

## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

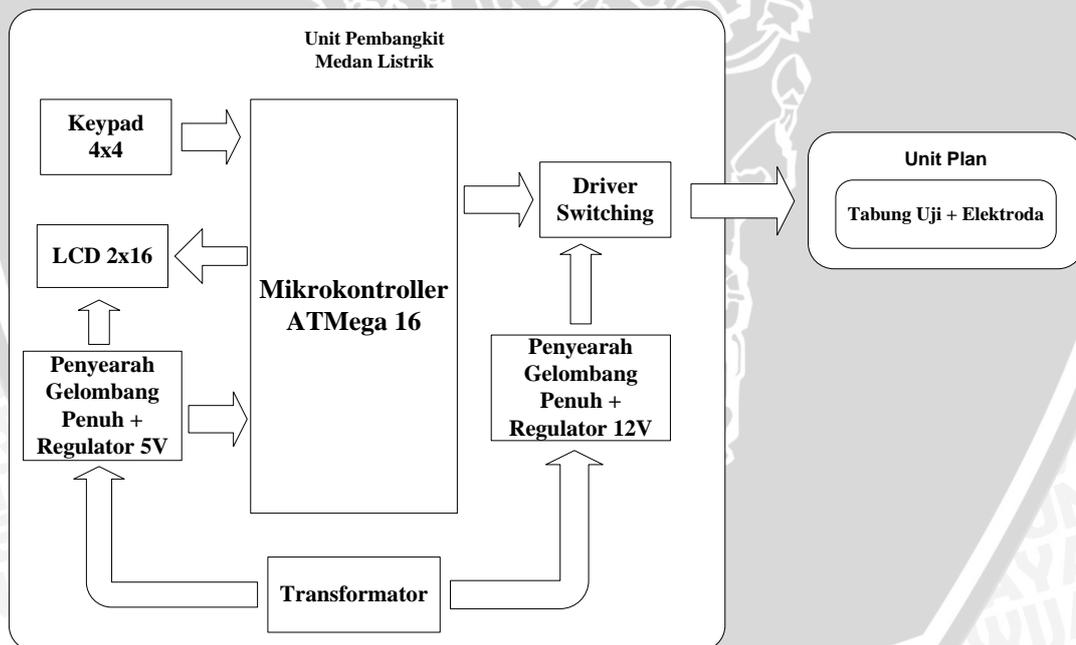
Perancangan alat ini dilakukan secara bertahap dalam bentuk blok sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknnya maupun secara keseluruhan.

Perancangan ini terdiri atas:

- Perancangan sistem.
- Perancangan perangkat keras (perancangan catu daya, perancangan sistem minimum mikrokontroller, perancangan rangkaian driver switching, perancangan rangkaian LCD 2x16, perancangan mekanik tabung uji).
- Perancangan perangkat lunak (perancangan algoritma perangkat lunak mikrokontroller untuk pembangkit DC pulsa dengan pengaturan frekuensi, algoritma perangkat lunak mikrokontroller pada sistem *scan* keypad).

#### 4.1. Perancangan Sistem

Diagram blok sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem

Keypad 4x4 terdiri atas 16 variasi tombol yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Keypad digunakan sebagai *setting* frekuensi yang akan dikeluarkan oleh unit pembangkit medan listrik. *Setting* frekuensi dari keypad akan dibaca oleh port A mikrokontroller. Setelah *setting* frekuensi dibaca oleh mikrokontroller, maka kemudian mikrokontroller akan mengeluarkan sinyal DC pulsa yang mempunyai duty cycle 50 %

melalui port D.5. Untuk mengeluarkan sinyal yang sesuai dengan *setting* frekuensi, mikrokontroller menggunakan *timer 1* mode *CTC=Top OCR1*. Keluaran dari port D.5 yang berupa sinyal *high* dan *low* akan memicu nyala led pada optocoupler PC817. Nyala led di dalam PC817 akan diterima oleh phototransistor yang kemudian akan melewati tegangan sebesar 12 V. Kemudian tegangan sebesar 12 V akan di switching oleh rangkaian driver switching.

## 4.2. Perancangan Perangkat Keras

### 4.2.1. Perancangan Catu Daya

Pada perancangan catu daya, tegangan yang dibutuhkan diantaranya adalah 5 volt untuk mikrokontroller dan *backlight* LCD, 12 V digunakan untuk mencatu beban cairan suspensi.

