

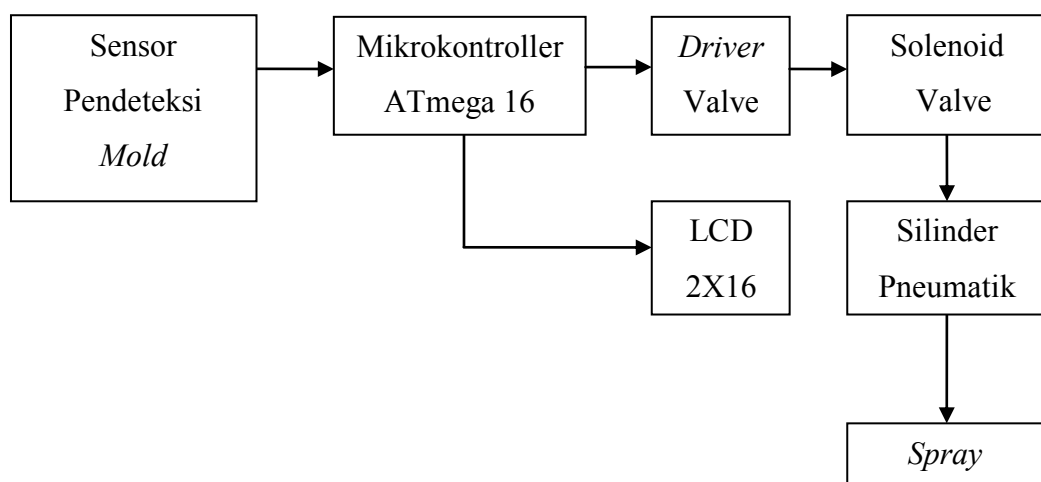
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Umum

Dalam bab ini membahas tentang perencanaan sistem secara keseluruhan. Pada bagian pertama dibahas tentang perencanaan perangkat keras (*hardware*) dan pada bagian kedua dibahas perencanaan perangkat lunak (*software*).

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Untuk memudahkan dalam pembuatan perangkat keras pada mulanya dibuat diagram blok sistem, seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem *Sprayer Injection Molding*

3.3 Prinsip Kerja Alat

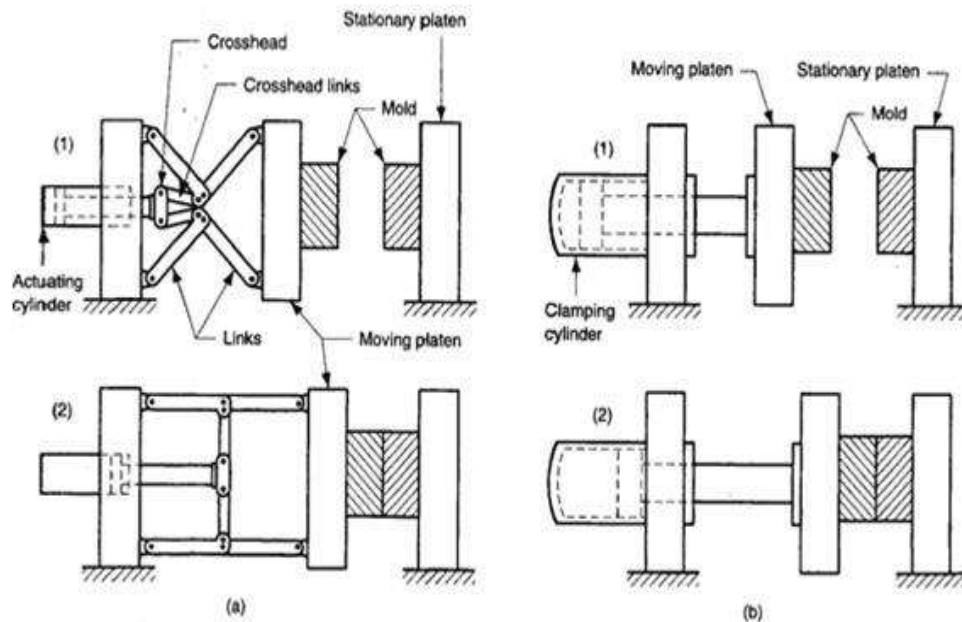
Pada tahap ini akan dijelaskan fungsi dari masing-masing blok dari gambar diagram blok adalah sebagai berikut:

- ❖ **Sensor Proximity** Sebagai peralatan *input* untuk mendeteksi apakah mesin sudah selesai proses berproduksi dalam satu *shot (mold open)*. *Mold Open*

sebagai media untuk mengaktifkan sensor proximity. Sebelum mengaktifkan sensor proximity, pada proses ini terdapat 5 urutan kerja, yaitu:

