

ALAT PENGGERUS OBAT OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 16 DISERTAI TAMPILAN LCD

Eva Noviana

PSD III Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRAK

Dalam sebuah apotik seorang Apoteker membuat obat sesuai dengan resep yang telah direkomendasikan dari Dokter kepada pasien. Obat tersebut terkadang ada yang berupa kapsul, sehingga apoteker harus menggerus obat itu terlebih dahulu. Biasanya dalam proses tersebut masih dilakukan secara *manual* yang dirasa kurang menghemat waktu. Karena pada zaman sekarang alat-alat sudah serba otomatis. Dengan Alat Penggerus Obat Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16 Disertai Tampilan LCD dimungkinkan bisa meringankan beban para apoteker, dimana aplikasi tersebut terdiri dari empat rangkaian yaitu rangkaian *push button*, rangkaian mikrokontroler AVR ATmega16, rangkaian LCD, rangkaian *driver* motor penggerus. *Push button* sebagai masukan yang berupa tombol tekan. Mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pusat pengendali inputan dan outputan pada proses penggerus obat. LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai keluaran yang mampu menampilkan karakter keluaran, baik berupa huruf maupun angka. *Driver* motor penggerus sebagai pemerintah untuk menggerakkan motor AC *Universal*. Sedangkan untuk penulisan program yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan bahasa C. Bahasa C merupakan perangkat lunak yang menjadi bagian dari sistem yang berupa program yang mengatur kerja dari mikrokontroler ATmega16 dan keseluruhan perangkat keras (hardware) yang dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega16.

Kata kunci : mikrokontroler AVR ATmega16, LCD, *driver* motor penggerus.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi memegang peran penting di *era modernisasi* seperti pada saat ini, dimana teknologi telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari – hari. Sehingga mendorong manusia untuk menciptakan sebuah alat yang serba *otomatis* sehingga membantu mempermudah dan mempercepat manusia dalam menyelesaikan pekerjaan dengan hasil yang sebaik-baiknya. Dimana kita bisa mengambil contoh permasalahan yang terdapat pada bidang *farmasi*.

Dalam sebuah apotik seorang Apoteker membuat obat sesuai dengan resep yang telah direkomendasikan Dokter kepada pasien. Jika obat itu berupa kapsul maka *Apoteker* harus menggerus obat tersebut dan mengemasnya ke dalam kapsul. Biasanya dalam proses tersebut masih dilakukan secara

manual yang dirasa kurang menghemat waktu. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan proses penggerusan yang manual itu dengan yang otomatis. Dalam proses tersebut menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pusat pengendali sistem masukan dan keluaran. Dimana dalam alat penggerus yang otomatis kita tinggal mengatur lama penggerusan, lama pembersihan, lama pencampuran, banyaknya sebuk obat, dan jumlah kapsul yang akan digunakan dengan menekan *push button*. Melalui Mikrokontroler inputan dari *push button* akan ditampilkan ke LCD 20 x 2. Kemudian *driver* motor penggerus akan bekerja, maka disaat itu kita tinggal memasukkan obat kedalam tempat penggerus. Sehingga dengan adanya penggerus obat

otomatis dapat mempermudah *Apoteker* dalam menyiapkan resep obat dalam bentuk kapsul untuk pasien dan bisa menghemat waktu. Atas dasar itu maka penulis mencoba memperbaiki alat *Penggerus dan Pengisi Serbuk Obat ke dalam Kapsul Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 dengan Tampilan LCD*, dimana di dalam percobaan alat tersebut masih ada beberapa kekurangan yang mendasari penulis mengambil judul ini, antara lain dalam proses penggerusan masih dilakukan secara manual dengan menekan pedal sehingga perlu ditambahkan *driver* motor penggerus supaya motor bisa menggerus secara otomatis, sistem pencampur serbuk obat yang masih belum dapat tercampur secara rata sehingga perlu ditambahkan *mixer*, masih tersisanya serbuk obat pada tempat penggerusan, tempat pengisian, dan tabung penampungan, maka perlu ditambahkan kompresor DC agar tidak ada sisa - sisa serbuk obat yang tertinggal dan tidak berakibat fatal pada pasien. Berdasarkan alasan diatas maka saya berniat untuk mencoba membuat sebuah alat “**Alat Penggerus Obat Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16 Disertai Tampilan LCD**”.

1.2. Batasan Masalah

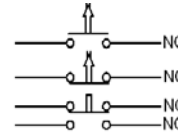
Pada pembuatan tugas akhir ini penyusun membuat batasan masalah yang mencakup beberapa hal, diantaranya :

- 1) Mikrokontroler AVR ATmega16 sebagai pusat pengendali inputan dan outputan pada proses penggerus obat.
- 2) Fungsi dan cara kerja *relay* sebagai *driver* motor penggerus.
- 3) LCD 20 x 2 sebagai tampilan dari pengesetan lama penggerusan, lama pembersihan, lama pencampuran, banyaknya kapsul yang digunakan, dan banyaknya takaran serbuk obat yang ditampilkan dalam bentuk huruf dan angka
- 4) Tingkat kehalusan obat disesuaikan dengan serbuk obat dalam kapsul yang ada dipasaran, 1 pil (500mg) lama penggerusan sekitar 6 detik.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Push Button

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain.



Gambar 2.1. Simbol *push button*

Push button berdasarkan bentuk kontakannya dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

1) NO (*Normally Open*)

Untuk *push button* NO, pada saat tidak ditekan, kedua kaki/pinnya bersifat hubung-terbuka, selama ditekan, kedua kaki/pinnya menjadi hubung-singkat, dan ketika dilepaskan, maka kedua kaki/pinnya kembali bersifat hubung-terbuka.

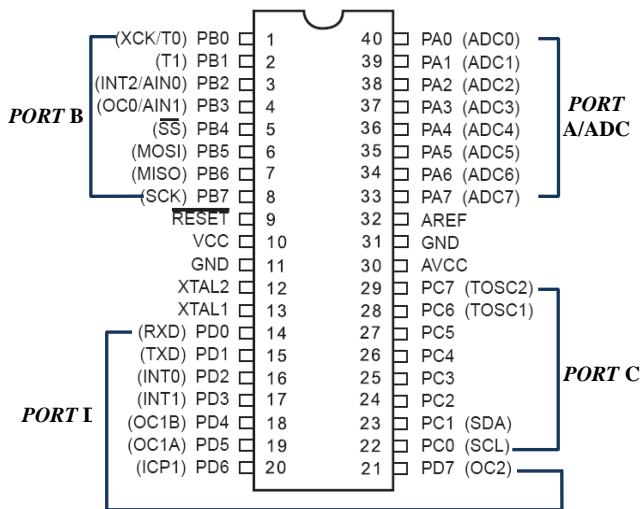
2) NC (*Normally Close*).

