

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis akan membahas teori-teori yang menunjang dalam membuat perancangan alat sterilisator menggunakan *ultraviolet* dan panas kering serta memaparkan alat sterilisator yang sudah ada di pasaran. Teori-teori ini didapatkan dari buku, jurnal, internet, artikel dan sumber – sumber lainnya.

2.1. Alat Sterilisator *ultraviolet* dan *heater* yang sudah ada

Sterilisasi *ultraviolet* merupakan alat sterilisasi yang digunakan untuk mensterilkan instrument peralatan gigi. Prinsip kerja pesawat ini adalah dengan memanfaatkan sinar *ultraviolet* dari lampu *ultraviolet* dan juga suhu yang dihasilkan oleh pemanasan elemen (*heater*) yang di kontrol oleh suatu rangkaian kontrol suhu agar suhu tetap stabil. *Heater* akan bekerja pada saat sensor suhu kurang dari settingan suhu dan sebaliknya apabila sensor suhu lebih besar dari settingan suhu, maka secara otomatis *heater* akan mati.

Sterilisasi ini menggunakan sensor suhu yang di fungsikan hanya sebagai pendeteksi suhu yang seandainya suhu pada sterilisasi berlebih atau berkurang. Alat ini difungsikan untuk pensterilan peralatan dental gigi, karena didalam kedokteran gigi, seorang dokter dalam melakukan tindakan dan pemeriksaan ke pasien harus menggunakan peralatan yang bersih dan harus steril dari kontaminasi bakteri serta mikroorganisme lainnya.

Dalam sterilisasi menggunakan alat ini, proses sterilisasi dengan *heater* dilihat dari jenis bahan yang akan di sterilisasi dan lamanya waktu pensterilan, dibawah ini adalah tabel suhu dan waktu pensterilan yang digunakan pada proses sterilisasi dengan *heater*.

2.1. Tabel Suhu dan Waktu Pensterilan

No	Item	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Time (min)
1	Instrument Kaca <i>mirror</i> Tang jepit <i>Cotton pliers</i> <i>Saliva ejector</i>	120	15
2	<i>Glassware</i>	120	15
3	<i>Texture</i>	110	20
4	Plastik / <i>rubber</i> Mikro motor <i>handpiece</i>	90	30

Pada alat yang sudah ada ini perlu adanya pengembangan yaitu mengganti *tubular heater* (elemen pemanas yang terbuat dari pipa *stainless steel*) menjadi *infrarara heater* (*heater* yang berbentuk seperti lampu neon) sebagai pengsterilan instrument peralatan gigi. Suhu yang digunakan juga diganti sesuai dengan standar sterilisasi panas kering di kedokteran gigi, suhu yang digunakan penulis sekarang adalah 160°C dengan lama waktu 60 menit. Seiring dengan perubahan suhu yang digunakan maka letak lampu *UV* juga berubah, ruangan lampu *UV* di pisah dikarenakan jika lampu *UV* terkena panas terus menerus maka dapat mengakibatkan lampu *UV* itu pecah serta penggunaan sterilisasi ini hanya di

gunakan untuk peralatan yang tidak tahan panas. Gambar 2.1. dibawah ini menunjukkan alat sterilisasi yang sudah ada. (Alfafin, 2013).



Gambar 2.1. Alat Sterilisator Ultraviolet dan Heater

2.2. Sterilisator yang ada di pasaran

Seperti yang telah kita ketahui sudah banyak produk–produk alat sterilisasi yang di jual bebas dipasaran dan dibawah ini adalah alat sterilisasi yang sering di gunakan di rumah sakit khususnya di poliklinik gigi :

2.2.1. Sterilisator Panas Kering

Alat sterilisator panas kering untuk instrument peralatan gigi yang sering digunakan di rumah sakit khususnya diruangan poliklinik gigi, penulis mengambil sampel alat sterilisator dengan merk *fortune* sebagai alat perbandingan yang penulis buat. Media untuk pengsterilannya menggunakan suhu panas kering sampai suhu 160°C selama 1-2 jam. Kelemahan alat ini tanpa dilengkapi tampilan (*display*). Sehingga penulis akan membuat alat sterilisasi dilengkapi dengan *display* dan media untuk

pengsterilannya menggunakan *infrafara heater* atau *heater* kaca dengan suhu mencapai 160°C selama 60 menit. Dibawah ini merupakan gambar dari alat sterilisator merk fortune.



Gambar 2.2. Sterilisator Panas Kering Merk Fortune

Spesifikasi alat :

- Standard Depkes RI AKL 20903702467
- Interior volume 78 Ltr
- Dimensi Kardus : 470 x 385 x 770 mm
- Berat kotor : 17 Kg
- Tegangan Listrik 220V/50Hz,
- Daya : 550 W

2.2.2. Sterilisator *Ultraviolet*

Dari berbagai peralatan sterilisator *ultraviolet* yang beredar di pasaran, penulis mengambil sampel alat sterilisator dengan merk *compact*

sterilizer sebagai alat perbandingan yang penulis buat. Media untuk pengsterilannya menggunakan lampu *ultraviolet*. Kelemahan alat ini tanpa dilengkapi tampilan (*display*) dan pemilihan waktunya terbatas. Sehingga penulis membuat alat sterilisasi dilengkapi dengan *display* dan pengaturan waktunya sesuai dengan kebutuhan penggunanya. Dibawah ini merupakan gambar dari alat sterilisator merk *compact sterilizer*.



Gambar 2.3. Sterilisator Ultraviolet Merk Compact Sterilizer

Spesifikasi alat :

- Lampu *UV 15 Watt*
- Dinding dalam plat *stainless steel*
- Rak aluminium
- Dimensi 56 x 46 x 57 cm
- *Timer* 10, 15 dan 30 menit

2.3. Sterilisasi

Sterilisasi adalah suatu proses pengolahan alat atau bahan yang bertujuan untuk menghancurkan semua bentuk kehidupan mikroba termasuk endospora dan dapat dilakukan dengan proses kimia atau fisika.

