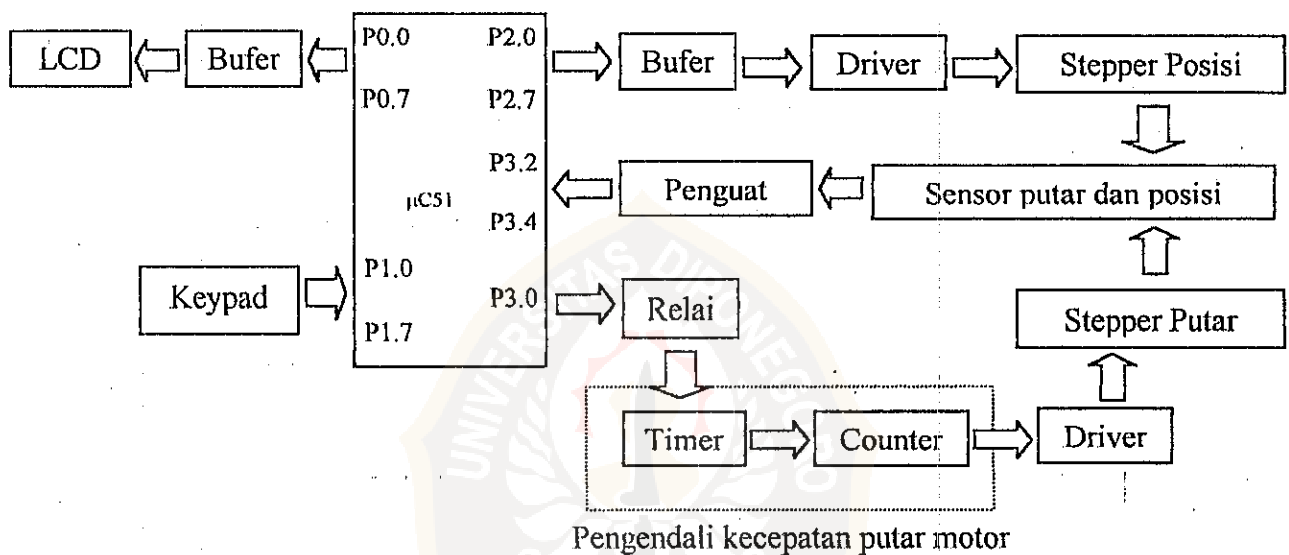


BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1 Diagram Blok Rancangan dan Realisasi Rangkaian

Alat yang dibuat secara keseluruhan dapat digambarkan dengan diagram blok seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.



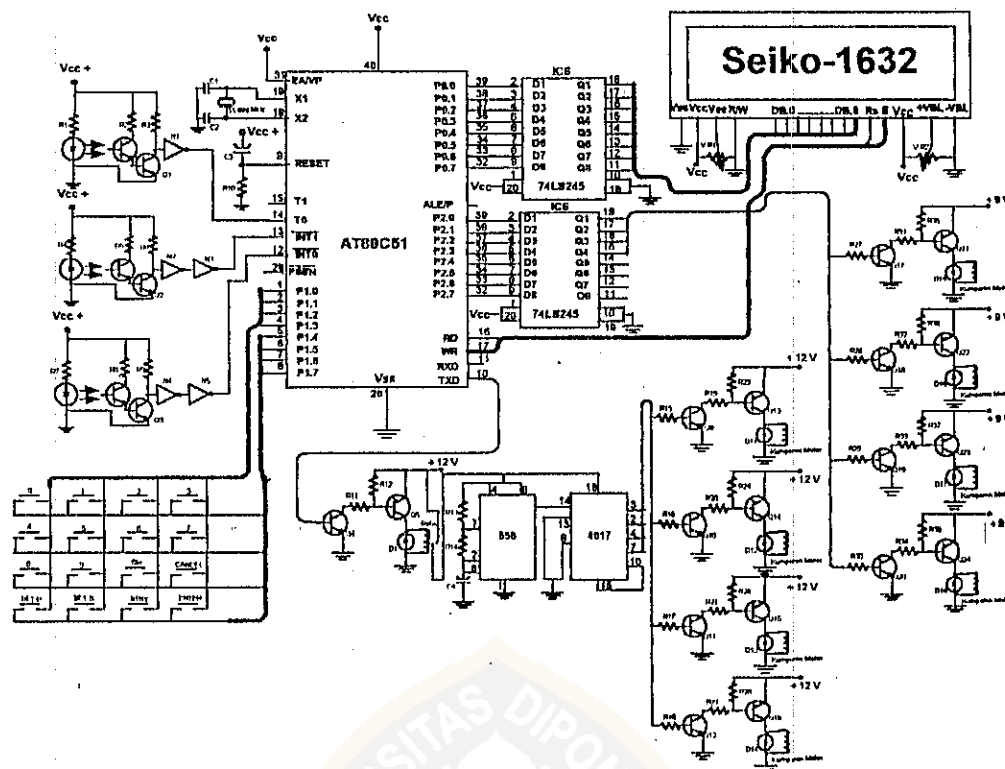
Gambar 3.1. Diagram Blok alat penggulung kumparan transformator