Untuk *push button* NC, pada saat tidak ditekan, kedua kaki/pinnya bersifat hubung-tertutup, selama ditekan, kedua kaki/pinnya menjadi hubung-terbuka, dan ketika dilepaskan, maka kedua kaki/pinnya kembali bersifat hubung-tertutup.

2.2. Mikrokontroler AVR ATmega16

ATmega16 berbasis pada arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), di mana satu instruksi dapat dieksekusi dalam satu *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*) per MHz. Mikrokontroler ATmega16 memiliki keistime-waan dibanding jenis mikrokontroler AT89C51, AT89C52, AT80S51, dan AT89S52 yaitu pada mikrokontroler ATmega16 memiliki *port input* ADC 8 *channel* 10 bit.

Mikrokontroler ATmega16 memiliki 40 pin kaki dengan konfigurasi sebagai berikut.



Gambar 2.2. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega16

Fitur yang tersedia dalam mikrokontroler ATmega16, yaitu

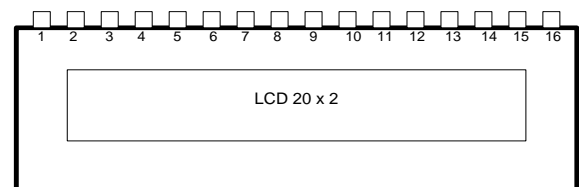
- 1) Frekuensi *clock* maksimum 16 MHz.
- 2) Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
- 3) *Analog to Digital Converter* (ADC) 10 bit sebanyak 8 *input*.
- 4) *Timer/counter* sebanyak 3 buah.
- 5) CPU 8 bit yang terdiri dari 32 *register*.
- 6) *Watchdog timer* dengan osilator internal.
- 7) SRAM internal sebesar 1K byte.
- 8) Memori *flash* sebesar 8Kbyte dengan kemampuan *read while write*.
- 9) *Interrupt* internal maupun eksternal.
- 10) *Port* komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- 11) EEPROM (*Electrically Erasable Program-mable Read Only Memory*) sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- 12) Analog komparator.
- 13) Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbp.

2.3. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu *system* yang menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi menampilkan *teks*, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada tugas akhir ini LCD yang digunakan adalah LCD 20 x 2 dengan dengan konsumsi daya rendah.

Modul LCD dengan tampilan 20 x 2 baris, terdiri dari dua bagian. Bagian pertama merupakan *panel* LCD sebagai media penampil informasi berbentuk huruf maupun angka. LCD ini dapat menampung dua baris, dimana masing-masing baris dapat menampung 20 karakter. Bagian kedua merupakan sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler, yang ditempelkan di balik *panel* LCD. Bagian ini berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi LCD dengan mikrokontroler.

Konfigurasi pin LCD 20X2 dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konfigurasi pin LCD 16x2

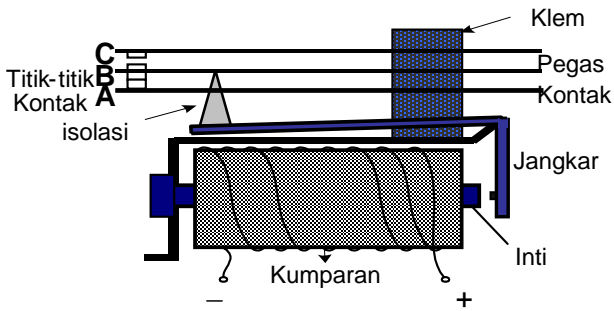
Berikut adalah karakteristik dari LCD 20X2

- 1) Tampilan 20 karakter 2 baris
- 2) ROM pembangkit karakter 192 jenis.
- 3) RAM pembangkit karakter 8 jenis (diprogram pemakai).
- 4) RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
- 5) *Duty ratio* 1/16.
- 6) RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari *unit* mikroprosesor.
- 7) Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (*display clear*), posisi krusor awal (*cursor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), pengeseran krusor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shif*).
- 8) Rangkaian pembangkit detak (*clock*).
- 9) Rangkaian otomatis *reset* saat daya dinyalakan.
- 10) Catu daya tunggal +5 volt.

2.4. Relay

Merupakan piranti elektromagnetis yang berfungsi untuk memutuskan atau membuat kontak mekanik. Pada dasarnya *relay* berisi suatu kumparan yang apabila dimagnetisasi

arus searah akan membangkitkan medan magnet yang akan membuat atau memutus kontak mekanik.



Gambar 2.4. Konstruksi Relay SPDT

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.4. Apabila lilitan kawat (kumparan) dilalui arus listrik, maka inti menjadi magnet. Inti ini kemudian menarik jangkar, sehingga kontak antara A dan B terputus (terbuka) dan membuat kontak B dan C menutup.

Relay berdasarkan kontakannya dibagi menjadi 3 jenis :

1) SPST (*Single Pole - Single Throw*)

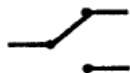
Relay ini terdiri dari satu kutub dengan satu arah, yaitu untuk memutus dan menghubungkan saja.



Gambar 2.5. Simbol relay jenis kontak SPST

2) SPDT (*Single Pole - Double Throw*)

Relay ini disebut juga relay satu-kutub dua-arah. Relay ini dapat berfungsi sebagai saklar penukar. Pemutusan dan menghubungkannya hanya bagian kutub positif atau kutub negatifnya saja.



Gambar 2.6. Simbol relay jenis kontak SPDT

3) DPDT (*Double Pole - Double Throw*)

Relay ini disebut juga relay dua-kutub dua-arah. Relay ini dapat berfungsi sebagai saklar untuk menyambungkan dua rangkaian pada saat yang bersamaan.



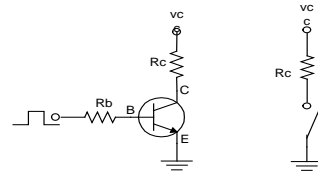
Gambar 2.7. Simbol relay jenis kontak DPDT

2.5. Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi dari beberapa kegunaan transistor adalah transistor sebagai saklar, transistor sebagai saklar mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan menggunakan saklar mekanik. Kelebihan tersebut antara lain :

- 1) Tidak menimbulkan percikan bunga api pada saat *on* atau *off*,
- 2) Mempunyai kecepatan yang tinggi untuk melakukan pensaklaran,
- 3) Membutuhkan arus DC yang *relative* kecil dalam mengoperasikan transistor sebagai saklar

Transistor berfungsi sebagai saklar tertutup pada saat transistor dalam keadaan *saturasi* (jenuh), sehingga arus pada kolektor maksimum. Keadaan ini terjadi karena pada basis terdapat arus yang bisa menyulut transistor.



Gambar 2.8. Transistor sebagai saklar

Transistor yang difungsikan sebagai saklar adalah transistor *tipe* NPN. Hal ini dikarenakan transistor jenis PNP kaki emitornya lebih positif daripada kaki kolektornya, sehingga arus mengalir dari emitor ke basis. Sedangkan transistor tipe NPN, kaki emitor lebih negatif daripada kaki kolektornya, sehingga arus mengalir dari basis ke emitor. Hal inilah yang digunakan sebagai dasar memilih transistor *tipe* NPN untuk dijadikan saklar.

