

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Air Susu Ibu Perah (ASIP)

2.1.1. Manajemen Air Susu Ibu Perah (ASIP)

Setelah cuti melahirkan selesai, pemberian Air Susu Ibu (ASI) eksklusif pada bayi biasanya dilanjutkan dengan Air Susu Ibu Perah (ASIP). Pemberian ASIP dilakukan selama bayi tidak bersama ibunya dengan menggunakan botol, *cup feeder* (mangkok makanan) atau gelas menggunakan sendok. Karena pemberiannya melalui media lain, maka kebersihan peralatan ini juga harus dijaga. Karena bukan tidak mungkin jika peralatan untuk memberikan ASIP ini tidak bersih, bisa tercemar bakteri atau lainnya contohnya *E. sakazakii*.

Mungkin atau tidak ASIP bisa terkena *E. sakazakii*? Bisa! Penggunaan botol dan alat yang tidak steril membuat risiko kontaminasi *E. sakazakii* sangat besar, sama seperti susu formula.

Ketika ASI diperah, ASI bersentuhan dengan berbagai obyek, mulai dari tangan manusia, alat pemerah, botol susu, yang semuanya mungkin tidak steril. Walaupun ASI sendiri steril, bersentuhan dengan benda-benda tadi menyebabkan pencemaran bakteri.

Secara alami ASI mengandung zat antibakteri. Tetapi penelitian Raquel Lenati dan rekan-rekan menunjukkan zat antibakteri itu tidak cukup ampuh untuk membunuh bakteri *E. sakazakii*. Dalam penelitian tersebut bakteri *E. sakazakii* dapat tumbuh dengan baik dalam susu formula maupun ASIP yang disimpan pada suhu kamar (23°C - 37°C), yang sekaligus memperkuat penelitian sebelumnya bahwa susu (formula dan ASIP) tidak boleh didiamkan pada suhu kamar lebih dari 4 jam.

Pada suhu kulkas (10°C), kecepatan pertumbuhan *E. sakazakii* tidak ada bedanya antara susu formula dan ASIP, yaitu sekitar 12-30 jam untuk mencapai jumlah bakteri yang optimum. Fakta ini sekaligus memperkuat saran *American Dietetic Association* bahwa susu formula dan ASIP harus segera didinginkan pada suhu 2 - 4°C (suhu nyaris beku) dan dikonsumsi dalam waktu 24-48 jam. Oleh sebab itu, wajib bagi kita melakukan manajemen ASIP yang terbaik. Jangan lupa, untuk mencegah pencemaran *E. sakazakii*, kebersihan tangan dan media pemberian ASIP adalah sangat penting.

Mengenai penyimpanan ASIP, bisa menggunakan botol kaca, plastik khusus menyimpan ASIP (ada berbagai merek seperti Medela, *Pigeon* dan lain sebagainya). Menurut Dr. Utami Roesli SpA.MBA.IBCLC. bisa menggunakan plastik kiloan.

Jangan lupa memberikan tanggal serta volume dalam plastik atau botol yang digunakan untuk menyimpan ASIP, untuk memudahkan proses pemberian ASIP pada bayi. Supaya ASIP yang dicairkan tidak sia-sia, maka dalam 1 plastik atau botol diisi dengan jumlah sekali minum, ini sekaligus memudahkan dalam menghitung stok ASIP yang tersisa. [11]

2.1.2. Proses Pemberian Air Susu Ibu Perah (ASIP)

1. Ambil atau keluarkan ASI berdasarkan waktu pemerahan (yang pertama diperah yang diberikan terlebih dahulu).
2. Jika ASIP beku, Untuk menghangatkan, tuang ASIP dalam wadah, tempatkan di atas wadah lain berisi air panas. Jangan gunakan *microwave* atau penghangat sejenis yang bersuhu stabil untuk menghangatkan ASIP agar zat-zat penting ASIP tidak larut atau hilang.
3. Kocok secara perlahan dulu sebelum mengetes suhu ASIP, membolak-balikkan botol supaya tercampur. Lalu tes dengan cara meneteskan ASIP di punggung tangan. Jika terlalu panas, angin-anginkan agar panas ASIP turun.

Dari bahasan di atas, dapat diberikan catatan-catatan kepada ibu, mertua, ART, pengasuh atau siapapun yang mengasuh anak di rumah saat ibu sedang bekerja supaya pemberiannya tidak salah yang bisa mengakibatkan hal-hal tidak diinginkan terjadi. [11]

2.1.3. Prinsip Dasar Manajemen ASIP

Prinsip dari manajemen ASIP yaitu, Semakin dingin suhu tempat penyimpanan, maka semakin lama juga ASIP dapat disimpan. Hindari peningkatan atau penurunan suhu secara drastis. ASIP hanya boleh menjalani satu kali pembekuan, satu kali pencairan dan satu kali penghangatan. Sehingga, ASIP beku yang sudah mencair tidak boleh dibekukan lagi, ASIP yang sudah dihangatkan tidak boleh dihangatkan lagi.

Masukkan ke *Freezer* hanya jika akan digunakan lebih dari 8 hari. [11]

2.1.4. Penyimpanan ASIP (Daya Tahan)

Terdapat beberapa kategori ASIP, yaitu sebagai berikut:

1. ASIP yang baru saja diperah (ASIP segar)

Kolostrum yang keluar hingga hari ke-5 setelah melahirkan bisa bertahan 12-24 jam dalam suhu ruang 25°C. [11]

2. ASIP matang

bisa bertahan 24 jam dalam suhu 15°C (setara suhu *cooler box* atau *cooler bag* yang dilengkapi *ice gel* atau *blue gel*) ASIP matang hanya bisa bertahan 10 jam dalam suhu ruang ber-AC antara 19-22°C. ASIP matang hanya bisa bertahan 4-6 jam dalam suhu ruang standar 25°C. Jika suhu ruangan lebih panas dari ini, maka daya tahannya tidak akan sampai 4 jam. [11]

3. ASIP yang disimpan di lemari pendingin (standar suhu 0-4°C) bisa bertahan selama 3-8 hari. Sebaiknya ASIP disimpan di bagian paling belakang dari lemari pendingin dan tidak disimpan di bagian pintu untuk mencegah fluktuasi suhu. ASIP yang disimpan dalam *freezer* lemari pendingin 1 pintu hanya bisa bertahan selama 2 minggu. ASIP yang disimpan dalam *freezer* lemari pendingin 2 pintu bisa bertahan selama 3-4 bulan. ASIP yang disimpan dalam *freezer* khusus bersuhu di bawah -18°C bisa bertahan selama 6-12 bulan. ASIP beku yang sudah dicairkan dalam lemari pendingin tetapi belum dihangatkan:

- Dalam suhu ruang hanya bisa bertahan selama 4 jam
- Dalam lemari pendingin hanya bisa bertahan 24 jam

Tidak boleh dimasukkan kembali ke dalam *freezer* (tidak boleh dibekukan kembali). [11]

4. ASIP yang sudah dicairkan dengan air hangat Dalam suhu ruang harus diminum sekaligus, di dalam lemari pendingin hanya dapat disimpan selama 4 jam atau hingga jadwal minum selanjutnya. Tidak boleh dimasukkan kembali ke dalam *freezer* (tidak boleh dibekukan kembali). ASIP yang sudah diminum oleh bayi dari media yang sama, harus dibuang jika tidak dihabiskan. [11]

2.1.5. Media Yang Paling Tepat Untuk Menyimpan ASIP

Beberapa pilihan yang baik untuk menyimpan ASIP adalah:

1. Botol Kaca (sisa ASIP cenderung tidak menempel pada botol kaca).
2. Jika menggunakan botol plastik, pastikan yang *BPA Free* (bebas Bisphenol A).
3. Sudah dicuci bersih (pakai air, sabun, dibilas, direbus dan dikeringkan) sebelum dipakai.
4. Jangan isi botol sampai penuh, sebaiknya sampai batas leher botol, karena ASIP akan memuai.
5. Plastik ASIP dengan mutu baik.
6. Takaran ASIP dibotol sebaiknya antara 60-120ml (sesuai dengan kebiasaan banyaknya bayi minum, hal ini agar botol yang digunakan habis dalam sekali minum dan tidak ada sisa). [11]

2.1.6. Mencairkan dan Menghangatkan ASIP

ASIP beku sebaiknya dicairkan terlebih dahulu di dalam lemari pendingin selama 12 jam, letakkan wadah di lemari pendingin (*chiller* atau *refrigerator*) pada malam sebelum ASIP dibutuhkan. Hindari membiarkan wadah pada suhu kamar untuk mencairkan ASIP. Jika diperlukan cara pencairan yang lebih cepat, ASIP dapat dicairkan dengan cara dialiri atau direndam dengan air hangat. Pegang wadah ASIP di bawah aliran air dengan suhu ruang dan

tingkatkan temperature air secara bertahap hingga ASIP mencair. Atau letakkan wadah ASIP di dalam mangkuk berisi air pada suhu ruang lalu ganti air rendaman beberapa kali dengan air yang lebih hangat hingga ASIP mencair. Perubahan suhu yang bertahap berguna untuk menjaga kandungan ASIP. ASIP yang sudah dicairkan tidak dapat dibekukan kembali namun dapat disimpan di dalam kulkas selama 4 jam.

Sebenarnya tidak ada aturan untuk menghangatkan ASIP. Selain karena kebiasaan saja untuk menyajikan secara hangat, mungkin juga karena ASI dari payudara memang selalu hangat pada suhu 37°C. Boleh disajikan dingin jika memang bayi menyukainya. Penelitian juga menunjukkan bahwa temperatur ASIP yang diberikan tidak mempengaruhi pengosongan ASIP.

Cara penghangatan yang lebih cepat dapat dilakukan dengan menggunakan *bottle warmer*. Jika menggunakan alat ini perhatikan cara kerjanya, pastikan perubahan suhu terjadi secara bertahap dan alat benar-benar telah diuji kepada ASIP. Setelah ASIP hangat, segera keluarkan dari *warmer* dan jangan dibiarkan untuk dihangatkan terus-menerus. Bisa gunakan *Bottle Warmer*, naikkan suhu secara bertahap namun tidak boleh lebih dari 40°C, komposisi ASIP bisa rusak pada suhu 40°C. ASI tidak boleh dipanaskan dengan *microwave* atau dipanaskan di atas kompor (direbus). Kedua cara pemanasan ini selain mengubah kandungan ASIP juga dapat

menimbulkan bintik panas di dalam ASIP yang dapat menimbulkan luka bakar pada mulut dan kerongkongan bayi. [11]

2.2 Gambaran Umum Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP)

Sebagai pelengkap peralatan bayi tentunya ibu membutuhkan penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP). Ketika Air Susu Ibu Perah (ASIP) perah telah didinginkan baik dimasukan ke dalam lemari pendingin *freezer* maka sebelum diberikan ke bayi hangatkanlah susu tersebut.

Cara manual bisa dilakukan dengan meletakkan botol susu ke dalam mangkok air dingin yang dialiri air hangat. Perlu diperhatikan bahwa menghangatkan harus secara bertahap agar tidak merusak kualitas ASIP. [9]

2.2.1. Perancangan Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang Sudah Ada

Dari Referensi yang saya dapat, yaitu hasil laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Mother’s Milk Warmer* Berbasis Mikrokontroler AT89S52”, disusun oleh Royan (0701020), Teknik Elektromedik, Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta, 2010.

Mother’s Milk Warmer ini telah dibuat menggunakan *system* kontrol digital berbasis mikrokontroler AT89S52. Dan alat ini berfungsi sebagai pengontrol suhu di dalam alat *Mother’s Milk Warmer* dan menampilkan nilai suhunya ke dalam bentuk tampilan angka desimal pada *seven segment display*. [4]

Dari perancangan alat *Mother's Milk Warmer*, terdapat beberapa komponen-komponen yang dibutuhkan, yaitu sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AT89S52
2. *ADC 0804*
3. *OP-Amp LM358*
4. Sensor Suhu LM35
5. *Relay 12 Volt*
6. ULN2803
7. *Seven Segment*
8. Kapasitor
9. Resistor
10. Rangkaian *power supply*
11. Saklar

2.2.2. Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang Dijual Di Pasaran

1. *Bottle Warmer (Tommee Tippee)*

Bagi yang tidak mau repot bisa menggunakan alternatif berupa *bottle warmer* atau penghangat botol. Tinggal dimasukkan ke dalamnya dan tekan tombol *start* atau mulai. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik biarkan Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang sudah membeku pada suhu ruang sampai semuanya mencair setelah itu hangatkan dengan *warmer*.