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa dalam perancangan dan realisasinya, sistem terbagi menjadi beberapa bagian. Pembagian ini dilakukan untuk mempermudah dalam perancangan dan realisasi serta pengujian. Kerja dan fungsi sistem secara umum dijelaskan melalui gambar tersebut.

Mikrokontroler pada gambar 3.1 tersebut merupakan pusat pengendali dari keseluruhan sistem yang akan menerima masukan nilai dari rangkaian keypad yang

terhubung melalui P1.0 – P1.7. Nilai masukan tersebut kemudian digunakan sebagai nilai acuan untuk menentukan jumlah putaran motor penggulung. Jumlah putaran motor penggulung tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler yang terhubung melalui sebuah rangkaian relay (saklar kendali), seperangkat rangkaian kendali kecepatan putar motor serta sebuah driver pengantarmuka motor langkah yang digunakan sebagai motor penggulung. Putaran motor di deteksi oleh sebuah rangkaian sensor putar yang telah mengalami penguatan arus kemudian di hitung oleh mikrokontroler melalui P3.4 (T0). Jumlah putaran yang diperoleh setiap saat disimpan dalam memori data dari mikrokontroler kemudian ditampilkan melalui sebuah penampil LCD dan hasilnya dibandingkan dengan nilai acuan awal. Selama proses tersebut berlangsung, dua buah sensor posisi akan selalu mengirimkan sinyal informasi ke mikrokontroler untuk menentukan arah pergeseran logika 1 pada P2.0 – P2.3. Empat bit dari Port 2 tersebut dihubungkan ke sebuah penyangga (buffer) serta sebuah driver motor langkah yang akan melakukan pergeseran untuk mengatur posisi lilitan.

Adapun realisasi rangkaian dan kerja sistem secara keseluruhan dijelaskan melalui gambar 3.2. Setelah sistem dihidupkan, mikrokontroler akan melaksanakan perintah program yang pertama untuk mengendalikan rangkaian luar. Perintah program pertama yang dilakukan mikrokontroler ialah mengirimkan sinyal logika rendah melalui P3.1 (TxD) yang mengakibatkan transistor Q_5 menjadi tersumbat.



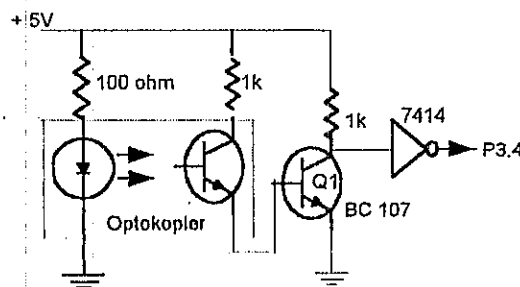
Gambar 3.2 Realisasi rangkaian elektronik keseluruhan

Pada saat transistor Q_5 tersumbat, maka arus dari V_{cc} tidak dapat mengalir menuju tanah (ground). Akibatnya kondisi relai menjadi terbuka sehingga hubungan rangkaian kendali putar motor penggulung terhadap catu daya terputus. Mikrokontroler kemudian melaksanakan perintah program berikutnya yaitu menampilkan nama sistem alat melalui P0.0 – P0.7 serta P3.6 dan P3.7 yang terhubung pada penampil LCD. Hal ini akan terus dipertahankan sampai mikrokontroler mendapat sinyal perintah dari rangkaian keypad (tekan enter). Pada saat mikrokontroler mendapat sinyal perintah, sistem akan menampilkan pilihan set lilitan beserta jumlah lilitan yang diinginkan. Nilai angka yang dimasukkan melalui