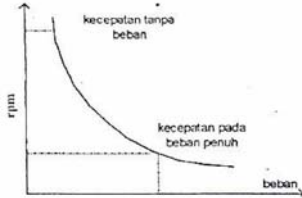
2.6. Motor Universal

Motor *Universal* adalah merupakan suatu motor seri yang mempunyai kemampuan untuk bekerja dengan sumber tegangan AC ataupun DC.

2.6.1 Karakteristik Motor Universal

Motor *universal* mempunyai karakteristik seri karena berputar pada kecepatan rata-rata bila bebannya juga rata-rata, dan apabila bebannya dikurangi maka kecepatannya akan naik. Motor ini mempunyai sifat-sifat yang sama seperti motor DC seri. Pada pembebanan ringan motor berputar dengan cepat dan

menghasilkan kopel yang kecil. Tetapi pada keadaan pembebanan yang berat, maka motornya berputar secara perlahan-lahan dengan torsi yang besar. Jadi, motor mengatur kecepatannya sesuai dengan beban yang dihubungkan ke motor tersebut.



Gambar 2.9. Karakteristik kecepatan motor universal.

Untuk motor yang sama bila dihubungkan sumber tegangan AC umumnya didapatkan putaran lebih tinggi. Putaran motor *universal* biasanya tinggi, apalagi dalam keadaan tanpa beban (lihat gambar 2.9.). Maka dari itu, biasanya motor *universal* dihubungkan langsung dengan beban sehingga putaran motor yang tinggi bisa berkurang dengan pembebanan tersebut.

Prinsip kerja motor *universal* mudah dimengerti dibandingkan dengan prinsip kerja motor DC. Berdasarkan persamaan torsi

$$T = k I_a \phi$$

dengan : T = momen kopel (Nm)

I_a = arus jangkar (Ampere)

k = angka konstanta pembanding

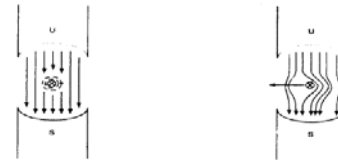
ϕ = fluks magnet (kg/A.s² atau tesla)

Bila motor dihubungkan dengan sumber tegangan AC, pada saat $\frac{1}{2}$ periode positif (gambar 2.13a), motor berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Pada $\frac{1}{2}$ periode negatif (gambar 2.13b), dan menurut “hukum tangan kiri” dinyatakan: apabila tangan kiri terbuka diletakkan diantara kutub U dan S, maka garis-garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus didalam kawat mengalir searah dengan arah keempat jari, sehingga kawat tersebut akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan ibu jari, seperti terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Hukum tangan kiri

Jika sebatang kawat terdapat diantara kutub U-S dengan garis gaya yang sama, sedangkan didalam kawat ini mengalir arus listrik yang arahnya menjauhi kita (S), maka: Disebelah kanan kawat garis kutub magnet, dan garis gaya arus listrik sama arahnya dan disebelah kiri kawat arahnya berlawanan, sehingga bentuk medan magnet akan berubah



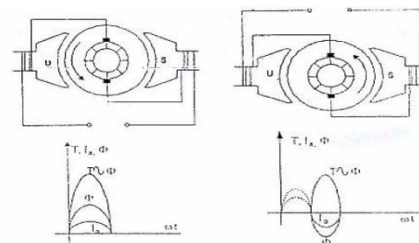
Gambar 2.11. Perubahan garis gaya disekitar kawat berarus

Jika sebuah belitan terletak dalam medanmagnet yang sama, maka kedua sisi belitan itu mempunyai arus yang arahnya berlawanan, sehingga arah gerakan seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 2.12. Belitan berarus terletak dalam medan magnet

Motor tetap berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam, karena perubahan arah arus pada kumparan penguat saatnya bersamaan dengan perubahan arah arus pada rotor. Dalam hal ini arus jangkar menjadi negatif ($-I_a$) dan *fluks* magnet menjadi ($-\phi$). Jadi $T = k (-I_a) (-\phi)$ nilainya tetap sama dengan keadaan pertama (positif). Dengan demikian, meskipun dihubungkan dengan sumber tegangan AC, arah putaran tidak berubah.

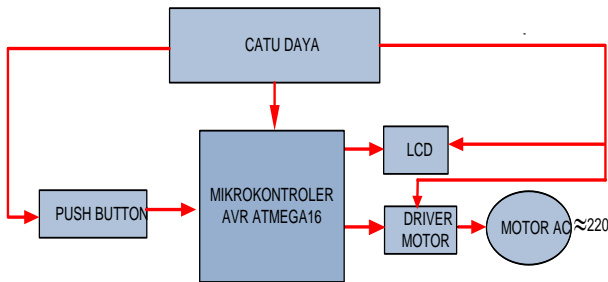


(a) saat $\frac{1}{2}$ periode positif (b) saat $\frac{1}{2}$ periode negatif
Gambar 2.13. Motor dihubungkan dengan tegangan AC

III. PERANCANGAN ALAT

3.1. Blok Diagram Sistem

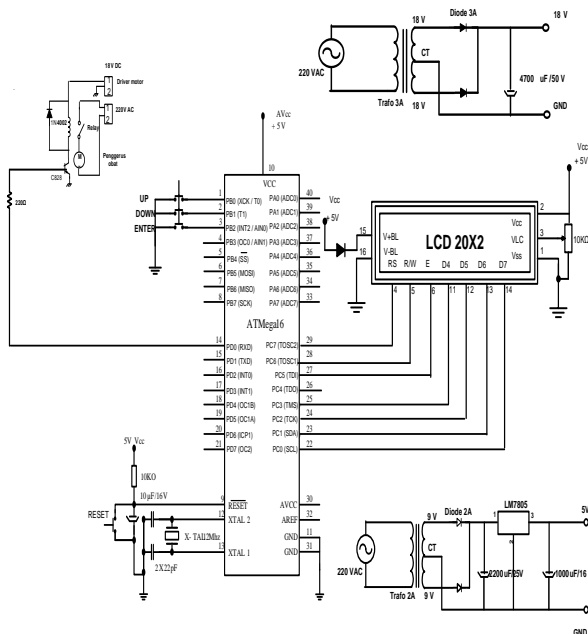
Cara kerja sistem alat penggerus obat otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 disertai tampilan LCD dapat dijelaskan melalui blok diagram sebagai berikut.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem Penggerus Obat

3.2. Gambar Rangkaian Sistem

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sistem alat penggerus obat otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 disertai tampilan LCD, dapat dilihat gambar rangkaian sistem keseluruhan sebagai berikut