Rumah sakit sebagai institusi penyedia pelayanan kesehatan berupaya untuk mencegah resiko terjadinya infeksi bagi pasien dan petugas rumah sakit. Salah satu indikator keberhasilan dan pelayanan rumah sakit adalah rendahnya angka infeksi nosokomial di rumah sakit. Untuk mencapai keberhasilan tersebut maka perlu dilakukan pengendalian infeksi di rumah sakit. Melaksanakan tugas dan fungsi sterilisasi, pusat sterilisasi sangat bergantung pada unit penunjang lain seperti unsur pelayanan medik, unsur penunjang medik maupun instalasi antara lain perlengkapan, rumah tangga, pemeliharaan sarana rumah sakit, sanitasi dan lain-lain. Apabila terjadi hambatan pada salah satu sub unit diatas maka pada akhirnya akan mengganggu proses dan hasil sterilisasi.

Bila di tinjau dari volume alat dan bahan yang harus disterilkan di rumah sakit demikian besar, maka rumah sakit dianjurkan untuk mempunyai suatu instalasi pusat sterilisasi tersendiri dan mandiri, yang merupakan salah satu instalasi yang berada dibawah dan bertanggung jawab langsung kepada Direktur / Wakil Direktur Rumah Sakit. Instalasi pusat sterilisasi ini bertugas untuk memberikan pelayanan terhadap semua kebutuhan kondisi steril atau bebas dari semua mikroorganisme (termasuk endospora) secara tepat dan cepat, untuk untuk melaksanakan tugas sterilisasi alat atau bahan secara profesional, diperlukan

pengetahuan dan keterampilan tertentu oleh perawat, apoteker ataupun tenaga nonmedis yang berpengalaman dibidang sterilisasi merupakan mitra kerja. Asas kemitraan didasari rasa saling menghormati peran dan fungsi masing-masing dengan tujuan utama untuk mencegah resiko terjadinya infeksi bagi pasien dan pegawai rumah sakit.

Angka infeksi *nosokomial* terus meningkat (Al Varado, 2000) mencapai sekitar 9% (variasi 3-21%) atau lebih dari 1,4 juta pasien rawat inap di rumah sakit seluruh dunia. Hasil *survey point prevalensi* dari 11 rumah sakit di DKI Jakarta yang dilakukan oleh perdalin jaya dan rumah sakit penyakit infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso Jakarta pada tahun 2003 di dapatkan angka infeksi *nosokomial* untuk ILO (infeksi luka operasi) 18,9%, ISK (infeksi saluran kemih) 15,1%, IADP (infeksi aliran darah primer) 26,4%, Pneumonia 24,5% dan infeksi saluran napas lain 15,1%, serta infeksi lain 32,1%.

Untuk meminimalkan resiko terjadinya infeksi di rumah sakit dan fasilitas pelayanan kesehatan lainnya perlu diterapkan pencegahan dan pengendalian infeksi (PPI), yaitu kegiatan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan, pembinaan, pendidikan dan pelatihan, serta monitoring dan evaluasi.

Metode Sterilisasi yang digunakan :

2.3.1. Sterilisasi basah

Sterilisasi basah adalah metode sterilisasi dengan memanfaatkan hasil penguapan air, dimana uap air tersebut dihasilkan oleh pemanasan air.

Kaidah yang digunakan pada alat sterilisator basah ialah perubahan energi

listrik menjadi energi panas, untuk perubahan energi tersebut diperlukan filamen yang berfungsi untuk memanaskan air. Semua peralatan yang akan disterilkan dimasukkan kedalam tempat air, untuk kemudian dipanaskan sesuai suhu yang diperlukan. Yang harus diperhatikan dalam menggunakan alat sterilisasi basah :

- a. Air dalam tabung jangan sampai habis (kering) sama sekali. Hal ini penting untuk menjaga agar filamen-filamen pemanas tidak cepat rusak.
- b. Jangan dioperasikan tanpa menggunakan media air, karena hal ini dapat menyebabkan wadah tempat air menjadi kehitam-hitaman akibat panas.

2.3.2. Sterilisasi panas kering

Proses sterilisasi panas kering terjadi melalui mekanisme konduksi panas, dimana panas akan diabsorpsi oleh permukaan luar dari alat yang disterilkan lalu merambat ke bagian dalam permukaan sampai akhirnya suhu untuk sterilisasi tercapai. Sterilisasi panas kering biasa digunakan untuk alat-alat atau bahan dimana *steam* tidak dapat berpenetrasi secara mudah atau untuk peralatan terbuat dari kaca.

Pada sterilisasi panas kering pembunuhan mikroorganisme terjadi melalui metode oksidasi sampai terjadinya oksidasi sampai terjadinya koagulasi protein sel. Sterilisasi panas kering memerlukan waktu yang lebih lama dengan suhu yang lebih tinggi dan terjadi pada *oven* konveksi panas kering.

Pada dasarnya ada dua jenis *oven* konveksi panas kering, yaitu *oven* konveksi panas kering dan *oven* konveksi mekanis. Pada *oven* konveksi panas kering didistribusi suhu tidak merata sementara pada *oven* konveksi mekanis didistribusi suhu lebih merata karena adanya bantuan *blower*.

a. Siklus kerja dari mesin sterilisasi panas kering meliputi :

- Pemanasan udara panas dihasilkan melalui mekanisme listrik dan di sirkulasi ke *chamber*.
- Periode *plateau* (sterilisasi) dimulai ketika sensor mendekati tercapainya suhu proses sterilisasi pada *chamber*.
- Pada saat seluruh *chamber* memiliki suhu yang sama maka berakhir fase *equilibrium* dan di mulai fase “*holding time*” atau sterilisasi.
- Pendinginan *chamber* dilakukan dengan mensirkulasikan udara dingin dan terfiltrasi kedalam *chamber*.

b. Keuntungan dari sterilisasi panas kering antara lain :

- Dapat mensterilkan beberapa jenis bahan yang tidak dapat ditembus *steam* seperti serbuk kering dan bahan minyak.
- Tidak memiliki sifat korosi pada logam
- Melalui mekanisme konduksi dapat mencapai seluruh permukaan alat yang tidak dapat dibongkar pasang.

c. Kelemahannya dari sterilisasi panas kering antara lain :

- Penetrasi terhadap material / bahan berjalan sangat lambat dan tidak merata.
- Diperlukan waktu pemaparan panas yang lama untuk mencapai kondisi steril.
- Suhu tinggi dapat merusak bahan dari karet dan beberapa bahan kain.