- a. Melepas himpitan pada cetakan (*Mold Clamp Release*). Yaitu dengan mengembalikan ke tekanan normal pada system hidrolik yang bekerja untuk menghimpit cetakan, yang sebelumnya bertekanan tinggi.
- b. Gerakan membuka pada kecepatan perlahan dengan tekanan rendah. (*Low Mold Open Velocity & Low Mold Open Pressure*). Dari keadaan rapat, membuka secara perlahan untuk menjaga kondisi cetakan yang rentan terhadap kerusakan akibat gesekan yang terjadi antara sisi Core dan sisi Cavity.
- c. Gerakan membuka pada kecepatan tinggi. (*High Mold Open Velocity*). Membuka dengan cepat dengan posisi yang memungkinkan setelah lepas dari pergesekan antara *Core* dan *Cavity*, hal ini juga untuk menghemat waktu proses.
- d. Gerakan membuka pada kecepatan rendah. (*Low Mold Open Velocity*). Sebelum posisi cetakan terbuka penuh, maka gerakan membuka cetakan harus perlahan agar tidak terjadi overlap atau posisi terbuka yang “kelebihan”. Kecepatan rendah ini juga dimaksudkan agar posisi terbuka penuh adalah stabil posisinya dari satu siklus ke siklus kerja berikutnya.
- e. Gerakan melepas produk dari dalam cetakan (*Ejection*). *Ejector* mendorong produk dari sisi *Core* agar mudah diambil, tentu saja produk harus menempel pada sisi *Core* ketika cetakan terbuka, dan bukan menempel pada sisi *Cavity*. Walaupun bisa saja dibuat produk nya menempel pada sisi *Cavity*, tentu saja dengan pertimbangan produk dan desain cetakan yang dirancang demikian. Proses injeksi ini pun terdapat parameter yang dapat diatur, yaitu : Jarak, tekanan hidroliknya, kecepatan, dan berapa kali mendorongnya. Parameter ini tentu saja tergantung kebutuhan dan bentuk produknya. Maka 1 siklus Proses Injeksi Plastik telah selesai, atau juga biasa di sebut 1 Shot. Dalam keadaan operasi *Full Auto* maka akan kembali ke proses 1 yaitu menutup cetakan dan seterusnya berulang-ulang, atau terus menerus hingga plastik pellet habis. Atau proses produksi telah

dimulai untuk menghasilkan jumlah produk yang banyak, tergantung pesanan.



Gambar 3.2 Ilustrasi *Mold Open*¹

- ❖ Mikrokontroler sebagai pusat proses data dan pengontrol. Dalam proses pengolahan data mikrokontroler terdapat 3 tahapan diantaranya:
 - *Delay* : Berfungsi untuk menunda pada saat *spray* bekerja.
 - *Timer* : Untuk menentukan seberapa lama *spray* bekerja.
 - *Shot* : Untuk menentukan *spray* bekerja dari berapa banyak *shot* injek.
- ❖ Driver Valve sebagai *output* dari mikrokontroler untuk menyalakan solenoid valve.
- ❖ Solenoid Valve sebagai media pengatur udara untuk mendorong batang piston silinder pneumatik.
- ❖ Silinder pneumatik sebagai alat mekanis menekan tombol *spray*.
- ❖ *Spray* sebagai media pelumas *molding*.