Berikut adalah produk *Bottle Warmer* dari *Tommee Tippee*.



Gambar 2.1. *Bottle Warmer (Tommee Tippee)*

Seperti *warmer* pada umumnya, alat ini bekerja dengan prinsip *steam* (uap air). Yaitu uap air yang dijadikan sebagai elemen pemanasnya. Dengan cara kerja: masukkan air ke dalam wadah alat, putar knop, air akan menguap dan memanasi botol.

Spesifikasi: Tegangan: 230-240Volt atau 50Hz,

Daya: 400-440Watt. [9]

2. *Ultra Rapid Bottle Warmer (CHICCO)*

Ultra Rapid Bottle Warmer adalah penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) untuk si kecil. ASIP yang sudah disimpan di dalam lemari pendingin tentunya perlu dihangatkan kembali saat si kecil akan meminumnya. Pemanas botol susu dari *CHICCO* ini akan memudahkan ibu untuk menghangatkannya kembali sesuai kebutuhan bayi. [10]

Berikut adalah produk dari *Ultra Rapid Bottle Warmer* (CHICCO).



Gambar 2.2. *Ultra Rapid Bottle Warmer* (CHICCO)

Cara pemakaian, pertama masukkan botol yang berisi ASIP ke dalam wadah yang terdapat di dalam *warmer*, tuangkan air biasa atau mineral ke dalam *warmer* sebanyak 100 ml. Sambungkan kabel ke aliran listrik, geser tombol ke arah I (yang bergambar botol) sehingga lampu indikator merah akan menyala. Proses penghangatan berlangsung selama 6 menit, setelah itu lampu indikator berwarna hijau akan menyala disertai bunyi “BIP”, lampu indikator merah akan secara otomatis mati menandakan proses penghangatan sudah selesai.

Geser tombol pada posisi 0. Susu sudah selesai dihangatkan. Jika selesai kabel listrik harus segera dicabut supaya mesin tidak mudah rusak. Susu dari lemari pendingin lebih baik dinetralkan dulu sesuai suhu ruangan, kemudian baru dihangatkan dengan *Ultra Rapid Bottle Warmer*. [10]

2.2.3. Modifikasi Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP)

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dan dijelaskan pada penjelasan sebelumnya, dapat penulis ambil data perbandingan untuk masing-masing keunggulan dan kelemahan alat.

Tabel 2.1. Perbandingan Alat Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP)

No	Nama Alat	Kelebihan	Kekurangan	keterangan
1	<i>Mother's Milk Warmer</i>	- <i>display 7segment</i>	- Pemakaian komponen tidak efektif - Tidak memiliki alarm - Tidak terdapat tampilan waktu penghangatan yang ditentukan - Tidak ada tampilan untuk <i>setting-an</i> suhu - Tidak terdapat lampu indikator	- Penggunaan <i>ADC 0804</i> tidak perlu, karena pada <i>AT89S52</i> sudah terdapat <i>ADC internal</i> .
2	<i>Bottle Warmer (Tommee Tippee)</i>	- Ukuran alat mini lebih ringkas - Memiliki lampu indikator	- Tidak ada <i>display</i> - Tidak ada pembatas suhu - <i>Watt</i> terlalu besar	- <i>Watt</i> yang dihasilkan alat cukup besar, boros listrik
3	<i>Ultra Rapid Bottle Warmer (CHICCO)</i>	- Terdapat <i>display setting timer</i> - Terdapat lampu indikator - Ukuran alat mini lebih ringkas - Memiliki alarm	- Tidak ada pembatas suhu - Bunyi alarmn hanya "bip" 1x	- bip 1x, besar kemungkinan pengguna tidak mendengar, jika sudah selesai

Dari perbandingan alat-alat penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang penulis tinjau, penulis akan memodifikasi alat

Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) dengan menggunakan *setting-an* waktu (*timer*), yang dilengkapi tombol-tombol yaitu TOMBOL *POWER ON* atau *OFF*, TOMBOL *SETTING UP*, *SETTING DOWN*, *RESET* DAN *START* ATAU *ENTER*. Memberikan tampilan *timer* hitungan mundur pada *display Liquid Crystal Display (LCD)* yang sangat membantu pengguna ketika sedang melakukan kegiatan 2, 3 atau lebih, dan pada *display* juga terdapat petunjuk pemakaian alat. alat yang akan penulis modifikasi memiliki *buzzer* sebagai alarm, lampu indikator *heater* dan *thermostat* sebagai pembatas suhu, supaya ketika dilakukan pengoperasian alat tidak terjadi kelebihan suhu pada Air Susu Ibu Perah (ASIP).

Modifikasi alat Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) adalah satu alat yang berguna bagi ibu untuk menghangatkan Air Susu Ibu (ASI) yang telah diperah untuk disediakan ketika seorang ibu tidak sempat memberikan ASI kepada buah hatinya dan alat ini penting bagi rumah sakit untuk bagian ruang bayi, yang biasanya digunakan jika bayi yang sedang diperiksa tidak mendapatkan asupan ASI langsung dari ibunya, bisa dikarenakan ibu bayi tidak ada atau sibuk dengan kesibukannya, sehingga Perawat Rumah Sakit hanya memiliki Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang disimpan dalam lemari pendingin untuk diberikan kepada bayi.

Mengapa perlu disimpan didalam lemari pendingin? Supaya Air Susu Ibu Perah (ASIP) ini dapat dikonsumsi kembali pada jangkauan waktu yang lebih lama.

