

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2014 telah dibuat penelitian dengan judul “Infant Warmer Berbasis *Microcontroller* AVR ATmega 8535” oleh Lathif Nur Khusnawan dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta program studi D3 Teknik elektromedik, pada penelitian tersebut, hanya menambahkan lampu *blue light* tanpa menggunakan program atau masih manual karena belum memiliki sistem *timer* otomatis.

Berdasarkan uraian di atas penulis berniat untuk membuat alat infant warmer, serta penulis menyajikan dengan judul “Simulasi *Infant Warmer* dilengkapi *Phototherapy* berbasis ATmega 32 “.

2.2 *Infant Warmer*

Infant berarti bayi dan *Warmer* berarti penghangat. Jadi *infant warmer* secara bahasa berarti alat untuk menghangatkan bayi. Alat ini difungsikan sebagai tempat perlindungan bagi bayi yang lahir dini (*Premature*). Alat ini hanya sebagai tempat singgah sementara untuk menstabilkan suhu tubuh bayi yang lahir dan mengalami *hipotermia*. Dengan adanya panas (*heater*) yang dihasilkan oleh alat ini, maka bayi yang lahir tidak normal (warna biru pada tubuhnya) dikarenakan suhu tubuh yang kurang akan merasa hangat. Jika suhu tubuh bayi sudah stabil atau dirasa sudah normal, maka bayi dapat dipindah ke tempat bayi biasa.

Komponen utama dari *infant warmer* yaitu *heater* dan kontrol suhu. Penghangat pada *infant warmer* menggunakan elemen kering yang diletakkan diatas bayi yang suhunya dapat diatur sesuai kebutuhan. Radiasi panas yang mengenai bayi suhunya antara 32^0 - 37^0 C. Pada kontrol suhu juga terdapat sensor yang diletakkan pada bed bayi yang berfungsi menyensor suhu tubuh bayi. Sensor ini juga berfungsi mengontrol kerja heater agar tidak terjadi *over heat* [1].

2.3 *Phototherapy*

American Academy of Pediatrics (AAP) mendefinisikan fototerapi intensif sebagai fototerapi yang menggunakan intensitas sinar sedikitnya $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ sampai $40 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ dan panjang gelombang yang dapat mencakup seluruh permukaan tubuh neonatus. Intensitas sinar dapat ditingkatkan dengan pemberian fototerapi ganda atau *double* fototerapi. Hal ini dapat dicapai dengan meletakkan sumber sinar di atas dan di bawah neonatus. Penggunaan fototerapi intensif dapat menurunkan kadar bilirubin 30% sampai 40 % atau bilirubin serum total 1 sampai 2 mg/dL dalam waktu 4 sampai 6 jam (Repository, 2015).

Efektivitas fototerapi tergantung pada kualitas cahaya yang dipancarkan lampu (panjang gelombang), intensitas cahaya (iradiasi), luas permukaan tubuh, ketebalan kulit dan pigmentasi, lama paparan cahaya, kadar bilirubin total saat awal fototerapi. Fototerapi yang intensif seharusnya dapat menurunkan kadar bilirubin total serum 1-2 mg/dL dalam 4-6 jam, sehingga kadar bilirubin harus dimonitor setiap 4-12 jam. Pemeriksaan kadar bilirubin pada neonatus hiperbilirubinemia yang mendapat fototerapi di dilakukan tiap 12-24 jam. Semakin lama fototerapi semakin cepat penurunan kadar bilirubin, namun perlu

diperhatikan efek samping yang dapat timbul berupa eritema, kerusakan oksidasi, dehidrasi (kehilangan cairan transepidermal), hipertermi, diare dan kerusakan retina. Selama ini belum ada penelitian yang membahas lama pemberian fototerapi yang optimal untuk menurunkan kadar bilirubin (Eprints, 2016).

