

ALAT PENGAMBAR TANGGAPAN MAGNITUDO TAPIS DALAM RENTANG FREKUENSI AUDIO

Irwanto¹, Bambang Sutopo²

¹Penulis, Mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Elektro UGM

²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektro UGM

ABSTRACT

Frequency response of analog filter consists of magnitude response and phase response. Magnitude response is reinforcement or dilution function of signal to frequency which is usually expressed in the form of graph. This graph can be obtained theoretically or practically. Theoretically, graph obtained by draw the Bode Plots of filter transfer function, while practically, graph can be obtained by this device. This device can yield magnitude response graph without need to know the transfer function of the filter.

This device consist of sine generator, digital voltmeter, and parallel port interface with EPP 1.7 mode to interact with computer. The sine generator is a microcontroller based system. The digital voltmeter consists of precision rectifier and ADC. Magnitude respons graph is displayed at computer and can be printed on a paper with printer. The software to display the graph is made with DELPHI 5.0.

INTISARI

Tanggapan frekuensi tapis analog terdiri dari tanggapan magnitudo dan tanggapan fase. Tanggapan magnitudo berupa fungsi penguatan atau pelemahan sinyal terhadap frekuensi yang biasanya dinyatakan dalam bentuk grafik. Grafik ini bisa diperoleh secara teori maupun praktek. Secara teori, grafik diperoleh dengan menggambar Bode Plots dari fungsi alih tapis, sedangkan secara praktek, grafik bisa diperoleh dengan alat ini. Alat ini bisa menghasilkan grafik tanggapan magnitudo tanpa perlu mengetahui fungsi alih tapis.

Alat ini terdiri dari pembangkit sinus, pengukur tegangan digital, dan antarmuka port paralel dengan mode EPP 1.7 untuk berinteraksi dengan komputer. Pembangkit sinus yang digunakan adalah sistem berbasis mikrokontroler. Pengukur tegangan digital terdiri dari penyearah presisi dan ADC. Grafik tanggapan magnitudo ditampilkan pada komputer dan bisa dicetak pada kertas dengan printer. Perangkat lunak untuk menampilkan grafik dibuat dengan DELPHI 5.0.

Kata kunci : grafik, mikrokontroler, pembangkit sinus, tapis

1. Pendahuluan

Tapis (*filter*) adalah pengolah sinyal yang bergantung pada frekuensi. Tanggapan frekuensi tapis terdiri dari tanggapan magnitudo dan tanggapan fase. Tanggapan magnitudo berupa fungsi penguatan atau pelemahan sinyal terhadap frekuensi, sedangkan tanggapan fase berupa fungsi pergeseran fase terhadap frekuensi. Kedua tanggapan ini sering dinyatakan dalam bentuk grafik.