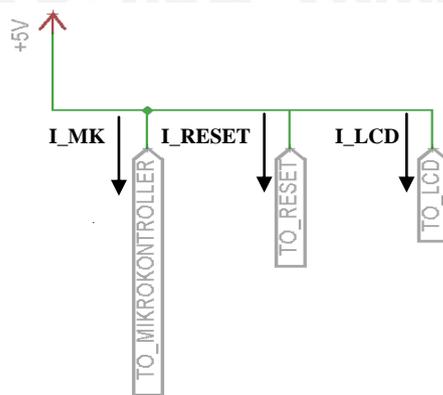
Sebelum menghitung nilai komponen yang akan digunakan pada perancangan catu daya, maka dihitung dahulu kebutuhan arus total rangkaian yang terdiri atas tabung uji yang berisi bakteri, mikrokontroller, rangkaian reset dan LCD. Kebutuhan arus untuk tegangan 5V adalah untuk mencatu mikrokontroller, rangkaian reset dan LCD. Menurut *datasheet* mikrokontroller ATmega 16, untuk mengaktifkan mikrokontroller dalam kondisi *stand by* dibutuhkan range tegangan 4,5 - 5,5 V dengan arus sebesar 1,11mA. Sedangkan untuk mengaktifkan LCD dibutuhkan arus sebesar 3mA dengan range tegangan sebesar 3 - 5 V. Dan untuk kebutuhan arus pada rangkaian reset dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = I \cdot R \dots \dots \dots (4.1)$$

$$I = 5/330\Omega$$

$$= 15\text{mA}$$

Sehingga kebutuhan arus untuk tegangan 5V ditunjukkan dalam Gambar 4.2.

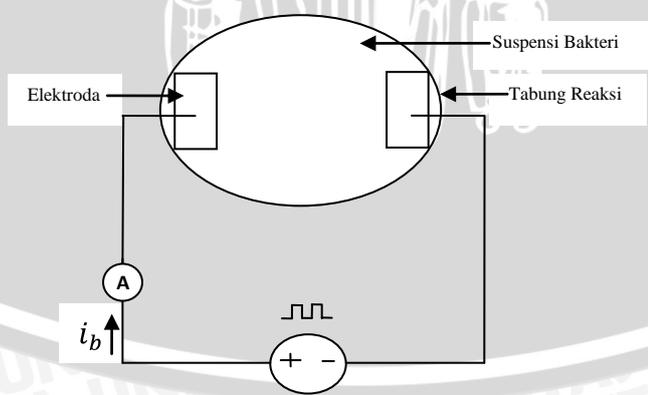


Gambar 4.2 Beban Catu Daya 5V

Berdasarkan Gambar 4.2, maka dapat diketahui kebutuhan arus maksimum pada tegangan 5V.

$$\begin{aligned}
 I_a &= I_{MK} + I_{LCD} + I_{RESET} \dots\dots\dots(4.2) \\
 &= 1,11 + 3 + 15 \\
 &= 19,11 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk tegangan 12 V, kebutuhan arus digunakan mencatu beban cairan suspensi bakteri pada tabung reaksi yang sudah diberi sepasang elektroda. Tabung uji yang berisi bakteri memiliki karakteristik beban elektrik resistansi paralel dengan kapasitansi. Untuk penghitungan nilai resistansi dan kapasitansi cairan suspensi bakteri, tidak dapat diukur langsung dengan menggunakan multimeter. Sehingga pengukuran beban kebutuhan arus yang diperlukan menggunakan metode yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rangkaian Pengukuran Beban Cairan Suspensi Bakteri

Berdasarkan gambar diatas, tabung uji yang berisi suspensi bakteri dan sepasang elektroda diberi catu tegangan DC pulsa dengan amplitudo 12V dan mempunyai range frekuensi 100-1000 Hz. Kemudian sumber tegangan dipasang seri dengan amperemeter.

Hasil percobaan ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

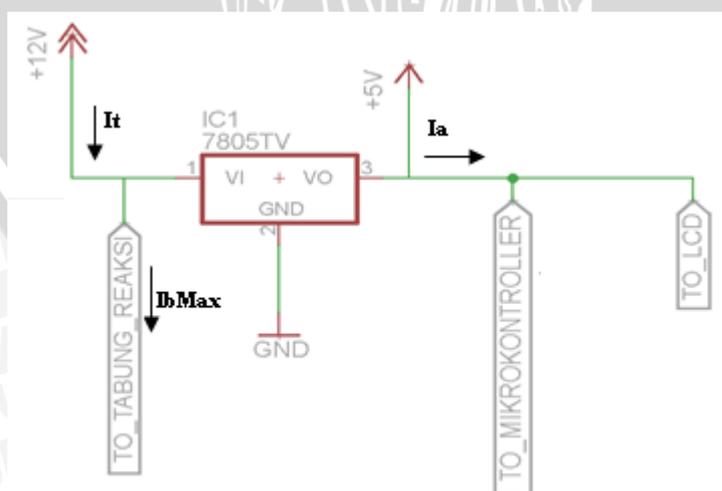
Tabel 4.1. Hasil pengukuran karakteristik beban

No.	Frekuensi	$i_b$ (mA)
1	100	3,10
2	200	3,42
3	300	3,77
4	400	4,13
5	500	4,65
6	600	4,81
7	700	5,13
8	800	5,49
9	900	5,83
10	1000	6,14