Instruction manual harus disediakan oleh *supplier* mesin secara komprehensif. Bagian pemeliharaan harus memberikan semua informasi yang diperlukan bagi semua prosedur yang direkomendasikan pada saat pengujian instalasi maupun pemeliharaan rutin dengan menyatakan frekuensi kegiatannya. *Instruction manual* harus tersedia di pusat sterilisasi.

Alasan : karena masalah pemeliharaan, perbaikan dan kalibrasi mungkin dapat dilakukan oleh orang selain dari *supplier* informasi yang mendalam tentang mesin sterilisasi.

d. Ketentuan mesin panas kering sterilisasi panas kering.

Beberapa hal berkaitan dengan mesin sterilisasi panas kering harus di perhatikan adalah sebagai berikut :

- a) Mesin sterilisasi panas kering tidak boleh digunakan sebagai mesin pengering.
- b) Kontrol proses secara otomatis sangat diharapkan.
- c) Titik pemasukan *thermopel* harus tersedia.

- d) Harus tersedia termometer untuk mengindikasikan suhu sudah dicapai disertai pencatat suhu.
- e) Harus tersedia mekanisme pemutus suhu berlebih (*overheat cut-off*) pada semua mesin sterilisasi panas kering.
- f) Beberapa *feature* mesin yang cukup penting meliputi :
 - *Timer* proses yang dapat diatur (0-6 jam).
 - Termostat pengontrol suhu, dapat diatur antara 140°C - 180°C.
 - Indikator apabila terjadi kegagalan proses.

Memasukkan barang pada mesin sterilisasi panas kering

Sebelum memasukan barang ke dalam *chamber*, *chamber* harus dipanaskan terlebih dahulu. Antara satu barang dengan barang lainnya harus tersedia ruangan untuk mempermudah sirkulasi udara sehingga kontak termal dapat berlangsung dengan baik dan setiap item barang tidak menyentuh dinding *chamber* mesin.

2.3.3. Sterilisasi ultraviolet

Kuman radiasi *Ultraviolet* atau sering di kenal dengan *Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI)* adalah sterilisasi metode yang menggunakan *ultraviolet (UV)* cahaya di cukup pendek panjang gelombang untuk memecah mikroorganisme. *UVGI* Ini digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti makanan, udara dan pemurnian air. *UV* telah menjadi dikenal mutagen pada tingkat sel selama lebih dari seratus tahun. The 1903 Nobel Kedokteran

diberikan kepada **Niels Finsen** untuk penggunaannya *UV* terhadap tuberkulosis .

UVGI menggunakan panjang gelombang pendek *UV* yang berbahaya bagi mikroorganisme. Hal ini efektif dalam menghancurkan asam nukleat dalam organisme sehingga *DNA* mereka terganggu oleh radiasi *UV*. Hal ini menghilangkan kemampuan reproduksi mereka dan membunuh mereka. Panjang gelombang *UV* yang menyebabkan efek ini jarang terjadi di bumi sebagai atmosfer blok itu.

Menggunakan perangkat *UVGI* di lingkungan tertentu seperti sistem sirkulasi udara atau air menghasilkan efek mematikan terhadap mikroorganisme seperti patogen virus dan jamur yang berada dalam lingkungan ini. Ditambah dengan sistem penyaringan *UVGI* dapat menghapus berbahaya mikro-organisme dari lingkungan.

Penerapan *UVGI* untuk sterilisasi telah menjadi praktik yang diterima sejak pertengahan abad ke-20. *UVGI* ini telah digunakan terutama di sanitasi medis dan fasilitas kerja steril. Semakin itu digunakan untuk mensterilkan minum dan air limbah , sebagai memegang fasilitas yang tertutup dan bisa diedarkan untuk memastikan paparan lebih tinggi untuk *UV*. Dalam beberapa tahun terakhir *UVGI* telah menemukan aplikasi baru di sanitasi udara .

a) Cara Bekerja UVGI

Sinar *ultraviolet* adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih pendek dari pada cahaya tampak. *UV* dapat dipisahkan

menjadi berbagai rentang, dengan *UV* pendek (*UVC*) dianggap "*UV* kuman." Pada panjang gelombang tertentu *UV* mutagenik terhadap bakteri, virus dan mikro-organisme. Pada panjang gelombang 2.537 Angstrom (254 nm) *UV* akan melepaskan ikatan molekul dalam *DNA*-organisme mikro, menghasilkan dimer timin pada *DNA* mereka sehingga menghancurkan mereka, membuat mereka tidak berbahaya atau melarang pertumbuhan dan reproduksi. Ini adalah proses yang sama dengan efek *UV* dari panjang gelombang lebih panjang (*UVB*) pada manusia, seperti terbakar sinar matahari atau silau matahari. Mikro-organisme ini kurang memberikan perlindungan dari *UV* dan tidak dapat bertahan kontak yang terlalu lama untuk itu.

Sebuah sistem *UVGI* dirancang untuk mengekspos lingkungan seperti tangki air, kamar disegel dan sistem udara paksa untuk *UV* kuman. Paparan berasal dari lampu kuman yang memancarkan radiasi elektromagnetik kuman *UV* pada panjang gelombang yang benar, sehingga penyinaran lingkungan. Paksa aliran udara atau air melalui lingkungan ini menjamin eksposur.

b) Efektivitas UVGI

UVGI adalah metode yang sangat efektif menghancurkan mikroorganisme. Karena atmosfer bumi menyerap sebagian besar *UV* dari matahari *UV* kuman penyakit ini sangat jarang terjadi di segala situasi. Ketika terkonsentrasi dalam lingkungan tertutup seperti memegang tangki

air atau saluran sistem itu adalah mematikan dari waktu ke waktu untuk semua mikro-organisme.

Efektivitas *UV* kuman di lingkungan seperti itu tergantung pada sejumlah faktor: lamanya waktu organisme-mikro terkena *UV*, kekuasaan fluktuasi sumber *UV* yang dampaknya panjang gelombang *EM*, kehadiran partikel yang dapat melindungi mikro-organisme dari *UV*, dan kemampuan organisme-mikro untuk menahan *UV* selama eksposur. Dalam banyak sistem redundansi dalam mengungkap mikro-organisme untuk *UV* dicapai dengan sirkulasi udara atau air berulang kali. Hal ini memastikan beberapa berlalu begitu bahwa *UV* efektif terhadap jumlah tertinggi mikro-organisme dan akan menyinari tahan mikro-organisme lebih dari sekali untuk menghancurkan mereka.