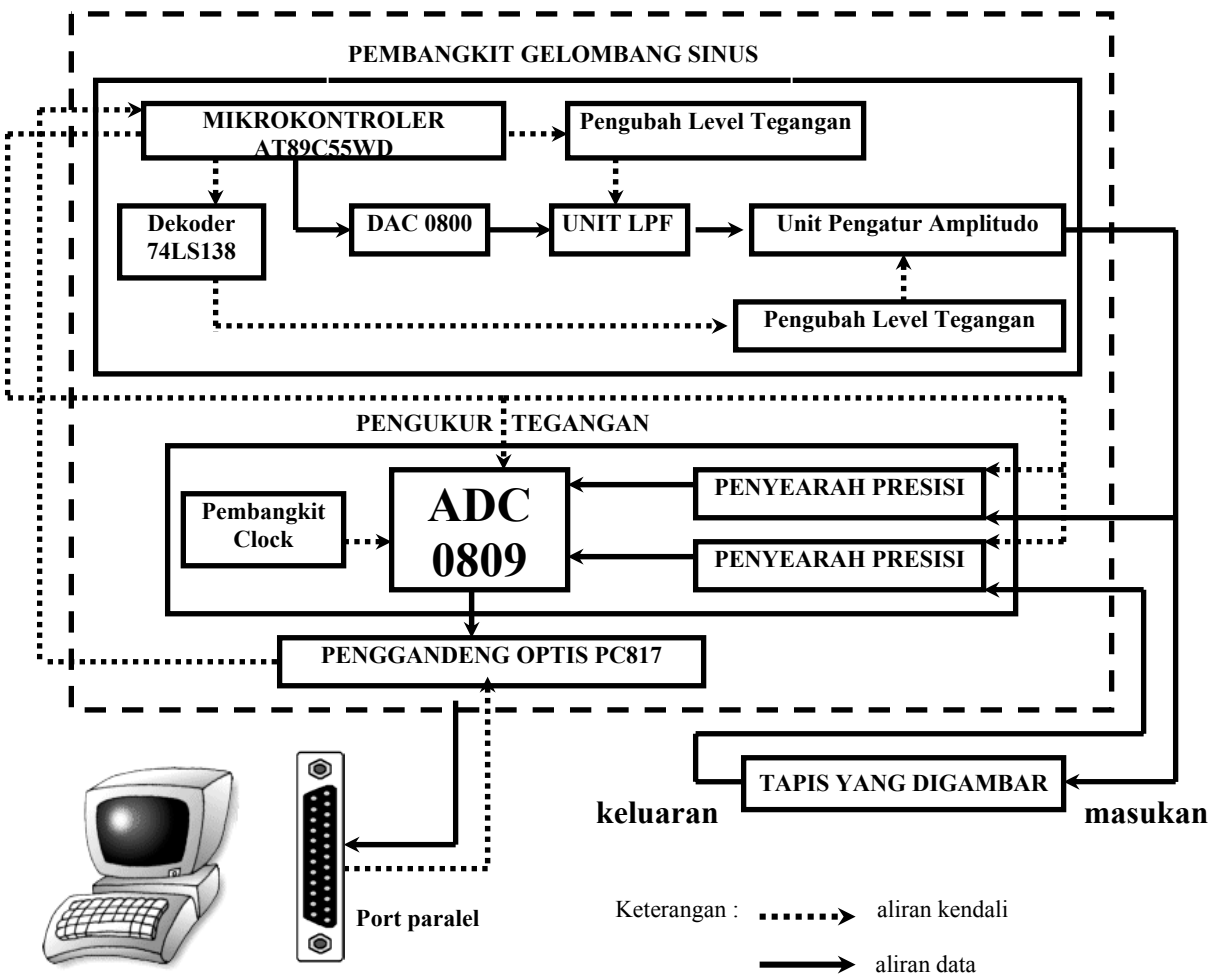
Grafik tanggapan magnitudo bisa diperoleh secara teori maupun praktek. Secara teori, grafik diperoleh dengan menggambar *Bode Plots* dari fungsi alih tapis, sedangkan secara praktek, grafik bisa diperoleh dengan langkah-langkah berikut :

1. Pemberian gelombang sinus dengan frekuensi tertentu pada masukan tapis.
2. Pengukuran tegangan sinus pada masukan dan keluaran tapis.
3. Penghitungan *gain* tegangan dengan persamaan
$$A_v = 20 \log (V_{out} / V_{in}) \text{ dB} \dots\dots\dots (1.1)$$
4. Pengulangan langkah 1 sampai 3 dengan frekuensi yang berbeda untuk mendapatkan pasangan data (frekuensi, A_v) yang lain.
5. Penyajian data ke dalam bentuk grafik.

Pembuatan grafik tanggapan magnitudo secara praktek bisa dilakukan secara manual dengan menggunakan AFG (*Audio Function Generator*) sebagai pembangkit sinus dan osiloskop sebagai alat pengukur tegangan. Cara ini memerlukan waktu yang cukup lama, terutama jika jumlah pasangan datanya banyak. Agar cara ini bisa dilakukan dengan cepat, maka penulis merancang dan mengimplementasikan alat untuk mengotomatisasikan langkah 1-5 tersebut. Grafik yang dihasilkan ditampilkan pada layar monitor dan bisa dicetak pada kertas dengan *printer*.

2. Dasar Teori

Berikut ini adalah diagram kotak alat penggambar tanggapan magnitudo.



Gambar 2.1 Diagram kotak alat penggambar tanggapan magnitudo

2.1 Pembangkit Gelombang Sinus

Pembangkit gelombang sinus berfungsi untuk menghasilkan gelombang sinus dengan frekuensi dan amplitudo yang bisa diatur secara digital. Mikrokontroler bertugas mengirimkan data cuplikan sinus ke DAC. Data cuplikan ini kemudian diubah oleh DAC menjadi gelombang sinus yang patah-patah. Gelombang ini kemudian diperhalus oleh unit LPF dan amplitudonya diatur oleh unit pengatur amplitudo. Gelombang sinus ini digunakan sebagai sinyal masukan tapis yang akan digambar grafik tanggapan magnitudonya.

2.2 Pengukur Tegangan

Pengukur tegangan digunakan untuk mengukur nilai tegangan sinus masukan dan keluaran tapis. Keluaran pengukur tegangan berupa data digital 8 bit. Kemudian data digital ini dikirim ke komputer melalui port paralel.