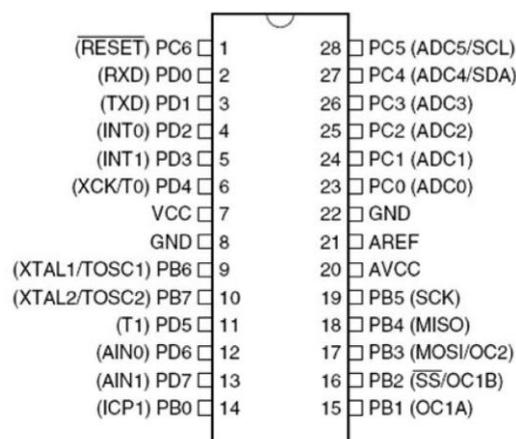
Mengapa Air Susu Ibu Perah (ASIP) yang dingin atau beku perlu dihangatkan? Bayi membutuhkan Air Susu Ibu (ASI) yang memiliki suhu kehangatan sama dengan suhu tubuh normal. Dan alat ini juga berguna untuk menguraikan kandungan gizi yang mengendap ketika disimpan dalam lemari pendingin. Maka Alat Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) ini dibutuhkan untuk menghangatkan dan menguraikan kandungan gizi yang mengendap. Jadi jika Air Susu Ibu Perah (ASIP) dalam keadaan beku alat ini sangatlah membantu dalam proses mencairkan ASIP yang beku, menguraikan kandungan gizi yang mengendap sekaligus menghangatkan Air Susu Ibu Perah (ASIP) tersebut.

2.3. Mikrokontroler ATMega8

Mikrokontroler ATMega8 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan adalah pada Mikrokontroler ATMega8 tidak perlu menggunakan *oscillator eksternal* karena di dalamnya sudah terdapat *internal oscillator*. Selain itu kelebihan dari Mikrokontroler ATMega8 adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol *reset* dari luar karena cukup hanya dengan mematikan

supply, maka secara otomatis Mikrokontroler ATmega8 akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis *Alv and Vegard's Risc (AVR)* terdapat beberapa fungsi khusus seperti *ADC*, *EEPROM* sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*.

Di bawah ini adalah gambar dari ATmega8 beserta *pin-pin*-nya.



Gambar 2.3. Mikrokontroler ATmega8

ATmega8 adalah mikrokontroler *CMOS 8-bit* berarsitektur *Alv and Vegard's Risc (AVR)* yang memiliki 8Kb *in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16 *MIPS (Million Instruction Per Second)* pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7Volt-5,5Volt, sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5Volt-5,5Volt. ATmega8 memiliki 28 *Pin*,

yang masing-masing *pin*-nya memiliki fungsi berbeda-beda baik sebagai *port* maupun fungsi lainnya.

Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8:

1. *VCC*

Merupakan *supply* tegangan *digital*.

2. *Ground (GND)*

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *grounding*.

3. *Port B (PB7...PB0)*

Di dalam *Port B* terdapat *XTAL1*, *XTAL2*, *TOSC1*, *TOSC2*. Jumlah *Port B* adalah 8 buah *pin*, mulai dari *pin B.0* sampai dengan *pin B.7*. Tiap *pin* dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. *Port B* merupakan sebuah *8-bit bi-directional I/O* dengan *internal pull-up* resistor. Sebagai *input*, *pin* yang terdapat pada *port B* yang secara *eksternal* diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus *PB6* dapat digunakan sebagai *input crystal (inverting oscillator amplifier)* dan *input* ke rangkaian *clock internal*, tergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk *PB7* dapat digunakan sebagai *output Kristal (output oscillator amplifier)* bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber *clock* yang dipilih dari *oscillator internal*, *PB7* dan *PB6* dapat digunakan sebagai *I/O* atau

jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter2* maka *PB6* dan *PB7* (*TOSC2* dan *TOSC1*) digunakan untuk saluran *input timer*.

4. *Port C (PC5...PC0)*

Port C merupakan sebuah *7-bit bi-directional I/O port* yang di dalam masing-masing *pin* terdapat *pull-up resistor*. Jumlah *pin*-nya hanya 7 buah mulai dari *pin C.0* sampai dengan *pin C.6*. Sebagai keluaran atau *output port C* memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

5. *RESET/PC6*

Jika *Reset Disable Fuse (RSTDISBL Fuse)* diprogram, maka *PC6* akan berfungsi sebagai *pin I/O*. *Pin* ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan *pin* yang terdapat pada *port C* lainnya. Namun jika *Reset Disable Fuse (RSTDISBL Fuse)* tidak diprogram, maka *pin* ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Dan jika level tegangan yang masuk ke *pin* ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa *minimum*, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

6. *Port D (PD7...PD0)*

Port D merupakan *8-bit bi-directional I/O* dengan *internal pull-up resistor*. Fungsi dari *port* ini sama dengan *port* yang lain. Hanya saja pada *port* ini tidak terdapat kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran atau biasa disebut dengan *I/O*.

7. AVCC

Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk *Analog to Digital Converter (ADC)*. Untuk *pin* ini harus dihubungkan secara terpisah dengan *VCC* karena *pin* ini digunakan untuk *analog* saja. Bahkan jika *ADC* pada Mikro tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan *VCC*. Jika *Analog to Digital Converter (ADC)* digunakan, maka *AVCC* harus dihubungkan ke *VCC* melalui *low pass filter*.

8. AREF

Merupakan *pin* referensi jika menggunakan *Analog to Digital Converter (ADC)*.

2.3.1. Memori ATmega8

Memori ATmega8 terbagi menjadi tiga yaitu:

1. Memori *Flash*

Memori *flash* adalah memori *ROM* tempat kode-kode program berada. Kata *flash* menunjukkan jenis *ROM* yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori flash terbagi menjadi dua bagian yaitu, bagian aplikasi dan bagian *boot*. Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada. Bagian *boot* adalah bagian yang digunakan khusus untuk *booting* awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui

programmer atau *downloader*, misalnya melalui *Universal Synchronous-Asynchronous Receiver Transmitter (USART)*.

2. Memori Data (*RAM*)

Memori data adalah memori *RAM* yang digunakan untuk keperluan program. *RAM* sebagai penyimpan data sementara yang berupa register-register. Register adalah tempat penyimpanan data yang berkaitan dengan banyak hal, misalnya variabel dalam program, keadaan *input* atau *output*, serta pengaturan *timer/counter* dan komunikasi serial. Data pada *RAM* akan hilang saat catu daya dicabut.

3. *EEPROM*

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika *chip* mati (*off*), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya.

2.3.2. *Timer/Counter 0*

Timer/counter 0 adalah sebuah *timer/counter* yang dapat mencacah sumber pulsa/*clock* baik dari dalam *chip timer* ataupun dari luar *chip (counter)* dengan kapasitas *8-bit* atau 256 cacahan.