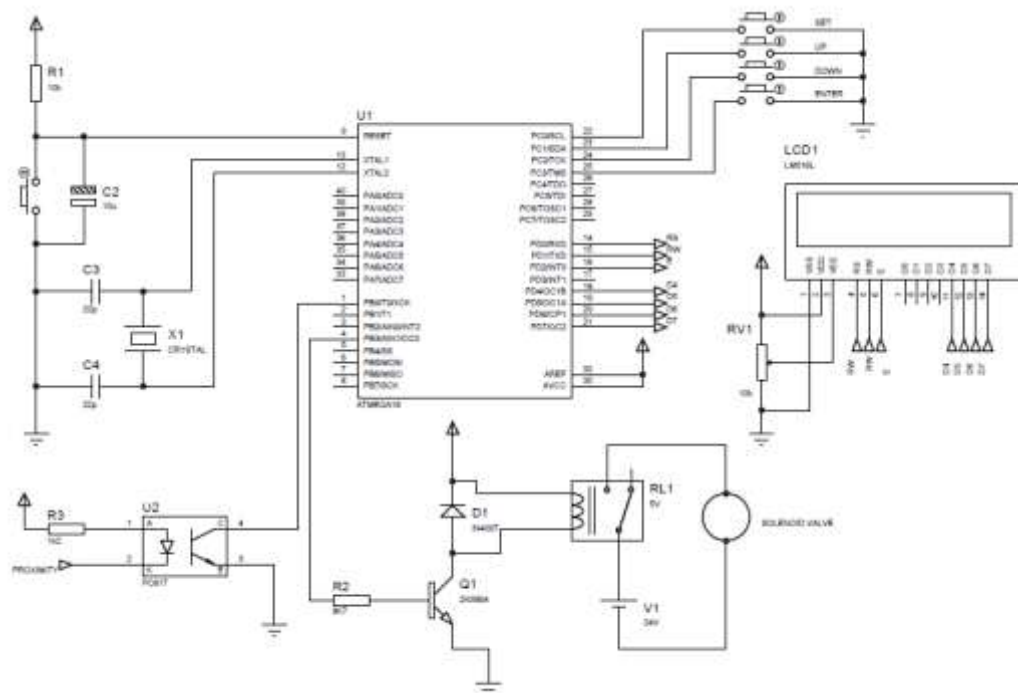
³Sumber: <https://gadabinausaha.files.wordpress.com/2010/07/clamping-unit.jpg>

- ❖ LCD 2x16 sebagai media penampil data keluaran digital dari proses mikrokontroler, sesuai dengan kondisi yang terukur.

Prinsip kerja sistem sebagai berikut:

Pada saat *mold open* end sensor proximity akan aktif dan mengirimkan data ke mikrokontroler ATmega16. Apabila *counting* sesuai dengan yang diinginkan, maka mikrokontroler secara otomatis akan mengerjakan *driver valve* dan valve akan bekerja untuk membuka saluran lubang B solenoid valve sebagai akses udara pemompa silinder pneumatik. Ujung batang piston silinder pneumatik dikopel ke tombol *push* dari tabung *spray*. Sehingga pada saat silinder pneumatik bekerja, batang piston akan menekan tombol *spray* dan secara otomatis cairan silikon di dalam tabung *spray* akan keluar untuk melumasi *mold*.