2.3 Unit Pengendali Sistem

Unit pengendali sistem berfungsi menerima sinyal kendali dari port paralel, mengatur aliran data, dan mengatur kerja komponen-komponen penyusun alat. Unit pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler AT89C55WD.

2.4 Penggandeng Optis

Pengganggeng optis berfungsi untuk memisahkan komputer dengan alat secara listrik, agar derau pada *ground* komputer tidak mengganggu kerja alat.

3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

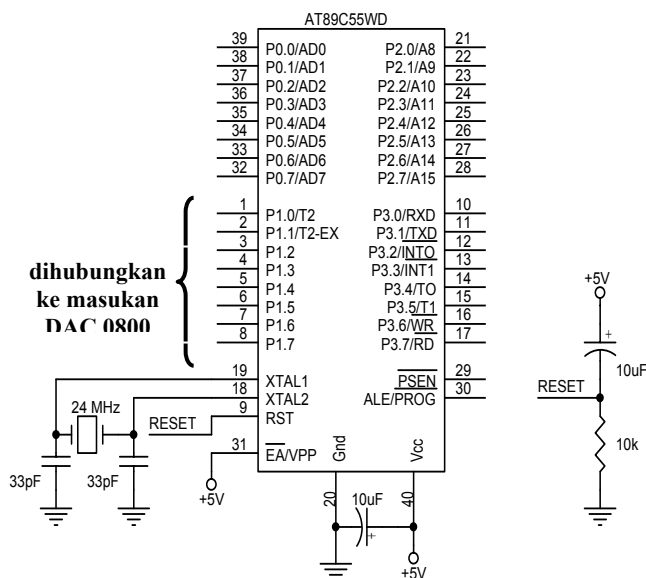
1. Studi literatur mengenai tapis, op-amp, mikrokontroler AT89C55WD, antarmuka port paralel, dan pemrograman DELPHI.
2. Merancang serta menguji pembangkit sinus berbasis mikrokontroler.
3. Merancang serta menguji rangkaian pengukur tegangan digital.
4. Merancang dan menguji antarmuka port paralel dengan mode EPP 1.7.
5. Merancang perangkat lunak untuk mengatur sistem kendali alat dan menampilkan data dalam bentuk grafik dengan bahasa pemrograman DELPHI.
6. Menguji kinerja sistem secara keseluruhan.
7. Menganalisa hasil pengujian dan membuat kesimpulan.

4. Hasil Implementasi dan Pembahasan

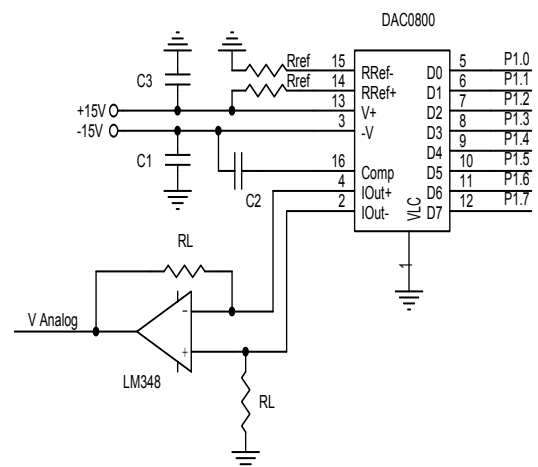
4.1 Perancangan Sistem

4.1.1 Pembangkit Gelombang Sinus

Pembangkit gelombang sinus yang digunakan adalah sistem berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler bertugas untuk mengirimkan data cuplikan sinus ke port 1. Port ini dihubungkan dengan masukan DAC yang bertugas mengubah data cuplikan sinus menjadi tegangan sinus. DAC yang digunakan adalah DAC 0800.