Efektivitas dari bentuk sterilisasi juga tergantung pada *line-of-sight* paparan dari mikro-organisme ke sinar *UV*. Lingkungan dimana desain menciptakan kendala yang menghalangi sinar *UV* tidak efektif. Dalam lingkungan seperti efektifitas ini kemudian bergantung pada penempatan sistem *UVGI* sehingga *line-of-sight* yang optimal untuk sterilisasi. Sebuah masalah tersendiri yang akan mempengaruhi *UVGI* adalah debu atau lapisan film lainnya bola, yang dapat menurunkan *output UV*. Oleh karena itu memerlukan penggantian lampu tahunan dan pembersihan di jadwalkan untuk memastikan efektivitas. Umur lampu *UV* kuman bervariasi

tergantung pada desain. Juga materi bahwa bola lampu terbuat dari dapat menyerap beberapa sinar kuman.

Lampu pendingin di bawah aliran udara dapat *output UV* juga lebih rendah, sehingga perawatan harus dilakukan untuk melindungi lampu dari aliran udara langsung melalui reflektor parabola. Atau menambahkan lampu tambahan untuk mengimbangi efek pendinginan. Peningkatan efektivitas dan intensitas *UV* dapat dicapai dengan menggunakan refleksi. Aluminium memiliki tingkat reflektifitas tertinggi dibandingkan logam lainnya dan dianjurkan bila menggunakan *UV*.

2.4. Sensor Suhu Termokopel

Suhu merupakan keadaan pada perubahan temperatur udara dimana suhu dapat berubah tergantung dari perubahan cuaca. Suhu tersebut akan menunjukkan apakah benda itu akan terasa panas atau dingin. Untuk mengukur dengan tepat suhu secara kuantitatif di perlukan beberapa kegiatan pada besaran-besaran yang dapat diukur.

Sensor suhu adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Termokopel / *thermocouple* merupakan sensor suhu yang paling sering atau kebanyakan digunakan pada *boiler*, mesin *press*, *oven*, dan lain sebagainya. Termokopel dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup luas dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1^oC. Termokopel terdiri dari 2

jenis kawat logam konduktor yang digabung pada ujungnya sebagai ujung pengukuran. Konduktor ini kemudian akan mengalami gradiasi suhu dan dari perbedaan suhu antara ujung termokopel / ujung pengukuran dengan ujung kedua kawat logam konduktor yang terpisah akan menghasilkan tegangan listrik. Hal ini disebut sebagai efek termo elektrik. Perbedaan ini umumnya berkisar antara 1 hingga 70 mikrovolt setiap perbedaan satu derajat *celcius* untuk kisaran yang dihasilkan dari kombinasi logam modern. Jadi sangat penting untuk di ingat bahwa termokopel hanya mengukur perbedaan temperatur diantara 2 titik, bukan temperatur absolut. Jadi termokopel tidak bisa digunakan untuk mengukur suhu ruangan karena tidak ada perbedaan antara ujung pengukuran dengan ujung referensi / ujung pada kedua kawat logam.

2.4.1. Keuntungan *Thermocouple* adalah sebagai berikut :

- Memiliki rentang suhu yang luas
- Tahan terhadap guncangan dan getaran
- Memberikan respon langsung terhadap perubahan suhu



Gambar 2.4. Sensor Suhu Termokopel

2.4.2. Beberapa jenis termokopel, tergantung aplikasi penggunaannya

1. Tipe K (*Chromel* (Ni-Cr alloy) / *Alumel* (Ni-Al alloy))

Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu -200°C hingga $+1200^{\circ}\text{C}$.

2. Tipe E (*Chromel* / *Constantan* (Cu-Ni alloy))

Tipe E memiliki *output* yang besar ($68 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah. Properti lainnya tipe E adalah tipe non magnetik.

3. Tipe J (*Iron* / *Constantan*)

Rentangnya terbatas (-40 hingga $+750^{\circ}\text{C}$) membuatnya kurang populer dibanding tipe K. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar $\sim 52 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

4. Tipe N (*Nicrosil* (Ni-Cr-Si alloy) / *Nisil* (Ni-Si alloy))

Stabil dan tahanan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur suhu di atas 1200°C . Sensitifitasnya sekitar $39 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ pada 900°C , sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K. Termokopel tipe B, R, dan S adalah termokopel logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah termokopel yang paling stabil, tetapi karena sensitifitasnya rendah (sekitar $10 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi ($>300^{\circ}\text{C}$).

5. Tipe B (*Platinum-Rhodium / Pt-Rh*)

Cocok mengukur suhu di atas 1800 °C. Tipe B memberi *output* yang sama pada suhu 0°C hingga 42°C sehingga tidak dapat dipakai di bawah suhu 50°C.

6. Tipe R (*Platinum / Platinum with 7% Rhodium*)

Cocok mengukur suhu di atas 1600°C. Sensitivitas rendah (10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.

7. Tipe S (*Platinum / Platinum with 10% Rhodium*)

Cocok mengukur suhu di atas 1600 °C. Sensitivitas rendah (10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas (1064.43 °C).

8. Tipe T (*Copper / Constantan*)

Cocok untuk pengukuran antara -200 to 350 °C. Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari constantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Tipe T memiliki sensitifitas ~ 43 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

Termokopel hanya sebuah sensor suhu jadi dalam berbagai aplikasi seperti pada pengaturan suhu *boiler*, penggunaan termokopel biasanya digabung atau dihubungkan dengan temperatur kontroller sebagai pembaca dan pengatur temperatur *boiler* tersebut. Termokopel paling cocok digunakan untuk mengukur

rentangan suhu yang luas, hingga 2300°C. Sebaliknya, kurang cocok untuk pengukuran dimana perbedaan suhu yang kecil harus diukur dengan akurasi tingkat tinggi, contohnya rentang suhu 0-100 °C dengan keakuratan 0,1 °C. Untuk aplikasi ini, Termistor dan RTD lebih cocok.