Timer/counter dapat digunakan untuk:

1. *Timer/counter*
2. *Clear Timer on Compare Match* (selain *ATMega8*)
3. Generator frekuensi (selain *ATMega8*)
4. *Counter* pulsa eksternal

2.3.3. *CLOCK* Generator

CLOCK generator berhubungan dengan kecepatan transfer data (*baud rate*), *REGISTER* yang bertugas menentukan *baud rate* adalah *REGISTER* pasangan. [8]

2.4. *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2*

Penampil kristal cair adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* sudah digunakan di berbagai bidang misalnya dalam alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. Kini *LCD* mendominasi jenis tampilan untuk komputer meja maupun *notebook* karena membutuhkan daya listrik yang rendah, bentuknya tipis, mengeluarkan sedikit panas, dan memiliki resolusi tinggi.

Pada *LCD* berwarna semacam monitor, terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat *LCD* adalah lampu *neon* berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair.

Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah, karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh

karenanya hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.

Adapun penampil yang digunakan pada alat Penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) yaitu *LCD 16x2* yang berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. *LCD 16x2* adalah suatu *display* yang berbahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem *dot matriks*. *LCD 16x2* dapat menampilkan enam belas karakter dalam satu baris dan terdiri dari dua kolom. Sumber cahaya (*backlight*) di dalam sebuah modul *LCD* adalah lampu *LED super bright* yang diletakkan di bagian belakang *panel* kristal cair tersebut dengan pilihan warna kebanyakan di pasaran adalah hijau, kuning, biru dan putih.

Di bawah ini adalah gambar fisik dari *LCD 16x2*.



Gambar 2.4. *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2*

LCD 16x2 ini memiliki 16 *pin*. Berikut adalah tabel *pin* beserta fungsi masing-masing *pin*.

Tabel 2.2. Konfigurasi Pin LCD 16x2

<i>Pin</i>	<i>Name</i>	<i>Function</i>
1	<i>VSS/GRD</i>	<i>Ground Voltage</i>
2	<i>VCC</i>	+5V
3	<i>VEE/VO</i>	<i>Contrast Voltage</i>
4	<i>RS</i>	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	<i>R/W</i>	<i>Read/Write, to choose write or read mode</i> 0 = <i>Write mode</i> 1 = <i>Read Mode</i>
6	<i>EN</i>	<i>Enable</i> 0 = <i>Start to latch data to LCD character</i> 1 = <i>Disable</i>
7	<i>DB0</i>	<i>Least Significant Bit (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>Most Significant Bit (MSB)</i>
15	<i>BPL</i>	<i>Back Plane Light</i>
16	<i>GND</i>	<i>Ground Voltage</i>

Antarmuka LCD merupakan sebuah *parallel bus*, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari LCD atau ke LCD. Kode *American Standard Code for Information Interchange (ASCII)* yang ditampilkan sepanjang 8 bit dikirim ke LCD secara 4 atau 8 bit pada satu waktu. Jika *mode 4 bit* yang digunakan, maka 2

nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8 *bit* (pertama dikirim 4 *bit MSB* lalu 4 *bit LSB* dengan pulsa *clock EN* setiap *nibble*-nya).

Jalur kontrol *EN* digunakan untuk memberitahu *LCD* bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke *LCD*. Untuk mengirim data ke *LCD* program harus men-*setting EN* pada kondisi *high* (1) dan kemudian men-*setting* dua jalur kontrol lainnya (*RS* dan *R/W*) atau juga mengirimkan data ke jalur *data bus*. Saat jalur lainnya sudah siap, *EN* harus di-*setting* ke 0 dan tunggu beberapa saat (tergantung pada *data sheet LCD*), dan set *EN* kembali ke *high* (1). Ketika jalur *RS* berada dalam kondisi *low* (0), data yang dikirimkan ke *LCD* dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi *cursor* dan lain-lain). Ketika *RS* dalam kondisi *high* atau 1, data yang dikirimkan adalah data *ASCII* yang akan ditampilkan di layar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka *RS* harus di-*setting* ke 1. Jalur kontrol *R/W* harus berada dalam kondisi *low* (0) saat informasi pada *data bus* akan dituliskan ke *LCD*. Apabila *R/W* berada dalam kondisi *high* (1), maka program akan melakukan *query* (pembacaan) data dari *LCD*.

Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu *Get LCD* status (membaca status *LCD*), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan *LCD*, *R/W* selalu di-*setting* ke 0. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung *mode* yang dipilih pengguna), mereka dinamakan *DB0*, *DB1*, *DB2*, *DB3*, *DB4*, *DB5*, *DB6* dan *DB7*. Mengirim data secara *parallel* baik 4 atau 8 *bit* merupakan 2 *mode* operasi *primer*. Untuk

membuat sebuah aplikasi *interface LCD*, menentukan *mode* operasi merupakan hal yang paling penting. *Mode 8 bit* sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 *pin I/O* (3 *pin* untuk kontrol, 8 *pin* untuk data). Sedangkan *mode 4 bit* minimal hanya membutuhkan 7 *bit* (3 *pin* untuk kontrol, 4 untuk data). *Bit RS* digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan *LCD*. Jika *bit* ini di set ($RS=1$), maka *byte* pada posisi kursor *LCD* saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika *bit* ini di *reset* ($RS=0$), bisa merupakan instruksi yang dikirim ke *LCD* atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca. [5]

2.5. Thermostat

2.5.1. Pengertian Thermostat

Thermostat adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan kerja suatu perangkat lainnya pada ambang suhu tertentu. Alat ini banyak digunakan pada elemen produksi pada industri maupun rumah tangga. *Thermostat* bekerja dengan cara beralih dari pemanasan atau pendingin suatu alat atau mengatur aliran perpindahan panas *fluida* yang diperlukan, untuk menjaga suhu yang benar.



Gambar 2.5. *Thermostat*

Sebuah *thermostat* bisa menjadi pengontrol suatu unit untuk pemanas atau pendingin suatu alat pemanas atau pendingin. *Thermostat* bisa dibangun dalam banyak cara dan dapat menggunakan berbagai sensor untuk mengukur suhu. *Output* dari sensor kemudian mengontrol peralatan pemanas atau pendingin. *Thermostat* dirancang untuk dapat menunjukkan besarnya suatu besaran suhu dalam skala pengukuran dan dapat mengendalikan suatu perangkat *external* dimana pengendaliannya dapat kita program pada suatu ambang suhu tertentu, sesuai dengan karakteristik kebutuhan serta karakteristik kerja alat yang akan dikendalikan. *Thermostat* dipasang pada blok silinder bagian atas dengan sambungan selang.