Intensitas yang dicapai menentukan efektivitas fototerapi, semakin tinggi intensitas sinar maka semakin cepat penurunan kadar bilirubin serum. Intensitas sinar lebih tinggi pada fototerapi menggunakan tirai putih dari pada tanpa menggunakan tirai. Penelitian yang dilakukan di Kelantan, Malaysia memberikan hasil peningkatan intensitas sinar yang signifikan pada fototerapi tunggal menggunakan tirai putih pemantul sinar dibanding dengan fototerapi tunggal tanpa tirai. Fototerapi ganda dengan menggunakan dengan menggunakan lampu blue light (panjang gelombang 430-490 nm) dengan intensitas 30 uW/cm² (diperiksa dengan radiometer, atau diperkirakan dengan menempatkan bayi langsung di bawah sumber sinar dan kulit bayi yang terpajan lebih luas) sangat efektif menurunkan kadar bilirubin (Saripediatri 2016). Hal ini dapat menyebabkan peningkatan produksi lumirubin dan intensitas sinar. Pada penelitian kami didapati perbedaan intensitas sinar yang signifikan pada fototerapi menggunakan tirai dengan fototerapi ganda di awal, 12 jam dan 24 jam fototerapi. Intensitas sinar yang dihasilkan dari fototerapi ganda lebih dari dua kali lipat intensitas sinar yang dihasilkan pada fototerapi yang menggunakan tirai putih pemantul sinar. Penelitian uji klinis acak di Thailand mendapatkan fototerapi ganda lebih aman dan efektif menurunkan kadar bilirubin dibandingkan fototerapi tunggal. Fototerapi ganda merupakan model alternatif untuk fototerapi intensif

yang sangat efektif, ekonomis dan mudah digunakan. Hasil yang sama dijumpai pada penelitian yang dilakukan di Amerika dengan menggunakan fototerapi ganda terbukti lebih aman dan efektif dalam menurunkan kadar bilirubin dibandingkan fototerapi tunggal dan selama penelitian tidak dijumpai efek samping. Didapatkan pola penurunan kadar bilirubin yang bermakna setelah fototerapi selama 12 dan 24 jam pada kelompok fototerapi ganda dibandingkan dengan kelompok fototerapi tunggal yang menggunakan tirai. Namun penurunan kadar bilirubin pada kelompok fototerapi ganda tidak sebanding dengan intensitas sinar yang dihasilkan yang mencapai lebih dari dua kali lipat intensitas sinar kelompok fototerapi yang menggunakan tirai putih pemantul sinar (Saripediatri, 2016) [2].

2.4 Sensor Suhu LM 35

Pada sensor suhu yang digunakan pada pesawat, yang berfungsi untuk mendeteksi suhu panas yang dihasilkan oleh sebuah pemanas (*Heater*), karena suhu yang diterima oleh bayi hanya 36 – 37 °C. Jika panas yang diterima oleh bayi yang baru lahir mencapai lebih dari suhu antara 36 – 37°C, maka bayi akan terasa panas, karna warna kulit bayi perlahan – lahan akan memerah dan bayi tersebut akan merasa tidak nyaman dan tidak merasakan kehangatan yang ada didalam kandungan rahim ibu sama dengan diluar kandungan rahim ibu. Maka sensor suhu yang digunakan pada Pesawat *Infant Warmer* ini yaitu memakai IC LM35.

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan.

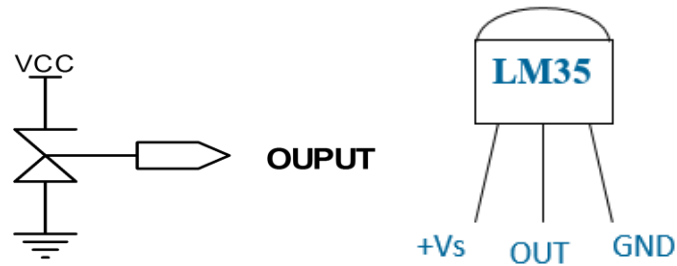
LM35 memiliki keakuratan yang cukup dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang cukup sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Prinsip kerja LM 35

Pertama vcc sebesar 5V digunakan untuk menghidupkan sensor LM35 yang akan mendeteksi suhu. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10\text{mV} \quad (2.1)$$

Secara prinsip, sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan bayi akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan [6]. Gambar 2.1 merupakan simbol dan bentuk fisik dari IC LM35:



Gambar 2.1 Simbol dan Bentuk fisik IC LM 35

IC LM 35 mempunyai spesifikasi antara lain :

1. Kalibrasi langsung dalam ($^{\circ}\text{C}$).
2. Skala faktor linear yaitu setiap 1°C menghasilkan tegangan 10 mV.
3. Mempunyai impedansi keluaran rendah 0,1 pada arus 1mA.
4. Bekerja maksimal pada suhu -55 sampai 150°C .
5. Bekerja dengan tegangan 4-30 Volt.
6. Arus kurang dari 60 uA.
7. Pemanasan sendiri kurang dari $0,08^{\circ}\text{C}$ di udara.
8. Ketidak linierannya $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$.
9. Impedansi output kecil 0.1 Ohm pada beban 1 mA.

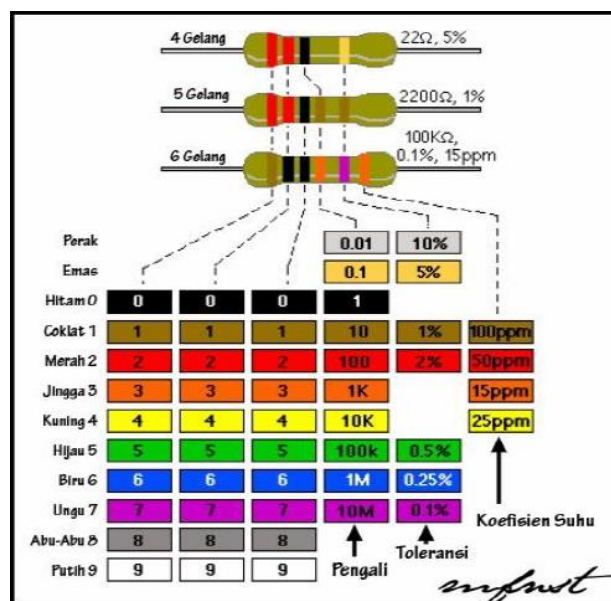
2.5 Resistor

Resistor yang digunakan dalam elektronika dibedakan menjadi 2, yaitu resistor linear dan nonlinear atau resistor tetap (*fixed resistor*) dan resistor tidak tetap (*variable resistor*). Resistor linear adalah resistor yang bekerja sesuai dengan hukum ohm, yaitu $V = I \cdot R$. Jika nilai tahanannya semakin besar maka

arusnya semakin kecil dan sebaliknya. Sedang resistor *nonlinear* adalah resistor yang besar tahanannya dapat berubah ubah akibat pengaruh faktor faktor luar seperti fotoresistor, thermistor, dan sebagainya.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol (*Omega*). Tipe resistor yang umumnya adalah dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengaliri besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohm meter.

Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 Bentuk fisik dan nomor warna pada resistor

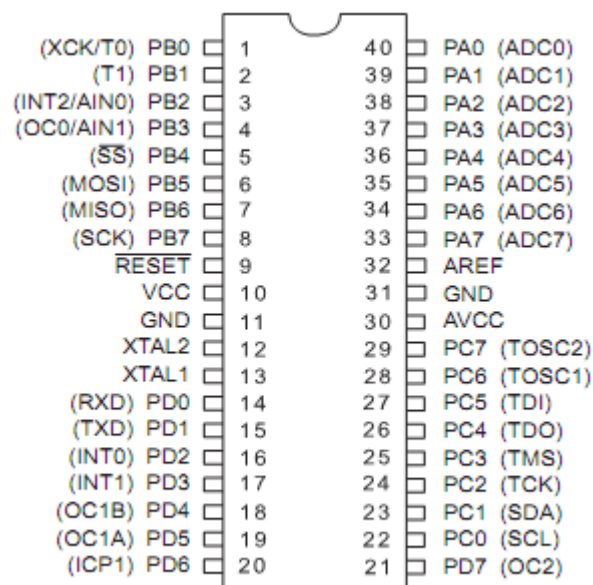
2.6 *Microcontroller* ATmega 32

Di Indonesia *microcontroller* AVR banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap. *Microcontroller* relatif mudah untuk didapatkan dan harganya yang relatif terjangkau. Seri *microcontroller* AVR memiliki arsitektur yang sama dan juga seting intruksi yang relatif tidak berbeda. Dalam pembuatan alat tersebut menggunakan *microcontroller* seri ATmega32 keluarga MCS-51. ATmega32 merupakan suatu *microcontroller* buatan AVR yang memiliki fasilitas yang cukup lengkap diantaranya yaitu :