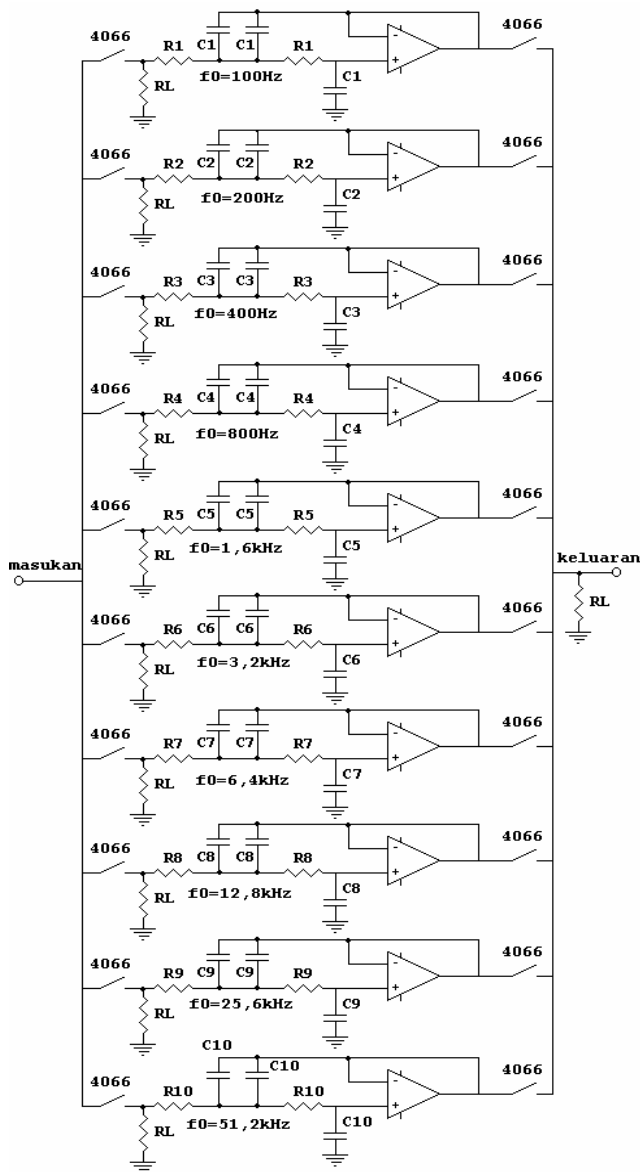


Gambar 4.1 AT89C55WD sebagai pembangkit sinus

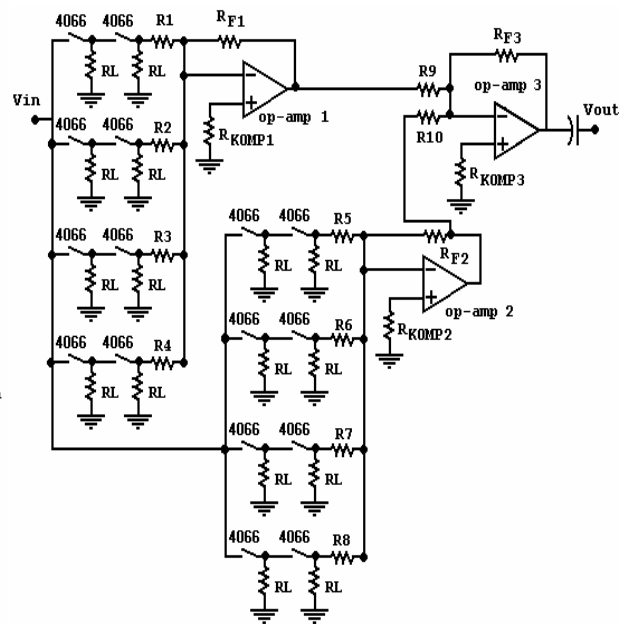


Gambar 4.2 Rangkaian DAC 0800

Untuk menghaluskan sinus keluaran DAC, digunakan unit LPF pada gambar 4.3 yang terdiri dari 10 buah tapis Butterworth orde 2 yang dilengkapi dengan saklar pemilih. Untuk mengatur amplitudo gelombang sinus, digunakan unit pengatur amplitudo pada gambar 4.4 yang menghasilkan sinus dengan amplitudo 13 volt, 6,3 volt, 3,6 volt, 2 volt, 1,1 volt, 0,6 volt, 0,3 volt, dan 0,2 volt.