Gambar 3.2. Rangkaian Sistem

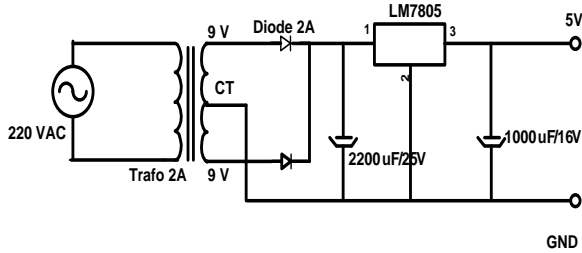
3.3. Cara Kerja Sistem

Berdasarkan rangkaian sistem penggerusan di atas, rangkaian mendapat sumber tegangan dari satu daya yaitu satu daya 5V dan 18V. Untuk satu daya 5V untuk mensuplay *push button*, mikrokontroler AVR ATmega16, dan LCD 20 x 2. Sedangkan satu daya 18V untuk mensuplay *driver motor* penggerus. *Inputan* dimulai dari *push button*, *push button* yang digunakan pada rangkaian ini yaitu *push button* NO dimana pada saat tidak ditekan maka kedua kakinya tidak terhubung selama ditekan maka akan hubung singkat dan ketika dilepas maka kedua kaki kembali bersifat hubung terbuka dengan logika rendah pada saat ditekan. *Push button* pada rangkaian ini digunakan untuk mengeset atau mengatur lama penggerusan, lama pembersihan, lama pencampuran, banyaknya takaran obat, dan banyaknya kapsul yang digunakan. Hasil pengesetan tadi nantinya akan ditampilkan lewat LCD 20X2. Kemudian mikrokontroler AVR ATmega16 akan memproses perintah yang telah dimasukkan tadi. Setelah seluruh pengesetan selesai kita menekan tombol *enter* kemudian *driver motor* penggerus yang terhubung pada mikrokontroler *port C0* akan bekerja menggerakkan motor AC dan melaksanakan penggerusan obat selama waktu yang telah diatur dan untuk kembali ke tampilan awal kita tekan *reset*.

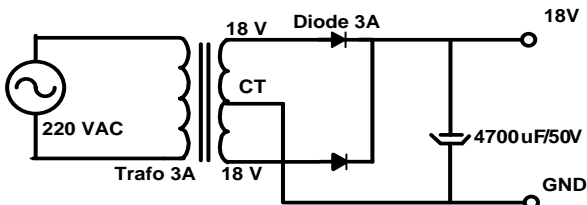
3.4. Cara Kerja Tiap Rangkaian Sistem

3.4.1. Rangkaian Power Supply

Dalam sistem alat penggerus obat otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 disertai tampilan LCD digunakan satu daya 5 volt dan 18 Volt. Satu daya 5 Volt digunakan untuk mensuplay *push button*, mikrokontroler AVR ATmega 16, dan LCD. Sedangkan satu daya 18 Volt digunakan untuk mensuplay *driver motor* penggerus. Rangkaian satu daya yang digunakan dalam aplikasi ini diperlihatkan gambar 3.3 dan 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.3. Rangkaian Catu Daya 5V



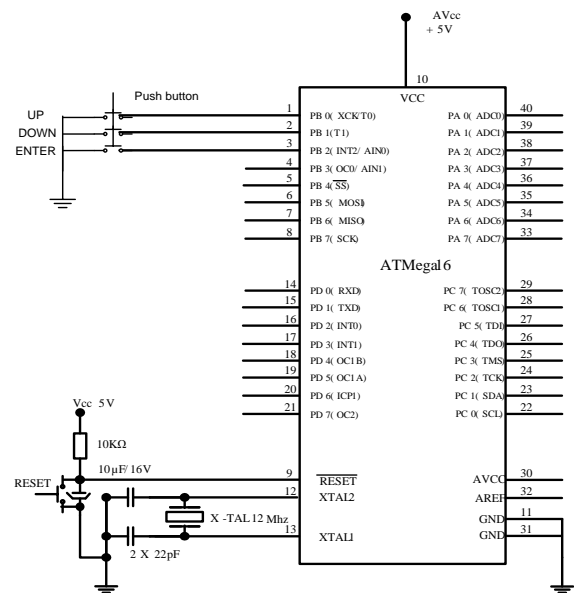
Gambar 3.4. Rangkaian Catu Daya 18V

3.4.2. Rangkaian Push Button

Rangkaian *push button* pada alat penggerus obat digunakan untuk *mensetting* atau mengatur lama penggerusan, lama pembersihan, lama pencampuran, banyaknya takaran serbuk obat, dan banyaknya kapsul, yang nantinya akan ditampilkan lewat LCD.

Dalam alat penggerus obat ini, terdapat 4 tombol yang digunakan. Masing-masing tombol tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Fungsi dari tombol tersebut adalah:

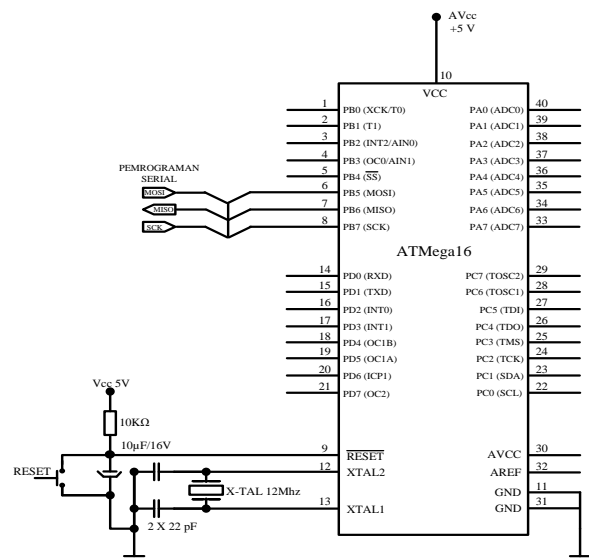
- 1) Tombol ke 1 berfungsi sebagai tombol *up*. Tombol ini berfungsi untuk mengurangi bilangan yang diinginkan.
- 2) Tombol ke 2 berfungsi sebagai tombol *down*. Tombol ini berfungsi untuk menambah bilangan yang diinginkan.
- 3) Tombol ke 3 berfungsi sebagai tombol *enter*. Tombol ini berfungsi untuk mengenter bilangan yang telah dimasukkan.
- 4) Tombol ke 4 berfungsi sebagai tombol *reset*, Tombol ini berfungsi untuk *meriset* mikrokontroler dan juga keseluruhan tampilan agar dapat kembali ke awal.



Gambar 3.5. Rangkaian Push Button

3.4.3. Rangkaian Mikrokontroler AVR ATmega16

Alat yang dibuat merupakan sistem penggerus obat otomatis berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 disertai tampilan LCD. Mikrokontroler ini terhubung dengan beberapa rangkaian pendukung lainnya, yaitu rangkaian *push button*, LCD, dan *driver motor* penggerusan. Gambar 3.6. menunjukkan sistem minimum dari rangkaian mikrokontroler ATmega16 yang digunakan dalam sistem ini.