Thermostat yang digunakan pada alat penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP) bekerja pada suhu kurang dari 80°C , dan pada suhu tersebut *thermostat* membuka. Dengan demikian suhu pada pemanasan dapat dikendalikan dan ini merupakan fungsi *thermostat*

sebagai *safety* alat modifikasi penghangat Air Susu Ibu Perah (ASIP). [13]

2.5.2. Prinsip Kerja *Thermostat*

Pada saat air pendingin panas lilin atau *Wax Pellet* yang ada di dalam *thermostat* akan memuai dan mendorong katup untuk membuka. Hal ini disebabkan karena pemuai *Wax Pellet* tersebut mampu menekan tahanan pegas. *Thermostat* pada saat temperatur air pendingin telah dingin, maka lilin di dalam termostat akan menyusut, sehingga pegas di dalam *thermostat* akan mendorong katup *thermostat* untuk menutup kembali. [13]

2.6. *Relay*

Relay adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penggerak kontaktor untuk menghubungkan suatu blok rangkaian dengan blok rangkaian lainnya. Cara kerja *relay* memanfaatkan gerak sebuah elektromagnetik yang terjadi pada suatu kumparan ketika dialiri arus listrik. Sebuah *relay* sederhana terdiri dari satu inti magnet, lilitan yang mengalir inti magnet, terminal penggerak, terminal *common*, terminal *Normaly Close*, terminal *Normaly Open* Pada saat lilitan tidak mendapatkan tegangan, maka tidak ada arus yang mengalir pada lilitan dan tidak ada magnet yang terjadi pada inti besi. Pada saat itu kontaktor berada pada posisi awal yang menghubungkan masukan *common* pada keluaran yang disebut *NC*

(*Normaly Close*). Dengan demikian kaki keluaran lainnya disebut *NO* (*Normaly Open*), dimana ketika ada catu daya yang mengalir, terminal tersebut mendapatkan hubungan (terbuka) atau dengan kata lain kontaktor dalam keadaan *open*.

Di bawah ini adalah gambar fisik dari komponen *relay*.



Gambar 2.6. *Relay*

Ketika pada lilitan diberi arus yang optimal, arus yang mengitari inti besi sehingga menyebabkan inti besi menghasilkan medan magnet dan inti besi bersifat magnet. Hal ini menyebabkan kontaktor *NC* tertarik sehingga kontaktor *NO* menjadi tertutup dan kontaktor *NC* menjadi terbuka. [5]

2.7. Resistor

Resistor adalah Salah satu komponen elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Kemampuan resistor dalam menghambat arus listrik sangat beragam disesuaikan dengan nilai resistansi resistor tersebut. Resistor bersifat resistif

dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut *Ohm* atau dilambangkan dengan simbol Ω (*Omega*). Di dalam rangkaian elektronika resistor dilambangkan " R ".

Di bawah ini adalah gambar fisik dari komponen resistor.



Gambar 2.7. Resistor

Agar kita mengetahui nilai resistansi dari sebuah resistor, kita dapat mengetahui dari warna gelang-gelang yang terdapat pada permukaan luar resistor tersebut. Setiap gelang warna tersebut memiliki harga dan fungsi yang berbeda. Gelang 1 dan 2 berfungsi sebagai nilai, gelang 3 berfungsi sebagai faktor kali, sedangkan gelang 4 berfungsi sebagai penentu nilai toleransi. Biasanya resistor yang kita temui dipasaran terdiri dari 4 gelang warna, namun ada pula yang terdiri dari 5 sampai 6 gelang warna. Dimana gelang 5 dan 6 tersebut menunjukkan nilai sensitifitas resistor terhadap suhu disekitarnya. [2]

Untuk mengetahui besar nilai masing-masing warna dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 2.3. Nilai-Nilai Warna Resistor

Warna	Pita 1	Pita 2	Pita 3 (pengali)	Pita 4 (toleransi)	Pita kelima (koefisien suhu)
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Cokelat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Jingga (oranye)	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$ (K)	
Kosong				$\pm 20\%$ (M)	

2.8. Transformator

Transformator atau trafo adalah peralatan yang berfungsi mengkonversi arus atau tegangan bolak balik dari nilai tertentu menjadi nilai yang lain. *Transformator* merupakan komponen elektronika yang dapat

memindahkan energi listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya. *Transformator* juga berfungsi untuk mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Prinsip kerja *transformator* adalah berdasarkan hukum *Ampere* dan hukum *Faraday*, yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik yang merupakan proses konversi energi elektromagnetik. Jika pada salah satu kumparan trafo dialiri arus AC maka timbul garis gaya magnet yang berubah-ubah pada kumparan terjadi induksi. Pada kumparan sekunder yang satu inti dengan kumparan primer akan menerima garis gaya magnet dari kumparan primer yang besarnya berubah-ubah juga, maka akan timbul induksi pada bagian sekunder yang akibatnya pada kedua ujung kumparan terdapat beda tegangan.

Di bawah ini adalah gambar fisik dari transformator yang digunakan untuk mengkonversi tegangan atau arus bolak-balik.



Gambar 2.8. *Transformator 1 Ampere*

Setiap trafo memiliki nilai arus beban maksimal yang dapat ditampung oleh trafo dimana semakin besar beban yang digunakan maka nilai arusnya pun semakin besar. [2] dan [5]

2.9. Heater

Elemen pemanas terbuat dari logam nilai resistansinya yang tinggi, biasanya paduan *nikel chrome* yang disebut *nichrome*. Jika arus mengalir melalui elemen dengan resistansi yang tinggi, aliran yang bekerja pada elemen ini akan menghasilkan panas. Jika arus mati, elemen secara perlahan menjadi dingin. Bentuk dan tipe dari *Electrical heating elements* ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat atau pita pertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik.