Gambar 4.3 Rangkaian unit LPF

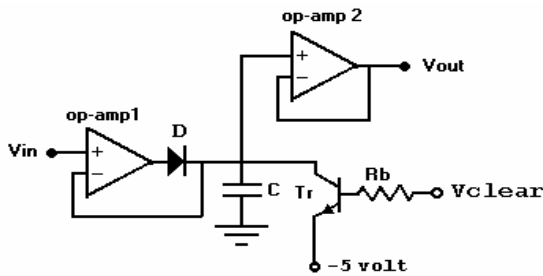


Gambar 4.4 Rangkaian unit pengatur tegangan

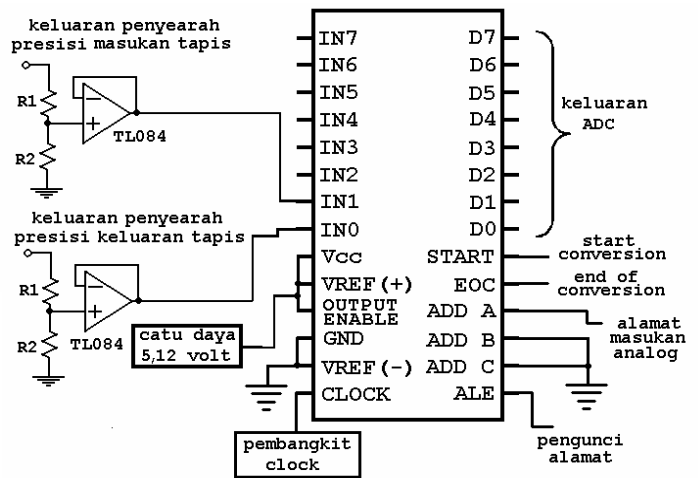
4.1.2 Pengukur Tegangan

Pengukur tegangan terdiri dari penyearah presisi dan ADC. Penyearah presisi berfungsi mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah. Penyearah presisi yang digunakan adalah penyearah presisi setengah gelombang seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5.

ADC berfungsi untuk mengubah tegangan analog keluaran penyearah presisi menjadi data digital 8 bit. ADC yang digunakan adalah ADC 0809 dengan rangkaian pada gambar 4.6.



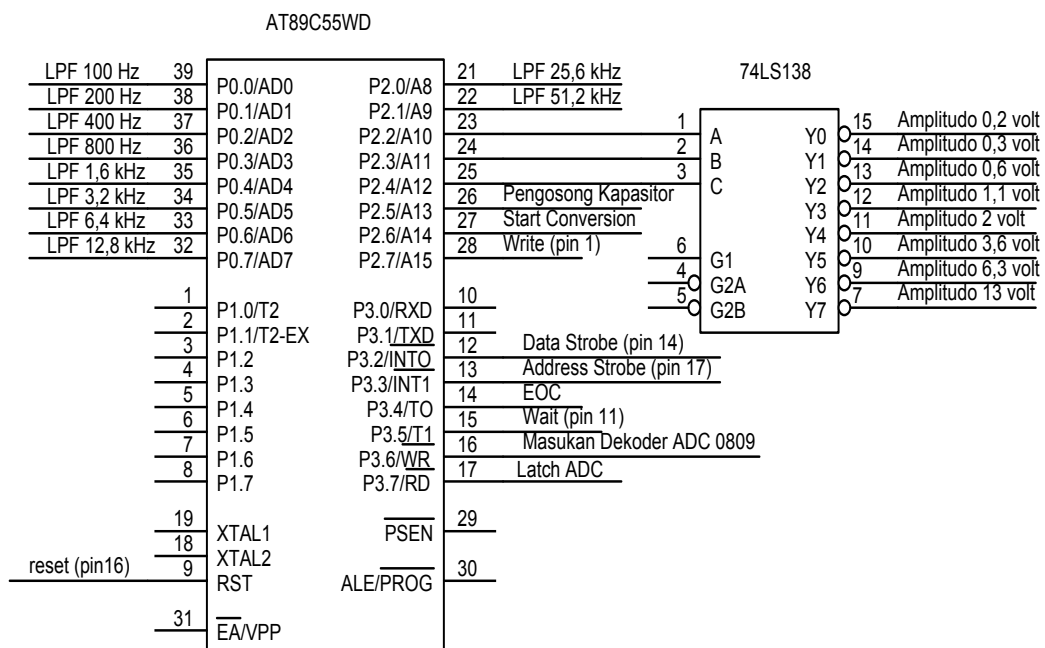
Gambar 4.5 Rangkaian penyearah presisi setengah gelombang



Gambar 4.6 Rangkaian ADC 0809

4.1.3 Unit Pengendali Sistem

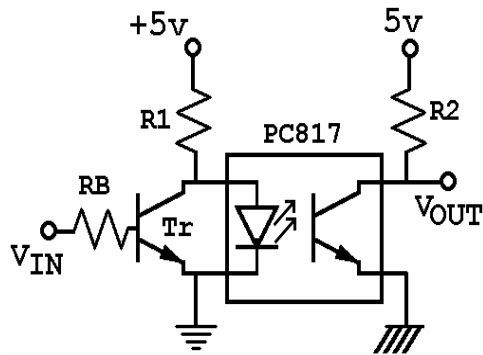
Unit kendali yang digunakan adalah mikrokontroler AT89C55WD. Pin-pin pada mikrokontroler digunakan sebagai penerima dan pembangkit sinyal-sinyal kendali. Untuk menambah jumlah pin kendali, digunakan dekoder 3 ke 8, yaitu 74LS138. Berikut ini adalah gambar penggunaan pin mikrokontroler AT89C55WD sebagai unit kendali.