2.5. *Infrafara Heater*

Heater atau sering disebut pemanas yang digunakan pada pesawat ini mendapat *supply* dari tegangan AC. Pemanas ini akan bekerja terus sesuai settingan dari sistem *dimmer* hingga mencapai panas yang dibutuhkan. Sedangkan *infrafara* adalah *heater* yang jenisnya seperti lampu neon ini seringkali digunakan pada *oven* yang digunakan untuk makanan. Karena sifatnya yang bersih sangat cocok digunakan pada *oven* makanan. *Infrafara heater* tidak cocok digunakan pada media basah karena mudah pecah, dan juga tidak cocok digunakan pada tempat yang mudah kena benturan karena sifatnya hampir seperti kaca yang tidak tahan benturan. (Giyanto, 2009).

Kelebihan dari *infrafara heater* bila mengalami kerusakan elemen bisa diperbaiki sehingga mengurangi biaya dikarenakan dari struktur biaya pembuatan *infrafara heater* yang paling mahal adalah bodi *infrafara* itu sendiri. *Infrafara heater* yang sering digunakan ada dua macam yaitu warna hitam dan warna putih, secara fungsi keduanya sama, sedangkan dari segi ketahanan yang warna hitam lebih tahan dan sedikit lebih mahal dari sisi harganya bila dibandingkan dengan yang warna putih. Daya yang bisa digunakan pada

infrafara sangat bervariasi sesuai dengan permintaan dan *design* mesin yang ada.

Mulai dari 100 *Watt* sampai dengan 3000 *Watt*.



Gambar 2.5. Infrafara Heater

2.6. Lampu *UV* (*Ultraviolet*)

Sinar *UV* adalah sinar tidak tampak yang memiliki panjang gelombang elektromagnetik antara 100 nm – 380 nm. Klasifikasi sinar *UV* dibagi menjadi 2 yaitu :

2.6.1. Berdasarkan panjang gelombang :

- a. Sinar *UV* panjang gelombang panjang : 290 nm – 380 nm
- b. Sinar *UV* panjang gelombang pendek : 100 nm – 290 nm

2.6.2. Berdasarkan tipe :

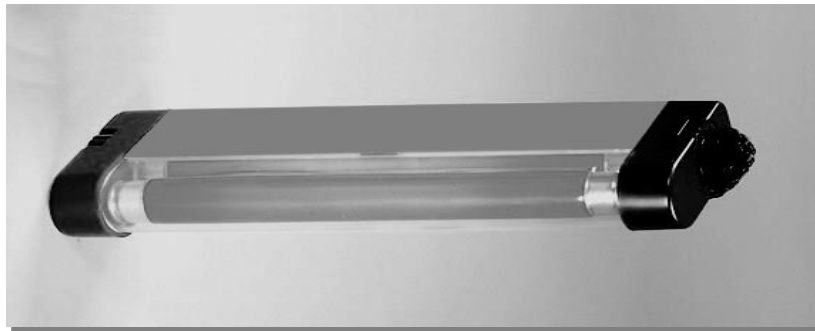
- a. Sinar *UV* tipe A : 315 nm – 390 nm
- b. Sinar *UV* tipe B : 280 nm – 315 nm
- c. Sinar *UV* tipe C : 100 nm – 280 nm

Adapun lampu yang digunakan untuk melakukan pensterilan adalah lampu dengan daya sebesar (4 *watt ultraviolet* kuman cahaya lampu *UV bulb*

germicidal) efisiensi memancarkan sejumlah besar sinar *UV* 253,7 nm (*nanometer*) yang memiliki aktifitas yang sangat baik dalam membunuh kuman. Lampu ini memiliki struktur dan karakteristik yang sama dengan lampu *flurorescent* yang digunakan untuk penerangan tetapi menggunakan sinar *UV* kaca yang efisien mentransmisikan sinar *UV* pada 253,7 nm.

Spesifikasi lampu *UV* :

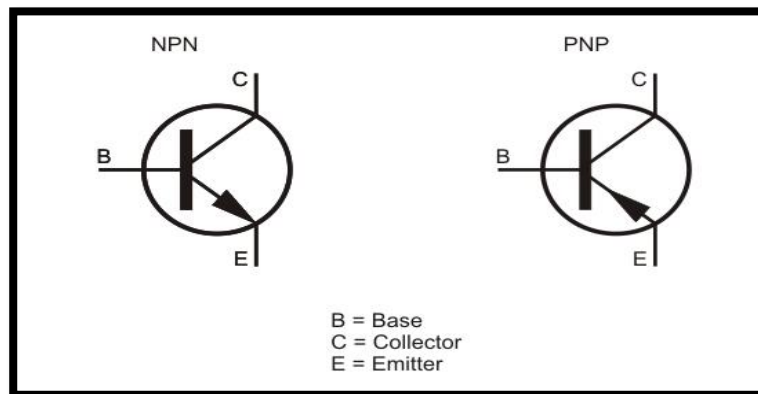
1. 4 watt *UV ultraviolet* kuman *light bulb*
2. Besar sinar *UV* 253,7 nm
3. *Life time* : 3000h - 5000h



Gambar 2.6. Lampu UV

2.7. Transistor

Menurut Sugiri, A.md., S.Pd. (2008:49), transistor berasal dari kata transfer resistor yang dikembangkan oleh *berdeen, schokley, dan brittam*. Pada tahun 1948 di perusahaan elektronik *Bell telephone Laboratories*. Penamaan tersebut berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu mentransfer atau memindahkan arus. Dalam dunia elektronika, transistor disimbolkan sebagai berikut:



Gambar 2.7. Simbol Transistor

Transistor merupakan komponen elektronikan yang mempunyai 3 buah kaki, yaitu *basis (B)*, *collektor (C)*, dan *Emitor (E)*. Untuk melihat kaki-kaki tersebut perlu melihat *datasheet book* karena tipenya ribuan dan bentuknya ratusan. Pada modul ini menggunakan transistor BC547, transistor ini adalah jenis transistor NPN. Transistor ini akan saturasi jika kaki basis mendapat tegangan lebih dari 0,7 dan akan *cut off* apabila kaki basis mendapat tegangan kurang dari 0,7 sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pemutus dan penyambung tegangan.