Berdasarkan hasil pengukuran beban pada cairan suspensi bakteri yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa cairan suspensi bakteri mempunyai nilai arus sebesar 6,14 mA. Untuk nilai  $I_{bMax}$  pada beban suspensi bakteri adalah

$$\begin{aligned}
 I_{bMax} &= i_b \times \sqrt{2} \dots\dots\dots(4.2) \\
 &= 6,2 \times \sqrt{2} \\
 &= 8,77 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan arus beban total dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian Ekuivalen Catu Daya

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui nilai arus total dari beban keseluruhan yaitu

$$\begin{aligned}
 I_T &= I_{bMax} + I_a \dots\dots\dots(4.3) \\
 &= 8,77 + 19,11 \\
 &= 27,88 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Maka dengan arus maksimum 27,88 mA dapat ditentukan nilai kapasitor agar memiliki ripple tegangan tidak lebih dari 0,25V dengan persamaan:

$$C = I_T \cdot T / V_r \dots\dots\dots(4.4)$$

dimana: C = nilai kapasitansi

$I_T$  = arus beban

T = periode satu gelombang

$V_r$  = tegangan *ripple*

Untuk nilai T diperoleh dari persamaan 4.4.

$$T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(4.5)$$

dimana f adalah frekuensi sinyal tegangan jala-jala PLN sebesar 50Hz. Karena perancangan menggunakan penyearah gelombang penuh, maka frekuensi sinyal keluaran penyearah gelombang penuh menjadi 100 Hz. Maka nilai T dapat ditentukan menjadi

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{100} \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

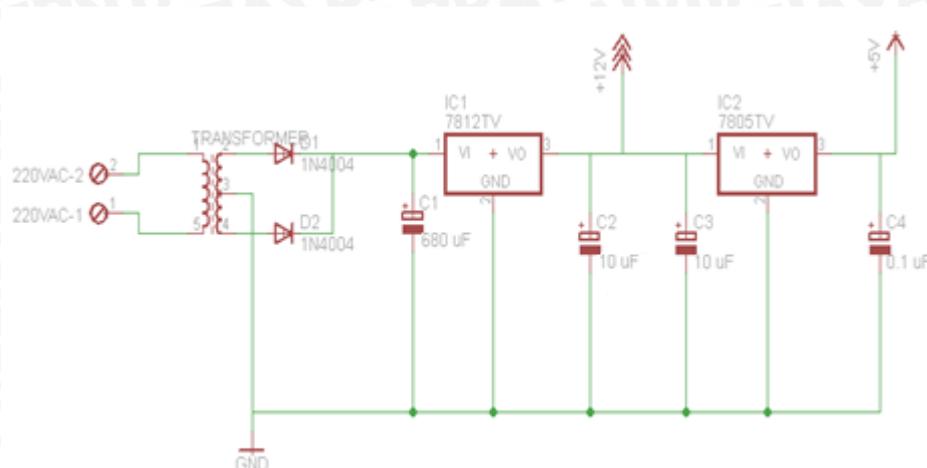
Sehingga dengan diketahui nilai T dapat diketahui juga nilai kapasitor yang digunakan.

$$\begin{aligned}
 C &= 27,88 \times 10^{-3} \times 0,01 / 0,25 \\
 &= 1115,2 \text{ uF}
 \end{aligned}$$

karena nilai 1115,2 uF tidak ditemui di pasaran, maka digunakan nilai yang mendekati dan yang ada di pasaran yaitu 1700 uF.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kapasitor yang dapat digunakan, maka rangkaian penyearah gelombang penuh ditunjukkan dalam Gambar 4.5.





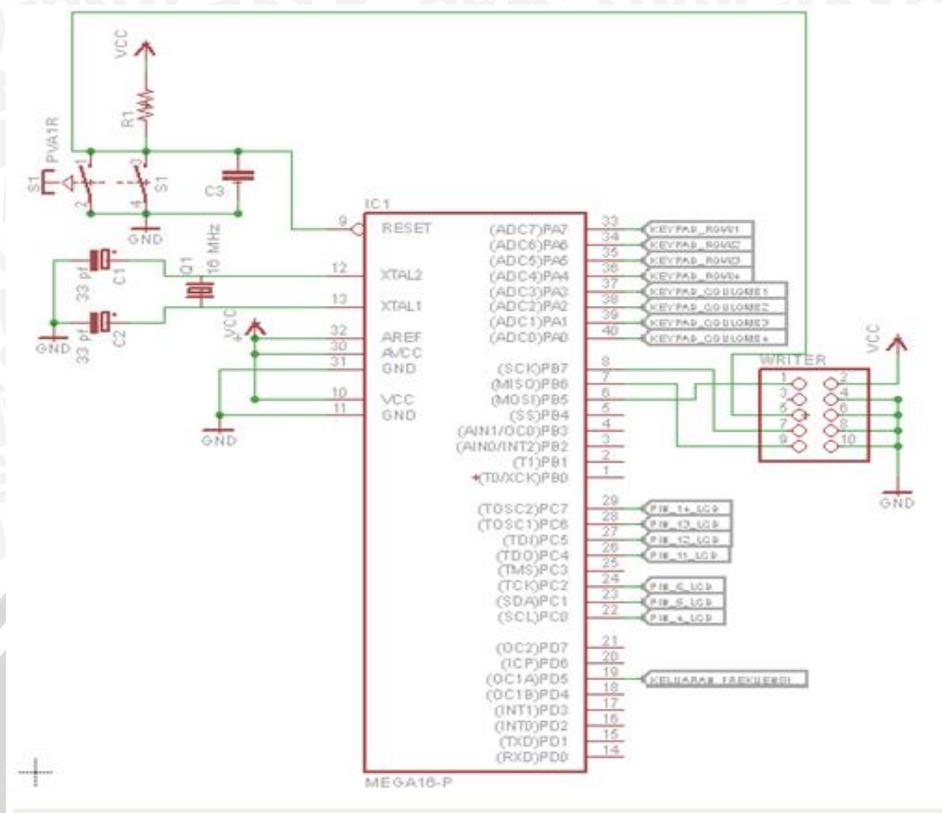
Gambar 4.5 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 12 V dan 5 V

