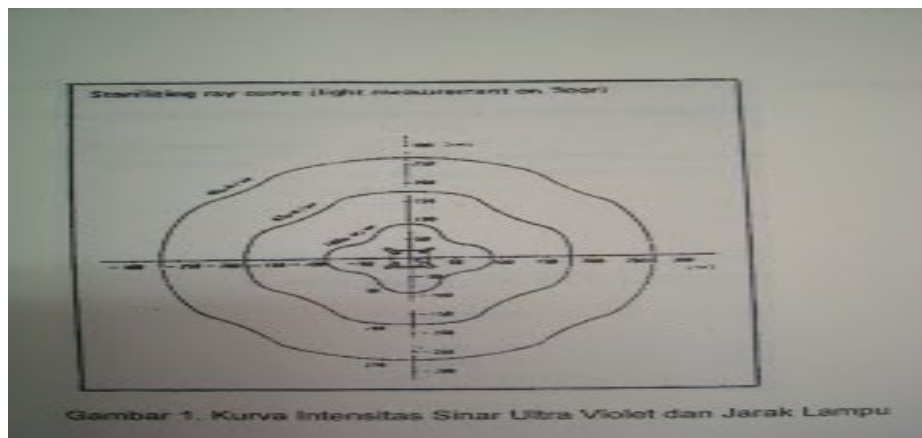
Reaksi Erytema yaitu terjadinya bercak-bercak kemerahan pada kulit yang meliputi :

- a. *Vasolidatasi kapiler* yang disebabkan oleh pengaruh histamin secara langsung.
- b. *Vasolidatasi arteriola* yang disebabkan adanya *axon-axon reflek*, yaitu *reseptor* dan *afektor* pada *arteriola*.
- c. *Exedute* (cairan nanah) lokal atau *Oedema* (bengkak) lokal yang disebabkan oleh kenaikan *permeabilitas* dinding *kapiler*.
- d. Penebalan *epidermis* yaitu terjadinya penebalan pada kulit terluar dari tubuh.
- e. Pengelupasan kulit (*Desquamation*).
- f. Pigmentasi dan pembunuh bakteri.
- g. Pembentukan vitamin D.
- h. *General ton IC* efek yaitu peregangan pada otot.

2.4. Penentuan Lama Waktu Penyinaran

Intensitas sinar *ultraviolet* juga di pengaruhi oleh jarak jangkauannya. Semakin jauh jarak suatu *obyek* dengan lampu *ultraviolet* maka intensitas sinar *ultraviolet* yang diterima pun semakin kecil. *Intensitas* dan jarak lampu digambarkan dalam kurva diatas. Dari *kurva* tersebut dibaca kekuatan lampu *UV* pada jarak 90 cm adalah 180 watt/cm². Pada jarak 180 cm adalah 83 watt/cm² dan pada jarak 270 cm adalah 30 watt/cm². Sebelum melakukan *desinfeksi* ruangan dengan sinar *ultraviolet* perlu diperhitungkan adalah sebagai berikut :

- Luas ruangan yang akan disterilkan adalah : 6x6 m persegi.
- Lampu *UV* diletakan ditengah ruangan yaitu pada posisi 3m x 3m.
- Kekuatan sinar *UV* sesuai kurva adalah kurang lebih 20 watt/cm² sampai 30 nwatt/cm². Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kurva Penyinaran

Bakteri akan dimatikan sampai pada *mycobacterium tuberculosis*. Dimana bakteri tersebut akan mati dengan *UV* sebesar 120 watt menit/cm² maka penyinaran yang harus dilakukan adalah : $120 \text{ watt menit/cm}^2 : 20 \text{ watt/cm}^2 = 2 \text{ jam} \rightarrow 6 \text{ jam}$. Berikut tabel penyinaran *UV* berdasarkan macam-macam bakteri. Lama penyinaran sinar *UV* berdasarkan ruangan dengan ukuran 6x6 m dalam satuan waktu (jam) [5]. Tabel daya bunuh sinar *ultraviolet* terhadap jenis bakteri dapat dilihat pada Tabel 2.1.

