

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memudahkan dalam memahami cara kerja rangkaian maupun dasar-dasar perencanaan sistem yang dibuat, maka perlu adanya penjelasan dan uraian mengenai teori penunjang yang digunakan dalam penelitian ini. Teori penunjang yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah:

- *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)
- Mekanisme Medan listrik pada proses antibakteri
- Mikrokontroler ATmega 16
- Optocoupler PC817
- LCD (*Liquid Crystal Display*)
- Keypad 4x4

2.1. *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) adalah jenis spesifik dari bakteri *Staphylococcus aureus* yang tahan terhadap *methicilin* (jenis antibiotik). MRSA pertama kali ditemukan di Inggris tahun 1961 dan sekarang menyebar luas di semua RS di dunia dikenal sebagai *superbug*/superbakteri.

Staph atau ‘induk’ dari MRSA adalah kuman yang ditemukan di kulit dan hidung kita. *Staph* biasanya tidak merugikan tapi kadang dia bisa menyebabkan infeksi parah. Beberapa jenis *staph* telah menjadi kebal terhadap antibiotika *methicilin* yang dulu digunakan untuk mengobati *staph* yang infeksi. Akibatnya kini infeksi yang disebabkan MRSA sulit diobati karena banyak jenis antibiotika yang tidak membunuh bakteri ini.

Pada awalnya, *Staphylococcus aureus* telah dikenal sebagai suatu penyebab penyakit yang penting di seluruh dunia dan menjadi suatu patogen utama yang terkait dengan infeksi, baik itu yang didapat di rumah sakit (*Hospital-Acquired MRSA=HA-MRSA*) maupun di komunitas (*Community-Acquired MRSA=CA-MRSA*.)

Sebelum ada antibiotik, kasus infeksi invasif yang disebabkan oleh *S.aureus* sering berakibat fatal. Dengan dikenalnya *penisilin* secara luas maka dapat memperbaiki prognosis pasien dengan infeksi *staphylococcus* berat, namun setelah penggunaan klinis selama beberapa tahun, resistensi tampaknya diakibatkan oleh dihasilkannya *beta-laktamase*. *Methicillin* dirancang untuk menahan degradasi karena *beta-laktamase*, tetapi galur MRSA yang resisten terhadap semua antibiotik *beta-laktam*. Selanjutnya

teridentifikasi segera setelah *methicilin* diperkenalkan di praktis klinis. Sampai saat ini, MRSA secara umum merupakan suatu patogen yang menyebabkan infeksi.

Vankomisin telah lama menjadi antibiotik pilihan untuk menangani infeksi MRSA. Timbulnya *S.aureus* yang resisten terhadap *vankomisin* telah dilaporkan beberapa tahun terakhir ini. Kejadian tersebut merupakan penyebab keprihatinan kesehatan masyarakat terbesar bahkan menjadi tantangan yang lebih berat bagi para klinisi. Penemuan terakhir obat yang terbaik untuk MRSA adalah *Linesolid / Zyfox*, *Daptomycin* dan *Tigecycline* yang harganya sangat mahal dan tidak selalu tersedia di setiap pusat pelayanan kesehatan.

Sejak munculnya resistensi terhadap *metisilin*, MRSA telah dikenal luas di berbagai rumah sakit di seluruh dunia, sebagai penyebab *bakteremia*, *pneumonia*, infeksi pasca operasi dan infeksi *nosokomial* lainnya. Infeksi MRSA *nosokomial* menimbulkan beban, baik itu kepada pasien maupun sistem kesehatan, sebab berkaitan dengan tingginya akan morbiditas dan mortalitas serta biaya rumah sakit. Tabel 2.1 menunjukkan beberapa penelitian mengenai bakteri MRSA yang dilakukan di beberapa rumah sakit.

