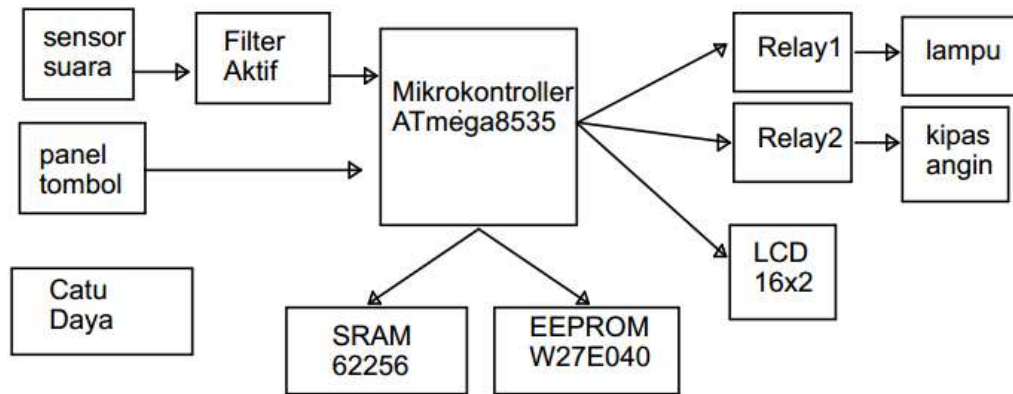


## BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

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*).

### 3.1 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 saklar otomatis dengan perintah suara menggunakan mikrokontroler ATmega8535

Fungsi masing-masing blok adalah sebagai berikut:

- |              |  |
|--------------|--|
| Sensor suara | Sebagai peralatan <i>input</i> untuk mendeteksi suara ucapan pengguna lalu mengubahnya menjadi sinyal listrik yang ekuivalen. Terdapat rangkaian penguat sinyal yang berfungsi sebagai penguatan awal sinyal listrik yang dihasilkan oleh mikrofon elektret. |
| Filter aktif | Sebagai rangkaian yang berfungsi untuk meluluskan sinyal suara dengan pita frekuensi yang diinginkan saja  |

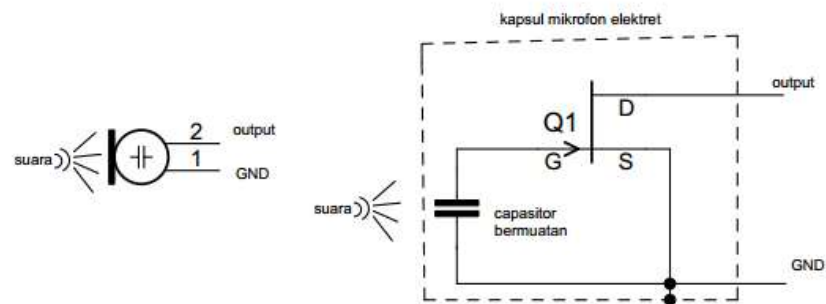
	yaitu antara frekuensi 295Hz hingga 3500Hz
Panel tombol	Terdiri dari beberapa tombol yang berfungsi untuk mengatur langkah kerja sistem.
Mikrokontroler	Sebagai pusat pengolahan data dan pengendali. Di dalam rangkaian mikrokontroler terdapat multiplexer yang berfungsi sebagai pemilih modul mana yang akan diakses oleh mikrokontroler.
Memory Eksternal	Sebagai media penyimpan data hasil perekaman yang akan digunakan sebagai database.
Relay1 dan relay2	Sebagai peralatan <i>output</i> yang berfungsi untuk menyalakan lampu dan kipas angin listrik.
LCD	Sebagai media penampil status kerja relay manakah yang berada pada kondisi ON atau OFF serta sebagai media penampil pilihan menu dan nilai parameter pada mode perekaman.
Catu daya	Sebagai sumber catu daya bagi seluruh sistem rangkaian dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

Prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut:

Parameter yang digunakan dalam proses penerjemahan suara pada sistem ini adalah frekuensi, dan interval waktu setiap ucapan. Sistem ini memiliki 2 mode kerja yaitu mode perekaman dan mode running. Pada saat mode perekaman, mikrokontroler bertugas mendeteksi, merekam, dan memverifikasi ucapan pengguna sesuai dengan kata kunci yang sudah ditentukan untuk selanjutnya disimpan ke dalam memory sebagai database. Mikrokontroler juga bertugas menghapus seluruh isi memory EEPROM jika prosedur penghapusan memory diperlukan. Pada mode running, mikrokontroler bertugas mendeteksi dan mencocokkan ucapan pengguna dengan database kata kunci, lalu melaksanakan perintah sesuai dengan kata kunci yang diucapkan. Kata kunci tersebut yaitu, “nyalakan” berhubungan dengan setting logika 1 pada output, “matikan” berhubungan dengan setting logika 0 pada output, “lampu” berhubungan dengan output relay1, dan “kipas” berhubungan dengan output relay2. Pada mode perekaman, LCD berfungsi untuk menampilkan kata kunci yang akan direkam.



sinyal listrik. Sinyal listrik yang dihasilkan oleh mikrofon elektret akan diumpankan pada input rangkaian penguat sinyal. Mikrofon elektret mempunyai dua pin keluaran berupa pin positif yang dihubungkan dengan pin input positif dari rangkaian penguat sinyal dan pin GND yang dihubungkan dengan ground sedangkan pin GND dari rangkaian penguat sinyal juga dihubungkan dengan ground. Rangkaian penguat sinyal terdiri dari dua blok rangkaian op-amp, yaitu berupa rangkaian differensiator dan rangkaian penguat membalik (inverting amplifier). Type IC op-amp yang digunakan adalah LM358N. LM358N memiliki dua buah op-amp dalam satu keping IC sehingga untuk merancang rangkaian penguat sinyal ini hanya diperlukan sebuah IC saja.



**Gambar 3.3** Rangkaian eqivalen mikrofon elektret

Rangkaian differensiator dapat berfungsi sebagai rangkaian High Pass Filter (HPF) 20dB/decade. Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian diferensiator yang umum digunakan. Persamaan dari rangkaian tersebut adalah  $|ACL| = V_o/V_i = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{1}{1-j(\omega_c/\omega)} = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{1}{1-j(f_c/f)}$ , dimana  $\omega_c = 2\pi f_c = \frac{1}{R_i C_i} \rightarrow f_c = \frac{1}{2\pi R_i C_i}$ .

Keterangan:

ACL = Penguatan tegangan kalang tertutup ( $V_o / V_i$ )

$|ACL|$  = Penguatan tegangan kalang tertutup (dB)

$V_o$  = Tegangan output (V)

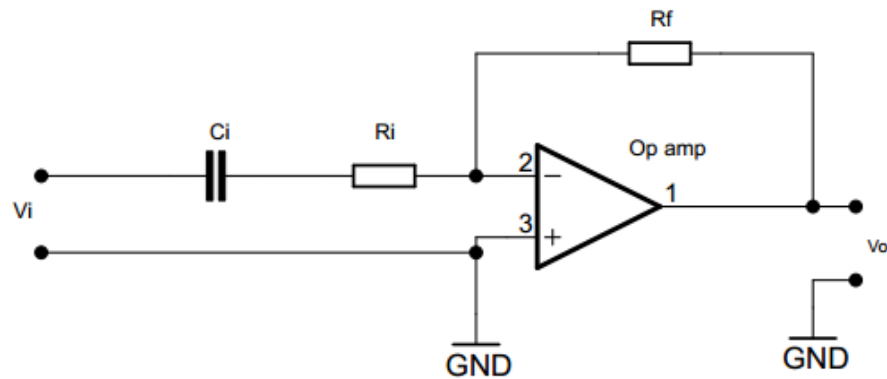
$V_i$  = Tegangan input (V)

$R_f$  = Resistor umpan balik (feedback) ( $\Omega$ )

$R_i$  = Resistor input ( $\Omega$ )

$C_i$  = Kapasitor input (F)

- $\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)  
 $\omega_c$  = Kecepatan sudut cut off (rad/s)  
 $f_c$  = frekuensi cut off (Hz)  
 $\pi$  = pi (22/7)