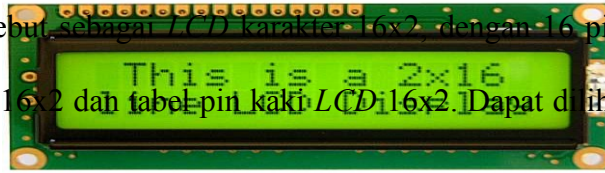
Tabel 2.1. Daya bunuh sinar *ultraviolet* terhadap jenis bakteri

Jenis bakteri	<i>UV Ray</i> ($\mu\text{W}/\text{menit}/\text{cm}^2$) untuk membunuh bakteri
<i>Gram negative bacterium</i>	
- <i>Geneus proteus</i>	63 bakteri
- <i>Shigella dysenteriae</i>	71 bakteri
- <i>Shigella flexneri</i>	72 bakteri
- <i>Salmonela typhi</i>	74 bakteri
- <i>Genus esehorecha</i>	90 bakteri
<i>Gram positive bacterium</i>	
- <i>Streptococcus hemolyticus</i> (A)	124 bakteri
- <i>Staph.albus</i>	151 bakteri
- <i>staph.aureus</i>	155 bakteri
- <i>Streptococcus hemolyticus</i> (B)	176 bakteri
- <i>Enterococci</i>	248 bakteri
- <i>Bacillus mescentericus</i>	299 bakteri
- <i>Bacillus mescentericus</i> (spore)	468 bakteri
- <i>Bacillus subtilis</i>	360 bakteri
- <i>Bacillus subtilis</i> (spore)	554 bakteri
- <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	250 bakteri

2.5. LCD Karakter

LCD karakter adalah sebuah *display dot matriks* yang difungsikan untuk menampilkan tampilan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan

(sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). Modul *LCD* karakter dapat dengan mudah dihubungkan dengan *microcontroller* seperti *ATMega328*. *LCD* yang akan digunakan ini mempunyai tampilan 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai *LCD* karakter 16x2, dengan 16 pin konektor. Gambar *LCD* karakter 16x2 dan tabel pin kaki *LCD* 16x2. Dapat dilihat pada Gambar 2.3. dan Tabel 2.2.



Gambar 2.3. *LCD* Karakter 16x2

Tabel 2.2. Pin Kaki *LCD* 16x2

PIN	NAMA	FUNGSI
1	<i>VSS</i>	<i>Ground Voltage</i>
2	<i>Vcc</i>	<i>+5V</i>
3	<i>VEE</i>	<i>Contrast Voltage</i>
4	<i>RS</i>	<i>Register Select 0 = intruction regist</i> <i>Er</i> <i>1 = data Register</i>
5	<i>R/W</i>	<i>Read/Write</i> <i>0 = Write Mode</i> <i>1 = read Mode</i>
6	<i>E</i>	<i>Enable</i> <i>Start to lacht data to LCD character</i>

		<i>1 = disable</i>
7	<i>DB0</i>	<i>LSB</i>
8	<i>DB1</i>	-
9	<i>DB2</i>	-
10	<i>DB3</i>	-
11	<i>DB4</i>	-
12	<i>DB5</i>	-
13	<i>DB6</i>	-
14	<i>DB7</i>	<i>MSB</i>
15	<i>BPL</i>	<i>Back Plane Light</i>
16	<i>GND</i>	<i>Ground Voltage</i>

Jalur *EN* dinamakan *enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu *LCD* sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke *LCD*, maka melalui program *EN* harus dibuat logika *low* (0) dan diatur pada dua jalur kontrol yang lain *RS* dan *RW*. Ketika dua jalur yang lain telah siap mengirim *EN* dengan logika (1) dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *datasheet* dari *LCD* tersebut) dan berikutnya mengatur *EN* ke logika *low* (0) lagi.

Jalur *RS* adalah jalur *register select*. Ketika *RS* berlogika *low* (0), data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau intruksi khusus (seperti *clean screen*, posisi

cursor dll). Ketika *RS* berlogika *high* (1), data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada tampilan *LCD*. Sebagai contoh untuk menampilkan huruf “I” pada layar *LCD* maka *RS* di beri logika *high* (1) [6].