Tabel 2.1 Tabel Penelitian MRSA

No.	Judul/ Peneliti / Lokasi / Tahun	Subjek	Desain	Kesimpulan
1.	Faktor yang berpengaruh terhadap kejadian MRSA di ICU RSHA dan RSDK / Wahjono H. / Bandung-Semarang / 2001	50 spesimen fasilitas ICU, 70 dokter / paramedic	Studi eksperimental laboratorik	MRSA positif pada antibiotic dosis tinggi : 90,4%, tak cuci tangan : 84,9%, fasilitas tak lengkap : 66,3%
2.	Epidomology of MRSA among residents in Belgium/Denis O, Jans B, Deplano A / Belgia / 2007	2953 sampel : Pasien RS dan warga sekitar RS	Studi case-control	MRSA positif pada antibiotic dosis tinggi : 6%, tak pakai sarung tangan : 89,9%, tak pakai masker : 67%, teknik ganti balut salah : 42%
3.	Antibiotic reducing in the fight against MRSA / Hairon N. / Amerika Serikat / 2008	100 pasien rawat inap	Studi Kohort	MRSA positif pada antibiotic dosis tinggi : 35%, antibiotic durasi lama : 33%
4.	Handwashing important to prevent MRSA / Wilson P. / London / 2008	120 pasien rawat inap, 50 perawat	Studi Kohort	MRSA positif pada tak cuci tangan 68%, tak pakai sarung tangan 56%

Sumber: Dudy disyadi, 2009

MRSA paling banyak ditemukan di tangan, hidung dan perineum. Penelitian yang dilakukan dengan subyek pasien di ruang perawatan intensif Bandung dan Semarang tahun 2001 menggambarkan bahwa sebanyak 35,9% pada nostril hidung dan 21,8% pada tangan petugas kesehatan.

Adanya kuman *Staphylococcus sp.* yang resisten terhadap antimikroba di rumah sakit ataupun komunitas masyarakat merupakan permasalahan serius, sebab kira-kira 90% kuman tersebut adalah kausa penyakit infeksi secara umum, meskipun dari hasil kultur kuman sering bukan penyebab tunggal infeksi.

Pengelolaan pasien tentu saja akan mendapat implikasi negatif apabila permasalahan infeksi tidak dicermati dengan baik. Munculnya galur MRSA yang berkembang telah dilaporkan secara periodik. Perkembangan dari segi jumlah dan sifat resistensi terhadap antibiotik dapat menjadi ancaman baru untuk pelayanan di rumah sakit.

Hospital-Acquired MRSA (HA-MRSA) disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu pemakaian antibiotik yang tidak rasional (dari segi ketidaksesuaian indikasi, dosis tinggi maupun durasinya yang lama), transmisi penyakit dan tindakan invasif (seperti pemasangan infus, selang nasogastrik, CVP/*Central Venous Pressure* dan sebagainya). Tindakan invasif akan memberikan efek ke arah bakteremia, bukan infeksi luka pasca operasi.

Community-Acquired MRSA (CA-MRSA) terjadi pada penderita dengan riwayat rawat inap rumah sakit maupun tidak. Tempat pelayanan umum, sekolah, penjara dan tempat yang penduduknya padat mudah ditemukan bakteri tersebut. Abses, luka bakar ataupun gigitan serangga dapat dijadikan CA-MRSA tempat berkembang. Sekitar 75% infeksinya terjadi pada kulit dan jaringan lunak.

2.2. Mekanisme Medan listrik pada proses antibakteri

Adanya bakteri yang mengkontaminasi pada luka maka akan memperlama proses penyembuhan. Stimulasi listrik arus rendah pada penelitian *in vitro* mampu menghambat pertumbuhan tiga macam organisme yang diisolasi dari luka kronik, antara lain *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Meskipun belum ada penjelasan pasti untuk mekanisme bakteriostatik yang diinduksi oleh listrik, tetapi telah jelas bahwa hal itu bukan disebabkan oleh perubahan suhu ataupun PH pada elektroda.

Pulse Electrical Fields digunakan untuk membunuh bakteri pada proses industri dimana efek antibakteri berupa pembentukan pore membran. Tetapi, penggunaan besar tegangan yang digunakan pada proses industri tidak digunakan pada proses terapi karena terlalu besar (Cutting, 2006).