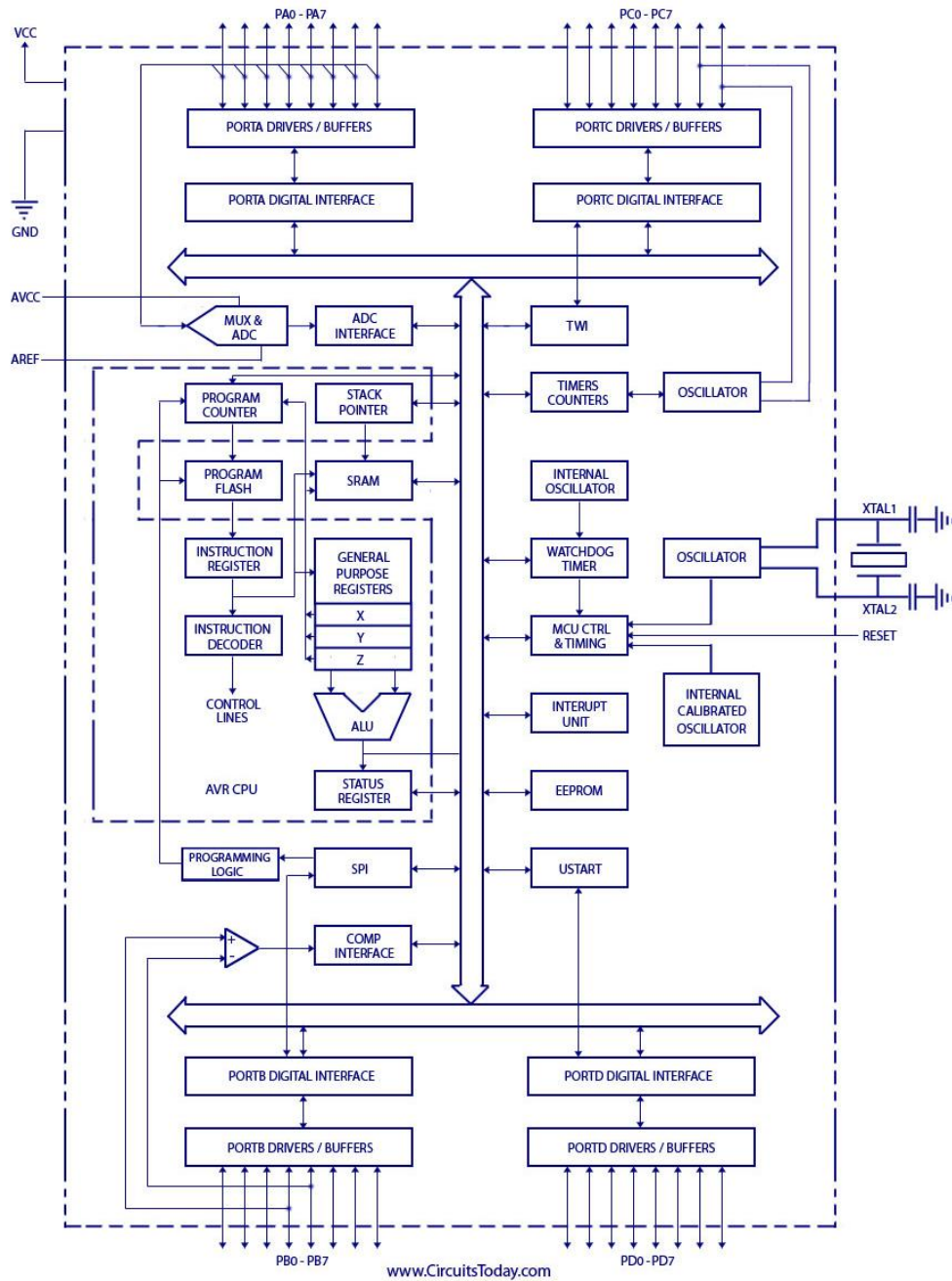
1. Memiliki 133 intruksi yang sebagian besar dieksekusi dalam siklus *clock*.
2. Memiliki 32 x 8 register serbaguna.
3. Kecepatannya sampai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz
4. 32 KByet *flash* memori program yang memiliki fasilitas *In-sistem self programming*.
5. Mempunyai 1024 Byet EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) yaitu memori internal sebagai tempat penyimpanan data semi permanen
6. Kapasitas memori SRAM sebesar 2 Kbyte.
7. Write/Errase 10.000 Flash/100.000 EEPROM.
8. Dua buah *timer/counter* 8-bit dan satu *timer/counter* 16 bit.
9. Memiliki 4 channel PWM.
10. Memiliki 8 channel ADC 10 bit.