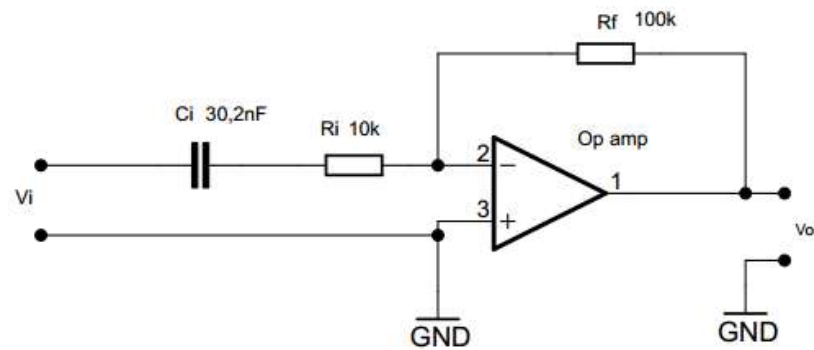


**Gambar 3.4** Rangkaian umum differensiator

Berdasarkan pada frekuensi terendah suara ucapan manusia yaitu sebesar 512Hz, maka dipilihlah nilai  $f_c = 512\text{Hz}$  dengan penguatan tegangan

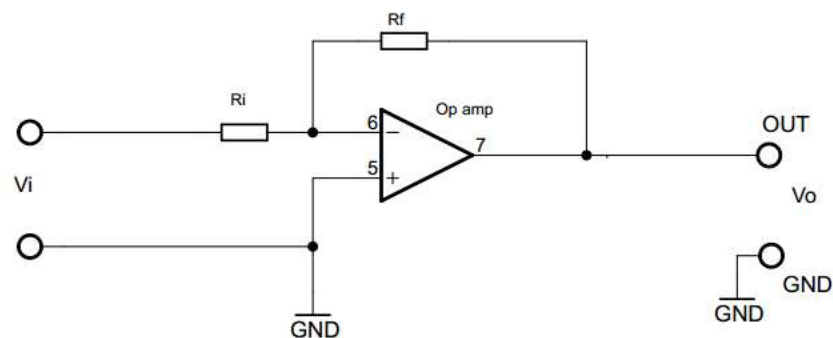
$$|ACL| = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{1}{1-j(f_c/f)} = 10 \cdot \frac{1}{1-j(f_c/f)}, \text{ dimana } \frac{R_f}{R_i} = 10.$$

Awal perancangan adalah menentukan nilai  $R_f$  yaitu sebesar  $100\text{k}\Omega$ , selanjutnya nilai  $R_i$  dicari dengan persamaan  $\frac{R_f}{R_i} = 10 \rightarrow R_i = \frac{R_f}{10} = \frac{100\text{k}\Omega}{10} = 10\text{k}\Omega$ . Nilai  $C_i$  dicari dengan persamaan  $f_c = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \rightarrow C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \times 10^3 \cdot 512} = 31\text{nF}$ . Pendekatan dari nilai ini dapat diperoleh dengan cara menghubungkan paralel kapasitor  $22\text{nF}$  dengan  $8,2\text{nF}$ , sehingga diperoleh nilai total sebesar  $30,2\text{nF}$ . Rangkaian diferensiator hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.5.



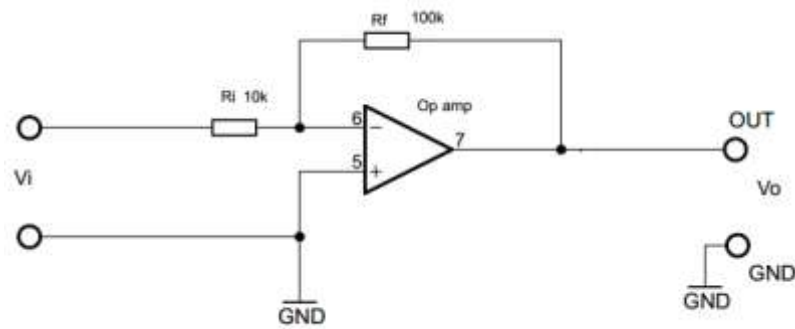
**Gambar 3.5** Rangkaian differensiator hasil perancangan

Rangkaian umum penguat mebalik ditunjukkan pada gambar 3.6. Persamaan dari rangkaian tersebut adalah  $ACL = -\frac{R_f}{R_i}$ . Rangkaian penguat mebalik diatur pada penguatan 10 kali, maka  $-\frac{R_f}{R_i} = -10$ .



**Gambar 3.6** Rangkaian umum penguat mebalik

Awal perancangan adalah menentukan nilai  $R_f$  yaitu sebesar  $100k\Omega$ . Nilai  $R_i$  ditentukan dari persamaan  $-\frac{R_f}{R_i} = -10 \rightarrow R_i = \frac{R_f}{10} = \frac{100k\Omega}{10} = 10k\Omega$ . Rangkaian penguat mebalik hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.7.



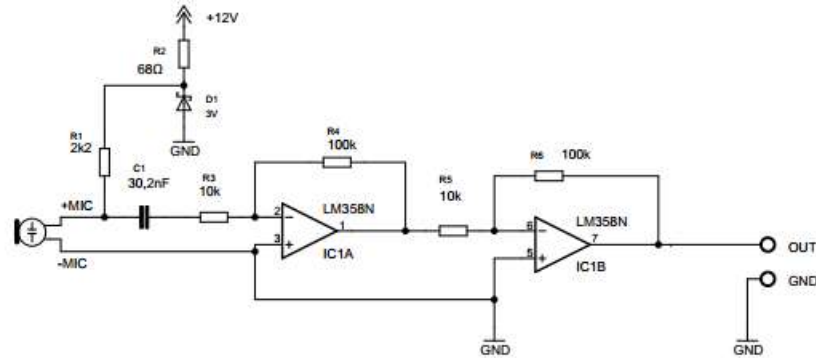
**Gambar 3.7** Rangkaian penguat membalik hasil perancangan

Berdasarkan datasheet, untuk mendapatkan daya output maksimal, maka bagian output dari rangkaian mikrofon elektret membutuhkan resistor beban ( $R_L$ )  $2,2k\ \Omega$  yang terhubung dengan tegangan sumber ( $V_{DC}$ ) dengan nilai tipikal sebesar 3V. Untuk mendapatkan tegangan 3V tersebut, maka disusun rangkaian penyetabil tegangan menggunakan rangkaian seri diode zener ( $V_Z=3V$   $P_Z=0,5W$ ) dengan sebuah resistor  $68\ \Omega$ . Nilai resistor didapat dari persamaan  $R = \frac{(V_+ - V_Z)V_Z}{0,8P_Z} = \frac{(12-3)3}{0,8 \cdot 0,5} = 67,5\ \Omega$ . Nilai di pasaran yang mendekati adalah  $68\ \Omega$ . Rangkaian penyetabil tegangan dihubungkan dengan catu daya 12VDC dan ground.

Keterangan:

- $V_+$  = tegangan catu daya positif (V)
- $V_Z$  = tegangan zener dari diode zener (V)
- $P_Z$  = kapasitas daya maksimum dioda zener (W)
- $R$  = resistor pembatas arus ( $\Omega$ )

Rangkaian sensor suara secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.8. Rangkaian sensor suara membutuhkan catu daya simetris yaitu +12VDC, 0V, dan -12VDC. Rangkaian sensor suara memiliki 2 pin keluaran yaitu pin output positif yang akan dihubungkan dengan pin input positif rangkaian filter aktif dan pin GND dihubungkan pada ground.



**Gambar 3.8** Rangkaian sensor suara secara keseluruhan

### 3.2.2 Rangkaian Filter Aktif

Rangkaian filter aktif berfungsi untuk melewatkan sinyal suara yang memiliki pita frekuensi sesuai dengan yang diinginkan dan mereduksi sinyal suara diluar pita frekuensi tersebut. Jenis filter aktif yang digunakan adalah Band Pass Filter (BPF) yang memiliki frekuensi *cut off* antara 512Hz sampai dengan 2048Hz. Rentang frekuensi tersebut sesuai dengan rentang frekuensi bicara rata-rata manusia. Rangkaian filter aktif memiliki 2 pin masukan berupa pin input positif yang akan dihubungkan pada pin output positif dari rangkaian sensor suara dan pin GND yang dihubungkan pada ground. Rangkaian filter aktif terdiri dari beberapa blok rangkaian op amp diantaranya rangkaian High Pass Filter (HPF) 40dB/decade, rangkaian Low Pass Filter (LPF) -40dB/decade, rangkaian penguat membalik (inverting input), dan dua buah rangkaian komparator. Rangkaian HPF dan LPF bersama-sama membentuk rangkaian BPF .