Konverter AC ke DC akan menerima tegangan AC 220 V dari jala-jala PLN, kemudian level tegangan AC 220 V diturunkan menjadi AC 15 V menggunakan transformator CT *step down* dengan kapasitas arus  $I_T = 2$  A. Fuse 2 A dipasang pada *ground* transformator sebagai pengaman kondisi *short circuit*.

Untuk menciptakan tegangan DC 5 V untuk memberikan catu daya pada rangkaian mikrokontroler dan LCD, maka tegangan keluaran penyearah DC 12 V diumpankan ke rangkaian *Fixed Output Regulator* LM7805. Berdasarkan datasheet LM7805, tegangan masukan minimum regulator LM7805 agar dapat bekerja dengan baik sebesar 10 V dan maksimum 15 V, sehingga tegangan masukan LM7812 sebesar 12 V masih dalam batas aman.

#### 4.2.2. Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler

Pada perancangan perangkat keras sistem pembangkit medan listrik DC pulsa menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengolah utama dalam membangkitkan sinyal DC pulsa. Konfigurasi kaki I/O dari mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



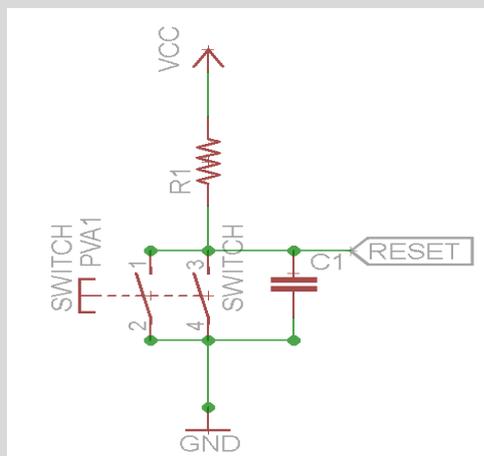
Gambar 4.6 Skema Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega16 mempunyai 4 port, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran, pada perancangan ini pin-pin yang digunakan adalah:

- Pin A.0 = dihubungkan pada row 1 keypad.
- Pin A.1 = dihubungkan pada row 2 keypad.
- Pin A.2 = dihubungkan pada row 3 keypad.
- Pin A.3 = dihubungkan pada row 4 keypad.
- Pin A.4 = dihubungkan pada coulomb 1 keypad.
- Pin A.5 = dihubungkan pada coulomb 2 keypad.
- Pin A.6 = dihubungkan pada coulomb 3 keypad.
- Pin A.7 = dihubungkan pada coulomb 4 keypad.
- Pin B.5 = digunakan sebagai antarmuka dengan modul driver (*MOSI-SPI*)
- Pin B.6 = digunakan sebagai antarmuka dengan modul driver (*MISO-SPI*)
- Pin B.7 = digunakan sebagai antarmuka dengan modul driver (*SCK-SPI*)
- Pin C.0 = dihubungkan ke pin 4 LCD
- Pin C.1 = dihubungkan ke pin 5 LCD
- Pin C.2 = dihubungkan ke pin 6 LCD
- Pin C.4 = dihubungkan ke pin 11 LCD

- Pin C.5 = dihubungkan ke pin 12 LCD
- Pin C.6 = dihubungkan ke pin 13 LCD
- Pin C.7 = dihubungkan ke pin 14 LCD
- Pin D.5 = dihubungkan pada rangkaian driver switching
- XTAL1 = digunakan sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal
- XTAL2 = digunakan sebagai masukan dari rangkaian osilator Kristal

Rangkaian reset pada sistem minimum mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.7 Rangkaian reset disusun menggunakan komponen resistor dan kapasitor yang terhubung dengan pin RESET dari mikrokontroler. Hubungan antara waktu reset,  $R_1$ ,  $C_1$  ditunjukkan dalam Persamaan 4.1.



Gambar 4.7 Rangkaian Reset

$$t = -R_1 C_1 \ln\left(1 - \frac{V_{RST}}{V_{POT}}\right) \dots\dots\dots (4.6)$$

dengan:

$t$  = waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler, minimal sebesar 15  $\mu$ s (berdasarkan *datasheet* ATmega8).