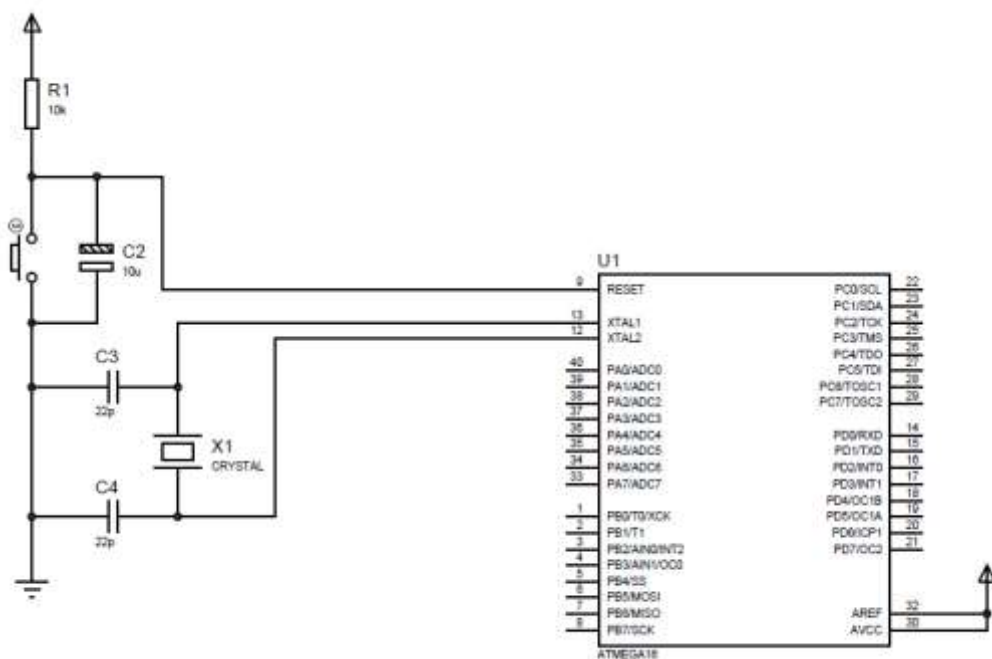
3.4 Perancangan Alat



Gambar 3.3 Rangkaian keseluruhan

Perancangan perangkat keras yaitu menjelaskan perancangan per blok bagian yang akan disatukan menjadi kesatuan alat supaya bisa menjadi alat sesuai yang diinginkan. Pada perangkat keras terdapat 3 bagian yaitu input, proses dan output. Dimana yang termasuk input adalah gerakan mold open sebagai media pemicu sensor metal/proximity. Proximity sebagai input mikrokontroler. Proses adalah rangkaian pengendali dari input ke output, semua rangkaian disini akan dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega16. Output adalah sebagai keluaran dari proses untuk mengaktifkan rangkaian driver juga solenoid valve. LCD Sebagai media penampil data keluaran digital dari proses mikrokontroler sesuai dengan kondisi yang terukur. Semua blok ada kaitannya dan mempunyai fungsi masing-masing. Gambar rangkaian keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.3

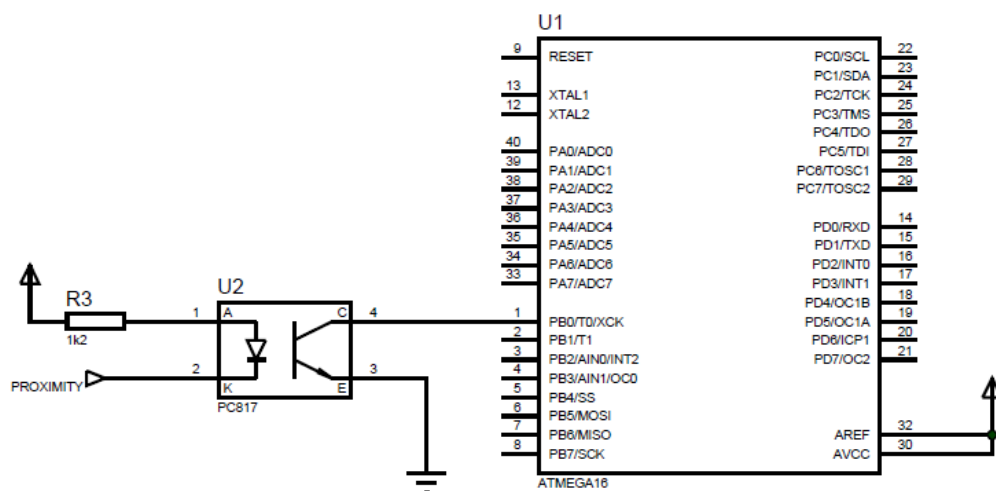
3.4.1 Rangkaian Mikrokontroler



Gambar 3.4 Sistem Mikrokontroler ATmega16

Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16 ini tersusun dari sistem minimum yaitu IC ATmega16, oscillator eksternal dan reset. IC ATmega16 berfungsi sebagai pengendali sistem yang mendapatkan *input* dari sensor proximity untuk di olah di IC ATmega16 dan *output* dari IC ATmega16 yaitu solenoid valve sebagai akses udara untuk menggerakkan silinder pneumatik, dan LCD sebagai tampilan dari mikrokontroler. Oscilator eksternal berfungsi untuk menentukan kecepatan eksekusi program. Rangkaian oscilator eksternal terdiri dari komponen 2 buah kapasitor 22Pf dan *crystal* dengan nilai 12.000 MHz. PORT PB0 difungsikan sebagai *input* dari sensor proximity, PORT D difungsikan sebagai *output* ke tampilan LCD, PORT PB3 difungsikan sebagai *output* ke *driver valve*.

3.4.2 Sensor Pendeteksi Mold



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Proximity

Sensor proximity NPN sebagai *input* untuk mendeteksi media tersebut apakah *molding* membuka atau menutup. Karena input proximity menggunakan tegangan 24 vold sedangkan mikrokontroler menggunakan tegangan 5 vold, maka rangkaian sensor proximity ini ditambahkan optocoupler PC 817 sebagai pemisah tegangannya. Optocoupler berfungsi sebagai saklar *output* dari proximity yang tak lain adalah input mikrokontroler. *Output* proximity dihubungkan ke kaki katoda

dari optocoupler. Kaki anoda ke vcc dengan tahanan R 1k2 ohm (I_f dari *datasheet* PC817). Perhitungan praktisnya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{\text{vcc proximity}}{I_f}$$

$$R = \frac{24V}{20mA} = 1200 = 1k2 \text{ ohm}$$

Kaki emitor dihubungkan ke ground. Kaki kolektor sebagai output seperti pada gambar 3.5. *Output* dari rangkaian sensor proximity akan dihubungkan ke PB0. Ketika proximity menyala dan mengirimkan data ke optocoupler melalui kaki katoda sehingga secara otomatis arus kolektor akan mengalir ke emitor sebagai input mikrokontroler melalui port PB0.