keypad kemudian disimpan dalam memori data dan dijadikan sebagai nilai acuan untuk menentukan jumlah putaran motor penggulung (jumlah lilitan). Jumlah putaran motor dicacah dengan menggunakan rangkaian sensor yang terhubung melalui P3.4 (T0) pada chip mikrokontroler. Selama proses penggulangan, mikrokontroler akan melaksanakan empat prosedur perintah secara cepat dan berurutan. Empat perintah tersebut meliputi perintah mencacah, perintah membandingkan, menggeser posisi lilitan dan mengendalikan arah pergeseran posisi lilitan. Perintah kendali arah geser dilakukan dengan melihat kondisi logika rendah dari dua buah sensor yang terhubung melalui P3.2 dan P3.3 ($\overline{\text{INT0}}$ dan $\overline{\text{INT1}}$). Hal tersebut akan terus dilakukan sampai jumlah lilitan yang diperoleh telah sama dengan nilai acuan yang dimasukkan.

3.2 Rangkaian sensor

Ada 3 buah sensor yang digunakan. Satu buah sensor terhubung dengan P3.4 (T0) serta dua buah sensor terhubung dengan P3.2 ($\overline{\text{INT0}}$) dan P3.3 ($\overline{\text{INT1}}$). Sensor yang terhubung dengan P3.4 (T0) digunakan sebagai penghitung jumlah putaran motor sedangkan dua buah sensor yang lain digunakan sebagai pengatur arah gerak motor langkah pengatur posisi lilitan. Rangkaian ini dibangun dengan komponen utama berupa sebuah sensor fotoelektrik (*optocoupler*), sebuah transistor serta gerbang NOT schmit trigger dengan beberapa komponen pendukung seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian pengindera putaran

Sensor optokopler berfungsi seperti sebuah saklar foto-elektrik yang terdiri dari sebuah LED (*Light Emitting Dioda*) dan sebuah foto-transistor. Pada saat arus mengalir masuk melalui LED, maka dioda pemancar akan memancarkan cahaya infra merah yang akan diterima oleh foto-transistor. Hal ini mengakibatkan sambungan pada foto-transistor terhubung dan seakan bersifat seperti saklar yang tertutup.

Sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian berasal dari hasil pembacaan optokopler saat lubang yang dipasang antara dioda pemancar dan transistor pada optokopler terhalang. Ketika lubang terhalang maka cahaya yang dipancarkan oleh dioda pemancar cahaya (LED) terhalang, akibatnya kaki basis pada optokopler tidak mendapat bias. Hal ini mengakibatkan tersumbatnya arus yang akan melalui keluaran emitor. Dengan demikian kaki basis transistor Q_1 juga tidak mendapat bias sehingga keluaran kolektor pada transistor Q_1 akan berlogik tinggi. Jika keluaran kolektor Q_1 ini digunakan sebagai masukan gerbang NOT maka keluaran dari rangkaian menjadi terbalik terhadap masukannya.

