

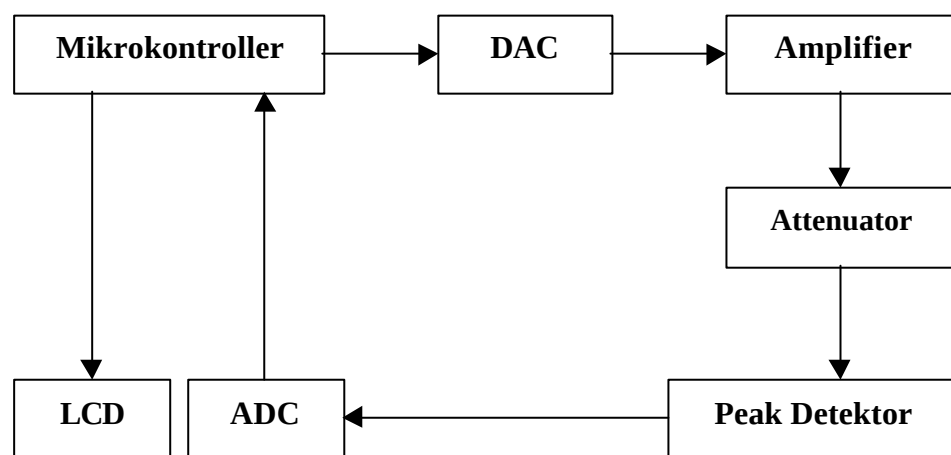
3. PERENCANAAN

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan alat dari rangkaian yang akan dibuat, yang meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak.

Sistematika perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Merancang diagram blok sistem secara keseluruhan.
2. Merancang rangkaian elektronika yang diperlukan untuk setiap blok sistem.
3. Merencanakan perangkat lunak.

3.1. Blok Diagram



Gambar 3.1. Blok Diagram Identifier Gain dan Bandwidth

Cara kerja blok diagram:

Rangkaian mikrokontroller yang terdiri atas rangkaian mikro single chip dan memakai IC 89C51 dari Atmel ini, salah satu tugasnya adalah untuk mengenerate atau menghasilkan sinyal frekuensi square waves dari 200 KHz sampai dengan 10 Hz, dengan tegangan output peak to peak 500 mv menggunakan software. Frekuensi tersebut dikirimkan secara teratur mulai dari

200 KHz sampai 10 Hz dengan skala logaritmik. Output yang telah dihasilkan oleh rangkaian mikrokontroller tersebut berupa data digital yang berbentuk nilai biner. Dimana nilai biner itu untuk kasus ini adalah 25 biner. Bagaimana untuk mendapatkan nilai itu akan dibahas secara spesifik pada bagian penjelasan DAC dibawah. Output dari mikrokontroller ini akan masuk ke rangkaian digital to analog converter atau DAC yang nantinya akan dikonverter atau diubah menjadi sinyal analog. Sehingga secara otomatis output dari rangkaian DAC ini adalah sinyal analog dengan tegangan output 500 mv peak to peak dan berupa square wave. Sinyal analog tersebut akan menjadi input bagi audio amplifier yang akan diuji. Lalu sinyal hasil pembesaran tersebut, akan masuk ke rangkaian attenuator untuk dilemahkan 1 / 2 kali. Sinyal yang telah dilemahkan tersebut akan dikirim ke rangkaian peak detektor untuk dideteksi amplitudo dari sinyal tersebut. Rangkaian peak detektor ini memakai double supply, sehingga hanya belahan positifnya saja yang dideteksi oleh rangkaian ini. Nilai atau sinyal yang telah dideteksi tersebut selanjutnya akan dimasukkan ke rangkaian analog to digital converter atau ADC untuk diubah bentuknya dari analog ke digital. Proses konversi ADC ini akan dimulai saat ada sinyal write dari low ke high dari mikrokontroller. Setelah ADC mengkonversi data tersebut maka rangkaian ADC akan mengirimkan interrupt pada rangkaian mikro untuk memberitahu bahwa ADC selesai konversi data. Lalu rangkaian mikrokontroller akan mulai mengambil data tersebut dengan mengirimkan sinyal low read. Setelah data yang berbentuk nilai biner tersebut diterima oleh mikrokontroller maka data hasil output per frekuensi tersebut akan diletakkan secara berurutan di dalam memori MCS-51. Data yang telah diletakkan di memory tersebut akan diseleksi oleh rangkaian mikrokontroller sesuai dengan peraturan yang ditetapkan untuk ditampilkan le layar LCD. Peraturan tersebut adalah:

1. Diambil frekuensi referensi 1 KHz
2. Untuk gain, nilai output ADC dibagi dengan nilai output mikrokontroller
3. Untuk bandwidth, nilai ADC pada 1 KHz dibagi dengan nilai ADC pada frekuensi yang dicek, lalu hasilnya dikali 10. Jika hasil perkalian itu lebih kecil dari 14 maka frekuensi yang pertama kali nilainya dicek dan hasilnya lebih kecil dari 14 itulah yang ditampilkan pada LCD.

3.2. Perencanaan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan dipakai dalam alat ini akan dibahas secara menyeluruh dalam bagian ini.