Gambar 4.7 Pin AT89C55WD yang digunakan sebagai unit kendali

4.1.4 Penggandeng Optis

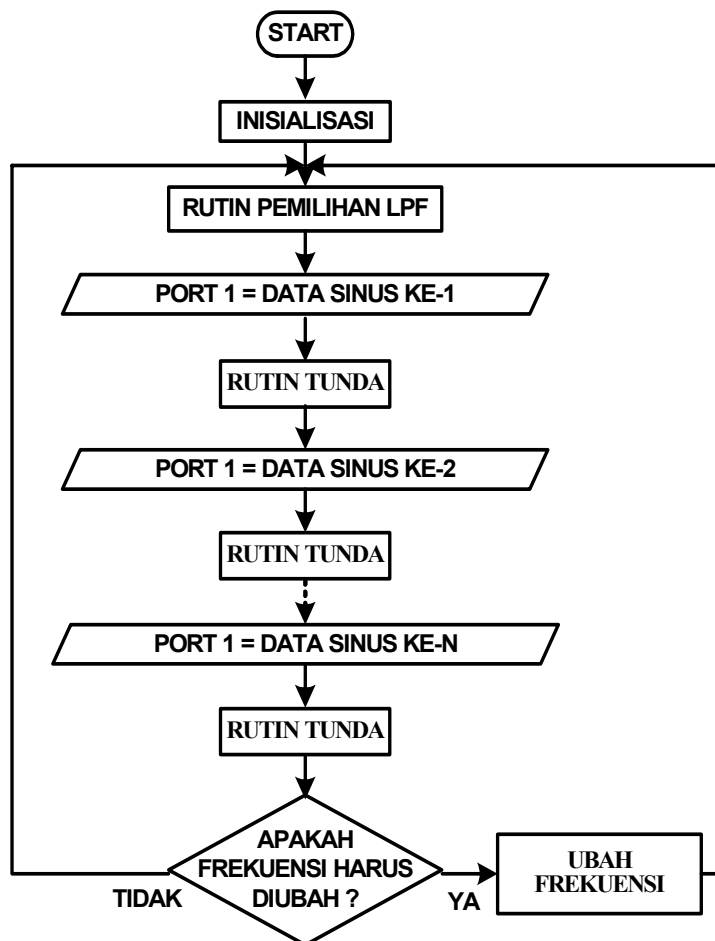
Penggandeng optis digunakan untuk mengisolasi alat dari komputer secara listrik. Penggandeng optis yang digunakan adalah PC 817. Berikut ini adalah rangkaian penggandeng optis yang digunakan.



Gambar 4.8 Skema rancangan penggandeng optis

4.1.5 Perancangan Perangkat Lunak pada Mikrokontroler

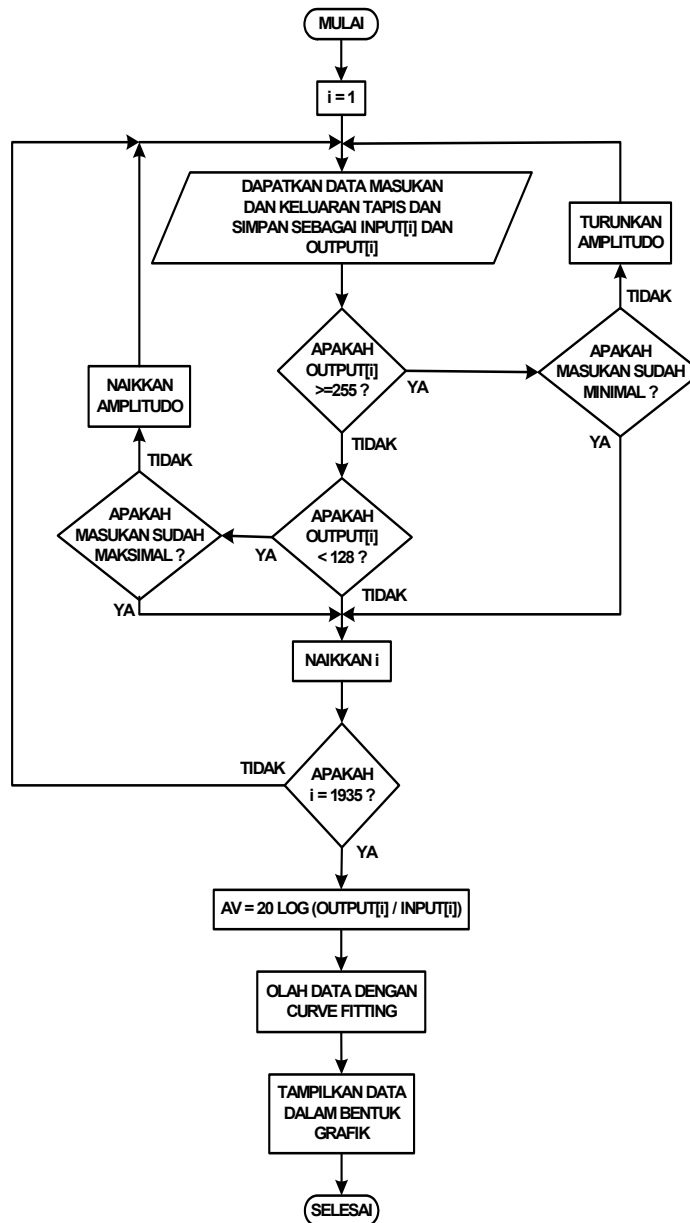
Mikrokontroler digunakan untuk mengirimkan data cuplikan sinus ke port 1 sesuai diagram alir berikut.