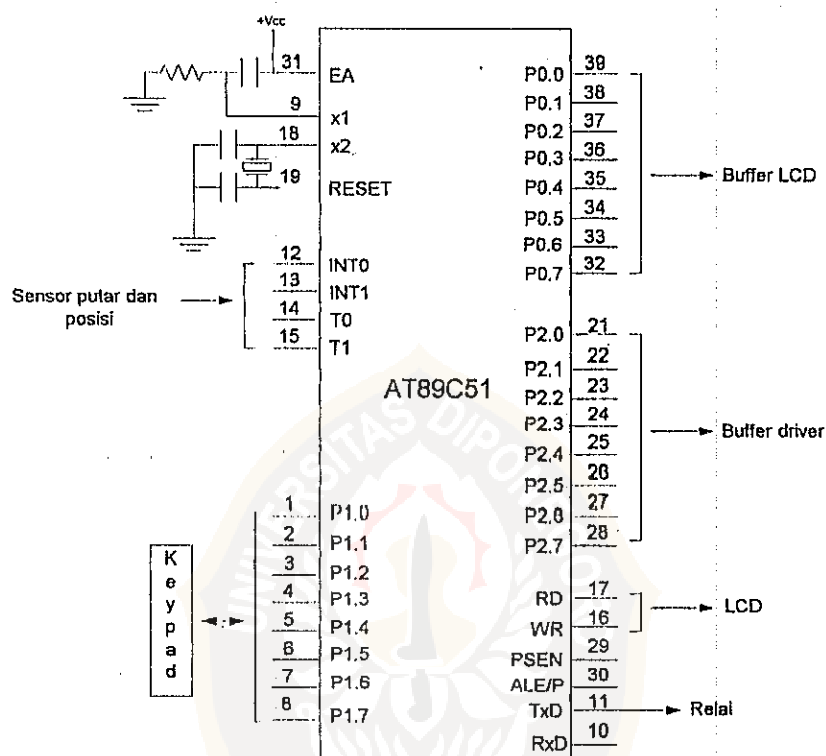
Pemicu schmitt berfungsi sebagai pengkondisi sinyal. Jika diberikan suatu bentuk gelombang sinus atau segi tiga, pemicu schmitt menghasilkan suatu keluaran segi empat dengan pinggiran naik dan pinggiran turun yang tajam. Hal ini diperlukan karena rangkaian-rangkaian digital bekerja dengan tegangan masukan dua keadaan. Sinyal yang dihasilkan dari rangkaian sensor inilah yang akan digunakan sebagai masukan pulsa cacahan pada mikrokontroler melalui pin T0 (P3.4). Dengan menggunakan beberapa kombinasi gerbang NOT, maka akan diperoleh kondisi logika yang diinginkan. Dua kondisi logika lain dimanfaatkan sebagai masukan P3.2 dan P3.3 yang digunakan sebagai sinyal untuk mengubah arah geser logika '1' pada P2.0 – P2.3. Empat kombinasi bit dari P2.0 – P2.3 tersebut difungsikan sebagai masukan data pada driver penggerak motor langkah pengatur posisi spasi lilitan.

3.3 Rangkaian minimum mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan bagian paling penting karena merupakan pusat pengendali dari keseluruhan sistem seperti ditunjukkan pada gambar 3.4. Pengendali utama yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah mikrokontroler AT89C51 buatan Atmel yang merupakan keluarga MCS-51. Pada AT89C51 sudah terdapat EEPROM di dalamnya sehingga tidak memerlukan EEPROM luar untuk menyimpan programnya. Tugas utama dari blok ini adalah melakukan operasi kerja sesuai program yang tersimpan dalam memori EEPROM serta memproses sinyal masukan yang berasal dari sensor kemudian menampilkannya pada tampilan LCD.

Port 1 secara keseluruhan (P1.0 – P1.7) digunakan sebagai masukan dari keypad, Port 0 (P0.0 – P0.7) sebagai keluaran ke LCD. Port 2 (P2.0 – P2.3) sebagai

keluaran yang dihubungkan dengan masukan driver pengendali motor langkah. Pin X1 dan X2 dihubungkan ke rangkaian osilator eksternal dengan osilator kristal sebesar 11.059 MHz. Sebagai port 3 yaitu P3.4 dioperasikan sebagai masukan counter hasil cacahan sensor serta P3.2 dan P3.3 sebagai masukan interupsi.

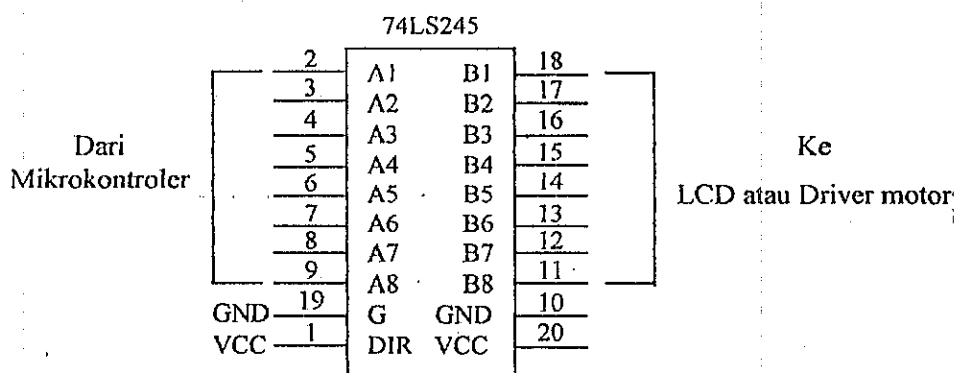


Gambar 3.4 Sistem minimum mikrokontroler AT89C51

3.4 Penyangga

Penyangga berfungsi untuk menaikkan arus dengan tidak mengubah keluaran logika mikrokontroler yang akan digunakan sebagai masukan driver motor. Dengan demikian diharapkan mikrokontroler tidak terlalu terbebani oleh penarikan arus yang besar oleh driver. IC 74LS245 merupakan penyangga yang dapat mengirim dan menerima (*transceiver*) 8 saluran data dengan 3 status keluaran dan dikemas dalam

kemasan DIP 20 pin. Konfigurasi pin 74LS245 dapat dilihat pada gambar 3.5. Penyangga ini digunakan untuk menyalurkan data dari A ke bus B karena kontrol arah (DIR) diberi logika tinggi sedangkan masukan enable G diberi logika rendah.