2.8. Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler adalah sebuah mikro prosesor lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisi *ROM (Read Only Memory)*, dan *RAM (Read accses memory)*, beberapa kontrol masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah / pewaktu, *ADC (Analog to Digital Converter)*, *DAC (Digital to*

Analog Converter) dan serial komunikasi. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur *Harvard*. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fiturnya seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega 16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and logical unit (ALU)*, himpunan register kerja, register dan kontrol instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

2.8.1. Arsitektur ATmega 16

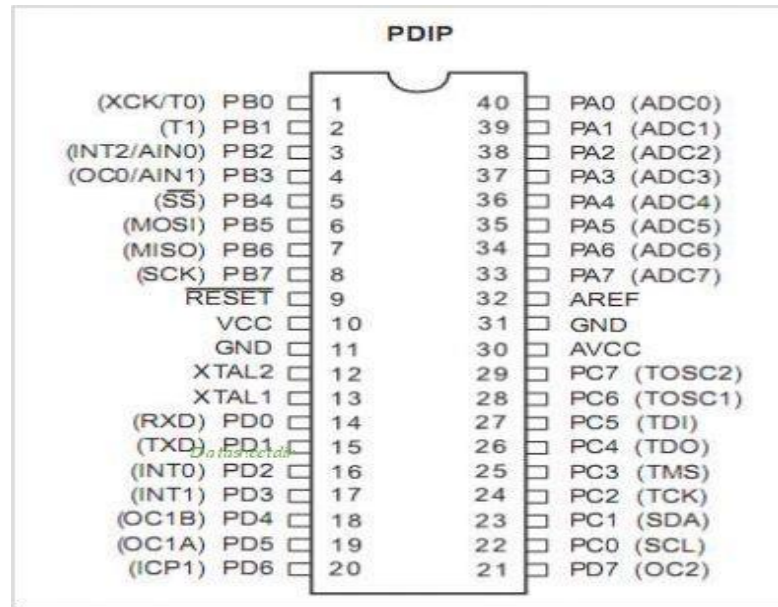
Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Secara garis besar mikrokontroler ATmega 16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz
2. Memiliki kapasitas *flash* memori 16 Kbyte, *EEPROM* 512 Byte, dan *SRAM* 1 Kbyte.
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D

4. *CPU* yang terdiri dari 32 buah register.
5. *User* interupsi internal dan eksternal
6. Bandar antar muka *SPI* dan Bandar *USART* sebagai komunikasi serial
7. Fitur peripheral
 - Dua buah 8-bit *time / counter* dengan *prescaler* terpisah dan metode *compare*
 - Satu buah 16-bit *time / counter* dengan *prescaler* terpisah , mode *compare*, dan mode *capture*
 - *Real time counter* dengan osilator tersendiri
 - Empat kanal *PWM* dan antar muka komparator analog
 - 8 kanal, 10 bit *ADC*
 - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - *Watchdog timer* dengan osilator internal

2.8.2. Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega 16 dengan kemasan 40 pin dapat dilihat pada gambar 2.8. dari gambar tersebut dapat dilihat ATmega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing kontrol A (Port A), kontrol B (Port B), kontrol C (Port C) dan kontrol D (Port D).

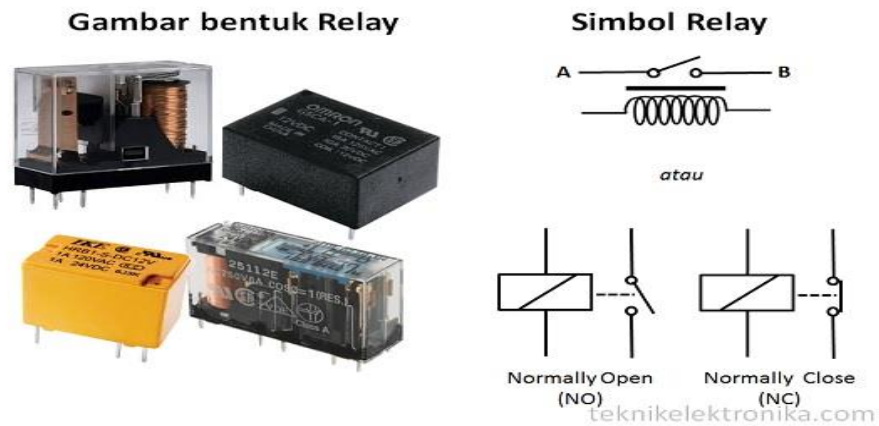


Gambar 2.8. Konfigurasi pin ATmega 16

2.9. RELAY

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar / *switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Dibawah ini adalah gambar bentuk *relay* dan simbol *relay* yang sering ditemukan di rangkaian elektronika.



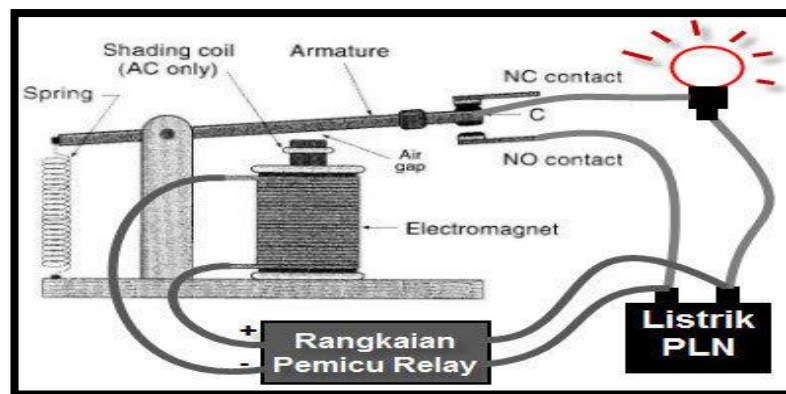
Gambar 2.9. Bentuk Relay dan Simbol Relay

2.9.1. Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

2.9.2. Gambar dan bagian-bagian rangkaian dasar *relay* :



Gambar 2.10. Rangkaian Dasar Relay

Berikut ini penjelasan dari gambar di atas:

- a. *Amarture*, merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet *ferromagnetik* (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan *ferromagnetik* sudah hilang.
- b. *Spring*, pegas atau per berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan *ferromagnetik* hilang, maka *spring* berfungsi untuk menarik tuas ke atas.
- c. *Shading Coil*, ini untuk pengamanan arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (*Contact*).
- d. *NC Contact*, *NC* singkatan dari *Normally Close*. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi *OFF*.
- e. *NO Contact*, *NO* singkatan dari *Normally Open*. Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi *ON*.
- f. *Electromagnet*, kabel lilitan yang membelit logam *ferromagnetik*. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.
- g. Aplikasi rangkaian pemacu *relay*, ini adalah rangkaian/alat yang akan memacu *relay* untuk menjadi *ON* ketika sesuai situasi / kondisi tertentu. Rangkaian pemacu ini biasanya memiliki sensor atau rangkaian *timer* (memanfaatkan '*time delay*'). Rangkaian yang

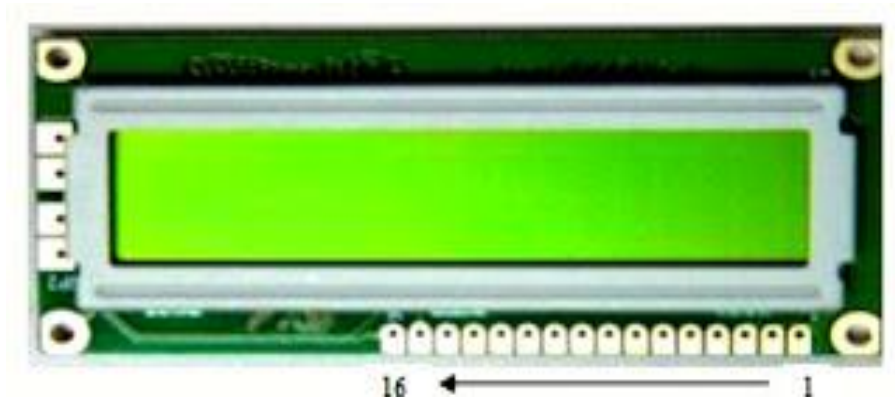
menggunakan sensor misalnya sensor suhu, sensor air, sensor cahaya, sensor arus, dll. Sedangkan rangkain timer misalnya *timer* pada mesin cuci, *timer* tv, dll.

Sebenarnya aplikasi *relay* banyak sekali. Dari mobil-mobilan, kulkas, lampu sein motor dan mobil, pompa air otomatis, hingga peralatan pada pesawat terbang. Dari *relay* yang jenisnya kecil hingga yang mempunyai daya besar. Dari *relay DC 5 volt*, *12 volt* hingga yang bervoltase tinggi. Keuntungan kita dalam menggunakan *relay*:

1. Kita bisa membuat rangkaian otomatis penyambung / pemutus (*switch*) tegangan *AC* dan *DC*
2. *Relay* bisa digunakan pada *swith* tegangan tinggi
3. *Relay* juga menjadi solusi pada *swith* dengan arus yang besar
4. Bisa melakukan *swith* pada banyak kontak dalam waktu yang bersamaan

2.10. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2

Layar *LCD* merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar *LCD* diperlukan beberapa rangakaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul *LCD*. Adapun bentuk fisik *LCD 16x2* seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.11. Bentuk Fisik LCD (Amarilys 2010)

Beberapa pin yang penting pada *LCD Character 16x2* adalah sebagai berikut :

RS : Register Select

RS = 0; untuk menulis ke *register* instruksi

RS = 1; untuk menulis ke *register* data

R/W: Read/ write

R/S = 0; proses *write* (penulisan data/ instruksi)

R/S = 1; proses *read* (pembacaan)

EN: Enable data

Difungsikan untuk penguncian data (*latch*), pada saat ada *transisi high to low* maka data atau instruksi pada data *bus* akan terkunci.

D0-D7: Data bus 8 bit

Difungsikan untuk pengiriman data atau instruksi. Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah tabel konfigurasi *PIN LCD 2x16 Character*:

Tabel 2.2. Konfigurasi PIN LCD 2 x 16 Character

Pin Number	Simbol
1	Vss
2	Vcc
3	Vee
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7
15	BPL
16	GND

Untuk lebih jelas dalam memahaminya, di bawah ini adalah keterangan pin LCD 2 x 16 karakter :

Tabel 2.3. Fungsi Pin Pada LCD Karakter

Nama Signal	Fungsi
DB0 – DB7	Untuk mengirimkan data karakter atau dan instruksi
E	<i>Enable- Signal start</i> untuk mulai pengiriman data atau instruksi
R/W	Signal yang digunakan untuk memilih mode baca atau tulis ‘0’ : <i>write</i> dan ‘1’ : <i>tulis</i>
RS	<i>Register Select</i> “0”: <i>Instruction register (Write)</i> “1”: <i>Data register (Write, Read)</i>
Vee	Tegangan Pengaturan kontras pada LCD
Vcc	Tegangan Vcc
Vss	Tegangan 0V atau <i>Ground</i>

Berikut ini adalah tabel keterangan fungsi *set*:

Tabel 2.4. Function Set

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

DL : *Set data length*. *Bit* ini digunakan untuk mengatur apakah *interface* jalur data antara *mikrokontroler* dengan *LCD* karakter adalah 4 *bit* atau 8 *bit*

DL = 0; Data *length* 4 *bit*

DL = 1; Data *length* 8 *bit*

N : *Set jumlah baris*. *Bit* ini digunakan untuk *setting* jumlah baris yang akan digunakan pada *LCD* karakter, satu baris atau dua baris.

N = 0; Satu baris *display*

N = 1; Dua baris *display*

F : *Set character font*. *Bit* ini digunakan untuk membangun ukuran besar atau kecilnya dari *font* karakter yang akan di *displaykan* ke *LCD* karakter.

F = 0; Ukuran *font* karakter 5 x 7 dot

F = 1; Ukuran *font* karakter 5 x 10 dot

Untuk lebih jelasnya perhatikan juga tabel 2.4:

Tabel 2.5. Entry Mode Set

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

I/D : *Set increment* atau *decrement*

I/D = 0; *Decrement* RAM

I/D = 1; *Increment* RAM

S : Menggeser *display* ke kanan atau ke kiri

S = 0; *display* tidak bergeser

S = 1; *display* bergeser kekanan atau kekiri bergantung I/D

Dalam memahami *display ON-OFF* / kursor lihat tabel di bawah ini :

Tabel 2.6. Display ON-OFF/ Kursor

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D : *Set display ON/ OFF*. Bit ini untuk mengatur apakah *display LCD* di hidukan atau dipadamkan.