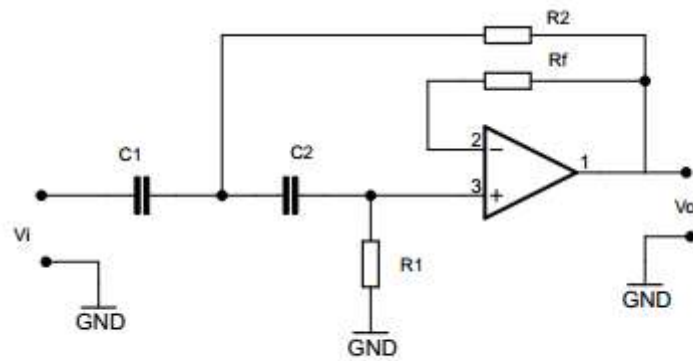
Rangkaian umum HPF 40dB/decade ditunjukkan pada gambar 3.9.

Persamaan dari rangkaian ini adalah  $|ACL| = V_o/V_i = \frac{1}{1 - (\omega_c/\omega)^2 - j\sqrt{2} \cdot (\omega_c/\omega)} =$

$\frac{1}{1 - (f_c/f)^2 - j\sqrt{2} \cdot (f_c/f)}$ , dimana  $\omega_c = \sqrt{2}/(R1C1) \rightarrow f_c = \sqrt{2}/(2\pi R1C1)$ , dengan

syarat  $R1 = 2 \cdot R_f = 2 \cdot R2$  dan  $C1 = C2$ .

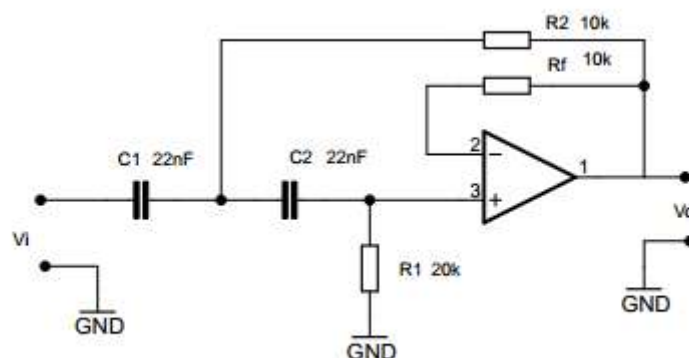




**Gambar 3.9** Rangkaian umum HPF 40dB/decade

Rangkaian HPF di sini adalah bagian dari rangkaian BPF, sehingga nilai frekuensi cut off  $f_c$  merupakan frekuensi terendah yang diloloskan oleh rangkaian BPF yaitu sekitar 512Hz.

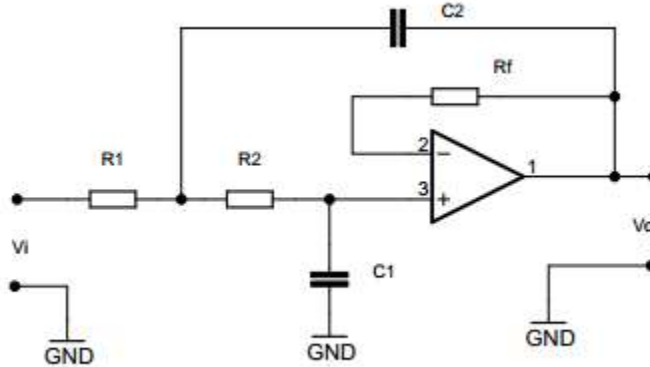
Awal perancangan adalah menentukan nilai  $R_1$  yaitu sebesar  $20\text{k}\Omega$ , selanjutnya nilai  $C_1$  dan  $C_2$  dengan persamaan  $f_c = \frac{\sqrt{2}}{2\pi R_1 C_1} \rightarrow C_1 = C_2 = \frac{\sqrt{2}}{2\pi R_1 f_c} = \frac{\sqrt{2}}{2\pi \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 512} = 21,98\text{nF}$ . Nilai kapasitor paling mendekati yang dijual di pasaran adalah  $22\text{nF}$ . Nilai  $R_2$  didapat dari persamaan  $R_1 = 2 \cdot R_2 \rightarrow R_2 = 0,5 \cdot R_1 = 0,5 \cdot 20\text{k}\Omega = 10\text{k}\Omega$ . Nilai  $R_f$  didapat dari persamaan  $R_1 = 2 \cdot R_f \rightarrow R_f = 0,5 \cdot R_1 = 0,5 \cdot 20\text{k}\Omega = 10\text{k}\Omega$ . Rangkaian HPF 40dB/decade hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Rangkaian HPF 40dB/decade hasil perancangan

Rangkaian umum LPF -40dB/decade ditunjukkan pada gambar 3.11. Persamaan dari rangkaian ini adalah  $|ACL| = V_o/V_i = \frac{1}{1 - (\omega/\omega_c)^2 - j\sqrt{2} \cdot (\omega/\omega_c)}$

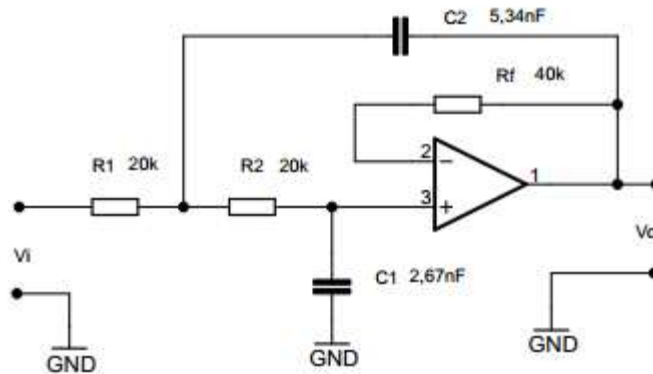
$\frac{1}{1-(f/f_c)^2 - j\sqrt{2}\cdot(f/f_c)}$ , dimana  $\omega_c = \frac{\sqrt{0,5}}{R1C1} \rightarrow f_c = \frac{\sqrt{0,5}}{2\pi R1C1}$ , dengan syarat  $R1 = R2$ ,  $R_f = 2 \cdot R1$ , dan  $C1 = 0,5 \cdot C2$ .



**Gambar 3.11** Rangkaian umum LPF -40dB/decade

Frekuensi cut off  $f_c$  pada rangkaian LPF ini merupakan frekuensi tertinggi yang diloloskan oleh rangkaian BPF yaitu sekitar 2048Hz.

Awal perancangan adalah menentukan nilai  $R1$  yaitu sebesar  $20k\Omega$  selanjutnya menentukan nilai  $R1 = R2 = 20k\Omega$  sesuai dengan syarat persamaan. Nilai  $R_f$  dicari dengan persamaan  $R_f = 2 \cdot R1 = 2 \cdot 20k\Omega = 40k\Omega$ . Nilai  $C1$  dicari dengan persamaan  $f_c = \sqrt{0,5}/(2\pi R1C1) \rightarrow C1 = \sqrt{0,5}/(2\pi R1f_c) = \sqrt{0,5}/(2\pi \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 2048) = 2,74nF$ . Nilai pendekatan yang dipilih adalah  $2,2nF$  disusun parallel dengan  $0,47nF$  sehingga total nilai kapasitor yang didapat  $2,2nF + 0,47nF = 2,67nF$ . Nilai  $C2$  dicari dengan persamaan  $C1 = 0,5 \cdot C2 \rightarrow C2 = 2 \cdot C1 = 2 \cdot 2,67nF = 5,34nF$ . Sesuai dengan persamaan  $C2 = 2 \cdot C1$ , maka nilai total kapasitor  $C2$  didapat dari sambungan parallel kapasitor  $C1$ , sehingga akan ada empat buah kapasitor yang terhubung parallel dengan nilai  $22nF$ ,  $22nF$ ,  $470pF$ , dan  $470pF$ . Rangkaian LPF -40dB/decade hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.12.



**Gambar 3.12** Rangkaian LPF -40dB/decade hasil perancangan

Output dari rangkaian band pass filter diumpungkan pada dua buah rangkaian komparator dengan susunan yang hampir sama. Fungsi dari rangkaian komparator di sini adalah sebagai konverter gelombang sinus menjadi gelombang persegi. Perbedaan dari keduanya hanya terletak pada tegangan referensi  $V_f$ . Gambar 3.13 menunjukkan rangkaian umum komparator sesuai dengan rangkaian yang akan dirancang. Persamaan dari rangkaian tersebut adalah  $V_o = AOL(V_{i+} - V_{i-}) = AOL(V_{ref} - V_i)$ , dimana  $AOL \approx 100dB$ . Jika  $V_o \geq V_+$ , maka  $V_o = V_{sat+}$ . Jika  $V_o \leq V_-$ , maka  $V_o = V_{sat-}$ .