$V_{RST}$  = tegangan logika rendah pada pin reset sebesar  $0,1 \times V_{CC}$  (berdasarkan *datasheet* ATmega16).

$V_{POT}$  = Voltage Power On Threshold sebesar 2.3 volt (berdasarkan *datasheet* ATmega16).

$R_1$  = bernilai antara 30 k $\Omega$  – 80 k $\Omega$  (berdasarkan *datasheet* ATmega16).

Dengan menggunakan  $R_1$  sebesar 33 k $\Omega$  dan  $C_1$  sebesar 1  $\mu$ F maka:

$$t = -R_1 C_1 \ln\left(1 - \frac{V_{RST}}{V_{POT}}\right)$$

$$t = -33 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \ln\left(1 - \frac{0.53}{2.3}\right)$$

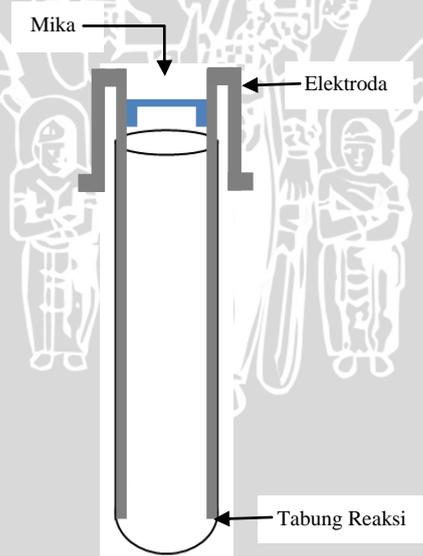
$$t = -33 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \ln\left(1 - \frac{0.53}{2.3}\right)$$

$$t = 8,644ms \dots\dots\dots(4.7)$$

Nilai t ini sudah memenuhi waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler.

#### 4.2.4. Perancangan Mekanik Tabung Uji

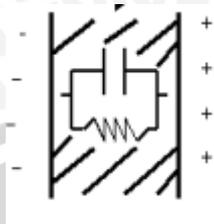
Tabung uji yang akan digunakan sebagai *chamber* bakteri yang akan diberi perlakuan medan listrik terbuat dari tabung reaksi dengan ukuran 10 x 1,5 cm. Kemudian elektroda yang digunakan adalah *stainless steel* 304L dengan ukuran 120 x 100 x 0,8 mm. Jarak antar elektroda pada perancangan ditentukan sebesar 10 mm. Pada ujung elektroda diberi mika yang terpasang dengan masing-masing elektroda. Mika disini berfungsi sebagai penahan agar jarak antar elektroda selalu sama. Perancangan mekanik tabung uji ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mekanik Tabung Uji

Elektroda menggunakan *stainless steel* karena bahan tersebut *inert* atau tidak bereaksi. Hal ini penting karena dapat mempengaruhi hasil pengujian apabila menggunakan elektroda yang dapat bereaksi.

Menurut beberapa referensi, cairan suspensi bakteri yang ada diantara elektroda diekivalenkan dengan resistansi yang parallel dengan kapasitansi. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rangkaian Ekivalen Cairan Suspensi Bakteri

#### 4.2.4. Perancangan Rangkaian *Driver Switching*

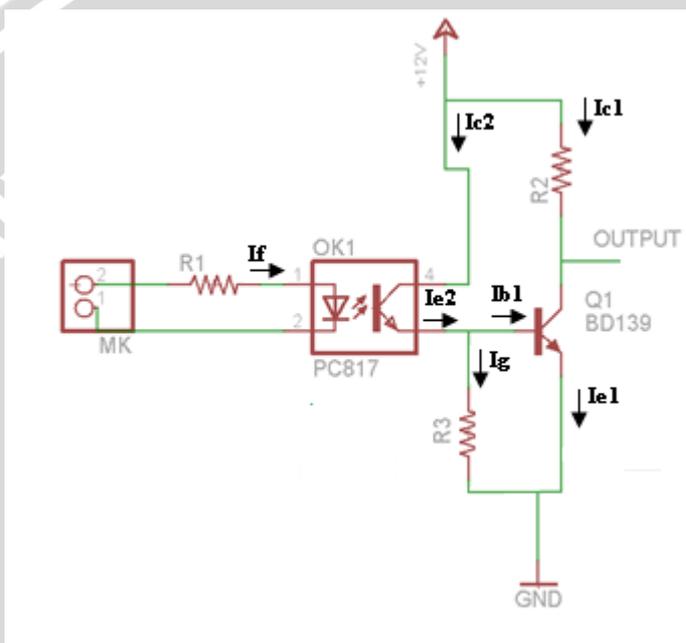
Rangkaian *driver switching* menggunakan optocoupler PC817 yang berfungsi sebagai *driver* tegangan 5 V mikrokontroller dengan tegangan 12 V. Dalam perancangan ini digunakan rangkaian pengendali optik sebagai pemisah rangkaian dengan tegangan yang berbeda. Optocoupler PC817 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *Time rise* = 4  $\mu$ s
- *Time fall* = 3  $\mu$ s
- $I_{Fmax}$  = 50 mA
- $V_F$  = 1,2 V
- $I_{Cmax}$  = 50 mA
- $V_{CE sat}$  = 0,1 V