Gambar 4.9 Diagram alir pembangkitan sinus oleh mikrokontroler

4.1.6 Perancangan Perangkat Lunak pada Komputer

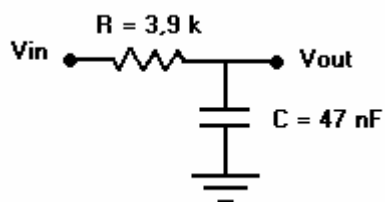
Komputer bertugas memberikan perintah kepada mikrokontroler untuk memberikan data digital dari tegangan sinus masukan dan keluaran tapis untuk tiap-tiap frekuensi sinus. Komputer akan mengatur amplitudo sinus masukan tapis agar amplitudo keluaran tapis bisa maksimal tanpa terpotong. Berikut ini adalah diagram alir pengambilan, pengolahan, dan penampilan data dalam bentuk grafik oleh komputer.



Gambar 4.10 Diagram alir pembuatan grafik tanggapan magnitudo

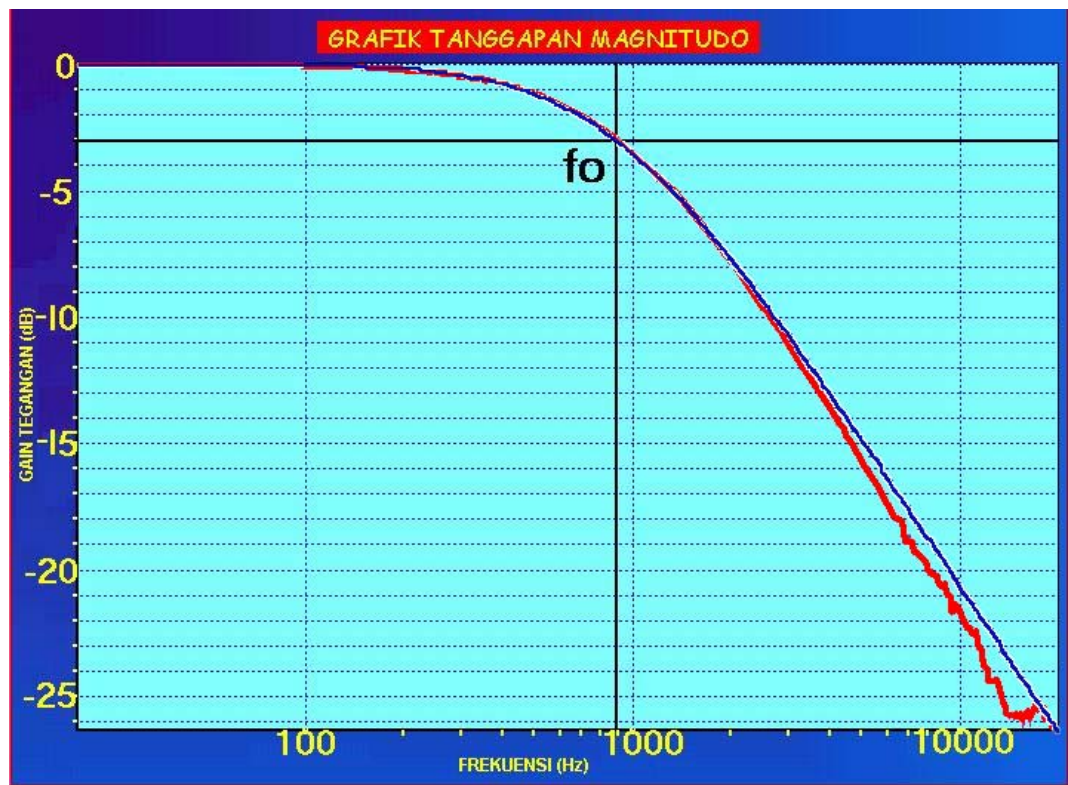
4.2 Hasil Pengamatan

Alat penggambar tanggapan magnitudo digunakan untuk menggambar tanggapan magnitudo sebuah LPF pasif pada gambar berikut.