Keterangan :

$AOL$  = penguatan tegangan kalang terbuka (dB)

$V_o$  = tegangan output (V)

$V_i$  = tegangan input (V)

$V_{ref}$  = tegangan referensi (V)

$V_{i+}$  = tegangan input tidak membalik (non inverting input) (V)

$V_{i-}$  = tegangan input membalik (inverting input) (V)

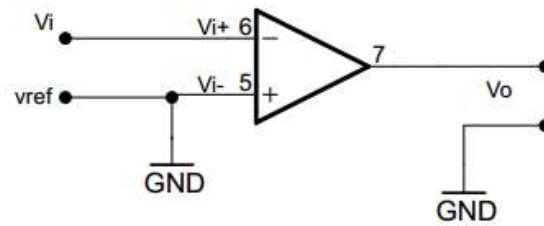
$V_+$  = tegangan catu daya positif (V)

$V_-$  = tegangan catu daya negatif (V)

$V_{sat+}$  = tegangan saturasi positif (V)

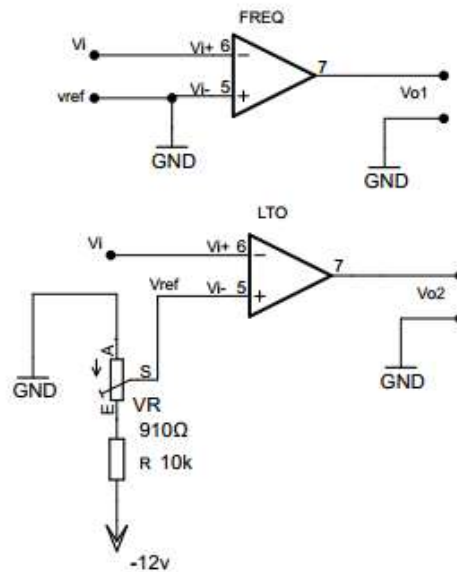
$V_{sat-}$  = tegangan saturasi negatif (V)

Berdasarkan datasheet nilai AOL adalah sekitar 100dB (100.000x).



**Gambar 3.13** Rangkaian umum komparator

Awal rancangan adalah menentukan letak tegangan input  $V_i$  pada bagian input membalik op amp dan tegangan referensi  $V_{ref}$  pada bagian input tidak membalik op amp. Susunan ini bertujuan agar phase input berkebalikan dengan phase output. Pada rangkaian komparator pertama (yang berhubungan dengan output FREQ), tegangan referensinya berasal dari ground sedangkan pada rangkain komparator kedua (yang berhubungan dengan output LTO) tegangan referensinya berasal dari jaringan pebagi tegangan. Jaringan pembagi tegangan terbentuk oleh rangkaian seri antara VR dengan sebuah resistor yang terhubung dengan catu daya negative -12VDC. Output pembagi tegangan diambil dari pin centre tap dari VR dan memiliki keluaran tegangan variabel antara -1VDC sampai dengan 0V. Fungsi dari resistor adalah membatasi tegangan referensi mimimun sekitar -1VDC. Nilai VR yang dipilih adalah sebesar  $910\Omega$  dan selanjutnya nilai resistor R didapat dengan persamaan pembagi tegangan  $V_{ref(min)} = \frac{VR}{VR+R} V_- \rightarrow R = \left( \frac{V_-}{V_{ref(min)}} - 1 \right) VR = \left( \frac{-12}{-1} - 1 \right) 910\Omega = 10k\Omega$ . Rangkaian komparator hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.14.



**Gambar 3.14** Rangkaian komparator hasil perancangan

Output dari masing-masing komparator akan diumpungkan pada rangkaian transistor logika. Tipe transistor yang digunakan adalah 2N3904. 2N3904 adalah jenis transistor NPN yang memiliki karakteristik arus kolektor ( $I_C$ ) kontinyu sebesar 200mA, tegangan basis-emitor saturasi typikal ( $V_{BE(sat)}$  typ) sebesar 0,7V (dalam kondisi  $I_C = 10mA$  dan arus basis  $I_B = 1mA$ ), tegangan kolektor-emitor saturasi maksimal ( $V_{CE(sat)}$  maksimal) sebesar 0,2V (dalam kondisi  $I_C = 10mA$  dan arus basis  $I_B = 1mA$ ),  $h_{FE}$  sebesar 100 (dalam kondisi  $I_C = 10mA$  dan tegangan kolektor-emitor ( $V_{CE}$ ) sebesar 1V), dan tegangan dadal kolektor emitor ( $V_{(BR)CEO}$ ) sebesar 40V. ATmega8535 memiliki karakteristik tegangan input logika rendah maksimal ( $V_{IL(max)}$ ) sebesar 0,2V. Untuk memenuhi syarat ini maka transistor harus diatur dalam kondisi saturasi dengan cara memberikan arus basis  $I_B = 1mA$  (arus basis minimal untuk membuat transistor dalam keadaan saturasi). Untuk membatasi arus basis yang berasal dari output komparator ( $V_o$ ) menjadi sebesar 1mA, dibutuhkan resistor basis ( $R_B$ ) yang diletakkan di antara output komparator dan basis transistor. Nilai resistor basis dicari dengan persamaan  $R_B = \frac{V_o - V_{BE(sat)}}{I_B} = \frac{10 - 0,7}{10^{-3}} = 9,3k\Omega$ .. Nilai di pasaran yang mendekati adalah 9,1 k $\Omega$ .

Keterangan:

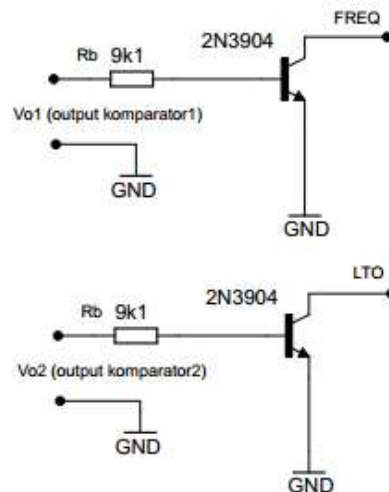
$V_{cc}$  = Tegangan catu daya mikrokontroller (V)

$V_o$  = Tegangan out komparator (V)

$I_B$  = Arus basis -emitor (A)

$R_B$  = Resistor basis ( $\Omega$ )

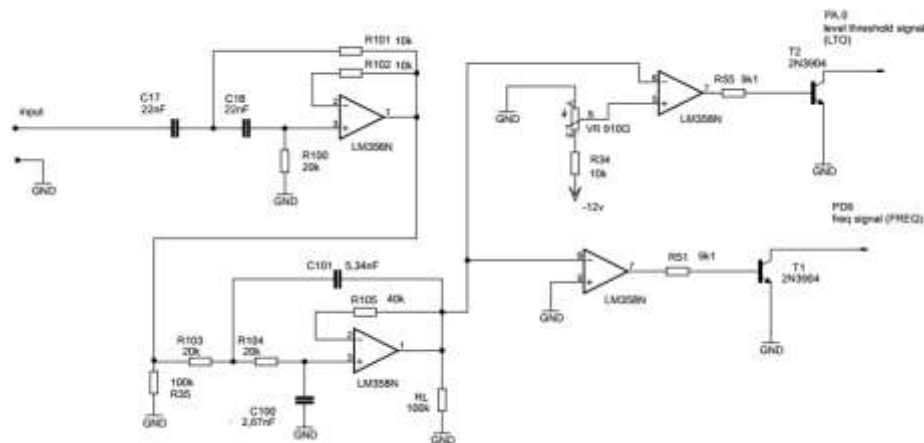
Rangkaian transistor hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Rangkaian transistor hasil perancangan

Terdapat dua buah rangkaian transistor logika, dimana output transistor yang terhubung dengan komparator yang memiliki tegangan referensi ground berfungsi sebagai pin output frekuensi (FREQ), sedangkan output transistor yang terhubung dengan komparator yang memiliki tegangan referensi berasal dari resistor pembagi tegangan berfungsi sebagai pin output level threshold (LTO).

Secara keseluruhan rangkain aktif filter memiliki dua pin output yaitu pin FREQ akan dihubungkan dengan pin input capture (ICP) ATmega8535 yang terletak pada pin PD6 dan pin LTO akan dihubungkan dengan pin PA0 ATmega8535. Gambar rangkaian keseluruhan filter aktif hasil perancangan ditunjukkan pada gambar 3.16.