Alasan pemilihan PC817 sebagai komponen optocoupler yang akan digunakan adalah karena PC817 memiliki *time rise* dan *time fall* cukup kecil yaitu 4  $\mu$ s dan 3  $\mu$ s. dengan *time rise* time dan *time fall* yang kecil memungkinkan optocoupler meneruskan sinyal dengan frekuensi tinggi. Rangkaian driver switching ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

Kemudian pada bagian *collector* optocoupler di parallel dengan resistor yang dihubungkan dengan *collector* dari transistor NPN BD139. Transistor BD139 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- $I_{B\ max}$  = 0,5 A
- $I_{C\ max}$  = 1,5 A
- $V_{CE\ sat}$  = 0,5 V
- $h_{fe}$  = 25
- $V_{BE\ sat}$  = 1 V



Gambar 4.10 Rangkaian *driver switching*

Keluaran dari rangkaian *driver switching* ini akan masuk pada beban tabung uji yang berisi cairan suspensi bakteri. Karena pada perhitungan beban maksimum tabung uji diketahui bahwa arus maksimum adalah sebesar 8,77mA. Maka untuk mendapatkan nilai dari R2 dapat dicari dengan persamaan

$$V_{cc} = I_{c1} \times R_2 \dots \dots \dots (4.8)$$

$$12 = 8,77 \times 10^{-3} \times R_2$$

$$R_2 = \frac{12}{8,77 \times 10^{-3}}$$



$$R_2 = 1,3k\Omega$$

$$R_2 \approx 1,5k\Omega$$

Setelah ditentukan nilai dari  $R_2$  adalah  $1,5k\Omega$  maka dapat diketahui nilai dari  $I_{B1}$ . Yaitu dengan persamaan dibawah ini

$$I_{C1} = h_{fe} \cdot I_{B1} \dots \dots \dots (4.9)$$

$$I_{B1} = \frac{8,77 \times 10^{-3}}{25}$$

$$I_{B1} = 0,35 \text{ mA.}$$

Untuk menentukan nilai resistansi dari  $R_3$ , maka harus diketahui dahulu nilai dari  $I_{c2}$ . Berdasarkan datasheet PC817 nilai  $I_{c2}$  maksimum adalah sebesar  $50\text{mA}$ . Maka nilai  $I_{e2}$  juga dapat diketahui, yaitu  $I_{c2} = I_{e2} = 50\text{mA}$ .

$$I_{e2} = I_{b1} + I_g \dots \dots \dots (4.10)$$

$$I_g = I_{e2} - I_{b1}$$

$$I_g = 50\text{mA} - 0,35\text{mA}$$

$$I_g = 49,65 \text{ mA.}$$

Kemudian untuk mengetahui nilai tegangan di sisi *emitter* dari PC817 digunakan persamaan dibawah ini.

$$V_{cc} = V_{ce} + V_{ee} \dots \dots \dots (4.11)$$

$$12 = 0,1 + V_{ee}$$

$$V_{ee} = 12 - 0,1$$

$$V_{ee} = 11,99$$

Setelah diketahui nilai dari Vee dan Ig, maka nilai resistansi di R3 dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini.

$$R3 = \frac{V_{ee}}{I_g} \dots\dots\dots(4.12)$$

$$R3 = 241,49\Omega$$

$$R3 \approx 270\Omega$$

Karena nilai CTR dari PC817 adalah sebesar 600%, maka If dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

$$600\% = \frac{I_c}{I_f} \dots\dots\dots(4.13)$$

$$I_f = \frac{50 \times 10^{-3}}{6}$$

$$I_f = 8.3 \text{ mA.}$$

Tegangan keluaran dari pin mikrokontroller adalah sebesar 4,2 V. Sehingga untuk menentukan nilai resistansi pada R1 dapat menggunakan persamaan dibawah ini.