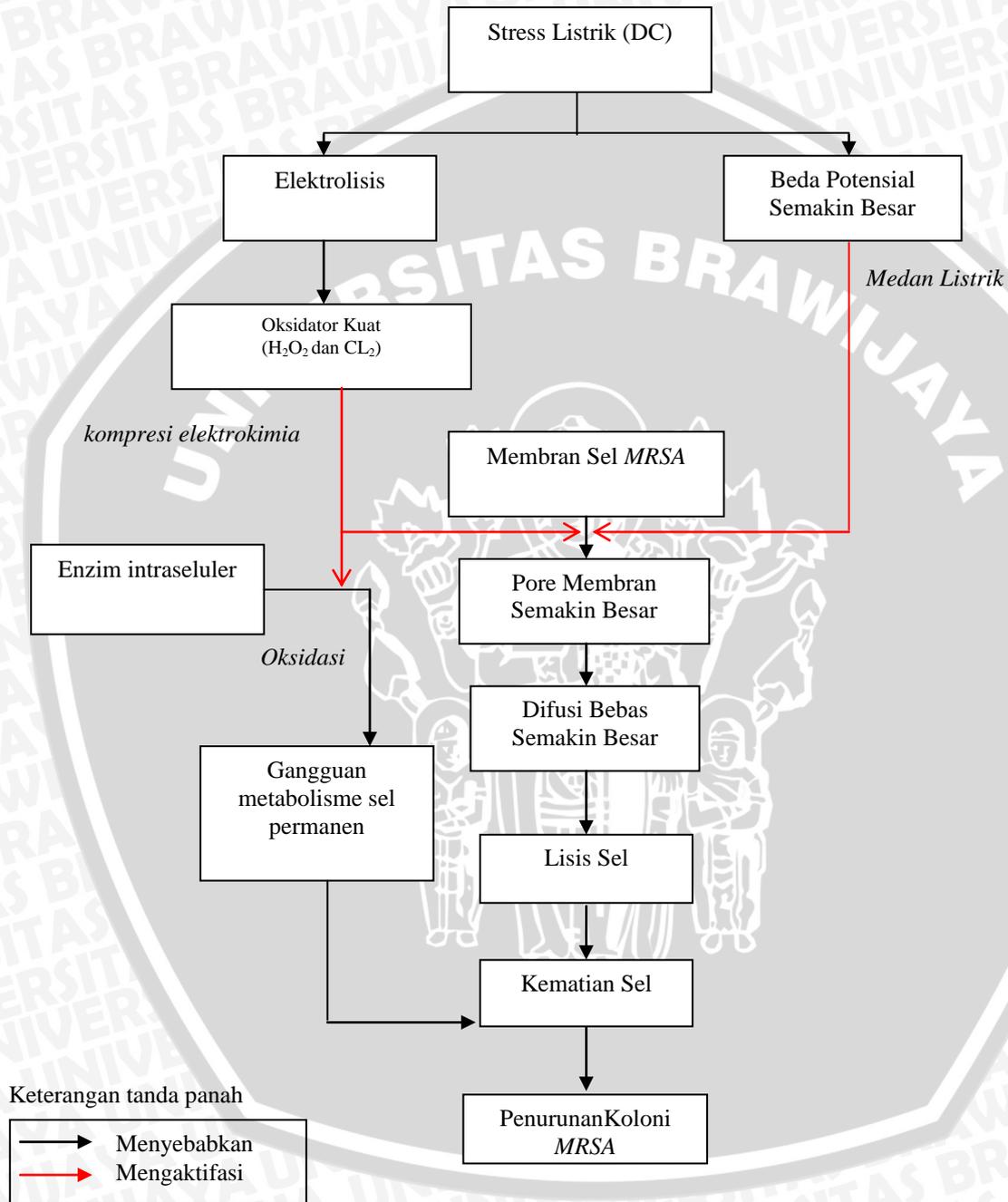
Ada beberapa teori dari pakar medis yang menjelaskan terjadinya kematian sel bakteri karena pengaruh dari medan listrik. Dari beberapa teori, salah satu teori menyebutkan bahwa membran adalah *viscoelastic fluid*, sehingga membran dapat mengalami ruptur bila mendapatkan medan listrik (Park et al., 2003). Ketika diberikan listrik dengan tegangan tertentu, akan terjadi peningkatan energi pada membran yang kemudian dapat meningkatkan ukuran *pore* membran dan berubah menjadi *hydrophilic pore* dimana difusi bebas dapat terjadi (Park et al., 2003).