11. Compatible dengan serial USART.
12. Master/Slave SPI serial *interface*.
13. *On Chip Analog Comparator*.
14. Tegangan oprasi 4.5-5.5 Volt

Arsitektur AVR ini menggabungkan perintah secara efektif dengan 32 register umum. Semua register tersebut langsung terhubung *Arithmetic Logic Unit* (ALU) yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah tunggal dalam satu *clock cycle*. Hal tersebut menghasilkan kode yang efektif dan kecepatan prosesnya 10 kali lebih cepat dari pada mikrokontroler CISC biasa. Berikut adalah blog diagram *microcontroller* AVR ATmega32 dan *pin out* ATmega32 [4]. Diagram blok dan konfigurasi pin dari ATmega32 dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.3 dan Gambar 2.4:



Gambar 2.3 Kofigurasi PIN ATmega 32



Gambar 2.4 Diagram blok mikrokontroler AVR Atmega32

(www.datashetatmel.com).

Fungsi dari pinout ATmega32 tersebut adalah sebagai berikut:

1. VCC (*power supply*)
2. GND (*ground*)
3. Port A (PA7...PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai satu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D converter tidak digunakan. Pin-pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output buffer* memiliki karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara eksternal di *15able* rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor internal pull-up diaktifkan. Pin Port A adalah tri- stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

4. Port B (PB7...PB0)

Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *Pull-up* (yang dimiliki untuk beberapa bit). Port B output buffer memiliki karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input jika pin pada port B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* di aktifkan. Pin Port B adalah tri-statd manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

5. Port C (PC7...PC0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (dipilih untuk beberapa bit). Port C *output buffer* memiliki karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan, sekalipun waktu habis.

6. Port D (PD7...PD0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up* (dipilih untuk beberapa bit). Port D *output buffer* memiliki karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. sebagai *input*, pin Port D yang secara eksternal di tarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin Port D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

7. RESET (*Reset input*)

8. XTAL1 (*Input Oscillator*)

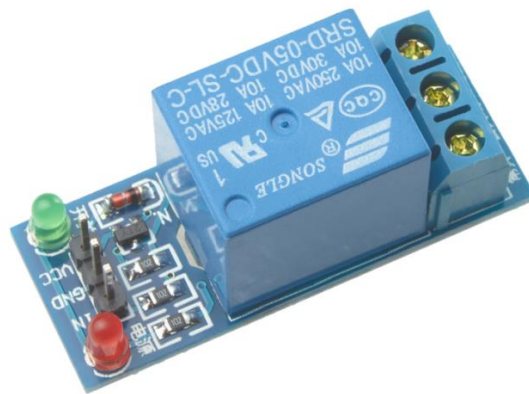
9. XTAL2 (*Output Oscillator*)

10. AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk port A dan A/D *converter*

11. AREF adalah pin refrensi analog A/D *converter*.

2.7. *Relay*

Relay adalah suatu saklar elektronik yang dapat digerakan dari rangkaian elektronik lainnya. Biasanya terbuat dari bahan platina yang tahan terhadap korosi, dari lempengan platina tersebut, digerakan oleh magnet yang berasal dari lilitan kawat email jika dialiri arus listrik, platina tersebut akan tertarik dan terhubung, relay atau saklar akan posisi *ON* yang dapat mengalirkan arus listrik. *Relay* ini biasa disebut dengan kontaktor [8].