3.2.1. Mikrokontroler 89C51

Agar dapat bekerja dengan baik, maka harus direncanakan terlebih dahulu beberapa hal penting di dalam mendesain sebuah rangkaian mikrokontroler yaitu I/O map, rangkaian clock dan rangkaian reset.

3.2.1.1. I/O Map

Fungsi dari semua port pada rangkaian controller ini adalah sebagai berikut:

- Port 0 digunakan untuk menerima output data dari ADC yang sudah dikonversi ke bentuk digital oleh ADC.
- Port 1 digunakan untuk menampilkan hasil pengolahan data ke LCD, port yang dipakai hanya port 1.4 sampai dengan port 1.7.
- Port 2 digunakan untuk mengirim sinyal data digital yang telah dihasilkan oleh mikrokontroler ke DAC.

3.2.1.2. Rangkaian Clock

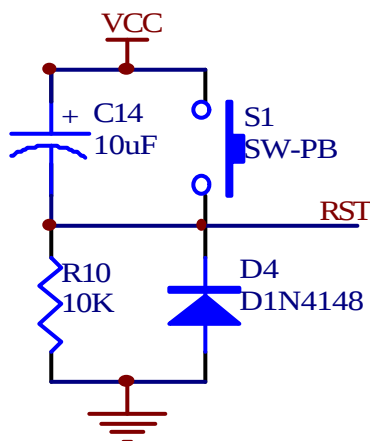
Rangkaian clock berfungsi untuk menghasilkan sinyal clock yang dibutuhkan oleh mikrokontroler AT89C51. Rangkaian yang dibuat dalam tugas akhir ini adalah rangkaian yang dianjurkan oleh ATMEL selaku pembuat mikrokontroler ini. Mikrokontroler ini mempunyai internal clock generator yang berfungsi sebagai sumber clock, namun masih diperlukan rangkaian tambahan sederhana untuk membangkitkan clock yang diperlukan. Rangkaian clock tersusun atas sebuah komponen kristal dan 2 buah kapasitor. Nilai kristal yang digunakan disini adalah sebesar 24 MHz. Nilai kapasitansi dari kapasitor yang digunakan adalah sebesar 30 pf. Harga kapasitansi dari kapasitor ini diambil berdasarkan ketentuan yang diberikan oleh databook yaitu berkisar antara 20 pf - 40 pf, jika digunakan osilator kristal antara 30 pf - 50 pf, maka digunakan keramik

resonator. Karena menggunakan osilator kristal, maka digunakan kapasitor dengan nilai kapasitansi sebesar 30 pf.

3.2.1.3. Rangkaian Reset

Rangkaian reset dibuat untuk mereset minimum sistem sehingga proses bisa dijalankan mulai dari awal. Sinyal reset diinputkan pada pin RST dari AT89C51, yang mana merupakan input ke sebuah schmitt trigger. Rangkaian reset untuk minimum sistem MCS-51 ini dirancang agar mempunyai kemampuan “power on reset”, yaitu reset yang terjadi pada saat sistem mendapatkan catu daya pertama kali. Disamping itu, reset juga dapat dilakukan secara manual dengan disediakannya tombol reset yaitu tombol tekan (push button). Untuk membuat rangkaian reset ada hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- Lebar pulsa untuk sinyal reset harus lebih besar dari 24 periode osilasi atau 2 siklus mesin. Satu siklus mesin (t) = $1 / f_{\text{osilator}}$.
- Waktu naik (rise time) dari catu daya (V_{cc}) tidak lebih dari 1 milidetik.
- Waktu start up dari osilator tidak lebih dari 10 milidetik.
- Tegangan reset yang diperlukan pada pin mikrokontroler adalah lebih dari atau sama dengan 3,5 Volt.



Gambar 3.2. Rangkaian Reset

Dari rangkaian tersebut dapat diketahui bahwa pada saat catu daya baru dinyalakan, kapasitor bersifat seperti short circuit sehingga tegangan pada pin RST adalah sebesar tegangan VCC (5 Volt). Sesuai dengan karakteristik pengisian kapasitor, maka tegangan yang jatuh pada kapasitor akan meningkat seiring dengan waktu. Pada suatu ketika tegangan kapasitor ini akan cukup besar sehingga tegangan pada pin RST lebih kecil daripada tegangan reset minimum yang diijinkan. Dengan asumsi bahwa waktu start up dari osilator adalah 10 mili detik dan frekuensi osilator adalah 24 MHz, maka lebar pulsa reset pada pin RST harus lebih besar dari harga berikut:

$$t = T_{\text{start up osilator}} + (24 / (\text{frek. osilator})) \quad (3.1)$$

$$t = 10^{-2} + (24 / (24 \cdot 10^6))$$

$$t = 10,001 \text{ milidetik}$$

Dengan ketentuan bahwa tegangan reset minimum adalah sebesar 3,5 volt, maka akan diperoleh nilai resistor dan kapasitor yang harus digunakan pada rangkaian dengan menggunakan rumus tegangan pada pin RST seperti berikut ini:

$$V_{\text{RST}} = V_{\text{CC}} (1 - e^{-t/(RC)}) \quad (3.2)$$

$$3,5 = 5 (1 - e^{-0,010001/(RC)})$$

$$5e^{-0,010001/(RC)} = 1,5$$

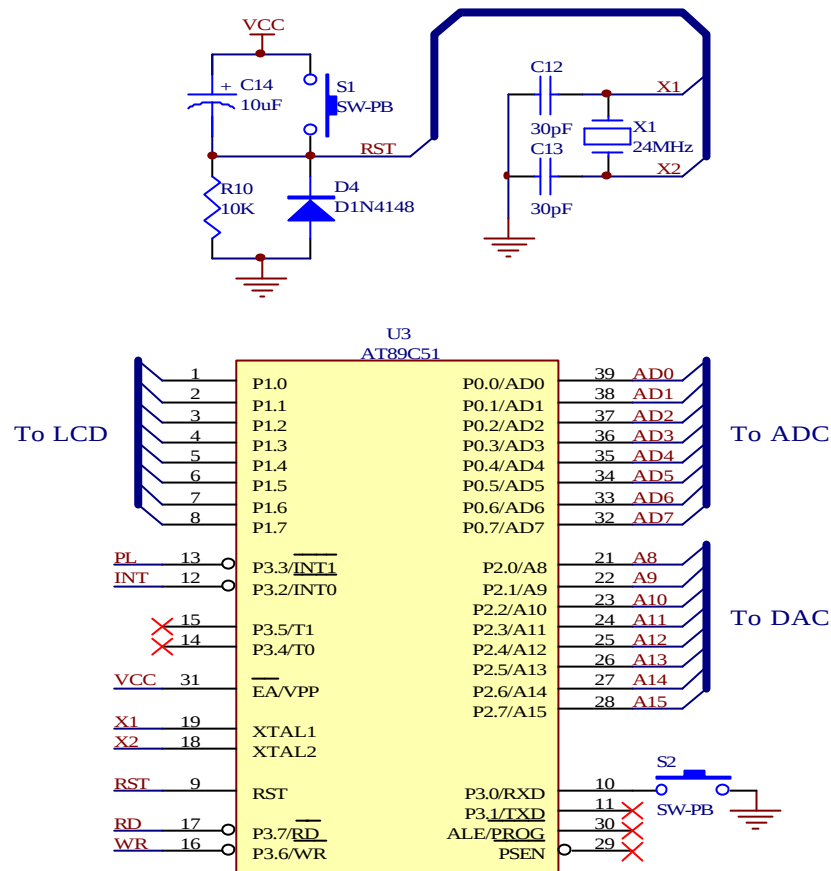
$$\ln(e^{-0,010001/(RC)}) = \ln 0,3$$

$$0,010001 / (RC) = 1,203972804$$

$$RC = 0,008306666 \text{ detik}$$

$$= 8,306666 \text{ milidetik}$$

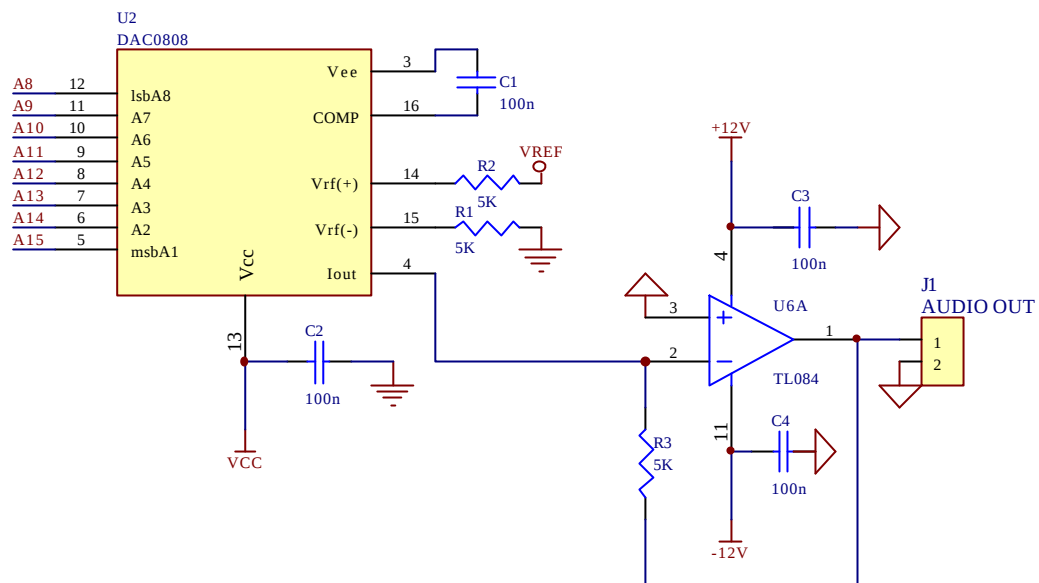
Ada banyak nilai resistor dan kapasitor yang bisa memenuhi persyaratan diatas. Sesuai databook dipilih resistor sebesar 10 K Ω dan nilai kapasitor sebesar 10 μ F. Dengan menggunakan nilai-nilai ini, didapatkan lebar pulsa reset sebesar 73,6 milidetik yang lebih besar daripada lebar pulsa reset minimum.



Gambar 3.3. Rangkaian Mikrokontroller

3.2.2. DAC (Digital to Analog Converter)

Dalam tugas akhir ini dipakai IC DAC (Digital to Analog Converter) tipe 0808. Dimana IC DAC 0808 ini adalah suatu pengubah sinyal bentuk digital ke analog, 8 bit yang berbentuk monolithic. Dibawah ini adalah gambar rangkaian DAC yang akan dibuat.