Sebuah hipotesis lain yang disebut dengan “*dielectric breakdown*”. Dengan adanya tarikan arus atau ion yang berlawanan antara permukaan dalam dan luar membran sel, dapat menyebabkan tekanan yang pada akhirnya terjadi penipisan membran. Ketika penipisan membran terjadi terlalu kuat, sedangkan membran bersifat homogen padat, maka akan dapat terjadi ruptur membran yang ireversibel (Park et al., 2003).

Teori yang paling dapat diterima secara luas adalah teori elektroporasi yang parah (pembentukan pore/lubang pada membran sel yang disebabkan oleh listrik tegangan tinggi), dimana terjadi instabilitas lokal pada membran mikroorganisme yang diberi aliran listrik (berakibat tekanan elektrokimia dan tekanan energi listrik) (Park et al., 2003). Besar tegangan listrik yang dibutuhkan untuk dapat melubangi membran sel bakteri jauh lebih kecil dibandingkan dengan besar paparan listrik yang dibutuhkan untuk dapat melubangi membran sel manusia, hal ini dikarenakan konduktivitas membran sel bakteri dan manusia yang berbeda (Marquis dan Carstensen, 1972). Dengan demikian, paparan listrik dengan besar tegangan tertentu yang ditujukan untuk melisis sel bakteri tidak akan menyebabkan efek yang sama terhadap sel manusia (Marquis dan Carstensen, 1972).

Jika telah tercapai kekuatan listrik yang poten, membran akan menjadi permeabel oleh adanya pembentukan *pore*. Permeabilitas ini dapat bersifat reversibel tergantung dari kekuatan listrik, lama pajanan, ukuran sel, *charge* permukaan membran, sitoplasma, dan suspensi medium cair. Secara umum, telah diketahui bahwa terjadinya potensial membran yang diinduksi listrik dapat menyebabkan inaktivasi mikroba terjadi

pada level 1 V. pada level ini, terjadi peningkatan permeabilitas membran sehingga berakibat kematian sel bakteri (Park et al., 2003). Gambar 2.1 menunjukkan konsep medan listrik sebagai antibakteri.



Gambar 2.1 Konsep Medan Listrik Sebagai Antibakteri

Sumber: Syahrul Chilmi, 2006

2.3. Mikrokontroler ATmega 16

Secara umum, mikrokontroler berfungsi sama dengan komputer. Bedanya adalah mikrokontroler memiliki desain dalam sebuah *single chip* (IC). Mikrokontroler terdapat di hampir semua peralatan elektronik di sekeliling kita, didalam tape, TV, radio, telepon genggam (*Hand Phone*). Mikrokontroler memiliki kemampuan yang diperlukan untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal dari luar dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sebuah perangkat elektronik.

ATmega16 merupakan salah satu mikrokontroler buatan ATMEL keluarga ATmega yang mempunyai 16 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*), 1 Kbyte SRAM, 32 pin I/O (4 buah port I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah *timer/counter* 8 bit dan satu buah *timer/counter* 16 bit, mempunyai 10 bit 8 channel ADC.

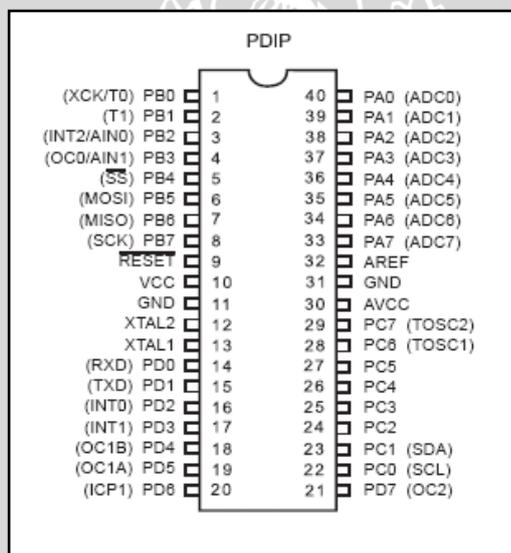
Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk chip tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu chip (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler ATmega16 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler ATmega16 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis sebesar 1 Kbyte SRAM.
- Jalur dua arah (bidirectional) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran yang dikontrol oleh register DDR.
- Sebuah komunikasi serial USART yang dapat diprogram.
- Sebuah master/slave serial SPI yang dapat diprogram.
- Sebuah *Two Wire Serial Interface*.
- Dua buah *timer/counter* 8 bit dan sebuah *timer/counter* 16 bit.