**Gambar 3.16** Rangkaian filter aktif secara keseluruhan

### 3.2.3 Rangkaian Panel Tombol

Rangkaian panel tombol terdiri dari beberapa tombol dengan fungsi sebagai berikut:

Mode	Berfungsi untuk memilih mode kerja sistem yaitu pada mode perekaman atau mode running. Pada awal dinyalakan atau setelah direset sistem akan menuju pada mode running.
Word	Berfungsi untuk memilih kata kunci yang akan dideteksi dan direkam. Setiap kata kunci menempati lokasi tertentu dengan ukuran tertentu di dalam memory.
Record	Berfungsi untuk memulai perekaman sementara suara ucapan sesuai dengan kata kunci yang dipilih.
Test	Berfungsi untuk menguji apakah data yang direkam benar-benar sesuai dengan kata kunci yang diucapkan. Setelah proses perekaman sementara, pengguna harus mengucapkan sekali lagi kata kunci yang dipilih tersebut untuk dicocokkan dengan data yang tersimpan. Jika kata kunci sesuai dengan data yang tersimpan maka LCD akan menampilkan pesan “cocok”, jika tidak maka LCD akan menampilkan pesan “tidak cocok” sehingga pengguna

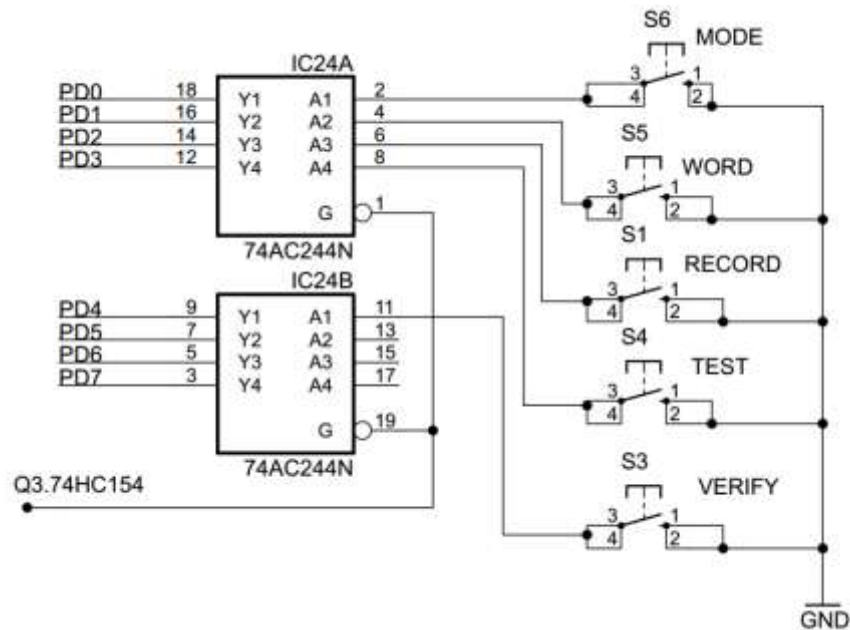
bisa mengulangi lagi proses perekaman sementara.

verify Berfungsi untuk mengakhiri proses perekaman sementara suara ucapan dari kata kunci yang dipilih untuk selanjutnya data rekaman akan disalin ke dalam EEPROM.

Type tombol yang digunakan adalah tactile switch 12x12 mm 4 pin, maka terdapat lima buah tactile switch dengan fungsi sesuai penjelasan sebelumnya. Semua tombol disusun dengan konfigurasi common ground (aktif low) lalu output dari masing-masing tombol dihubungkan dengan pin input (pin A) dari IC 74HC244. Tombol MODE dihubungkan dengan pin A1.a, tombol WORD dihubungkan dengan pin A2.a, tombol RECORD dihubungkan dengan pin A3.a, tombol TEST dihubungkan dengan pin A4.a, dan tombol VERIFY dihubungkan dengan pin A1.b. Output dari 74HC244 ( port Y.a dan port Y.b) dihubungkan dengan port PC dari ATmega8535. 74HC244 memiliki pin G (pin 1 dan pin19 dihubungkan menjadi satu) yang dihubungkan dengan pin Q3 dari IC 74HC154. Pada saat pin G berlogika “low”, maka kondisi setiap tombol akan muncul pada output 74HC244, dan dapat dibaca oleh mikrokontroler melalui port PC. Pada saat pin G berlogika “high”, maka kondisi output dari 74HC244 akan mengambang (floating), sehingga mikrokontroler dapat melakukan pembacaan data dari modul rangkaian yang lain melalui port PC. Jadi siklus pembacaan tombol hanya terjadi pada saat pin G berlogika “low”.

Rangkaian panel tombol ditunjukkan pada gambar 3.17.





**Gambar 3.17** Rangkaian panel tombol

### 3.2.4 Rangkaian Mikrokontroler dan Multiplexer/demultiplexer

Mikrokontroler ATmega8535 berperan sebagai unit pengolah data utama dalam sistem saklar otomatis dengan perintah suara berbasis mikrokontroler ATmega8535.

ATmega8535 membaca sinyal pada pin keluaran rangkaian filter aktif lalu mengkonversikannya ke dalam format digital untuk diolah menjadi data yang dibutuhkan dalam proses penerjemahan suara. Pin *FREQ* dari rangkaian filter aktif dihubungkan dengan pin PD.6 (ICP1) ATmega8535. Gelombang persegi dari pin *FREQ* memiliki frekuensi yang sama dengan sinyal yang berasal dari mikrofon elektret.

Parameter yang digunakan dalam sistem ini adalah frekuensi, sehingga data yang diambil bukanlah berdasarkan bentuk gelombang, melainkan besar frekuensi dari sinyal yang terdeteksi. Pembacaan frekuensi dilakukan dengan memanfaatkan fitur Input Capture Timer/Counter1 (ICP1) ATmega8535. Input Capture adalah fitur mikrokontroler yang berfungsi untuk mengukur perioda pulsa yang memicu pin ICP1, dimana dalam sistem ini pulsa yang diukur berupa bagian fase positif dari sinyal input yang terdeteksi oleh mikrofoon elektret.

Nilai frekuensi yang terukur dihitung dengan persamaan  $f = \frac{f_{clk}}{2 \cdot CNT} \rightarrow$

$$f_{clk} = \frac{f_{osc}}{N}.$$

Keterangan :

$f$  = nilai frekuensi yang terukur (Hz)

$CNT$  = nilai hasil pembacaan mode input capture

$f_{clk}$  = nilai frekuensi sumber detak Timer/Counter1 (Hz)

$f_{osc}$  = nilai frekuensi sumber detak dari sistem mikrokontroler (Hz)

$N$  = prescaler (1, 8, 64, 256, 1024)

Pada mode input capture, sumber detak dari Timer/ Counter1 berasal dari sumber detak sistem mikrokontroler ATmega8535 yaitu berupa crystal osilator sebesar 11,0592 MHz, dengan prescaler sebesar 64, maka dapat dihitung frekuensi sumber detak Timer/Counter1 sebagai berikut :

$$f_{clk} = \frac{f_{osc}}{N} = \frac{11059200Hz}{64} = 172800Hz.$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai frekuensi sumber detak Timer/Counter1 sebesar 172,8 kHz, sehingga persamaan untuk mencari nilai frekuensi yang terukur dapat diperjelas menjadi  $f = \frac{f_{clk}}{2 \cdot CNT} = \frac{172800Hz}{2 \cdot CNT}$ .

Perubahan sinyal pada pin ICP1 baik berupa rising edge maupun falling edge, akan memerintahkan mikrokontroler menyalin data dari register TCNT ke dalam register ICR1 (ICR1H dan ICR1L) dan menjalankan subrutin interupsi ICP1. Nilai TCNT akan terus bertambah secara otomatis tanpa memerlukan perintah mulai ataupun perintah berhenti.

Pada saat sinyal rising edge data di dalam register ICR1 dibaca dan disimpan sebagai data awal, sedangkan pada saat sinyal falling edge data di dalam register ICR1 dibaca dan disimpan sebagai data akhir, lalu selisih antara nilai data akhir dengan data awal disebut CNT. Secara matematis dapat dituliskan ke dalam persamaan:

$$CNT = data\ akhir - data\ awal$$

Pin LTO dari rangkaian filter aktif dihubungkan dengan pin PA0 ATmega8535. Sinyal dari pin ini berfungsi sebagai tanda bagi mikrokontroler untuk memulai pengolahan sinyal suara baik penyimpanan suara maupun penerjemahan suara. Sinyal LTO akan aktif jika terdapat sinyal suara dengan

amplitude di atas tegangan ambang tertentu (tegangan ambang ditentukan pada saat pengukuran dan pengujian alat). Hal ini bertujuan untuk mengurangi noise beramplitudo rendah yang mampu lolos dari rangkaian filter serta mencegah mikrokontroler melakukan pendeteksian yang salah terhadap suara ucapan yang bukan merupakan kode perintah bagi sistem ini.