$$V_{mk} = I_f \times R1$$

$$R1 = \frac{4,2}{8,3 \times 10^{-3}}$$

$$R1 = 506,02\Omega$$

$$R1 \approx 510\Omega$$

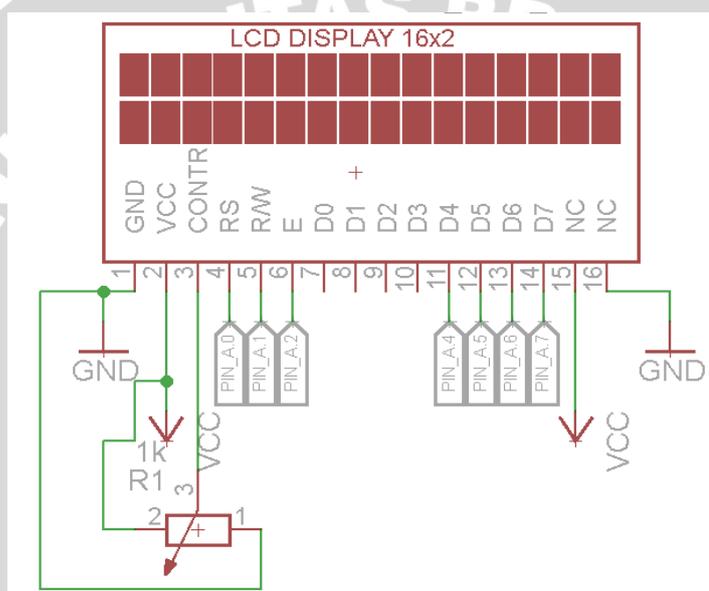
#### 4.2.6. Perancangan Rangkaian LCD 2x16

Pada perancangan sistem ini digunakan LCD modul AV1624 yang merupakan sebuah modul LCD *dot matrix* yang membutuhkan daya kecil. LCD modul AV1624 dilengkapi panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. Gambar 4.8 menunjukkan rangkaian koneksi LCD 2×16 karakter ke mikrokontroller. LCD modul AV1624 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Memiliki 16 karakter dan 4 baris tampilan yang terdiri atas 5×7 dot matrik ditambah dengan kursor.

- Memerlukan catu daya +5 V.
- *Automatic reset* saat catu daya dinyalakan.
- $80 \times 8$  *display* data RAM (max 80 karakter).
- Menggunakan 4 bit data dan 3 bit kontrol.
- *Adjustable contrast* dan *backlight*.

Perancangan rangkaian LCD yang dikoneksikan dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.11 Rangkaian Koneksi LCD ke Mikrokontroler

Dalam perancangan diinginkan agar kontras dan *backlight* dari LCD dapat diatur, maka dipasangkan sebuah variabel resistor pada masing-masing PIN *kontras* dan *backlight* dari LCD untuk mengatur tegangan yang masuk ke PIN nya.

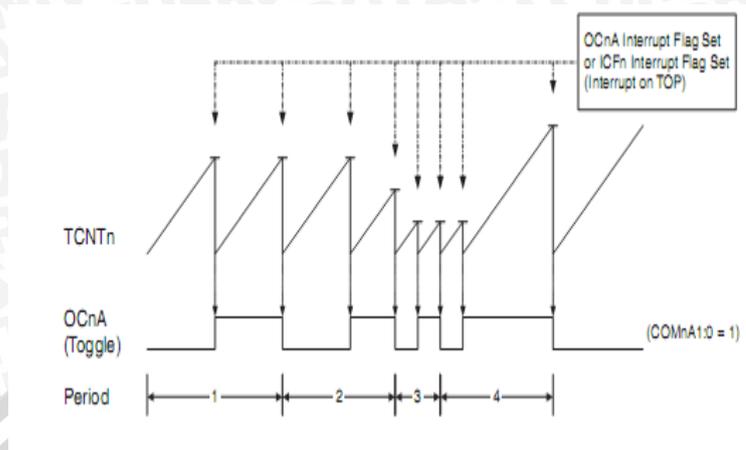
### 4.3. Perancangan Perangkat Lunak

#### 4.3.1. Kontrol Frekuensi

Untuk menghasilkan sinyal keluaran dengan frekuensi yang variabel, maka diperlukan pembangkit sinyal yang mencatu rangkaian switching agar diperoleh frekuensi yang sesuai dan amplitudo yang lebih besar.

Pengontrolan frekuensi dengan menggunakan ATmega16 dapat dilakukan dengan cara menggunakan pin timer 1 dengan mode CTC. Penggunaan mode CTC

menunjukkan pulsa yang periodik dengan duty cycle konstan 50%. Timing diagram mode CTC ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.12 Timing Diagram Mode CTC Timer 1

Pada mode CTC, register counter (TCNT0) akan mencacah naik kemudian akan direset atau kembali menjadi 0x00 pada saat nilai TCNT0 sama dengan OCR1A. Dengan mengatur pola keluaran OC0 bergulir (*toggle*) dapat dibangkitkan sinyal pulsa dengan frekuensi:

$$f_{OC1A\_CTC} = \frac{f_{osc}}{2 \cdot N \cdot (1 + OCR1A)}$$

$$OCR1A = \frac{f_{osc}}{2 \cdot N \cdot f_{OC1A\_CTC}} - 1$$

dengan  $f_{OC1A\_CTC}$  = Frekuensi output OC1A mode CTC

$f_{clk\_I/O}$  = Frekuensi kristal / osilator

N = Prescaler / skala clock

OCR1A = Nilai pada *Output Compare Register 1A*

Pada perancangan pembangkit sinyal pulsa, ditentukan range frekuensi dari 100 Hz sampai 1 kHz. Untuk nilai clock yang digunakan adalah 16Mhz dan prescaler 64x.