- *Watchdog Timer* yang dapat diprogram.
- *Analog comparator* di dalam chip.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash PEROM yang besarnya 16 Kbyte untuk memori program
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi Boolean.
- Mampu beroperasi sampai 16 MHz.
- Mikrokontroler ATMega16 mempunyai kompabilitas instruksi.

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATMega16 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler ATMega16, perancangan aplikasi mikrokontroler ATMega16 akan lebih mudah. ATMega16 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATMega16
Sumber: Datasheet ATMega16

Fungsi kaki-kaki ATMega16 adalah :

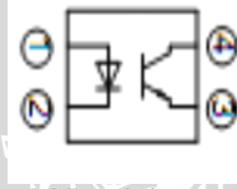
- *Port A* (Pin A0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port A* adalah sebagai ADC (input ADC channel 0..7).
- *Port B* (Pin B0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port B* diantaranya adalah : *Port B0* (*T0* (*timer/counter0* eksternal *counter input*) & *XCK* (*USART* eksternal *clock input/output*), *Port B1* (*T1* (*timer/counter* eksternal *counter input*)), *Port B2* (*AIN0* (*Analog comparator positive input*) & *INT2* (*Eksternal interrupt 2*

input)), Port B3 (AIN0 (*Analog comparator negative input*) & (OC0 (*Timer/counter0 output compare match output*)), Port B4 (SS (*SPI slave select input*)), Port B5 (MOSI (*SPI bus master output/slave input*)), Port B6 (MISO (*SPI bus master input/slave output*)), Port B7 (SCK (*SPI bus serial clock*)).

- *Port C (Pin C0..7)*, merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port C diantaranya adalah : Port C0 (*SCL (Two-Wire serial bus clock line)*), Port C1 (*SDA (Two-Wire serial bus data input/output line)*), Port C6 (*TOSC1 (Timer Oscillator pin1)*), Port C7 (*TOSC2 (Timer oscillator pin2)*).
- *Port D (Pin D0..7)*, merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port D diantaranya adalah : Port D0 (*RXD (USART input pin)*), Port D1 (*TXD (USART output pin)*), Port D2 (*INT0 (Eksternal interrupt 0 input)*), Port D3 (*INT1 (Eksternal interrupt 1 input)*), Port D4 (*OC1B (Timer/counter 1 output compare B match output)*), Port D5 (*OC1A (Timer/counter 1 output compare A match output)*), Port D6 (*ICP (Timer/counter input capture pin)*), Port D7 (*OC2 (timer/counter 2 compare match output)*).
- Pin 9 RESET, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika rendah.
- Pin 10 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
- Pin 11 GND, merupakan Ground dari seluruh rangkaian.
- Pin 12 dan 13(XTAL2 dan XTAL1), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 32 AREF, merupakan Pin analog referensi untuk masukan ADC.
- Pin 33 GND, merupakan ground dari ADC.
- Pin 30 AVCC, merupakan catu untuk port A dan juga merupakan catu untuk ADC.

2.4. Optocoupler PC817

Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi seperti saklar elektronik. Yang membedakan optocoupler dengan transistor adalah pemucuan nya menggunakan cahaya optik. Kemudian di sisi penerima terdapat photo transistor yang dapat menerima sinyal berupa cahaya yang dipancarkan oleh cahaya optik. Optocoupler mempunyai keunggulan isolasi tegangan yang cukup baik, karena bagian basis dengan collector dipisahkan atau diisolasi menggunakan udara yang mempunyai resistansi yang sangat besar. Aplikasi optocoupler biasanya digunakan sebagai driver antara tegangan kecil dengan tegangan yang lebih besar. Gambar 2.3 menunjukkan rangkaian optocoupler PC817. Tabel 2.6 menunjukkan PIN-PIN optocoupler PC 817.