3.4.3 Driver Valve

Driver valve bekerja pada tegangan 5 volt berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan solenoid valve. Komponen yang digunakan sebagai driver valve adalah transistor 2N3904. Dipilih transistor ini karena memiliki karakter *high speed switching*. Kaki basis diberi tahanan R 8K7 ohm. Perhitungan praktisnya sebagai berikut :

1. Relay 5V umumnya mempunyai tahanan dalam (R_L) sebesar 167 ohm. jadi relay akan bekerja jika ada arus sebesar

$$I_{c(\text{beban})} < I_{c(\text{max})} \quad \longleftarrow \quad (\text{Syarat})$$

Jadi :

$$I_{c(\text{beban})} = \frac{V_{cc}}{R_L} = I_c = \frac{V_{cc}}{R_L}$$

$$I_c = \frac{5V}{167} = 0,02994012A = 30 \text{ mA}$$

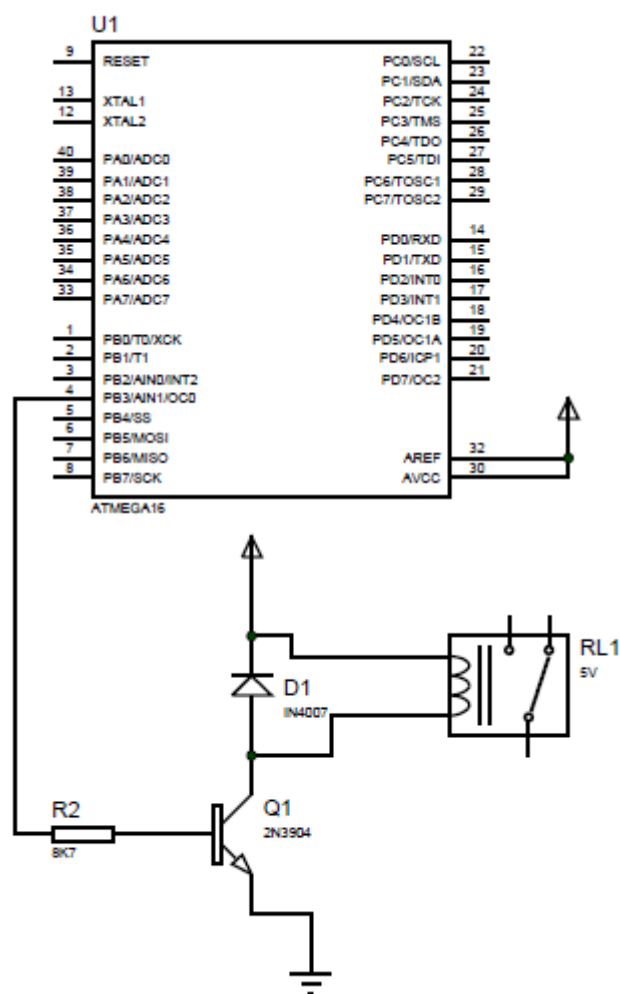
2. Transistor yang digunakan 2N3904 karena transistor ini memiliki high speed switching. H_{fe} dari 2N3904 sebesar 60, disipasi daya Max-nya 625mW. Jadi dengan beban Relay sebesar 30mA

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{30 \text{ mA}}{60} = 0,5 \text{ mA}$$

Maka dapat ditentukan

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b}$$

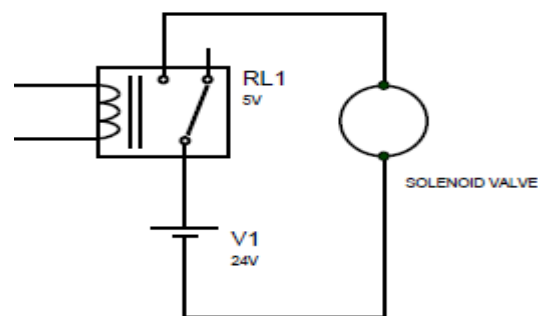
$$R_b = \frac{5V - 0,65}{0,5 \text{ mA}} = 8700 \text{ Ohm} = 8K7 \text{ ohm}$$



Gambar 3.6 Rangkaian Driver Valve

Rangkaian driver valve dihubungkan dengan *output* mikrokontroller yaitu PB3. Ketika mikrokontroller mengeluarkan data 5 vold pada port PB3 maka transistor NPN saturasi sehingga arus kolektor akan mengalir ke emitor maka relay akan bekerja. Ketika port PB3 tidak mengeluarkan data “0 vold” maka transistor NPN *cut off* sehingga arus kolektor tidak bisa mengalir ke emitor relay tidak akan bekerja maka valve off. Dioda dipasang terbalik, digunakan khusus untuk beban induktif, disebut juga dioda kickback, fungsinya mencegah arus transient yang sangat besar ketika terjadi pemutusan arus.