Untuk frekuensi 100 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(100)} - 1 = 1249$$

Untuk frekuensi 200 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(200)} - 1 = 624$$

Untuk frekuensi 300 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(300)} - 1 = 415$$

Untuk frekuensi 400 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(400)} - 1 = 311$$

Untuk frekuensi 500 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(500)} - 1 = 249$$

Untuk frekuensi 600 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(600)} - 1 = 207$$

Untuk frekuensi 700 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(700)} - 1 = 177$$

Untuk frekuensi 800 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(800)} - 1 = 155$$

Untuk frekuensi 900 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(900)} - 1 = 138$$

Untuk frekuensi 1000 Hz:

$$OCR1A = \frac{16 \cdot 10^6}{2 \cdot 64(1000)} - 1 = 124$$

Nilai yang diperoleh dari perhitungan OCR1A diatas nantinya langsung dimasukkan ke dalam register OCR1A. Periode sinyal pulsa dan nilai OCR1A dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

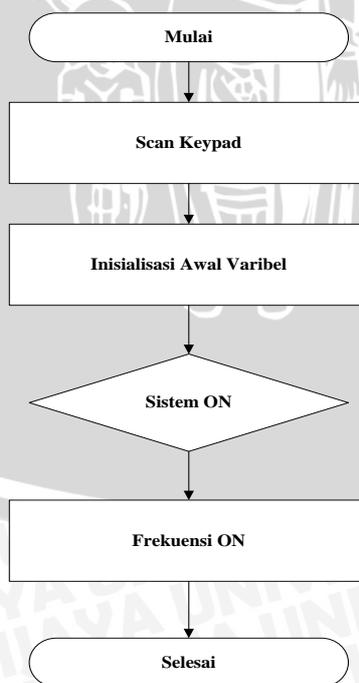
Tabel 4.2 Nilai Frekuensi

NO	Frekuensi	Periode (us)	OCR1A
1.	100	10000	1249
2.	200	5000	624
3.	300	3333	415
4.	400	2500	311
5.	500	2000	249
6.	600	1667	207
7.	700	1429	177
8.	800	1250	155
9.	900	1111	138
10.	1000	1000	124

#### 4.3.2. Algoritma Program Utama

Tujuan dari program utama adalah mengatur urutan kerja sistem sehingga sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Secara umum tugas yang harus dikerjakan oleh program utama meliputi *scan* keypad, pengontrolan frekuensi DC pulsa, menampilkan data pada LCD. Gambar 4.10 menunjukkan algoritma program utama.

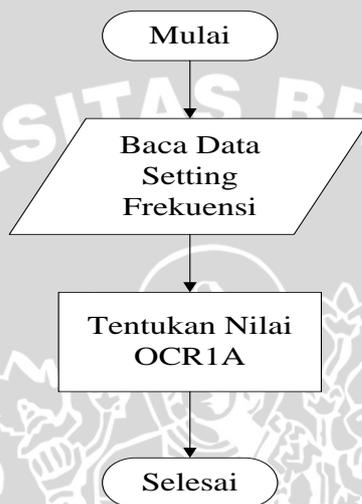
Saat sistem ON, yang pertama kali yang dilakukan adalah *scan* keypad, kemudian memberi inialisasi awal pada variabel di dalam program, selanjutnya pengontrolan frekuensi sesuai dengan nilai variable yang dimasukkan melalui keypad. Mode frekuensi akan ditampilkan ke LCD 2x16 karakter.



Gambar 4.13 Algoritma Program Utama

#### 4.3.2. Algoritma Kontrol Frekuensi

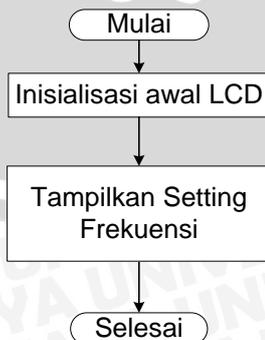
Kecepatan frekuensi *switching* pada rangkaian driver *switching* ditentukan dari besarnya frekuensi yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Untuk menghasilkan frekuensi pada port D.5 mikrokontroler dengan duty cycle 50%, maka digunakan mode CTC Top=OCR1A. Untuk mengetahui nilai frekuensi yang diinginkan, mikrokontroler akan menerima data *setting* frekuensi dari keypad. Kemudian data frekuensi yang telah diterima dapat diketahui berapa nilai dari OCR1A. Gambar 4.11 menunjukkan algoritma 36ontrol frekuensi.



Gambar 4.13 Algoritma Kontrol Frekuensi

#### 4.4.3 Algoritma Tampilan LCD

Sebelum data ditampilkan ke LCD, karakter yang ada pada layar LCD perlu dibersihkan terlebih dahulu. Kemudian barulah data ditampilkan ke LCD dimana baris 1 diisi oleh teks “Set Frekuensi”. Gambar 4.12 menunjukkan algoritma tampilan LCD.



Gambar 4.14 Algoritma Tampilan LCD