Gambar 2.5 Bentuk Fisik *Relay* 5V

Ada dua bagian titik kontak relay yaitu :

- a. *Normal Open (NO)* Dimana kontak ini akan berada pada posisi terbuka saat relay ini tidak bekerja dan akan terhubung saat relay ini bekerja.
- b. *Normal Close (NC)* Kontak ini akan berada pada posisi terhubung saat *relay* ini tidak bekerja dan akan terlepas saat *relay* ini bekerja.

Keunggulan *relay* dibanding saklar mekanik biasa :

1. *Relay* dapat dipakai dengan aman untuk mengemudikan peralatan dan mesin dari jauh.
2. *Relay* yang bekerja dengan arus dan tegangan kecil dapat digunakan untuk menghidupkan mesin yang memerlukan arus besar.
3. *Relay* dapat juga digunakan menggerakkan peralatan yang berbahaya dari kejauhan.

2.8 *Heater*

Heater adalah *Coil* atau gulungan niklin dimasukkan kedalam tabung (pipa) dari bahan *silica* atau *black body* yang dikedua ujung nya di beri terminal baut sebagai *input power* listrik dan kemudian ditutup oleh dop keramik.

Fungsi kedua tipe *heater* ini sama dengan *infra red heater*, pemasangannya dilengkapi dengan *reflector* yang terbuat dari bahan *stainless steel* ataupun aluminium.

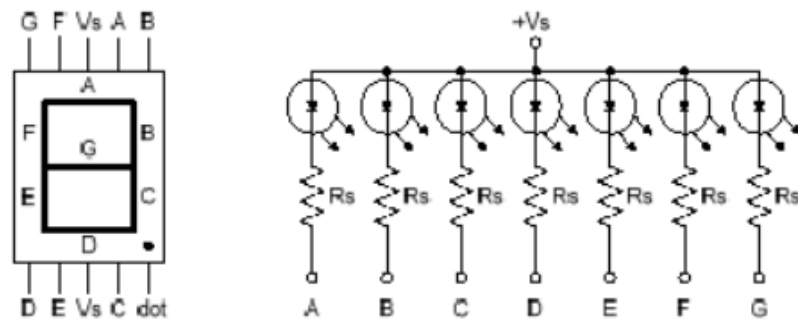
2.9 *Seven Segment*

Seven segment merupakan *display* visual yang umum digunakan dalam dunia digital. *Seven segment* sering dijumpai pada jam digital, penunjuk antrian, *display* angka digital. Penggunaan secara umum adalah untuk menampilkan informasi secara visual mengenai data-data yang sedang diolah oleh suatu rangkaian digital.

Seven segment tidak lain adalah sebuah penampil yang berisi delapan buah LED yang tersusun membentuk angka delapan. Setiap LED yang menyusunnya

diberikan label dari 'a' sampai 'h' dengan salah satu terminal LED dihubungkan menjadi satu sebagai kaki common.

Seven segment terdiri dari 7 LED yang terdiri dari tujuh LED segi empat (A sampai G). Setiap *Light Emitting Diode* (LED) disebut segment karena ia membentuk bagian dari karakter yang sedang di tampilkan. Gambar 2.4 adalah diagram skematik dari tampilan *7-segment* ; tahanan seri eksternal telah digunakan untuk membatasi arus yang masuk. Dengan menghubungkan satu atau lebih tahanan dengan bumi, dapat di bentuk semua bilangan dari 0 sampai dengan 9. Misalnya, dengan menghubungkan A, B dan C ke ground, maka di peroleh angka 7. Dengan menghubungkan A, B, C, D dan G ke *ground* maka diperoleh angka 3 [7].



Gambar 2.6. Tampilan 7 segment (kiri), Diagram skematik 7 segment (kanan).