3.4.4 Solenoid Valve



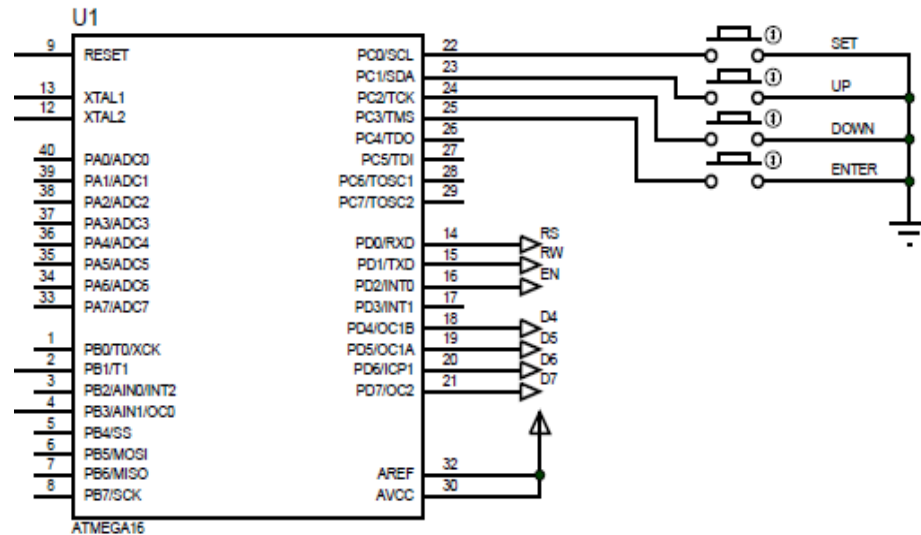
Gambar 3.7 Rangkaian Solenoid Valve

Solenoid Valve berfungsi sebagai media pengatur udara untuk mendorong piston silinder pneumatik. *Coil* solenoid valve dihubungkan ke *switch contact point* relay dengan *input* tegangan 24 vold. Sehingga pada saat relay bekerja, solenoid valve pun akan bekerja membuka saluran udara lubang B sebagai akses udara pendorong piston dari silinder pneumatik.

3.4.5 Tombol Pengatur

Tombol pengatur berfungsi sebagai setting dimana pada saat alat ini digunakan pada mesin injeksi plastik dikarenakan *molding* tidak selalu sama. Dimensi *molding* maupun cara kerjanya pun berbeda-beda sehingga settingan

spraynya pun juga berbeda. Seluruh proses pengoperasian tombol ini akan ditampilkan pada LCD 2x16.



Gambar 3.8 Rangkaian Tombol Pengatur

Keterangan:

1. Tombol satu adalah *Set*, dihubungkan ke port PC0. Berfungsi sebagai pilihan/*select* yaitu *shoot*, *delay* atau *time*.
2. Tombol dua adalah *Up*, dihubungkan ke port PC1. Berfungsi untuk menambah nilai angka pada *shoot*, *delay* dan *time*.
3. Tombol tiga adalah *Down*, dihubungkan ke port PC2. Berfungsi untuk mengurangi nilai angka pada *shoot*, *delay* dan *time*.
4. Tombol empat adalah *Enter*, dihubungkan ke port PC3.
5. Semua tombol digroundkan.

3.4.6 Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik sebagai alat mekanis yaitu untuk menekan tombol push pada tabung spray karena silinder mendapatkan suplay udara dari solenoid valve dan kompresor sebagai sumbernya. Sehingga pada saat silinder pneumatik

bekerja, piston akan menekan tombol spray dan dengan demikian cairan silikon di dalam tabung spray akan keluar untuk melumasi molding.