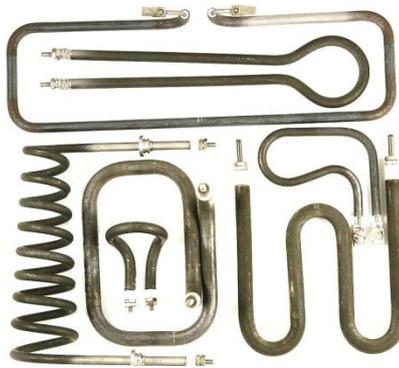
2.9.1. Tubular Heater

Tubular Heater merupakan elemen pemanas listrik terbuat dari pipa dan merupakan bentuk dasar dari elemen-elemen pemanas bentuk lain. Jenis-jenis bahan pipa atau *tube* yang digunakan biasanya disesuaikan oleh penggunaan *heater*.

Umumnya bahan yang sering digunakan adalah:

- *Stainless Steel* 304
- *Stainless Steel* 316
- *Incoloy*
- Tembaga
- Titanium

Di bawah ini adalah contoh gambar fisik dari *heater* jenis *tubular*.



Gambar 2.9. *Heater Tubular*

Kawat Tahanan atau *Resistance Wire* yang digunakan adalah kawat tahanan bermutu tinggi buatan Swedia yang dimensinya disesuaikan dengan daya yang diminta, dimana kawat ini tahan pada suhu kerja maksimal 1300°C . Isolator tahan panas yang digunakan sebagai pengikat dan pembatas antara pipa dan kawat tahanan adalah bubuk MgO berkualitas tinggi yang mempunyai titik cair 2900°C . [14]

2.10. *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).



Gambar 2.10. *Buzzer*

2.11. Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi atau muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan *internal* dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). [2]



Gambar 2.11. Kapasitor

1. Fungsi Kapasitor

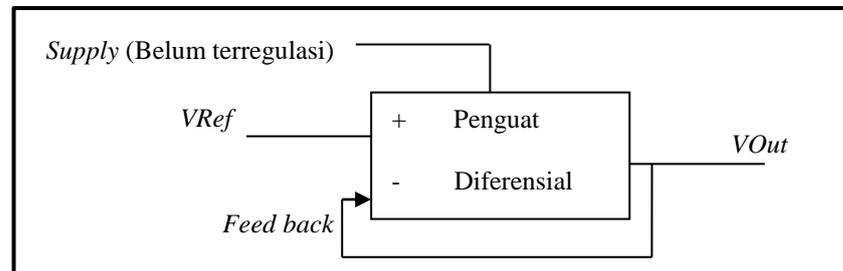
Fungsi penggunaan kapasitor dalam suatu rangkaian:

- a. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada *power supply*).
- b. Sebagai filter dalam rangkaian *power supply*.
- c. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian antena.
- d. Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
- e. Menghilangkan *bouncing* (loncatan api) bila dipasang pada saklar.

2.12. Regulator Tegangan

Tegangan yang didapatkan dari rangkaian penyearah dan tapis belum benar-benar rata dan stabil, sehingga masih terdapat tegangan riak. Untuk mendapatkan tegangan yang benar-benar rata dan konstan perlu rangkaian regulasi. Fungsi dari rangkaian regulasi adalah mengatur tegangan sehingga tegangan riak hilang.

Regulasi tegangan berfungsi dengan satu tegangan referensi dan satu penguat diferensial seperti pada Gambar 2.12..



Gambar 2.12. Prinsip Regulasi Tegangan

Penyearah yang belum teregulasi digunakan sebagai sumber tegangan dari penguat diferensial. Rangkaian yang menyediakan tegangan referensi biasanya juga menggunakan tegangan sumber dari penyearah filter sebagai sumber daya.

Jika tegangan sumber dari penyearah dengan filter berubah, maka terdapat ΔV_{supply} , maka sifat penguat dan tegangan referensi yang biasanya juga didapat dari sumber yang sama akan berubah sehingga tegangan keluaran ikut berubah. Jika *regulator* baik, perubahan tegangan keluaran akan kecil walaupun tegangan sumber berubah jauh. Perbandingan antara perubahan tegangan sumber dengan perubahan tegangan keluaran disebut regulasi sumber. Besaran regulasi sumber ini menunjukkan seberapa baik riak dari sumber yang dihilangkan oleh *regulator*. Definisinya dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$\text{Regulasi sumber} = \frac{\Delta V_{supply}}{\Delta V_{out}}$$

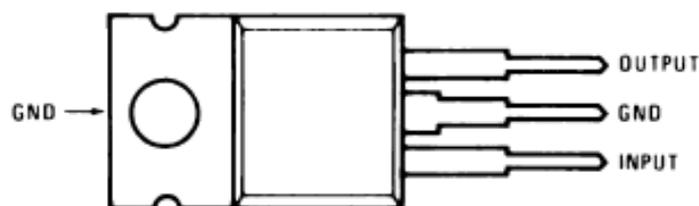
Jika regulasi sumber lebih besar, maka perubahan pada keluaran rangkaian lebih kecil.

Agar penguat dapat bekerja dengan benar, tegangan keluaran tidak bisa sama besar dengan tegangan sumber, tetapi tegangan sumber harus selalu lebih besar dari tegangan keluaran. Selisih minimal antara tegangan sumber dengan tegangan keluaran disebut *drop voltage*. Yang perlu diperhatikan agar *regulator* tidak rusak yaitu batas kerjanya. Satu batas adalah penyerapan daya maksimal $P_{regulator}$ maksimal. Daya yang harus diserap oleh *regulator* adalah tegangan pada *regulator* dikalikan arus pada *regulator*. Tegangan pada *regulator* adalah selisih tegangan sumber dengan tegangan daya *regulator* keluaran dan arus pada *regulator* sama dengan arus keluaran, sehingga daya *regulator* sebesar :

$$P_{regulator} = (V_{supply} - V_{out}) \cdot I_{out}$$

Selain batas daya, tegangan dan arus pada regulator juga memiliki batas nilai maksimal masing-masing.

Untuk meregulasi tegangan dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan menggunakan *regulator IC*. *Regulator* biasa digunakan pada rangkaian elektronika yang biasanya diletakan pada *output* catu daya. *IC regulator* tegangan yang biasa digunakan yaitu LM 7805 *regulator* seri ini memiliki tiga terminal yaitu *Input*, *Ground* dan *Output* seperti pada Gambar berikut.