Gambar 3.4. Rangkaian DAC

Adapun prinsip kerja dari rangkaian DAC ini adalah sebagai berikut:

IC DAC 0808 akan menerima sinyal digital 8 bit yang telah dihasilkan oleh mikrokontroller untuk dikonversi bentuknya menjadi sinyal analog. Perubahan sinyal digital ke analog ini sangat diperlukan, karena sinyal output yang dihasilkan oleh DAC ini nantinya akan dimasukkan ke amplifier dimana untuk sinyal input amplifier ini dibutuhkan sinyal yang berbentuk analog. Input dari DAC ini adalah berupa sinyal data digital 8 bit dari MCS-51. Pada rangkaian DAC ini dipakai voltage referensi sebesar 5 volt. Voltage referensi disini diperlukan untuk menseting tegangan per bitnya. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Teg. ref.} / 255 &= 5 \text{ volt} / 255 \\ &= 0,02 \text{ volt} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Disini diperlukan tegangan output DAC sebesar 0,5 volt peak to peak. Jadi supaya output dari DAC ini berupa sinyal analog yang bernilai 0,5 volt peak to peak, maka harus diketahui nilai biner dari data digital itu sama dengan berapa volt. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

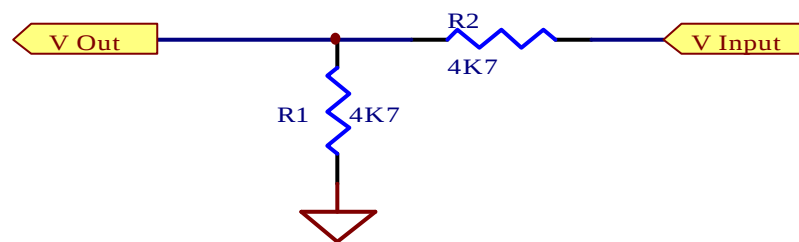
$$\begin{aligned}
 \text{Nilai biner} &= V_{\text{out}} / V_{\text{perbit}} & (3.4) \\
 &= 0,5 \text{ volt} / 0,02 \text{ volt} \\
 &= 25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{out}} &= V_{\text{ref}} (A_1/2 + A_2/4 + A_3/8 + \dots + A_8/256) & (3.5) \\
 0,5 \text{ volt} &= 5 \text{ volt} \times (25 \text{ biner}) \\
 &= 5 \text{ volt} \times ((1/16) + (1/32) + (1/256)) \\
 &= 0,488 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan diatas maka DAC dapat mengkonversi data digital yang diterimanya menjadi tegangan sinyal analog sesuai dengan yang kita inginkan.

3.2.3. Attenuator

Rangkaian attenuator di dalam tugas akhir ini berfungsi untuk melemahkan sinyal output dari amplifier yang berbentuk sinyal AC sebelum masuk ke rangkaian peak detektor menjadi setengah kalinya. Dibawah ini adalah gambar rangkaian attenuator yang dibuat.

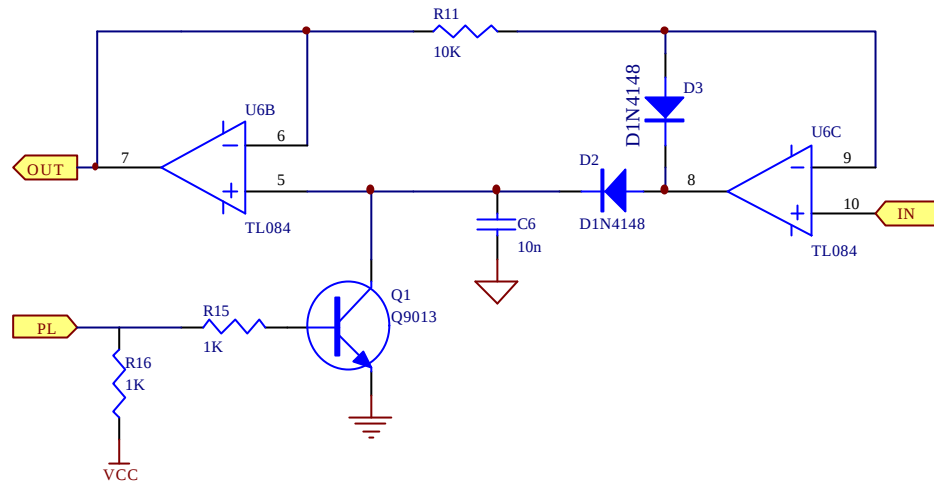


Gambar 3.5. Rangkaian attenuator

Adapun rumus untuk menentukan pelemahan sinyal sebesar 0,5 kali itu adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Att} (X) &= R_1 / (R_1 + R_2) & (3.6) \\
 &= 4700 \, \Omega / (4700 \, \Omega + 4700 \, \Omega) \\
 &= 1 / 2 \text{ kali } (X)
 \end{aligned}$$