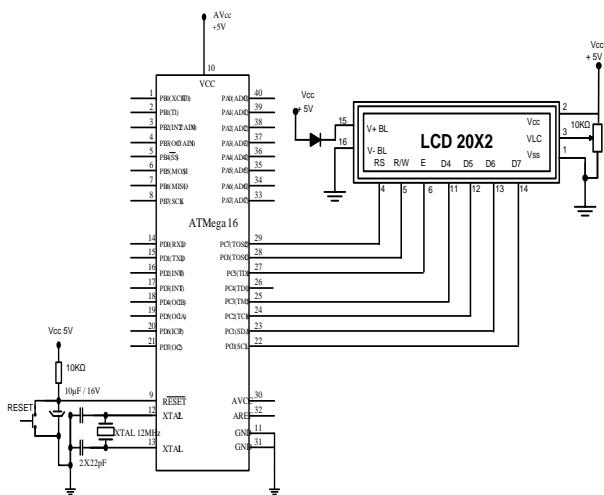


Gambar 3.6. Sistem minimum mikrokontroler ATmega16

Di dalam rangkaian mikrokontroler ini terdapat empat *port* yang digunakan sebagai *port* masukan dan keluaran data yang terhubung langsung dengan rangkaian-rangkaian dalam sistem penggerus obat. Rangkaian ini tersusun atas *oscillator cristal* 12 MHz yang berfungsi membangkitkan *pulsa internal* dan kapasitor 22 pF yang berfungsi untuk menstabilkan frekuensi. *Reset* terdapat pada pin 9 yang berfungsi untuk memberikan kondisi mikrokontroler menjadi kondisi awal secara manual jika tombol *reset* ditekan. Tegangan yang digunakan pada mikrokontroler ATmega16 adalah sebesar 5 volt yang dihubungkan dengan pin 10 sebagai pin *Vcc*.

3.4.4. Rangkaian LCD 20x2

Rangkaian modul LCD merupakan rangkaian keluaran dari mikrokontroler yang digunakan sebagai *display* atau tampilan, yaitu yang mempunyai ukuran 20x2. Maksudnya LCD mampu menampilkan 20 karakter tiap barisnya dalam dua baris tampilan, sehingga tampilan yang dihasilkan berjumlah 40 karakter. Gambar 3.7. menunjukkan rangkaian LCD 20 x 2.

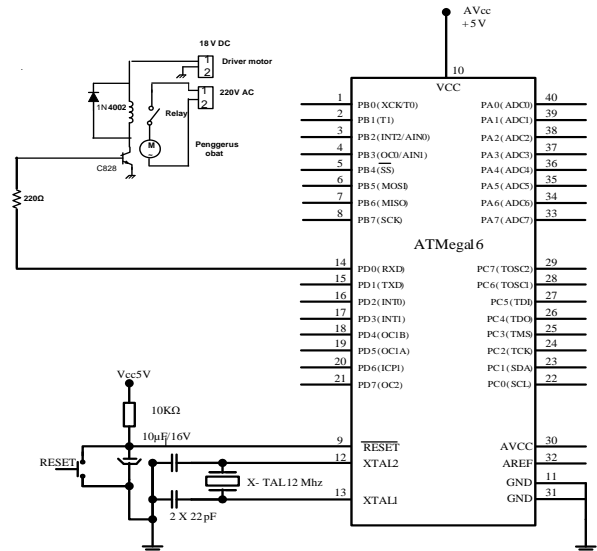


Gambar 3.7. Rangkaian LCD (20x2)

3.4.5. Rangkaian Driver Motor Penggerus

Rangkaian *driver* motor penggerus yang terdiri dari resistor 220 Ω, *relay* SPST, dan transistor. Transistor yang digunakan pada *driver* penggerusan ini adalah transistor C828 jenis NPN. *Driver* ini disambungkan ke *port* D0 pada ATmega16. jika pada basis diberi

logika *high* dari ATmega16 maka transistor akan *on* dan mengakibatkan tegangan 18 V DC dari *relay* dapat mengalir menuju *ground* melalui kumparan *relay* terlebih dahulu. Kumparan *relay* mengalami induksi magnet dan akan menarik saklar *relay* yang terbuat dari bahan logam. *Relay* ini dalam kondisi *ON* dan mengalirkan tegangan sebesar 220V AC yang menyebabkan motor AC bekerja atau berputar. Gambar 3.8. menunjukkan rangkaian *Driver* motor penggerus.



Gambar 3.8. Rangkaian *driver* motor penggerus

IV. PEMBUATAN BENDA KERJA

Pembuatan benda kerja Tugas Akhir ini terdiri atas dua tahap, yaitu

- 1) Pembuatan perangkat keras (*hardware*).
Tahap pertama ini meliputi semua proses pembuatan perangkat keras untuk merealisasikan rancangan yang telah dibuat menjadi sistem yang siap dioperasikan.
- 2) Pembuatan perangkat lunak (*software*).
Tahap kedua yaitu mencakup semua hal yang berkaitan dengan perangkat lunak bagi sistem.

4.1. Pembuatan *Hardware*

Pembuatan perangkat keras meliputi dua bagian, yaitu pembuatan bagian elektronika serta mekanik. Pembuatan perangkat elektronika meliputi perencanaan rangkaian, percobaan sementara, pembuatan Papan Rangkaian Tercetak (PRT), serta pemasangan komponen. Sedangkan bagian mekanik meliputi pembuatan mekanik alat penggerusan,

pembuatan kerangka alat, pembuatan kotak rangkaian, perakitan modul rangkaian pada kotak rangkaian, pembuatan label fungsi dan petunjuk penggunaan alat.

4.1.1. Pembuatan Bagian Elektronika

Berikut ini daftar alat dan bahan yang dibutuhkan dalam membuat benda kerja bagian elektronik.