D = 0; *Display OFF*

D = 1; *Display ON*

C : *Set display cursor ON/ OFF*. Bit ini untuk menampilkan atau tidak, *kursor* pada *LCD* karakter, untuk menandai karakter yang tercetak pada layar seperti halnya pada *monitor komputer*.

C = 0; *Cursor OFF*

C = 1; *Cursor ON*

B : *Set cursor berkedip (BLINK)*. Bit ini dapat digunakan untuk mengatur *cursor* pada *LCD* karakter apakah berkedip atau tidak.

B = 0; *Cursor* tidak berkedip

$B = 1$; *Cursor* berkedip

Untuk mengetahui lebih jelas masalah *display clear* perhatikan tabel di bawah ini:

Tabel 2.7. Display Clear

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Instruksi ini difungsikan untuk membersihkan layar *LCD character*, perhatikan juga tabel di bawah ini:

Tabel 2.8. Sift Right atau Left

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X

S/C : Untuk menggeser *cursor* atau *display*

$S/C = 0$; menggeser *cursor*

$S/C = 1$; menggeser *display*

R/L : Untuk menggeser ke kiri atau kekanan

$R/L = 0$; menggeser ke Left

$R/L = 1$; menggeser ke Right

Untuk memahami lebih jelas dalam pemilihan lokasi *RAM LCD Character* maka terlebih dahulu perhatikan tabel di bawah ini:

Tabel 2.9. Pemilihan Lokasi RAM LCD Character

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	1	Y	0	0	X	X	X	X

Y : Pemilihan lokasi RAM baris 1 atau 2

Y = 0; pemilihan lokasi RAM LCD pada baris 1

Y = 1; pemilihan lokasi RAM LCD pada baris 2

XXXX: Pemilihan alamat dari *address* 0000 s/d 1111 atau 0 s/d 15 *desimal*, karena jumlah karakter yang dapat dimunculkan pada layar *LCD* karakter adalah 16 karakter.

2.11. Buzzer

Buzzer adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada penelitian kali ini *buzzer* digunakan sebagai penanda atau alarm apabila waktu sterilisasi sudah habis atau selesai.

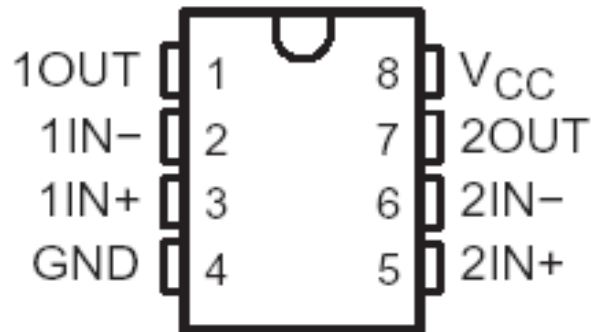


Gambar 2.12. Buzzer

2.12. LM358

LM358 adalah sebuah *IC* yang dapat digunakan sebagai penguat sinyal tegangan *DC* maupun *AC*. Penguat disini maksudnya adalah untuk memperbesar

tegangan. Jadi jika kita ingin memperbesar tegangan atau sinyal bisa kita gunakan *op-amp* dengan IC LM358. Kita bisa merubah tegangan dari mV (*milivolt*) menjadi V (*volt*) atau *microVolt* menjadi mV dan V.



Gambar 2.13. IC LM 358

2.13. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Dioda yang penulis gunakan adalah dioda bertipe penyearah.

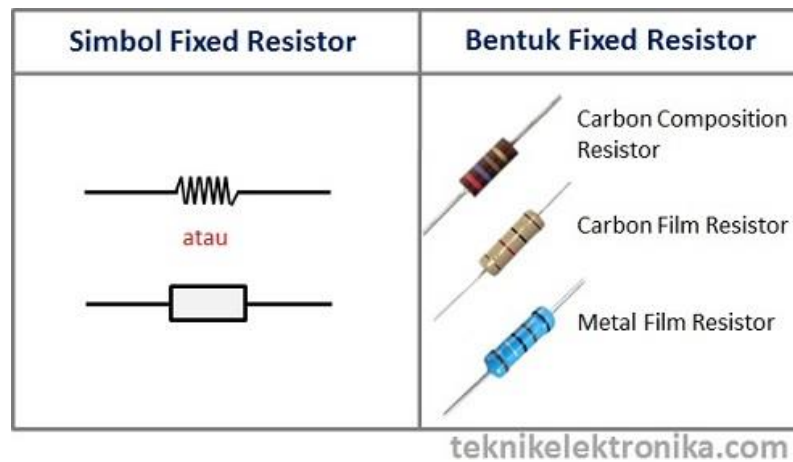
Dioda penyearah adalah jenis dioda yang terbuat dari bahan Silikon yang berfungsi sebagai penyearah tegangan / arus dari arus bolak-balik (*AC*) ke arus searah (*DC*) atau mengubah arus *AC* menjadi *DC*. Secara umum dioda ini disimbolnya. Kaki-kaki dioda yaitu kaki katoda ditandai dengan garis pada ujungnya



Gambar 2.14. Dioda Penyearah

2.14. Resistor

Resistor atau disebut juga dengan hambatan adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika. Satuan nilai resistor atau hambatan adalah Ohm (Ω). Nilai resistor biasanya diwakili dengan kode angka ataupun gelang Warna yang terdapat di badan resistor. Hambatan resistor sering disebut juga dengan resistansi atau *resistance*.



Gambar 2.15. Resistor

2.15. Hourmeter

Hourmeter adalah suatu penghitung waktu yang menggunakan tegangan 220 volt AC sebagai *supply* kerja. Dalam komponen ini terdapat satuan hitung yang menghitung sampai 99999,99 jam. *Hourmeter* digunakan untuk menunjukkan jumlah lama pemakaian lampu *ultraviolet* (*life time*).



Gambar 2.16. Hourmeter