3.2.4. Peak Detektor



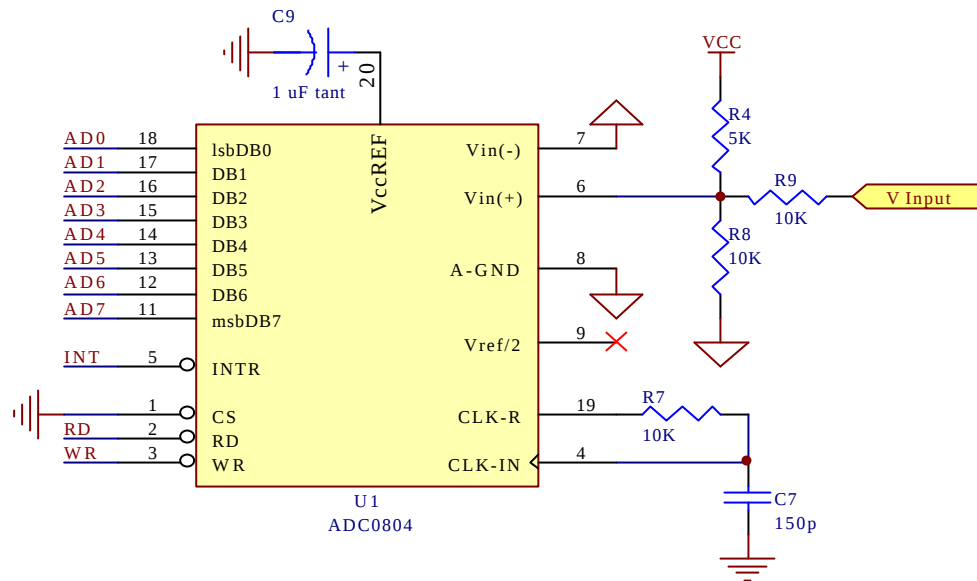
Gambar 3.6. Rangkaian Peak Detektor

Peak detektor disini berguna untuk mengukur amplitudo tertinggi atau peak to peak dari sinyal input, dimana ini dikarenakan sinyal input yang berbentuk AC tersebut berubah-ubah terus amplitudonya.

Cara kerja dari peak detektor ini adalah dioda D2 akan mengambil belahan positif dari sinyal input yang untuk selanjutnya akan mengisi kapasitor C6. Kapasitor C6 akan menyimpan dan menahan tegangan puncak dari sinyal. Dan untuk selanjutnya besar tegangan puncak ini akan dikirimkan ke ADC sehingga bisa segera dikonversikan oleh ADC. Setelah setiap satu konversi sinyal selesai, Rangkaian MCS-51 akan memberikan sinyal melalui PL sehingga transistor Q1 akan aktif dan menyebabkan muatan C6 kosong sehingga rangkaian siap menerima sinyal input berikutnya. Demikian proses ini diulang-ulang mulai dari frekuensi tertinggi sampai frekuensi terendah.

3.2.5. ADC (Analog to Digital Converter)

Dalam tugas akhir ini digunakan IC ADC 0804 dimana IC ADC 0804 adalah suatu pengubah analog ke digital produksi dari National Semiconductor, yang merupakan IC 8 bit dengan waktu konversi 100 mikro detik. Gambar lengkap rangkaian ADC 0804 ini dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Rangkaian ADC

Rangkaian ADC ini mulai mengkonversi sinyal analog yang masuk ke ADC dengan tanda sinyal dari rangkaian mikrokontroller yaitu low write (WR), didelay sesaat lalu mikrokontroller akan memberikan sinyal high write (WR) yang berarti proses konversi data dihentikan. Bersamaan dengan dikirimnya sinyal high write (WR) diberikan juga sinyal low read (RD) yang berarti proses pembacaan data hasil konversi tersebut mulai diambil oleh rangkaian mikrokontroller melalui port yang ada. Setelah beberapa saat mikrokontroller akan memberikan sinyal high read (RD) yang menandakan proses pengambilan data oleh mikrokontroller telah selesai.

Rangkaian ADC 0804 ini tidak memakai port Vref/2 yang ada pada IC DAC 0804 ini. Hal ini disebabkan karena tanpa Vref dirasa tegangan yang sudah ada yaitu 5 volt sudah lebih baik untuk mewakili tegangan per bitnya. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$V / 255 = V/\text{bit}$$

$$5 \text{ volt} / 255 = 0,02 \text{ volt} / \text{bit}$$

Untuk mengetahui berapa frekuensi clock yang dibutuhkan dapat kita hitung dengan rumus sebagai berikut:

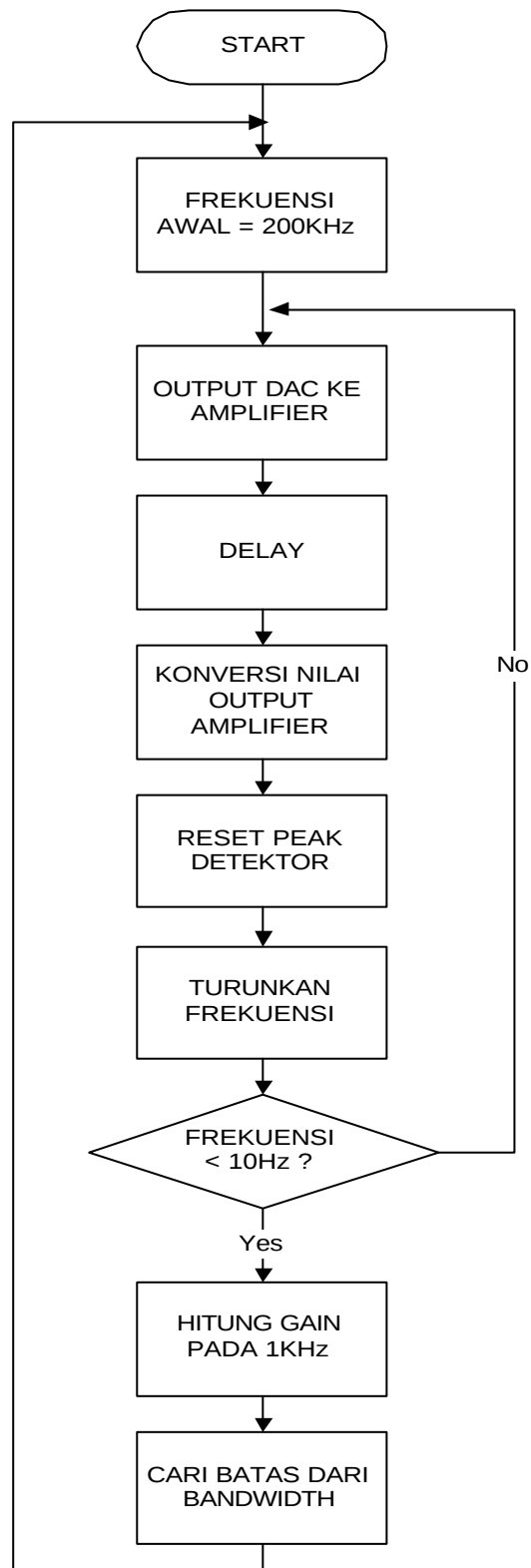
$$\begin{aligned} F_c &= 1 / (1,1 \cdot R.C) & (3.7) \\ &= 1 / (1,1 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-12}) = 606,06 \text{ KHz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu konversi} &= F_c / 8 & (3.8) \\ &= 606,06 \text{ KHz} / 8 = 75757 \text{ kali per sec} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu konversi harga pembagi 8 didapat dari databook yaitu untuk ADC 0804 dalam 1 kali konversi perlu 8 kali clock. Sehingga didapat hasil 75757 kali tiap detik, jadi ADC ini mampu mengkonversi 75757 data tiap detiknya.

3.3. Perencanaan Perangkat Lunak

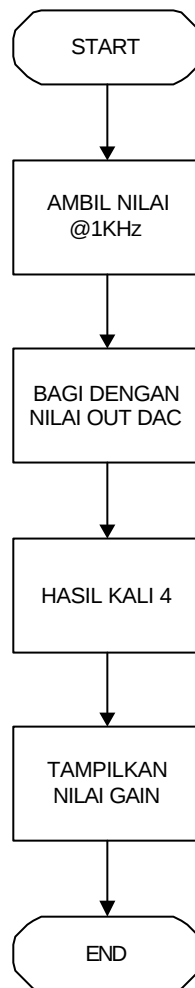
Disamping perangkat keras, diperlukan pula perangkat lunak untuk menjalankan alat ini. Perangkat lunak ini merupakan bagian penting yang akan menyokong bekerjanya alat yang direncanakan ini. Disini hanya akan memakai program bahasa assembly untuk perangkat lunaknya. Untuk lebih jelasnya dapat melihat flowchart pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Flowchart Keseluruhan

Penjelasan flowchart tersebut adalah sebagai berikut:

Pertama kali software akan mulai bekerja dengan membangkitkan frekuensi square wave mulai dari 200 KHz dengan tegangan output 500 mv peak to peak. Frekuensi 200 KHz yang berbentuk data digital ini kemudian masuk ke DAC untuk dikonversi menjadi sinyal analog. Output dari DAC ini akan langsung diterima oleh rangkaian amplifier yang akan diuji, sebagai input amplifier tersebut. Dalam pengiriman sinyal frekuensi dari rangkaian mikrokontroller ini, software diset untuk memberikan delay atau waktu senggang untuk mengirimkan frekuensi ke amplifier. Hal ini bertujuan untuk menstabilkan gelombang yang dihasilkan oleh amplifier yang diuji. Setelah batas waktu yang diset untuk pengiriman sinyal tersebut habis maka software akan memberikan sinyal write ke ADC untuk memerintahkan ADC bahwa sudah saatnya untuk mengkonversi nilai yang diterimanya. Setelah waktu konversi yang dipunyai ADC untuk mengkonversi data yang diterimanya sudah habis maka ADC akan memberikan interrupt kepada rangkaian mikro. Software yang telah menerima sinyal interrupt tersebut akan segera mengirimkan sinyal read ke ADC untuk mulai mengambil data hasil konversi tersebut yang untuk selanjutnya nilai data itu akan disimpan ke dalam memori MCS-51 yang sudah ditentukan sebelumnya. Bersamaan dengan dikirimnya sinyal read ke ADC itu software juga mengirimkan sinyal ke peak detektor untuk mereset nilai tegangan yang tersimpan di dalamnya. Hal ini dilakukan untuk mempersiapkan rangkaian peak detektor untuk menerima nilai tegangan output dari amplifier untuk frekuensi selanjutnya. Setelah nilai untuk frekuensi 200 KHz ini tersimpan di dalam memori dan rangkaian peak detektor sudah siap maka software akan mulai mengenerate atau membangkitkan frekuensi berikutnya yaitu 100 KHz. Proses selanjutnya sama seperti sebelumnya, sampai frekuensi terakhir yaitu 9 Hz. Jika software telah mendeteksi bahwa frekuensi yang dibangkitkan sudah lebih kecil dari 10 Hz maka proses penghitungan gain dimulai. Dibawah ini adalah flowchart dari proses penghitungan gain.