2.6. Trafo *Ballast*

Ballast yang digunakan dalam lampu *fluorescent* dari indikator yang dihubungkan seri dengan salah satu *elektroda*. *Ballast* berfungsi membatasi arus apabila lampu menyala normal. Kontruksi *ballast* harus *efisien*, sederhana, tidak membawa dampak terhadap umur lampu [7]. Beberapa kelebihan dari *ballast* elektronik ini antara lain adalah :

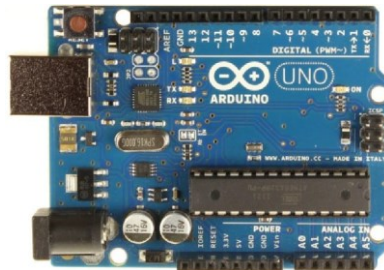
1. Meningkatkan efisiensi dari rangkaian sehingga dapat mengurangi loss yang ditimbulkan dari *ballast*.
2. Mengurangi berat total pada lampu sehingga lampu lebih ekonomis.
3. Menghilangkan fenomena lampu berkedip.
4. Mengurangi harmonisasi pada arus.
5. Mampu mengontrol tegangan dan arus dengan akurat.



Gambar 2.4. Trafo *Ballast*. [7]

2.7. Arduino Uno

Arduino adalah *prototipe* elektronika untuk *chip microcontroler* yang bersifat *open source*. Sampai saat ini *software* Arduino terus dikembangkan, begitu juga dengan *board* Arduino. Saat ini telah banyak beredar dengan bebas *board kompatibel* dengan Arduino, bahkan beberapa diantaranya telah dilengkapi dengan fasilitas yang lebih baik dan lengkap dibanding dengan *board* Arduino aslinya.



Gambar 2.5 Arduino

Arduino Uno memiliki 14 *digital pin input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 pin *input analog*, menggunakan *crystal 16 MHz*, *koneksi USB*, *jack listrik*, *header ICSP* dan tombol *reset*. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian *microcontroller*. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel *USB* atau diberi *power* dengan *adaptor AC-DC* atau baterai, anda sudah dapat bermain-main dengan Arduino UNO anda tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Kemungkinan paling buruk hanyalah kerusakan pada *chip ATmega328*, yang bisa anda ganti sendiri dengan mudah dan dengan harga yang relatif murah [8].

Kata " Uno " berasal dari bahasa Italia yang berarti "satu", dan dipilih untuk menandai peluncuran *Software* Arduino (*IDE*) versi 1.0. Arduino. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, Uno telah berkembang menjadi versi Revisi 3 atau biasa ditulis *REV 3* atau *R3*. *Software* Arduino *IDE*, yang bisa diinstall di *Windows* maupun *Mac* dan *Linux*, berfungsi sebagai *software* yang membantu anda memasukkan (*upload*) program ke *chip* ATmega328 dengan mudah. Dengan menggunakan papan Arduino Uno akan mempermudah dalam pembuatan rangkaian elektronika, disetiap jenis arduino memiliki kelebihanannya masing-masing termasuk Arduino Uno, adapun spesifikasi dari Arduino Uno pada tabel 2.1

Tabel 2.3, Tabel Spesifikasi ATmega328

<i>Microcontroller</i>	ATmega328
Tegangan kerja	5V
Tegangan <i>input</i>	7-12VDC (direkomendasikan)
Tegangan <i>input</i>	6 (minimum) - 20VDC (maksimum)
Pin digital I/O	14 pin (6 pin dapat digunakan sebagai <i>PWM</i>)
Pin <i>input analog</i>	6 pin
Arus <i>DC</i> setiap I/O	20mA
Arus <i>DC</i> untuk pin 3.3 V	50mA
<i>Memori flash</i>	32 KB (0,5KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
<i>SRAM</i>	2KB

<i>EEPROM</i>	<i>1KB</i>
Kecepatan <i>Clock</i>	<i>16MHz</i>

Board Arduino Uno dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel *USB*, atau via *power supply* eksternal. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis

External power supply dapat diperoleh dari *adaptor AC-DC* atau bahkan baterai, melalui jack *DC* yang tersedia, atau menghubungkan langsung *GND* dan pin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, *regulator* tegangan bisa *over heat* yang pada akhirnya bisa merusak *Printed Circuit Board*. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V.