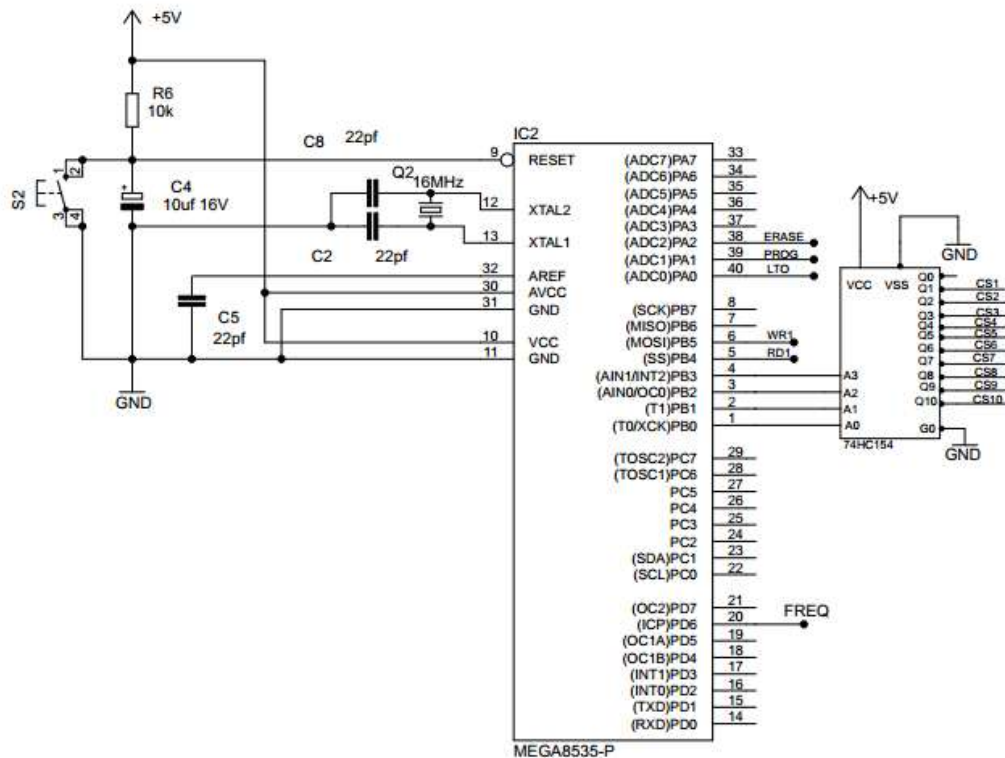
ATmega8535 bertugas membaca panel tombol guna mengarahkan langkah kerja sistem sesuai dengan pengaturan pengguna. ATmega8535 bertugas menyimpan dan mengambil data ke/dari dalam memory eksternal untuk digunakan dalam proses penerjemahan suara. ATmega8535 bertugas menampilkan pada LCD status kerja sistem ataupun status output sesuai dengan mode kerja yang sedang dijalankan. ATmega8535 bertugas menyalakan atau mematikan output relay sesuai dengan kode perintah suara yang diucapkan.

Port PC (PC0 sampai dengan PC7) digunakan sebagai port data parallel bagi masing-masing dari rangkaian panel tombol, rangkaian memory, rangkaian LCD, dan rangkaian relay. Setiap rangkaian tersebut memiliki pin “enable” yang berfungsi untuk memudahkan mikrokontroler mengakses masing-masing rangkaian secara multiplexer/demultiplexer. Rangkaian multiplexer/demultiplexer tersusun dari mikrokontroler ATmega8535 dan IC 74HC154. Pin “enable” dari masing-masing rangkaian tersebut dihubungkan dengan pin output dari 74HC154, sedangkan input dari 74HC154 (A0 sampai dengan A3) dihubungkan dengan port PB (PB0 sampai dengan PB3). 74HC154 adalah piranti demultiplexer 4 ke 16 yang berfungsi untuk membantu mikrokontroler memilih rangkaian mana yang akan diakses.

Rangkaian memory memiliki mode akses baca, tulis, program, dan hapus data yang masing-masing memerlukan sinyal perintah yang berasal dari pin Read, pin Write, pin Program, dan pin Erase, maka dipilihlah pin PB4 yang terhubung dengan pin Read, pin PB5 yang terhubung dengan pin Write, pin PA1 terhubung dengan pin Program, dan pin PA2 terhubung dengan pin Erase.

Penjelasan secara detail tentang cara mengakses dari masing-masing rangkaian tersebut akan dijelaskan pada subbab lain yang secara terperinci menjelaskan setiap rangkaian.

Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 3.18.



**Gambar 3.18** Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535 dan multiplexer

### 3.2.5 Rangkaian Memory

Sistem ini menggunakan dua macam memory eksternal yaitu SRAM sebagai buffer data saat proses perekaman suara sementara dan EEPROM sebagai penyimpan data suara ucapan secara permanen ketika proses perekaman sudah diverifikasi. Rangkaian memory ditunjukkan pada gambar 3.19. Koneksi jalur data (D0~D7) yang bersesuaian dari kedua memory terhubung menjadi satu, begitu pula koneksi jalur alamat (A0~A14) yang bersesuaian dari kedua memory. Dua jalur alamat A19 dan A20 dari mikrokontroler berfungsi untuk menentukan chip memory manakah yang sedang diakses oleh mikrokontroler.

Pada saat pemrograman atau penghapusan EEPROM diperlukan sinyal “program” dan sinyal “erase” kepada rangkaian guna memilih tegangan yang sesuai bagi pin VPP dan A9. Syarat pemrograman EEPROM adalah tegangan pin VPP sebesar 12VDC dan tegangan VCC adalah sebesar 5VDC, sedangkan syarat penghapusan EEPROM adalah tegangan VPP dan A9 adalah sebesar 14VDC,

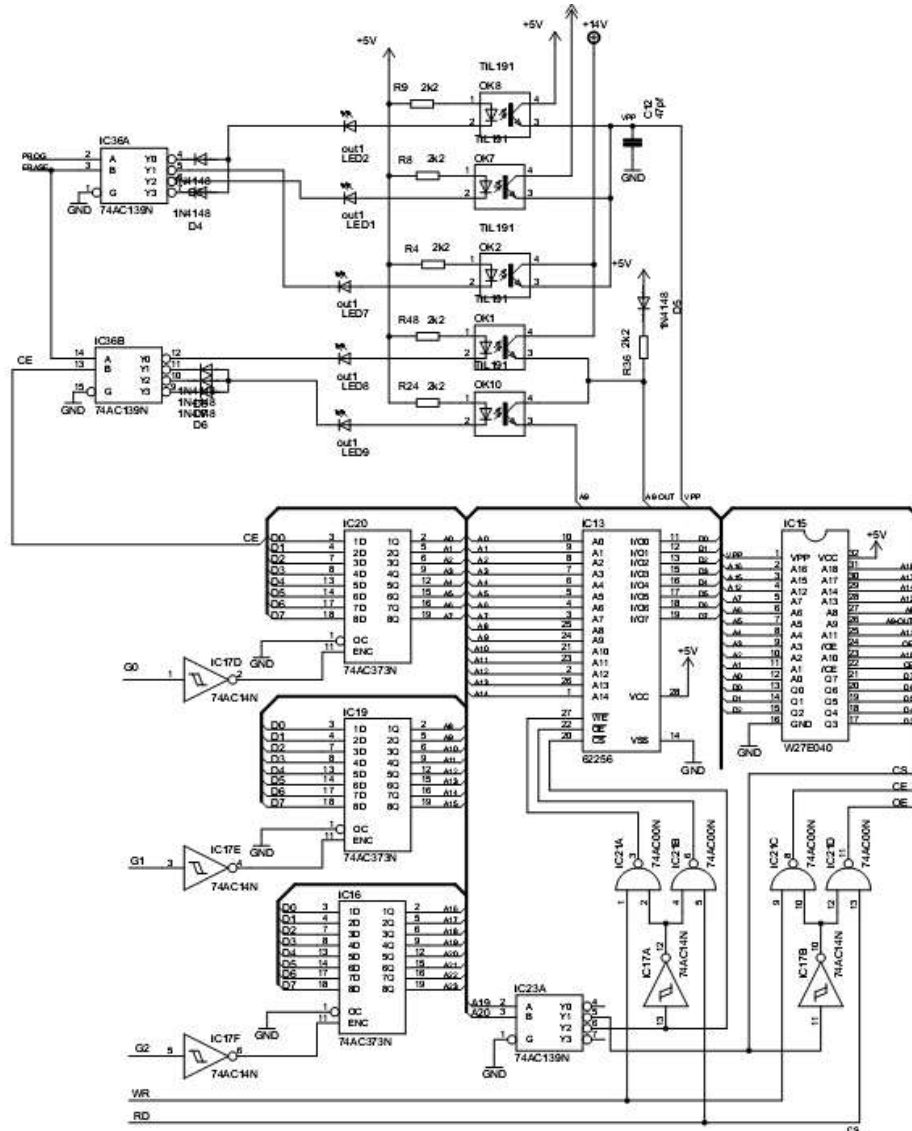
serta tegangan VCC adalah sebesar 5VDC. Syarat pembacaan EEPROM semua pin VPP, VCC, dan A9 mengikuti level tegangan TTL sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Rangkaian pemilih tegangan VPP dan A9 terdiri dari lima buah optocoupler yaitu OK1 sampai dengan OK5 dan IC 74HC139(B). Rangkaian OK3 sampai dengan OK5 berfungsi sebagai pemilih tegangan bagi pin VPP, dimana kolektor dari masing-masing optocoupler tersebut secara berurutan terhubung dengan tegangan 5VDC, 12VDC, dan 14VDC, sedangkan semua emitornya terhubung menjadi satu dengan pin VPP. Bagian input dari masing-masing optocoupler tersebut terhubung dengan output dari 74HC139(B). Input OK3 terhubung dengan pin Y1.a, input OK4 terhubung dengan pin Y2.a, sedangkan input OK5 terhubung dengan pin Y0.a dan Y3.a melalui diode penyearah guna mencegah kedua output tersebut terhubung singkat. Pin input A.a dan B.a dari 74HC139(B) masing-masing dihubungkan dengan pin PA1 dan pin PA2 dari ATmega8535 yang berfungsi sebagai pin “program” dan pin “erase”.