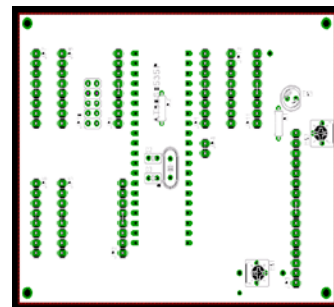
Tabel 4.1 Daftar Alat Pembuatan Benda Kerja

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Pensil Mekanik	2B	1 buah
2.	Penggaris	Mika 30 cm, 50 cm	@ 1 buah
3.	Penitik	Baja	1 buah
4.	Palu	Baja, 1 Kg	1 buah
5.	Mesin Bor	Drehfix 102, Minifix 110	1 buah
6.	Mata Bor	0,8 mm, 1mm, 1,2 mm, 3 mm	1 set
7.	Cutter	Kenko A-300	1 buah
8.	Kikir instrument	Halus, Bulat	1 buah
9.	Obeng(+/-)	0,5 cm	@ 1 buah
10.	Gergaji	30 cm x 2 cm, bergerigi atas bawah	1 buah
11.	Tang Potong	Saiko, CL25	1 buah
12.	Solder	Cadik, 30 watt/ 220 V	1 buah
13.	Atraktor	Rayden Gs 300	1 buah

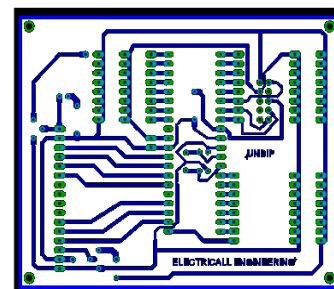
Tabel 4.2 Daftar Bahan Pembuatan Benda Kerja

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah/ Ukuran
1.	Papan tembaga (PCB)	Single Layer	(7 x 10) cm
2.	Ferit Chloride (FeCl ₃)	ND Super	1 ons
3.	Timah Solder (Tenol)	Merk "Pancing"	1 rol
4.	Mur dan baut, sekrup	3 / 4 "	30 buah
5.	Amplas	3 mm	1 buah
6.	Specer	2 cm	12 biji
7.	Amperemeter	Heles sensitivitas 5 %	1 buah

Perencanaan rangkaian dilakukan untuk mendapatkan rangkaian sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dilakukan dengan mencari data-data dan prinsip dasar dari komponen utama yang akan digunakan dalam rangkaian. Kemudian menentukan komponen-komponen yang akan digunakan. Setelah itu membuat gambar skema rangkaian baik untuk per modul ataupun rangkaian sistem secara keseluruhan. Sehingga rangkaian tersebut siap untuk dibuat pada Papan Rangkaian Tercetak (PRT). Seperti pada gambar 4.1. dan 4.2.



Gambar 4.1. Tampilan PCB positif



Gambar 4.2. Tampilan PCB negatif

Kemudian melakukan pelarutan PRT dan melakukan pengeboran, selanjutnya tahap terakhir kita melakukan pemasangan komponen pada PRT.

4.1.2. Pembuatan Bagian Mekanik

Daftar alat dan bahan yang dibutuhkan dalam membuat benda kerja bagian mekanik.

Tabel 4.3. Alat Pembuatan Bagian Mekanik

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Bor Gun	Maxter 500VA	1 buah
2	Cutter	Kenko A-300	1 buah
3	Gerenda Listrik	Makita	1 buah
4	Gergaji	Gergaji Besi 1mm	1 buah

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
5	Mata Bor AC	2 mm, 3 mm, 6 mm, 10 mm, 12 mm	1 buah
6	Obeng (+/-)	0,5 cm	2 buah
7	Penggaris Segitiga	Mika 30 cm	1 buah
8	Pensil Mekanik	2B	1 buah
9	Punch tang	Dekko SW 12	1 buah
10	Penggaris	besi 30 cm dan 100 cm	2 buah

Tabel 4.4. Bahan Pembuatan Bagian Mekanik

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Ampelas	3 mm	5 buah
2	Mur / Baut	3 / 4 "	1 paket
3	Besi Balok	3 cm x 2 cm	3 meter
4	Kuas	1/4 "	2 buah
5	Lem	Alteko	1 buah
		Tembak	8 buah
6	Pilok <i>silver</i>	Pilok	1 kaleng
7	Plat Besi	100 x 30 x 0,2 cm	1 Lembar
8	Pipa Besi	D 7 cm	6-8 cm
9	Laker	D 3.5 cm	2 Buah
10	Triplek	3mm, 90 x 190 cm	1 buah
11	<i>Double Tip</i>	2cm	3 buah
12	Sampul Batik	80 gram	5 lembar

Pembuatan mekanik bagian penggerus menggunakan besi silinder dengan diameter 7 cm dengan panjang 6 cm yang didalamnya diletakkan sebuah pisau sebagai penggerus yang di desain seperti blender tetapi miring. Bagian dinding penggerus juga diberi plat besi yang di las, agar obat bisa lembut. Untuk penggerusan obat bagian ujung silinder diberi laker dengan diameter 3.5 cm agar penggerus dapat berputar dengan lancar tanpa selip.

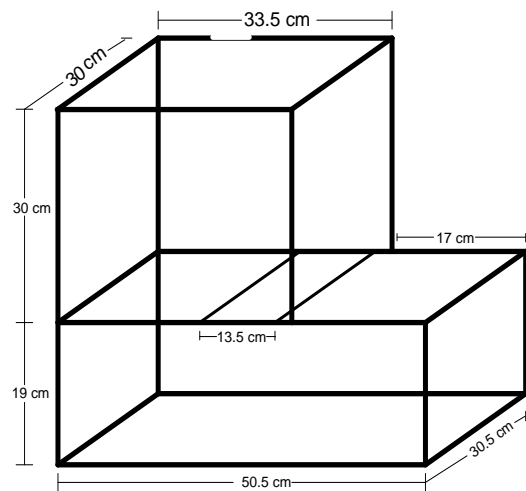


Gambar 4.3. tampak dalam tempat penggerus obat



Gambar 4.4. tampak depan tempat penggerus obat

Pembuatan kerangka alat dapat dilihat pada gambar 4.5. sebagai berikut



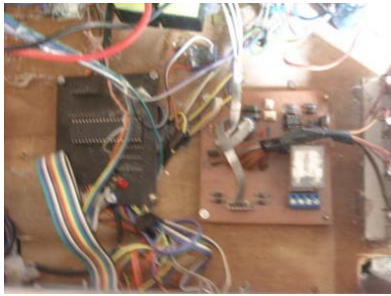
Gambar 4.5. Gambar Sketsa Kerangka Alat

Setelah membuat kerangka alat, proses selanjutnya pembuatan kotak rangkaian yaitu dengan memotong bagian yang sudah ditentukan dengan alat pemotong dan membuat lubang yang diperlukan, misalnya : lubang power suplay *ON-OFF*, push button, LCD, dll. Kemudian mengelas potongan-potongan triplek dengan lem kastol sesuai rancangan dan ukurannya. Seperti yang terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Triplek yang dilubangi untuk tempat push button, LCD, dan tombol ON /OFF

Sedangkan untuk perakitan modul rangkaian pada kotak rangkaian diatur sedemikian rupa sehingga segi keindahan dan kerapiannya tetap terjaga.