Gambar 2.3 Rangkaian optocoupler

Sumber: Datasheet PC817

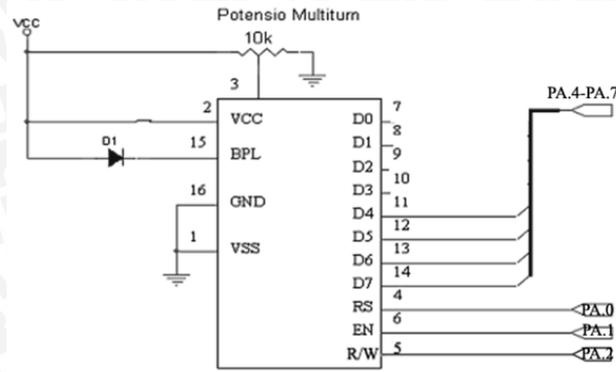
Tabel 2.2 PIN-PIN Optocoupler PC817

No	Simbol
1	Anode
2	Cathode
3	Emitter
4	Collector

Sumber: Datasheet PC817

2.5. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan karakter baik berupa karakter angka, huruf, atau karakter lainnya, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. Gambar 2.4 menunjukkan rangkaian *interface* ke LCD Karakter 2×16. Tabel 2.3 menunjukkan PIN-PIN I/O LCD.



Gambar 2.4 Rangkaian Interface ke LCD Karakter 2×16

Sumber: Atmel, 2006:2

Tabel 2.3 Tabel I/O LCD

No	Symbol	Level	Fungsi
1	Vss	GND	
2	Vcc	5 Volt	Power LCD
3	Vee	Supply	Drive
4	RS	H/L	H:Data Input L:Ins Input
5	R/W	H/L	H: Read L: Write
6	E	H	Enable Signal
7	DB0	H/L	
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	Data Bus
15	V+BL	Power	4 - 4.2 Volt
16	V-BL	Supply	GND

Sumber: Manual book LCD 16×2

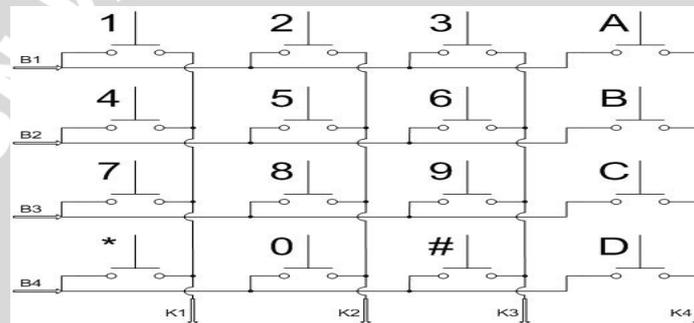
Pada perancangan sistem ini memakai LCD modul LCM1602C yang merupakan sebuah modul LCD dot matrik yang membutuhkan daya kecil. LCD modul LCM1602C dilengkapi panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. LCD modul LCM1602C mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Memiliki 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri atas 5 × 7 dot matrik ditambah dengan kursor.
- Memerlukan catu daya DC 5 V.
- Otomatis *reset* saat catu daya dinyalakan.

- Memiliki data RAM (max 80 karakter) dengan 80×8 display.
- Menggunakan 4 bit data dan 3 bit kontrol.

2.6. Keypad 4x4

Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara maktriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh seperti yang terdapat dalam Gambar 2.5 , yang terdapat pada gambar *Keypad* Matriks 4×4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom. Konstruksi rangkaian keypad ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Konstruksi *Keypad* 4 x 4

Sumber: Rosyidi, 2011

Seperti terlihat dalam Gambar 2.5, apabila saklar '1' ditekan, maka baris 1 dan kolom 1 langsung terhubung ke *ground*. Apabila saklar '2' ditekan, maka baris 1 dan kolom 2 langsung terhubung ke *ground* dan seterusnya.