Rangkaian OK1 sampai dengan OK2 berfungsi sebagai pemilih tegangan bagi pin A9. Kolektor dari OK2 terhubung dengan tegangan 14VDC sedangkan emitornya bersama-sama dengan kolektor dari OK1 terhubung dengan pin A9 EEPROM. Emitor dari OK1 terhubung dengan jalur input alamat A9. Bagian input dari masing-masing optocoupler tersebut terhubung dengan output dari 74HC139. Input OK2 terhubung dengan pin Y0.b, sedangkan input OK1 terhubung dengan pin Y1.b sampai dengan Y3.b melalui diode penyearah guna mencegah ketiga output tersebut terhubung singkat.

Tiga buah IC 74HC373 berfungsi sebagai pengancing alamat dari kedua memory, dimana 74HC373 yang pertama (IC20) sebagai pengancing alamat A0 sampai dengan A7, 74HC373 yang kedua (IC19) sebagai pengancing alamat A8 sampai dengan A15, dan 74HC373 yang terakhir (IC18) sebagai pengancing alamat A16 sampai dengan A23. Input dari ketiga IC tersebut (D0 sampai dengan D7) dihubungkan menjadi satu dengan port PC dari ATmega8535. Pin “enable “ dari masing-masing 74HC373 secara berurutan terhubung dengan pin Q4, Q5, dan Q6 dari demultiplekser 74HC154. Input A dan B 74HC139 (A) masing-masing terhubung dengan jalur alamat A19 dan A20, yang berfungsi menentukan chip

memory manakah yang akan diakses. Dari gambar 3.19 terlihat bahwa RAM memiliki alamat 100000 H s/d 1FFFFFF H, sedangkan ROM memiliki alamat 80000 H s/d 8FFFF H.



**Gambar 3.19** Rangkaian modul memory

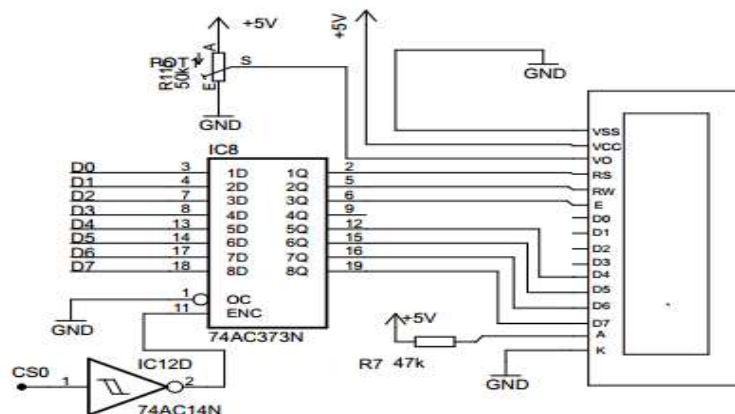
Setiap data kode perintah yang ucapkan menempati ruang tersendiri yang sudah ditentukan di dalam SRAM dan EEPROM dengan ukuran maksimal sebesar 1000 x 1byte. Alamat SRAM dan EEPROM dari masing-masing kode perintah ditunjukkan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Alamat SRAM dan EEPROM dari setiap kode perintah

Kode perintah	Alamat SRAM	Alamat EEPROM
“nama”	03E9 H s/d 07D1 H	0000 H s/d 03E8 H
“nyalakan”	07D2 H s/d 0BBA H	03E9 H s/d 07D1 H
“matikan”	0BBB H s/d 0FA3 H	07D2 H s/d 0BBA H
“kipas”	0FA4 H s/d 138C H	0FA4 H s/d 138C H
“lampu”	138D H s/d 1775 H	138D H s/d 1775 H
Input ucapan	0000 H s/d 03E8 H	Tidak tersedia

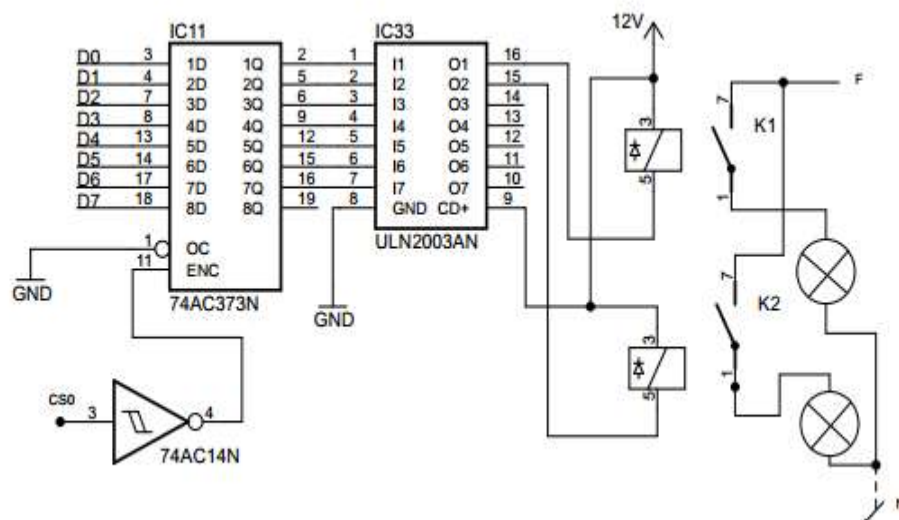
### 3.2.6 Rangkaian LCD

Pada mode perekaman, LCD akan menampilkan kata kunci yang harus diucapkan oleh pengguna. LCD juga berfungsi menampilkan pilihan menu dan pesan sesuai langkah kerja yang sedang dijalankan guna mempermudah komunikasi antara pengguna dengan sistem. Pada mode normal LCD akan menampilkan kondisi output dari relay1 dan relay2. LCD juga akan menampilkan pesan “perintah tidak dimengerti” jika perintah suara tidak cocok dengan kata kunci yang terdapat dalam database. Rangkaian LCD ditunjukkan pada gambar 3.20.

**Gambar 3.20** Rangkaian LCD

### 3.2.7 Rangkaian Modul Relay

Relay berperan sebagai penggerak beban output akhir (misalnya lampu dan kipas angin). Relay juga berfungsi sebagai isolator antara rangkaian sistem utama yang memiliki rating tegangan dan arus rendah dengan rangkaian beban yang memiliki rating tegangan dan arus lebih tinggi. Rangkaian modul relay ditunjukkan pada gambar 3.21.