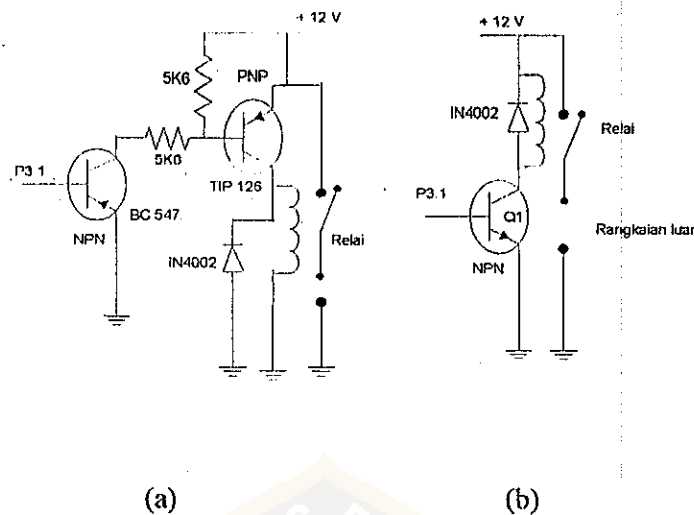
Gambar 3.5 Susunan pin 74LS245

3.5 Rangkaian saklar kendali

Rangkaian ini dibangun dengan komponen utama terdiri dari sebuah transistor dan relai yang akan menyambung dan memutus arus listrik dari catu daya dengan rangkaian pengendali kecepatan putar motor pengguling seperti ditunjukkan pada gambar 3.6(a). Rangkaian pada gambar tersebut menggunakan dua buah transistor dengan jenis yang berbeda. Karena kedua transistor dipasang dalam konfigurasi NPN – PNP maka rangkaian tersebut identik dengan sebuah transistor NPN dengan penguatan sebesar $\beta_{q1} \cdot \beta_{q2}$ seperti ditunjukkan pada gambar 3.6(b) dengan prinsip kerja sebagai berikut.

Rangkaian gambar 3.6(b) akan aktif jika kaki basis transistor Q_1 mendapat logika '1' yang berasal dari P3.1. Pada saat mendapat logika '1' kaki basis transistor Q_1 mendapat bias sehingga arus akan mengalir dari kolektor ke tanah melalui

kumparan yang terlilit pada inti besi lunak dari relai, akibatnya inti besi tunak pada relai tersebut akan berubah menjadi magnet dan menarik kontak.



Gambar 3.6 Rangkaian saklar kendali
(a) Penggerak relai dengan dua jenis transistor (b) Rangkaian ekuivalen gambar 3.6a

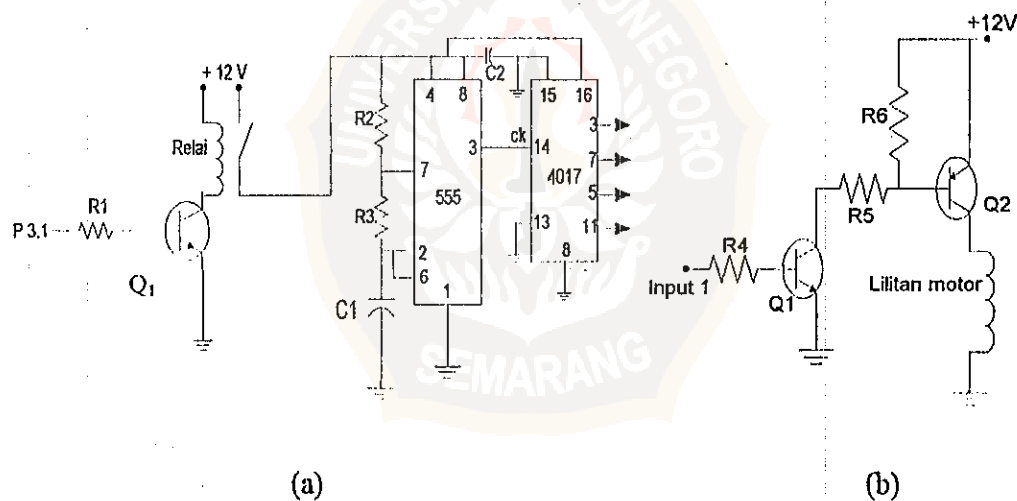
Sebaliknya jika kaki basis transistor Q_1 mendapat logika '0', maka tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke tanah, sehingga sifat kemagnetan pada besi tunak akan hilang yang mengakibatkan hubungan kontak relai terlepas dan hubungan catu daya dengan rangkaian luar terputus. Pemasangan dioda pada relai bertujuan untuk melindungi transistor dari arus balik sebesar $-V_{cc}$ agar transistor tidak rusak.