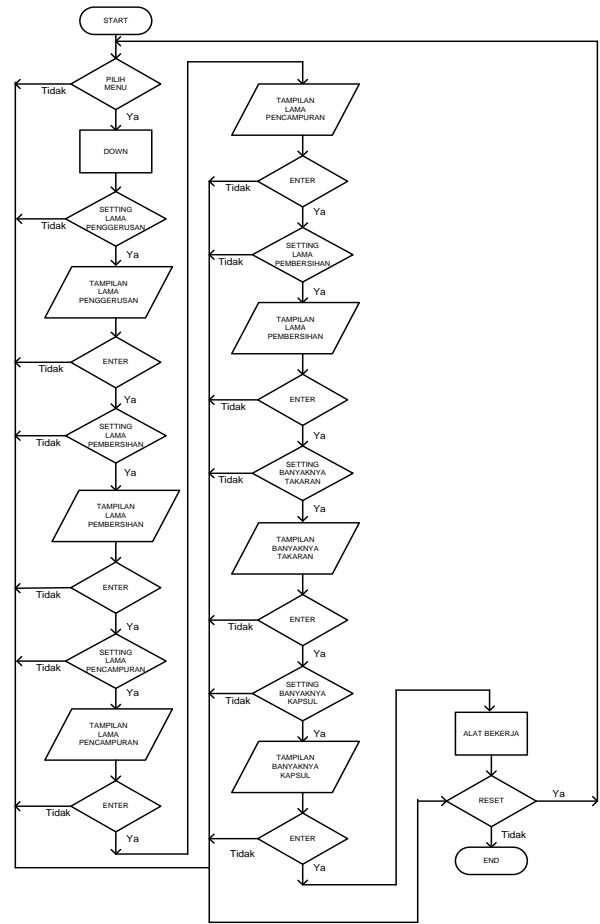
Gambar 4.7. Modul rangkaian yang telah dipasang pada kotak rangkaian

4.2. Pembuatan Software

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada Tugas Akhir ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman C dengan target processor keluarga AVR. Bahasa C merupakan perangkat lunak yang menjadi bagian dari sistem yang berupa program yang mengatur kerja dari mikrokontroler ATmega16 dan keseluruhan perangkat keras (*hardware*) yang dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega16.

Langkah-langkah pembuatan program tersebut adalah sebagai berikut

- 1) Membuat diagram alir (*flowchart*) dari program yang akan dibuat.
- 2) Membuat program menggunakan pemrograman C dengan *referensi* diagram alir.
- 3) Mengkompilasi program yang telah dibuat sampai tidak terjadi kesalahan.
- 4) Pengisian program



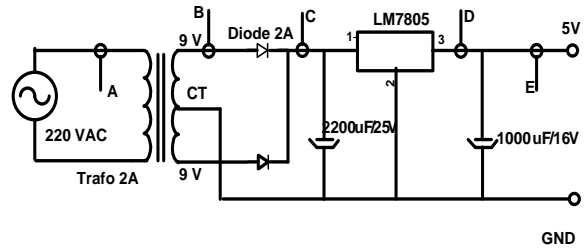
Gambar 4.8. Flow Chart setting pilihan menu pada push button dengan tampilan LCD

V. PENGUKURAN DAN PERCOBAAN

5.1. Pengukuran & Percobaan Rangkaian

5.1.1. Rangkaian Power Supply

Titik pengukuran catu daya diperlihatkan pada gambar 5.1. dan 5.2 sebagai berikut.

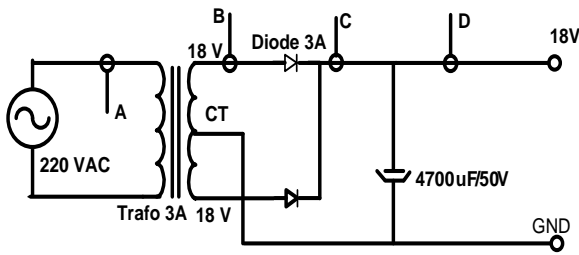


Gambar 5.1. Rangkaian Catu Daya 5V

Tabel 5.1. Hasil Pengukuran Catu Daya 5 V

Titik	Bagian yang diukur	Tegangan
A	Tegangan <i>Input</i> Trafo	220 VAC
B	Tegangan <i>Output</i> Trafo	8.9 VAC
C	Tegangan <i>Output</i> Dioda	12.30 VDC

Titik	Bagian yang diukur	Tegangan
D	Tegangan <i>Output</i> IC 7805	5 VDC
E	Tegangan <i>Out</i>	5 VDC



Gambar 5.2. Rangkaian Catu Daya 18V

Tabel 5.2. Hasil Pengukuran Catu Daya 18 V

Titik	Bagian yang diukur	Tegangan
A	Tegangan <i>Input</i> Trafo	220 VAC
B	Tegangan <i>Output</i> Trafo	17.20 VAC
C	Tegangan <i>Output</i> Dioda	22 VDC
D	Tegangan <i>Out</i>	22 VDC

5.1.2. Rangkaian Push Button

Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam pengukuran rangkaian Push Button, yaitu sebagai berikut :

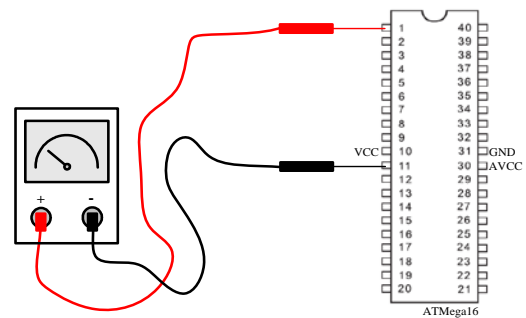
- 1) Hubungkan modul mikrokontroler pada port ISP dengan *personal computer* dan catu daya 5V.
- 2) Hubungkan modul *push button switch* dengan mikrokontroler pada *port* PB.0-PB.2 dan catu daya 5V.
- 3) Hubungkan modul *Liquid Crystal Display* (LCD) dengan mikrokontroler, port data yang digunakan PC.0– PC7. dan catu daya 5V.
- 4) Mengisikan program pada mikrokontroler dengan menggunakan program pendukung *code vision AVR* dan ISP programmer.
- 5) Melakukan percobaan sesuai dengan program yang telah dibuat.
- 6) Mengukur tegangan keluaran pada modul *push button switch* dengan kondisi *high* dan *low*.

Tabel 5.3. Hasil Pengukuran Tegangan *Push Button*

Modul <i>Push Button Switch</i>	Tegangan pada kondisi	
	Tinggi (H)	Rendah (L)
Tombol 1 (<i>Up</i>)	4.95 V _{DC}	0.02 V _{DC}
Tombol 2 (<i>Down</i>)	4.95 V _{DC}	0.02 V _{DC}
Tombol 3 (<i>Enter</i>)	4.95 V _{DC}	0.02 V _{DC}
Tombol 4 (<i>Reset</i>)	4.95 V _{DC}	0.02 V _{DC}

5.1.3. Rangkaian Sistem Minimum AVR ATmega16

Gambar 5.3. menunjukkan pengukuran tegangan pada mikrokontroler ATmega16.