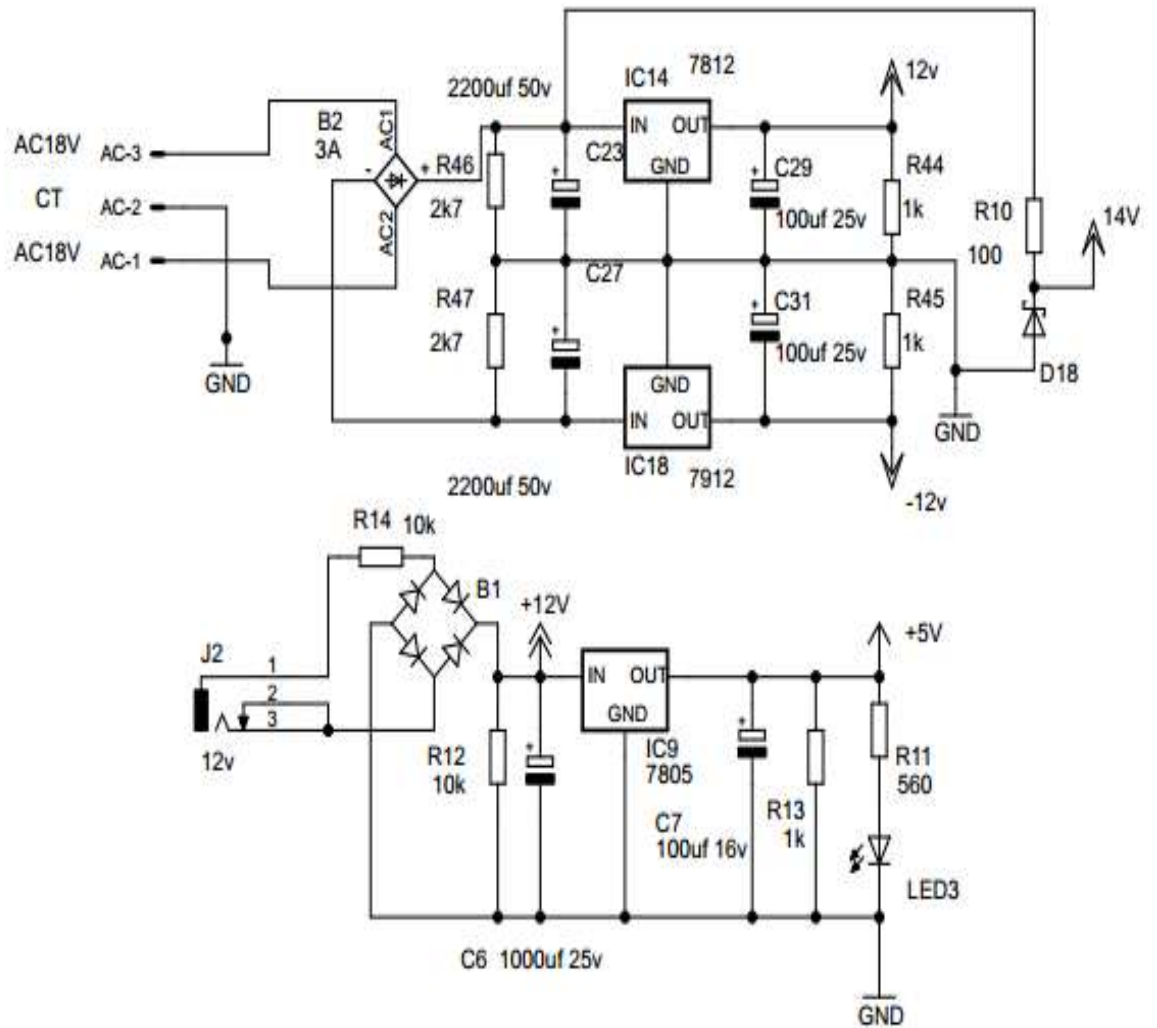


Gambar 3.21 Rangkaian modul relay

### 3.2.8 Rangkaian Catu Daya

Catu daya (tegangan suplai) berfungsi untuk memberikan suplai tegangan kepada seluruh rangkaian. Catu daya pada sistem ini membutuhkan tegangan input 220VAC 50/60 Hz 35W dan menghasilkan tegangan output 5VDC 1A, 12VDC 1A, -12VDC 1A, 14VDC 0.1A, dan 0VDC. Rangkaian catu daya ditunjukkan pada gambar 3.22.

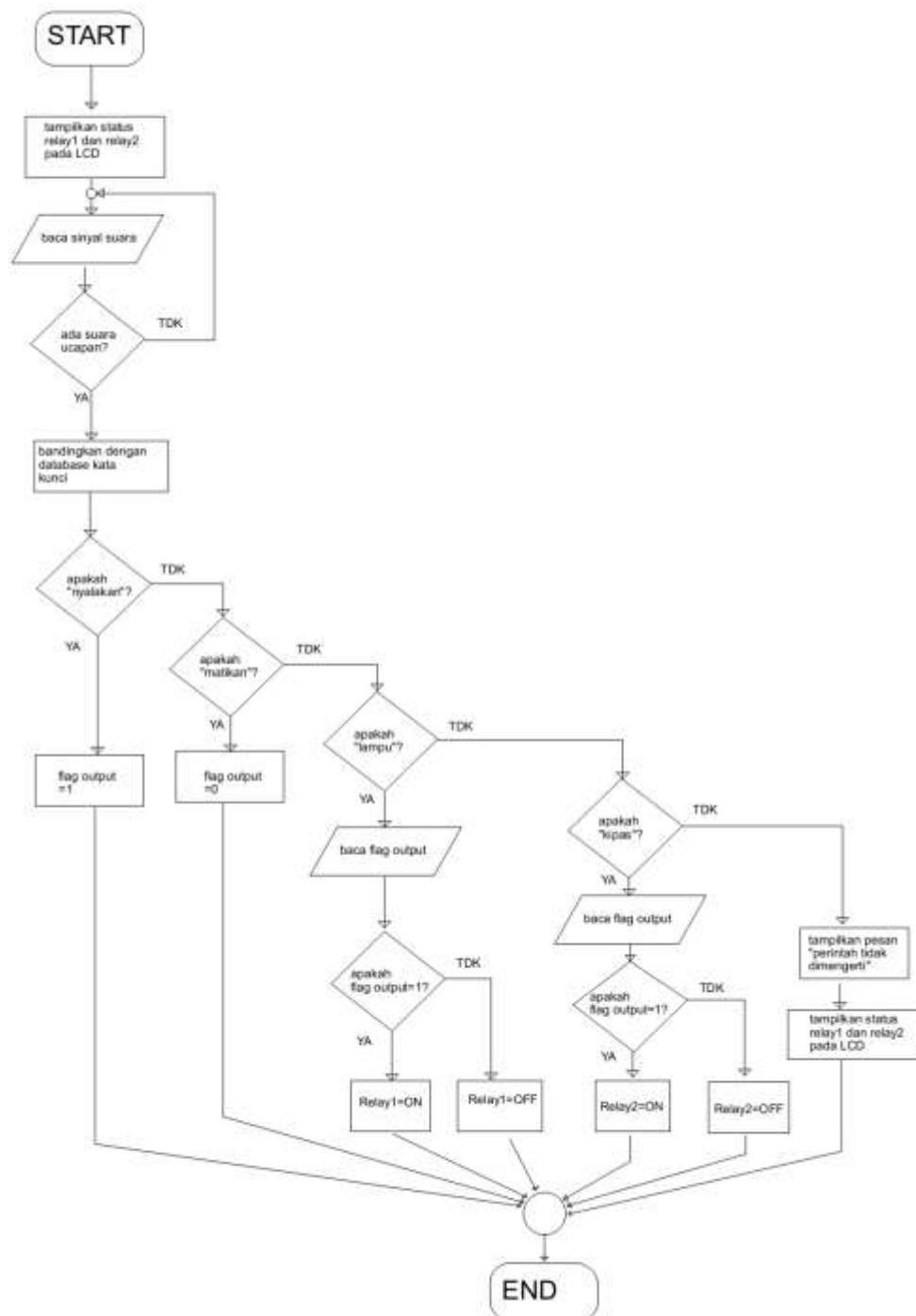




**Gambar 3.22** Rangkaian Catu Daya

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perencanaan perangkat lunak pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman C Code Vision AVR. Pada gambar 3.23 adalah alur diagram dari program.



**Gambar 3.23** *Flowchart* sistem