Beberapa pin *power* pada Arduino Uno :

- a. *GND*. Ini adalah *ground* atau *negatif*.
- b. *Vin*. Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan *power* langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V

- c. Pin 5V. Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui *regulator*
- d. 3V3. Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui *regulator*
- e. *IOREF*. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan *microcontroller*. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, Arduino Uno memiliki 14 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, sengan menggunakan fungsi pin *Mode()*, digital *Write()*, dan digital (*Read*). Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus *20mA*, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k *ohm* (secara *default* dalam posisi *disconnect*). Nilai maximum adalah *40mA*, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan *chip microcontroller*. Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- a. Serial, terdiri dari 2 pin : pin 0 (*RX*) dan pin 1 (*TX*) yang digunakan untuk menerima (*RX*) dan mengirim (*TX*) data serial.
- b. *External Interrupts*, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan *interrupts*. Gunakan fungsi *attach Interrupt()*.
- c. *PWM*: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan *output PWM* 8-bit dengan menggunakan fungsi *analog Write()*.

- d. *SPI* : Pin 10 (*SS*), 11 (*Multi Output Single Input*), 12 (*Multi Input Single Output*), dan 13 (*SCK*) mendukung komunikasi *SPI* dengan menggunakan *SPI Library*
- e. *LED* : Pin 13. Pada pin 13 terhubung *built-in LED* yang dikendalikan oleh digital pin no 13.
- f. *TWI* : Pin A4 (*SDA*) dan pin A5 (*SCL*) yang mendukung komunikasi *TWI* dengan menggunakan *Wire Library*

Arduino Uno memiliki 6 buah *input analog*, yang diberi tanda dengan A0, A1, A2, A3, A4, A5. Masing-masing pin *analog* tersebut memiliki resolusi 10 *bits* (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara *default*, pin-pin tersebut diukur dari *ground* ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin *AREF* dengan menggunakan fungsi analog *Reference ()*. Beberapa in lainnya pada *board* ini adalah :

- a. *AREF*. Sebagai referensi tegangan untuk *input analog*.
- b. *Reset*. Hubungkan ke *LOW* untuk melakukan reset terhadap *microcontroller*.
Sama dengan penggunaan tombol *reset* yang tersedia.

Atmega328			
(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2. 6 Pin ATmega328

ATmega328 memiliki *memory* 32 KB (dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*). *Memory* 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat baca tulis dengan *libari EEPROM*) [8].

2.8. Solid State Relay

Fungsi *solid state relay* sebenarnya sama saja dengan *relay* elektromekanik yaitu sebagai saklar elektronik yang biasa digunakan atau diaplikasikan di industri-industri sebagai *device* pengendali. Namun *relay* elektromekanik memiliki banyak keterbatasan bila dibandingkan dengan *solid state relay*, salah satunya seperti siklus hidup kontak yang terbatas, mengambil banyak ruang, dan besarnya daya kontaktor *relay*.

Perangkat *solid state relay* dengan *semikonduktor modern* yang menggunakan SCR, TRIAC, atau *output transistor* sebagai pengganti saklar kontak mekanik. *Output device* (SCR, TRIAC, atau *transistor*) adalah optikal yang digabungkan sumber cahaya *Light Emitting Diode* yang berada dalam *relay*. *Relay* akan dihidupkan dengan energi *Light Emitting Diode* ini, biasanya dengan tegangan *power DC* yang rendah. Isolasi optik antara *input* dan *output* inilah yang menjadi

kelebihan yang ditawarkan oleh *solid state relay* bila dibanding *relay* elektromekanik. Gambar *solid state relay* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



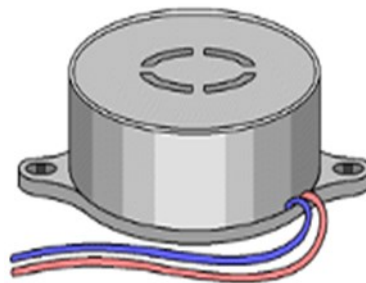
Gambar 2.7. *Solid State Relay*

Solid state relay itu juga berarti *relay* yang tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak terjadi aus. *Solid state relay* juga mampu menghidupkan dan mematikan dengan waktu yang jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan *relay* elektromekanik. Juga tidak ada pemicu percikan api antar kontak sehingga tidak ada masalah korosi kontak.