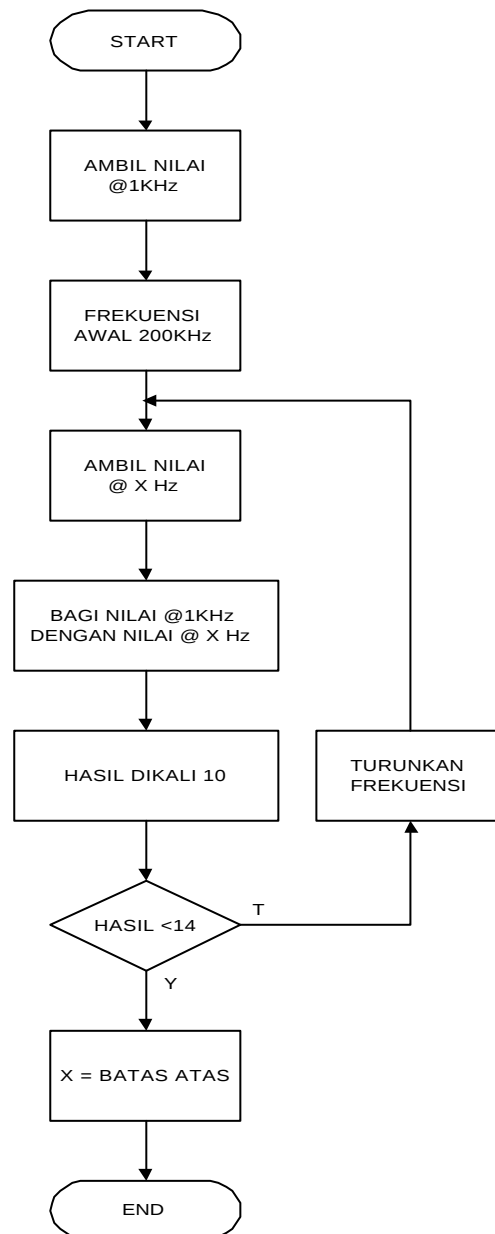
Gambar 3.9. Flowchart Penghitungan Gain

Penjelasan dari flowchart ini adalah sebagai berikut:

Setelah nilai-nilai tegangan output ADC dari masing-masing frekuensi telah tersimpan secara urut di dalam memori maka untuk proses penghitungan gain ini software akan langsung menuju pada alamat memori yang menyimpan nilai tegangan output pada 1 KHz. Setelah software mengetahui nilai tegangan tersebut maka software akan langsung menyimpannya pada suatu nama atau variabel. Dalam kasus ini diambil variabel temp. Nilai yang disimpan dalam variabel temp ini kemudian dibagi dengan nilai yang dioutputkan pada DAC. Hasil yang diperoleh dari perhitungan tersebut kemudian dikali dengan empat. Pengalihan ini dimaksudkan untuk mengembalikan nilai asli yang telah diperkecil

dengan adanya attenuator 1/2 kali dan peak detektor yang hanya mengambil belahan positifnya saja. Setelah didapatkan hasil pengalihan tersebut maka software akan memprosesnya untuk segera ditampilkan ke LCD.

Adapun setelah proses penghitungan gain ini dilanjutkan dengan proses pencarian batas-batas dari bandwidth. Dibawah ini adalah flowchart dari proses pencarian batas atas dari bandwidth.



Gambar 3.10. Flowchart Pencarian Batas Atas Bandwidth

Penjelasan flowchart pada gambar 3.10 adalah sebagai berikut:

Pertama-tama software akan tetap memakai nilai tegangan output ADC pada frekuensi 1 KHz sebagai referensinya. Nilai tersebut tetap disimpan dengan variabel temp, sama dengan pada proses penghitungan gain diatas. Lalu software mulai mengambil nilai tegangan output pada frekuensi 200 KHz. Nilai pada frekuensi 1 KHz lalu dibagi dengan nilai yang didapatkan dari frekuensi 200 KHz. Hasil yang didapatkan kemudian dikali 10. Hal ini dilakukan supaya software dapat mendeteksi jumlah nilai yang didapatkan dari hasil pembagian tersebut. Setelah dikali 10 maka hasilnya dilihat apakah sudah lebih kecil dari 14, jika sudah maka frekuensi pada saat nilai itulah yang menjadi batas atasnya, dan segera ditampilkan ke LCD. Jika masih lebih besar maka software akan melihat frekuensi dibawahnya yaitu 100 KHz. Lalu software akan menuju ke alamat memori yang menyimpan nilai pada saat frekuensi 100 KHz. Lalu nilai ADC pada saat 1 KHz dibagi dengan nilai pada saat 100 KHz. Hasilnya dikali 10, jika hasilnya masih lebih besar dari 14 maka software akan menurunkan frekuensi berikutnya untuk dicari nilai output ADC nya, begitu seterusnya sampai frekuensi 2 KHz. Adapun penjelasan rumus dari penjelasan diatas adalah sebagai berikut:

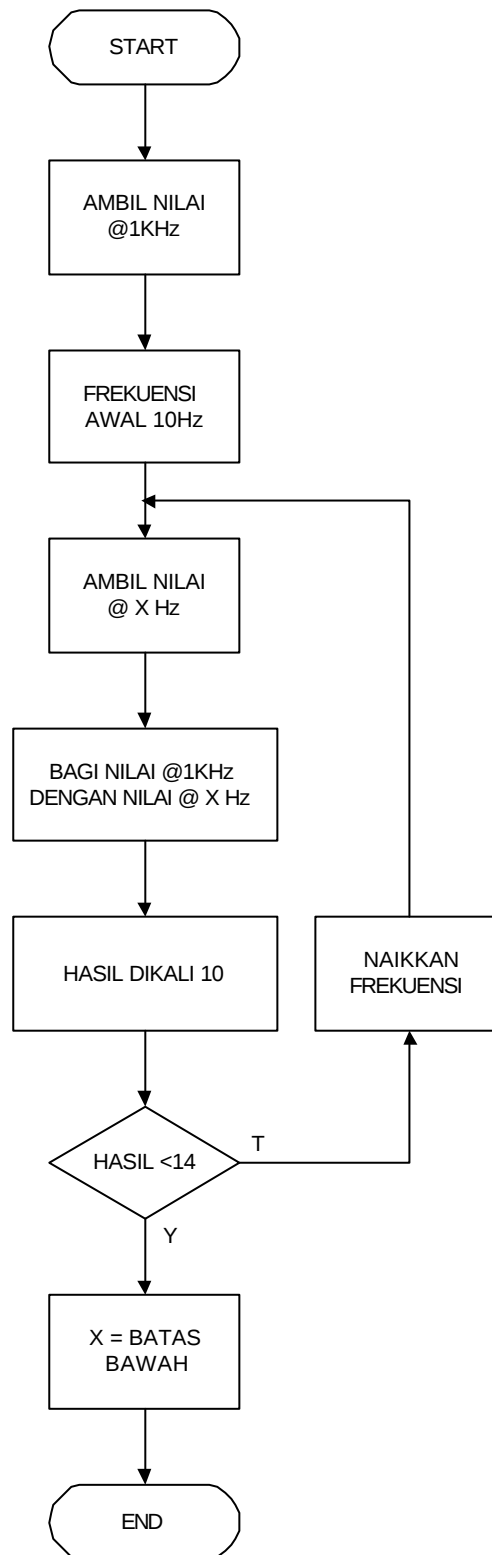
(Nilai ADC pada 1 KHz X 0,707) = Nilai ADC pada frek yang dicek

$$\begin{aligned} (\text{Nilai ADC pada 1KHz}) / (\text{Nilai ADC pada frek. yang dicek}) &= (1 / 0,707) \\ &= 1,4 \end{aligned}$$

Supaya bisa dideteksi oleh software maka hasil dikali 10, menjadi 14

Sehingga jika hasil pembagian lebih besar dari 14 maka nilai ADC pada frekuensi yang dicek berarti masih lebih kecil dari yang seharusnya. Maka software akan mengecek frekuensi berikutnya sampai ada yang lebih kecil dari 14, lalu frekuensi pada saat itu ditampilkan ke LCD sebagai batas atas. Proses pencarian ini akan berhenti jika telah ditemukan hasil perkalian dengan 10 lebih kecil dari 14.

Dibawah ini akan diperlihatkan flowchart dari pencarian batas bawah bandwidth.



Gambar 3.11. Flowchart Pencarian Batas Bawah Bandwidth

Penjelasan flowchart pada gambar 3.11 adalah sebagai berikut:

Sistem kerja dari flowchart ini sama seperti pada pencarian batas atas hanya frekuensi awalnya dimulai dari 10 Hz. Jadi frekuensi yang discanning disini mulai dari 10 Hz sampai 1 KHz. Software tetap mengambil frekuensi referensi pada 1 KHz. Software mulai menuju ke alamat memori yang menyimpan nilai ADC pada 10 Hz untuk diambil nilainya. Setelah itu nilai ADC pada 1 KHz akan dibagi dengan nilai pada 10 Hz. Hasil dari pembagian itu akan dikali dengan 10. Jika hasil pembagian tersebut kurang dari 14 maka frekuensi 10 Hz akan ditampilkan ke LCD sebagai batas bawah. Jika tidak maka software akan menaikkan scanningnya ke frekuensi berikutnya yaitu 20 Hz. Software akan menuju ke alamat memori yang menyimpan nilai ADC pada frekuensi 20 Hz. Nilai ADC 1 KHz dibagi dengan nilai ADC pada frekuensi 20 Hz. Lalu hasil pembagian itu dikalikan 10. Jika hasil perkalian itu lebih besar dari 14 maka program akan melanjutkan pencarian ke frekuensi berikutnya yaitu 30 Hz. Begitu terus selanjutnya. Proses pencarian ini akan berhenti jika telah ditemukan hasil perkalian dengan 10 yang hasilnya lebih kecil dari 14.