Gambar 5.3. Pengukuran mikrokontroler ATmega16

Tabel 5.4. Hasil Pengukuran Kondisi Logika *Port* Mikrokontroler

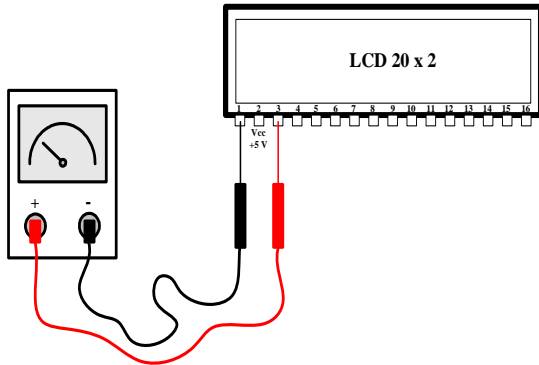
Port	H/L	Tegangan pada masing-masing pin (V)							
		.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7
A	H	4.90	4.90	4.92	4.90	4.92	4.92	4.92	4.92
	L	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
B	H	4.82	4.86	4.84	4.84	4.86	4.82	4.86	4.86
	L	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
C	H	4.92	4.90	4.90	4.92	4.95	4.95	4.92	4.90
	L	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
D	H	4.96	4.98	4.98	4.96	4.95	4.96	4.96	4.96
	L	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang menyatakan bahwa kondisi logika *high* (tinggi) sekitar 4.82-4.98. Nilai ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa logika tinggi berkisar antara 4.0V-5.5V. Sedangkan

Untuk logika *low* (rendah) tegangan yang terukur adalah sekitar 0.01V-0.05V.

5.1.4. Rangkaian LCD 20 x 2

Pengukuran LCD 20 x 2 ditunjukkan gambar 5.4. sebagai berikut :



Gambar 5.4. Pengukuran pin – pin LCD 20 x 2

Data-data hasil pengukuran pin-pin pada LCD dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Hasil Pengukuran Pin – Pin LCD

LCD	Tegangan (V)	Keterangan
Pin1	0	Vss
Pin2	5.09	Vcc
Pin3	0.01	Vee
Pin4	4.80	RS
Pin5	0	R/W
Pin6	0.04	E
Pin11	0.05	DB4
Pin12	0.10	DB5
Pin13	0.09	DB6
Pin14	0.04	DB7
Pin15	4.35	V+BL
Pin16	0	V-BL

5.1.5. Rangkaian Driver Motor Penggerus

Pada proses pengukuran tegangan rangkaian driver motor penggerusanl terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut :

1) Tekan tombol *ON* pada alat penggerusan, secara otomatis catu daya mendapat sumber tegangan.

- 2) Mengeset lama penggerusan pada *push button* , kemudian motor akan bekerja.
- 3) Kemudian mengukur tegangan *input* dan *output* mengacu pada Rangkaian *Driver Motor* penggerusan pada saat *relay ON* dan *OFF*.
- 4) Mencatat hasil pengukuran

Tabel 5.6. Hasil Pengukuran Tegangan *Driver Motor AC Universal*

Bagian yang diukur	Tegangan yang diperoleh
<i>Input Relay</i>	22 V _{DC}
<i>Output Relay</i> saat Motor AC <i>ON</i>	217 V _{AC}
<i>Output Relay</i> saat Motor AC <i>OFF</i>	0 V _{AC}

5.2. Percobaan Sistem

Pada alat penggerus obat yang kami buat untuk tingkat kehalusan menggunakan perkiraan saja akan tetapi kalau saya bandingkan dengan kapsul yang ada dipasaran tingkat kahalusannya sudah sama. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 5.7.

Tabel 5.7. Hasil percobaan penggerusan

Banyaknya pil	Waktu penggerusan	Hasil penggerusan
5pil = 2500 mg	5 detik	kasar
	10 detik	Agak kasar
5 pil = 2500 mg	15 detik	Agak halus
	20 detik	mendekati halus
	25 detik	halus
	30 detik	Lebih halus

Berdasarkan tabel 5.7. maka bisa diambil kesimpulan bahwa 1 pil (500 mg) lama penggerusannya sekitar 6 detik. Dan untuk sistem pemasukan pil kedalam tempat penggerusan dilakukan setelah motor bekerja.

VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

1) Mikrokontroler ATmega16 digunakan sebagai pusat pengendali sistem karena mikrokontroler ini memiliki fitur yang lebih canggih daripada mikrokontroler

yang sama – sama berasal dari keluarga AVR. Dan memiliki kapasitas memori yang lebih besar dari pada mikrokontroler yang satu keluarga dengannya.

- 2) Untuk melakukan penggerusan diperlukan *driver* motor penggerus.
- 3) LCD 20 X 2 sebagai tampilan untuk mempermudah dalam pengesetan lama penggerusan, lama pembersihan, lama pencampuran, banyaknya takaran serbuk obat, dan banyaknya kapsul.
- 4) Untuk sistem pemasukan pil kedalam tempat penggerusan dilakukan setelah motor bekerja, dimana 1 pil (500 mg) lama penggerusannya sekitar 6 detik.
- 5) Untuk kehalusan serbuk obat sudah bisa halus dan tingkat kehalusannya hampir sama dengan kapsul yang ada di pasaran, tetapi untuk mengetahui berapa ukuran kelembutan atau kehalusan obat sangat susah. Sedangkan menurut *observasi* kami pada orang-orang *farmasi* biasanya untuk mengetahui kelembutan obat dengan perkiraan saja.

6.2. Saran

- 1) Disarankan agar obat yang akan digerus benar-benar dalam kondisi kering dan tidak lembab, supaya obat yang digerus tidak menempel pada dinding penggerus dan hasilnya bisa maksimal.
- 2) Dalam proses penggerusan penulis menggunakan motor AC *universal* yang biasanya dipakai pada mesin jahit bagor dan ketika melakukan penggerusan suaranya sangat bising dan kecepatan putarnya menimbulkan sedikit getaran pada bagian pengisian obat alangkah baiknya kalau motor AC pada mesin jahit itu diganti dengan motor AC yang lain sehingga suaranya tidak bising dan kecepatan putarnya bisa sedikit dikurangi.
- 3) Karena alat ini merupakan sistem berbasis mikrokontroler, maka diperlukan perawatan dan pengecekan berkala agar kerja alat tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Kismet Fadillah. 1994. *Instalasi Motor-Motor Listrik*. Bandung : Angkasa.
- Malvino. 1995. *Prinsip-prinsip Elekttroni*. Jakarta : Erlangga.
- Sumanto. 1993. *Motor Listrik Arus Bolak – Balik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroller AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi.
- Wasito, S. 1983. *Pelajaran Elektronika*. Jakarta : Karya Utama.
- Wasito, S. 1995. *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta : Gramedia.
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroller AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika.

<http://www.delta-electronic.com>

<http://img.alibaba.com>

<http://www.digi-ware.com>

<http://storage.jakstik.ac.id>

<http://www.omron.co.id>

<http://www.atmel.com>

<http://www.google.co.id>