Salah satu keuntungan atau kelebihan yang signifikan dari *solid state relay* *SCR* dan *TRIAC* adalah kecenderungan secara alami untuk membuka sirkuit *AC* hanya pada titik nol arus beban. Karena *SCR* dan *TRIAC* adalah *thyristor*, dengan sifat hysteresisnya mereka mempertahankan kontinuitas sirkuit setelah *LED de-energized* sampai saat *AC* turun dibawah nilai ambang batas (*holding current*), artinya adalah rangkaian tidak akan pernah terputus ditengah-tengah puncak gelombang *sinus*. Waktu pemutusan seperti yang ada dalam rangkaian yang mengandung induktansi besar biasanya akan menghasilkan lonjakan tegangan besar karena runtuhnya medan *magnet* secara tiba-tiba di sekitar induktansi. Hal seperti ini tidak akan terjadi saat pemutusan dilakukan oleh sebuah *SCR* atau *TRIAC*. Kelebihan fitur ini disebut *zero-crossover switching* [9].

2.9. 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 tersebut akan tertarik ke dalam atau ke luar, 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. *Frekuensi* suara yang dikeluarkan oleh *buzzer* yaitu antara 1.5 KHz. Gambar *buzzer* dapat dilihat pada Gambar 2.8 [10].



Gambar 2.8. *Buzzer*

1.10. Hourmeter

Hourmeter adalah satu penghitung waktu yang menggunakan tegangan 220 volt AC sebagai *supply* kerja. Dalam komponen ini terdapat satuan hitung yang menghitung 16 sampai 99999,99 jam. *Hourmeter* digunakan untuk menunjukkan jumlah lama pemakaian lampu terapi (*life time*). Gambar *hourmeter* dapat dilihat pada Gambar 2.9 [5].



Gambar 2.9. Hourmeter

2.11. Modul *Bluetooth HC-05*

Bluetooth adalah suatu teknologi komunikasi *wireless* yang memanfaatkan *frekuensi* radio *ISM 2.4 GHz* untuk menghubungkan perangkat genggam secara terpisah (*handphone,PDA,komputar,printer,dan lain-lain*) dengan jangkauan yang relative pendek.Perangkat genggam yang terpisah tersebut dapat saling bertukar informasi atau data dengan menggunakan *Bluetooth*.Tujuan dari perancangan *Bluetooth* adalah sebagai *teknologi* yang murah, handal,berdaya rendah, dan efisien.

Bluetooth HC-05 adalah untuk membantu *embedded project* yang memiliki kemampuan berkomonikasi secara serial dengan protokol *standar Bluetooth* versi 2.0 papan inti *HC-05* sudah dipasang dengan *adaptor koneksi (back-plane break-out board)* sehingga mudah untuk digunakan dengan menghubungkan modul ini dengan kabal *koneksi*. Modul *Bluetooth* inti *HC-05* memiliki dua modul kerja modul eksekusi manual (merespons saat diperintahkan) dan modes *koneksi* otomatis. Modul *koneksi* ini dapat dipilih lewat *Pin (PIO.11)* pada papan inti .Modul ini di dioperasikan lewat perintah *AT (AT commands)* yang dikirimkan secara serial. Gambar *Bluetooth HC-05* dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10. *Bluetoolt HC-05*

2.11.1. Spesifikasi Modul *Bluetooth HC-05*

1. Memenuhi spesifikasi *bluetooth v2.0+EDR*
2. *Ferkuensi* kerja pada pita *frekuensi ISM 2.4 GHz*
3. Modulasi *GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)*
4. Daya emisi *4 dBm (class 2)*
5. Sensitivitas – *84 dBm* pada *0.1% BER*
6. Kecepatan pada *mode* asinkron maksimum *2.1 Mbps (Max)* atau *160 Kbps*
7. Kecepatan pada *mode* sinkron *1 Mbps*
8. Fitur keamanan dengan otentifikasi dan enkripsi data
9. Catu daya *3,3 Volt DC* dengan konsumsi arus *50 mA*
10. Rentang suhu operasional dari *-20 C* hingga *+ 75C*
11. Ukuran modul *15.2 x 35,7 x 5,6 mm*
12. Jarak *6-10 m [11]*.