Seven segment memiliki 2 jenis yaitu:

1. *Common anoda*

Common anoda merupakan pin yang terhubung dengan semua kaki anoda LED dalam *seven segment*. *Common anoda* diberi

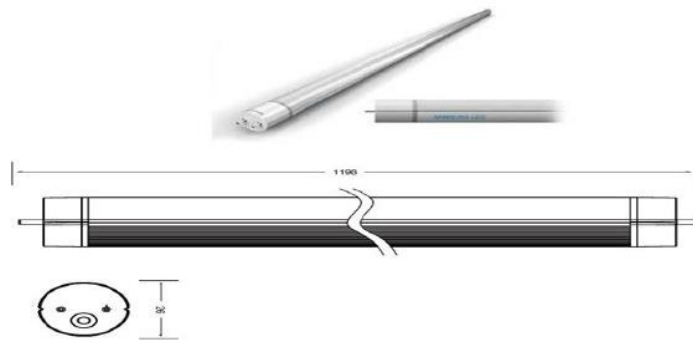
tegangan Vcc dan seven segment dengan *common anoda* akan aktif pada saat diberi logika rendah (0) atau sering disebut aktif *low*. Kaki katoda dengan label a sampai h sebagai pin aktifasi yang menentukan nyala LED.

2. *Common katoda*

Common katoda merupakan pin yang terhubung dengan semua kaki katoda LED dalam *seven segment*. *Common katoda* akan digroundkan sehingga *seven segment* dengan *common katoda* akan aktif apabila diberi logika tinggi (1) atau disebut aktif *high*. Kaki anoda dengan label a sampai h sebagai pin aktifasi yang menentukan nyala LED. *Seven segment* display memiliki dua jenis yaitu common anoda dan common katoda. Di bawah ini ditunjukkan skematik internal segment *display common anoda* dan *common katoda*.

2.10 *Blue Light*

Blue Light adalah lampu neon bertekanan rendah yang memancarkan cahaya biru dari bagian spektrum yang terlihat, lampu *joundace* ini banyak digunakan dalam *incubator* bayi atau alat *Phototherapy* untuk menghilangkan bilirubin didalam darah bayi yang baru lahir. Gambar fisik lampu *blue light* di tunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Blue Light*

Blue light dapat digunakan sendiri atau dikombinasi dengan Transfusi Pengganti untuk menurunkan Bilirubin. Memaparkan *neonates* pada cahaya dengan intensitas yang tinggi (*a bound of fluorencent light bulbs or bulbs in the blue-light spectrum*) akan menurunkan Bilirubin dalam kulit. Fototerapi menurunkan kadar Bilirubin dengan cara memfasilitasi eksresi Biliar Bilirubin tak terkonjugasi. Hal ini terjadi jika cahaya yang dikeluarkan jaringan mengubah Bilirubin tak terkonjugasi menjadi dua isomer yang disebut Fotobilirubin. Fotobilirubin bergerak dari jaringan ke pembuluh darah melalui mekanisme difusi. Di dalam darah Fotobilirubin berikatan dengan Albumin dan dikirim ke Hati. Fotobilirubin kemudian bergerak ke Empedu dan diekskresi ke dalam Deodenum untuk dibuang feses tanpa proses konjugasi oleh Hati (Avery dan Taeusch, 1984). Hasil Fotodegradasi terbentuk ketika sinar mengoksidasi Bilirubin dapat dikeluarkan melalui urine.

Blue light mempunyai peranan dalam pencegahan peningkatan kadar Bilirubin, tetapi tidak dapat mengubah penyebab Kekuningan dan Hemolisis dapat menyebabkan Anemia. Secara umum Fototerapi harus diberikan pada kadar Bilirubin Indirek 4 -5 mg / dl. Neonatus yang sakit dengan berat badan kurang

dari 1000 gram harus di Fototerapi dengan konsentrasi Bilirubin 5 mg / dl.
Beberapa ilmuan mengarahkan untuk memberikan Fototerapi Propilaksis pada
24 jam pertama pada Bayi Resiko Tinggi dan Berat Badan Lahir Rendah [5].