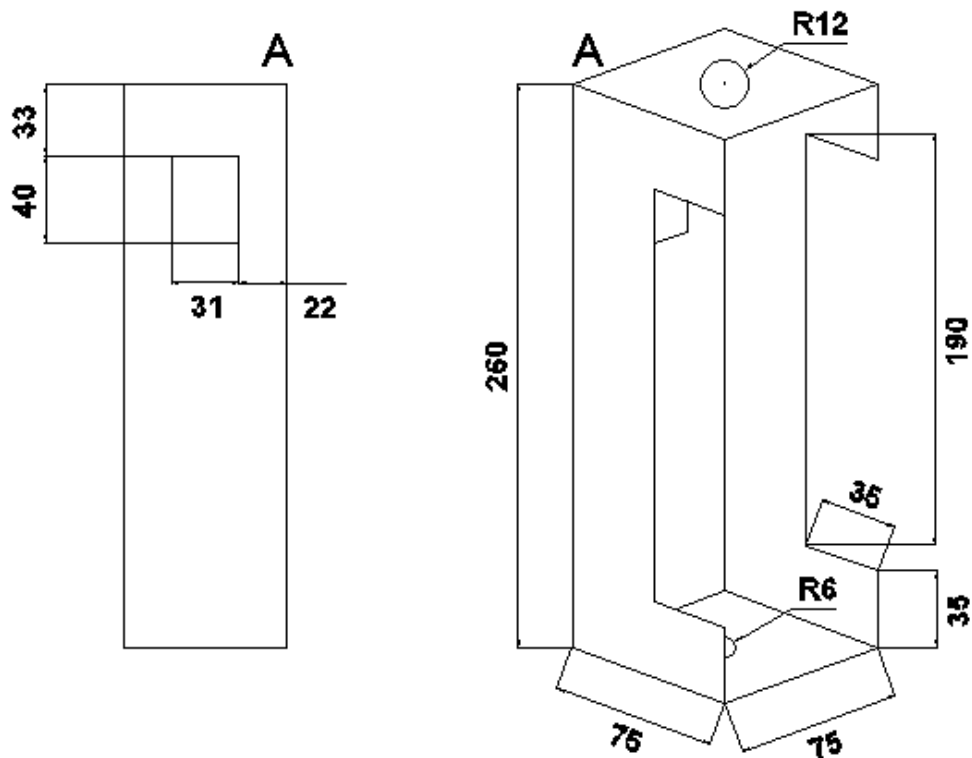
Gambar 3.9 Silinder Pneumatik Ganda²

3.4.7 *Spray*



Gambar 3.10 Tabung *Spray* Silikon *Molding*

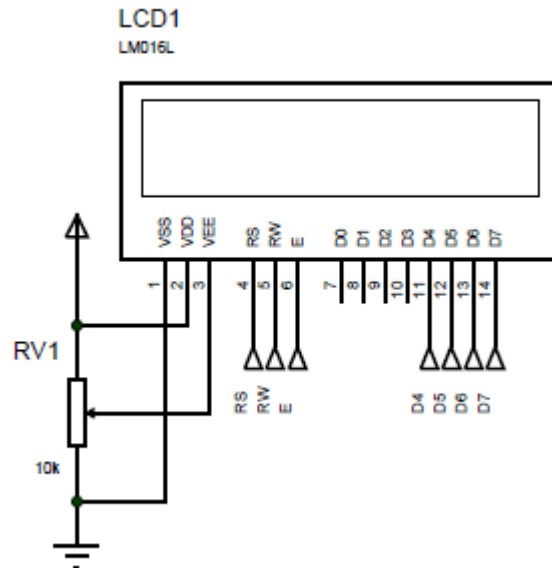
² Sumber: <https://id.aliexpress.com/w/wholesale-double-pneumatic-cylinder.html>



Gambar 3.11 Dudukan Silikon dan Silinder Pneumatik

Spray adalah sebuah tabung berisikan cairan silikon pelumas *molding*. Penggunaannya sangat mudah yaitu dengan cara menekan tombol *spray* yang sudah disediakan oleh pabrik pembuat. Dalam perancangan alat ini, penekanan tombol *spray* tidak lagi dilakukan oleh tenaga manusia. Namun silinder pneumatiklah yang akan melakukannya. Tombol *spray* akan dikopel pada ujung piston dari silinder pneumatik. Sehingga pada saat silinder pneumatik bekerja secara otomatis piston akan menekan tombol *spray* dan cairan di dalam tabung akan tersemprot keluar untuk melumasi *molding*. Desain setiap *molding* dan juga mesin injeksi plastik memiliki dimensi yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, peletakan dari tabung akan dikondisikan sesuai dengan *molding* dan mesin pada saat proses produksi.