3.6 Rangkaian penggerak motor langkah

Tegangan dan arus yang keluar dari mikrokontroler masih terlalu lemah sehingga dibutuhkan rangkaian driver penggerak motor langkah. Pada perancangan ini penggerak motor langkah terdiri dari dua bagian, yaitu penggerak motor langkah yang difungsikan sebagai penggulung dan penggerak motor langkah yang difungsikan sebagai pengatur posisi spasi lilitan.

Penggerak motor langkah yang difungsikan sebagai penggung terdiri dari rangkaian pewaktu dan sebuah register geser yang beroperasi untuk mengatur kecepatan aliran data logik yang masuk driver motor langkah. Kecepatan aliran data tersebut secara khusus dikendalikan oleh frekwensi pulsa IC 555 yang besarnya tergantung pada besarnya R_2 , R_3 dan C_1 pada gambar 3.7(a).

Pulsa keluaran pewaktu tersebut digunakan sebagai masukan detak (*clock*) register 4017 yang akan mengeluarkan logika '1' secara berurutan dari O_1 sampai dengan O_4 yang dihubungkan dengan masukan driver pengantarmuka motor langkah. Dengan demikian kecepatan putar motor langkah dikendalikan dengan mengatur besarnya nilai kapasitor atau resistor yang akan menghasilkan frekwensi keluaran sesuai dengan persamaan 2.4 .



Gambar 3.7 Rangkaian pengendali kecepatan motor langkah

(a) Pengatur kecepatan putar motor langkah (b) Driver pengantarmuka motor langkah

Driver penggerak motor langkah yang difungsikan sebagai pengatur posisi lilitan pada dasarnya adalah sama dengan driver pengantarmuka motor penggung yang ditunjukkan pada gambar 3.7(b). Perbedaannya terletak pada pengendali data

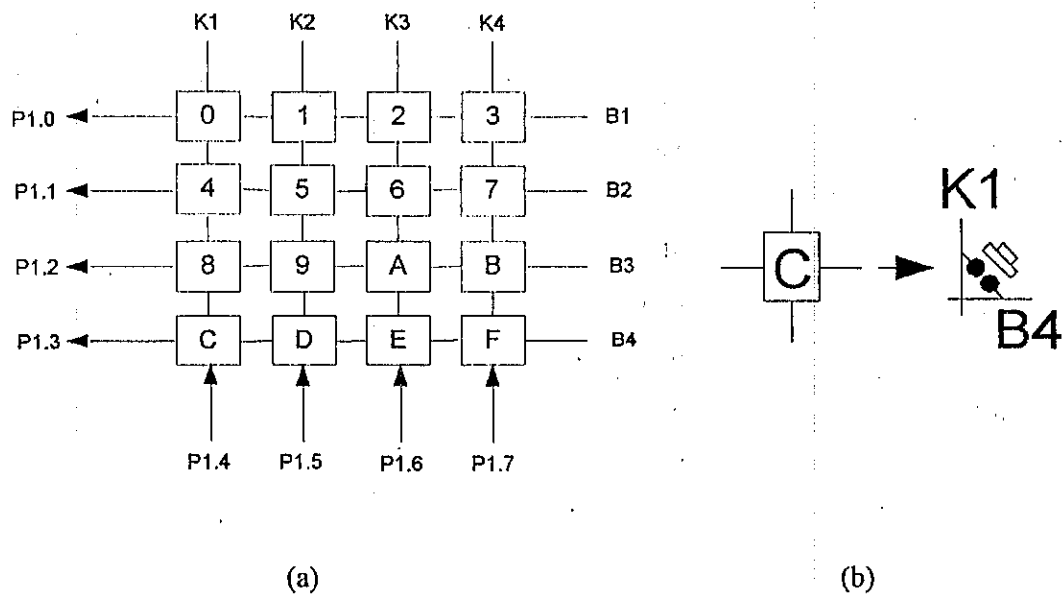
yang digunakan. Rangkaian driver bagian ini dikendalikan oleh mikrokontroler melalui Port 2 (P2.0 – P2.3). Kecepatan pergeseran logika '1' dari port 2 tersebut setara dengan satu putaran motor penggulung lilitan, sehingga setiap kali motor penggulung melakukan satu putaran, motor langkah akan bergerak satu langkah tergantung pada kecepatan putar dari motor penggulungnya.