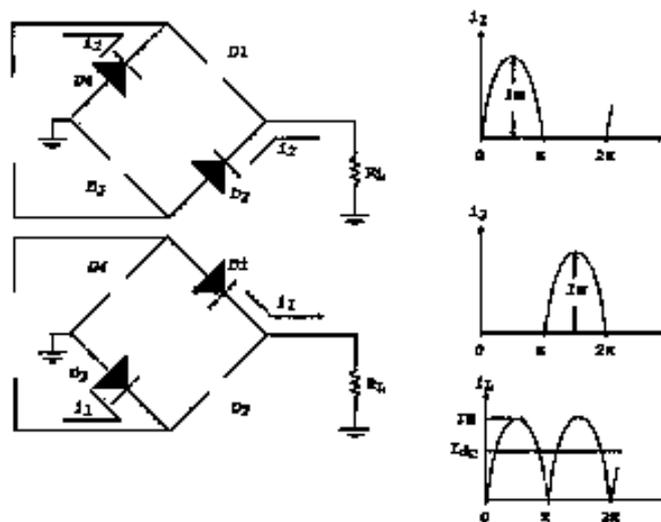
Gambar 2.13. Terminal LM 7805

Di dalam IC ini selain rangkaian regulasi tegangan terdapat juga rangkaian pengaman untuk melindungi IC arus atau daya yang terlalu tinggi. Terdapat pembatas arus yang akan mengurangi tegangan keluaran jika batas arus terlampaui. Nilai dari arus maksimal dari IC ini tergantung pada selisih tegangan V_{in} dan V_{out} , akan lebih kecil jika selisih antar keduanya lebih besar. [5]

2.13. Dioda Bridge

Penyearah gelombang penuh dengan sistem jembatan ini bisa menggunakan sembarang trafo baik yang CT maupun yang biasa, atau bahkan bisa juga tanpa menggunakan trafo.

Rangkaian dasarnya adalah seperti pada gambar penyearah gelombang penuh dengan sistem jembatan pada Gambar.2.14..



Gambar 2.14. Penyearah Gelombang Penuh dengan Sistem Jembatan

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh sistem jembatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada saat rangkaian jembatan mendapatkan bagian positif dari siklus sinyal AC: D1 dan D3 hidup (*ON*), karena mendapat bias maju D2 dan D4 mati (*OFF*), karena mendapat bias mundur Sehingga arus i_1 mengalir melalui D1, RL dan D3. Sedangkan apabila jembatan memperoleh bagian siklus negatif, maka: D2 dan D4 hidup (*ON*), karena mendapat bias maju D1 dan D3 mati (*OFF*), karena mendapat bias mundur Sehingga arus i_2 mengalir melalui D2, RL dan D4.

Gelombang Penuh sistem jembatan Arah arus i_1 dan i_2 yang melewati RL sebagaimana terlihat pada gambar penyearah gelombang penuh dengan sistem jembatan di atas adalah sama, yaitu dari ujung atas RL menuju *ground*. Dengan demikian arus yang mengalir ke beban (i_L) merupakan penjumlahan dari dua arus i_1 dan i_2 , dengan menempati paruh waktu masing-masing. Besarnya arus rata-rata pada beban adalah sama seperti penyearah gelombang penuh dengan trafo CT, yaitu: $I_{dc} = 2I_m/p = 0.636 I_m$. Untuk harga V_{dc} dengan memperhitungkan harga V_γ adalah : $V_{dc} = 0,6363 (V_{\{m\}} - 2V/\gamma)$ Harga $2V_\gamma$ ini diperoleh karena pada setiap siklus terdapat dua buah dioda yang berhubungan secara seri.

Disamping harga $2V_\gamma$ ini, perbedaan lainnya dibanding dengan trafo CT adalah harga PIV. Pada penyearah gelombang penuh dengan sistem jembatan ini PIV masing-masing dioda adalah: $PIV = V_{\{m\}}$

Di bawah ini adalah bentuk fisik dari komponen dioda *bridge*.

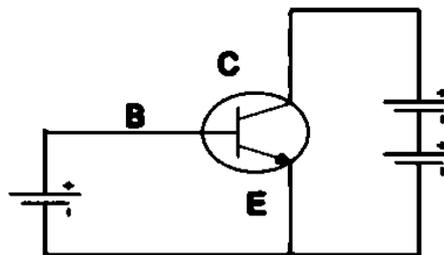


Gambar 2.15. Dioda *Bridge*

2.14. Transistor

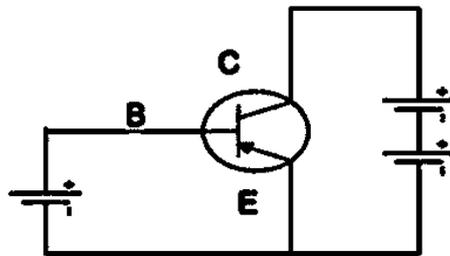
Transistor sebagai penguat. Transistor adalah suatu monokristal semikonduktor dimana terjadi dua pertemuan P-N, dari sini dapat dibuat dua rangkaian yaitu P-N-P dan N-P-N. Dalam keadaan kerja normal, transistor harus diberi polaritas, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.16. dan Gambar 2.17..

1. Pertemuan *Emitter-Basis* diberi polaritas dari arah maju seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.16. Pertemuan *Emitter-Basis*

2. Pertemuan *Basis-Colector* diberi polaritas dalam arah mundur seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.17. Pertemuan *Basis-Colector*

Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal *AC* ataupun *DC*. Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada *basis* mengontrol arus yang lebih besar dari *kolektor* melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus *basis* berubah. Perubahan kecil arus *basis* mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari *kolektor* ke *emitter*. Pada saat ini transistor berfungsi sebagai penguat. Dan dalam pemakaiannya transistor juga bisa berfungsi sebagai saklar dengan memanfaatkan daerah penjenuhan (saturasi) dan daerah penyumbatan (*cut-off*). Pada daerah penjenuhan nilai resistansi penyambungan *kolektor emitter* secara ideal sama dengan nol atau *kolektor* terhubung langsung (*short*). Ini menyebabkan tegangan *kolektor emitter*

$$V_{ce} = 0$$

pada keadaan ideal. Dan pada daerah *cut off*, nilai resistansi persambungan *kolektor emitter* secara ideal sama dengan tak terhingga atau

terminal *kolektor* dan *emitter* terbuka yang menyebabkan tegangan *VCE* sama dengan tegangan sumber *VCC*. [1] dan [5]

Di bawah adalah gambar fisik dari komponen transistor BD139.



Gambar.2.18. Transistor BD139 (NPN)