3.4.8 LCD 2X16

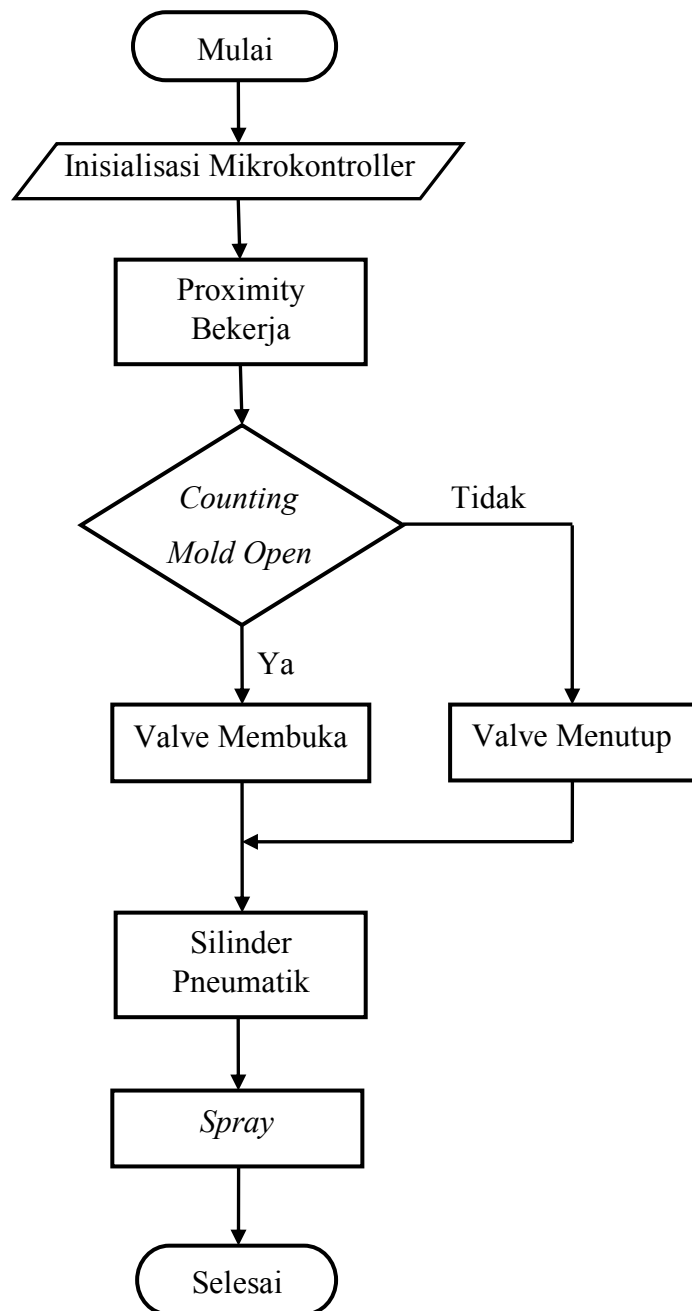


Gambar 3.12 LCD 2x16

LCD berfungsi sebagai tampilan dari hasil monitoring sensor proximity yang sudah diolah menggunakan mikrokontroller atmega 16 dan mengetahui solenoid valve yang sedang bekerja. Pin 1,2,dan 3 untuk pengatur kecerahan dari lampu LCD. pin 4 untuk register select : 0 = Send Instruction dan 1 = Send Data ,pin 5 untuk read atau write apabila 0 = Write Mode dan 1 = Read Mode, pin 6 untuk enable signal apabila 0 = start to lacht data to LCD character dan 1 = disable, pin 11-14 untuk data bit.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Sub bab ini menjelaskan perancangan perangkat lunak yang digunakan untuk proses penyemprotan silikon. Sub bab ini menampilkan diagram alir program.



Gambar 3.13 Diagram Alir Program Alat *Sprayer Injection Molding*

Keterangan :

1. Mulai : Berfungsi untuk mengawali dari flowchart

2. Inisialisasi mikrokontroler : Berfungsi untuk mengisi *input* dan *output* pada port - port yang akan digunakan.
3. Proximity bekerja : Berfungsi untuk mendeteksi apakah *molding* sudah membuka.
4. *Counting mold open* : Menghitung *mold* membuka sesuai yang diinginkan.
5. Valve membuka: Apabila *counting* sesuai yang diinginkan.
6. Valve menutup: Apabila *counting* tidak sesuai yang diinginkan.
7. Silinder pneumatik : Apabila valve membuka maka batang piston silinder akan bergerak maju dan sebaliknya jika valve menutup, batang piston silinder akan bergerak mundur. Ujung batang piston silinder dikopel ke tombol *spray*.
8. Spray : Tabung *spray* akan mengeluarkan cairan pelumas *molding* manakala tombol *spray* tertekan oleh ujung batang piston silinder pneumatik.
9. Selesai : Akhir dari flowchart.