3.7 Keypad

Rangkaian ini berupa tombol matrik yang prinsip kerjanya sama dengan saklar push-on yaitu saklar yang akan terhubung sesaat ketika ditekan dan akan terputus kembali setelah tombol dilepas. Matrik keypad yang digunakan adalah 4 x 4 yang terdiri dari susunan 16 tombol. Namun demikian hanya memerlukan 8 jalur port paralel seperti ditunjukkan pada gambar 3.8(a).

Dari gambar 3.8(a), masing-masing tombol menghubungkan sebuah jalur kolom (K1, K2, K3, K4) ke sebuah jalur baris (B1, B2, B3, B4) seperti yang digambarkan secara rinci pada gambar 3.8(b).

Pada gambar tersebut tombol "C" menunjukkan hubungan kombinasi jalur kolom K1 dengan jalur baris B4. Jalur kolom K1 sampai K4 merupakan hubungan port 1 jalur 4 sampai 7 (P1.4 - P1.7) dan jalur baris B1 sampai B4 merupakan hubungan port 1 jalur 0 sampai 3 (P1.0 - P1.3). Hal ini berarti bahwa setengah dari port 1 digunakan sebagai masukan dan setengah berikutnya digunakan sebagai keluaran.

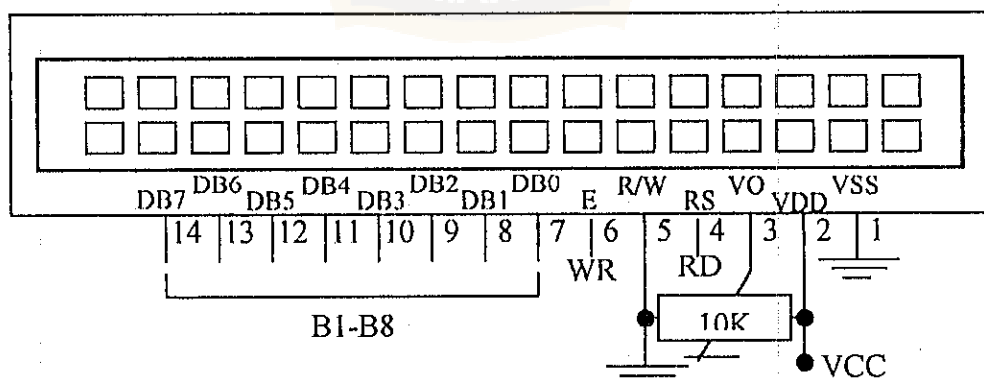


Gambar 3.8 Matrik keypad

(a) Susunan matrik keypad (b) Hubungan antar jalur pada keypad

3.8 Tampilan

Pada masukan kristal cair masukan data DB0 – DB7 dihubungkan dengan P0 (P0.0 – P0.7), sinyal Rs, E masing – masing terhubung dengan P3.7 dan P3.6 seperti ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Hubungan terminal LCD

Sebelum dioperasikan maka perlu dilakukan penginisialisasian yang berisi penentuan data, arah pergeseran kursor, pengaktifan display dan penentuan letak kursor. Saat dilakukan pengiriman data melalui kata perintah IR (*Instruction register*), data perintah dikeluarkan dari P0, Rs dan R/W diset '0' dan sebuah pulsa masukan E akan mengaktifkan LCD. Saat dilakukan pengiriman data tampilan dari P0 menuju register data tampilan, masukan Rs diset '1' sedangkan R/W diset '0' serta sebuah pulsa E akan mengaktifkan LCD untuk pembacaan data tampilan. Data yang telah dimasukkan LCD ini akan ditahan (*latch*) sampai diterima data selanjutnya.