Gambar 4.11 Contoh LPF pasif orde 1

Berikut ini adalah grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat dan grafik ideal LPF pada gambar 4.11.

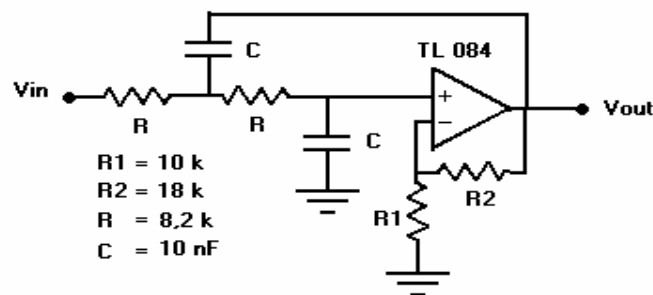


Keterangan: — Grafik dari alat
— Grafik ideal

Gambar 4.12 Perbandingan grafik tanggapan magnitudo tapis ideal dan praktek

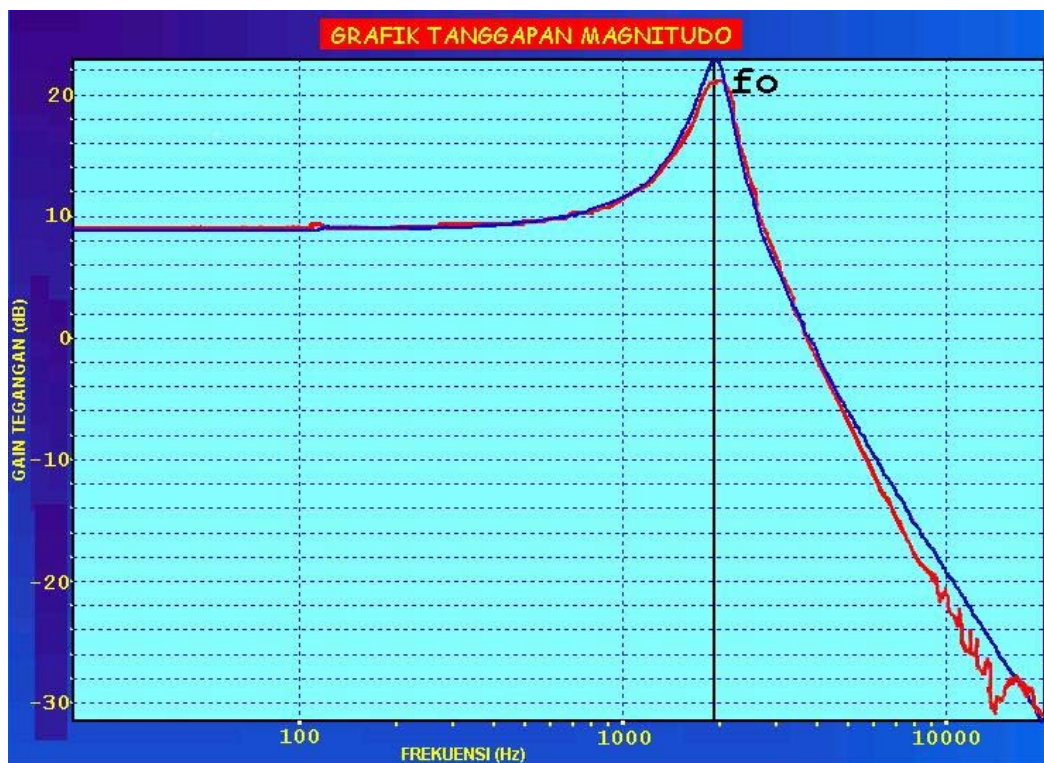
Grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat cukup teliti. Frekuensi *cut-off* yang dihasilkan tepat. Pada daerah *stop band* grafik tidak halus. Hal ini disebabkan kesalahan kuantisasi ADC akibat tegangan masukan yang terlalu kecil.

Alat juga digunakan untuk menggambar tanggapan magnitudo LPF pasif pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Rangkaian LPF dengan frekuensi cut-off 1942 Hz

Berikut ini adalah grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat dan grafik ideal LPF aktif pada gambar 4.13.



Keterangan : — Grafik dari alat
— Grafik ideal

Gambar 4.14 Grafik tanggapan magnitudo tapis berdasarkan persamaan 4.2

Grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat cukup teliti. Frekuensi *cut-off* yang dihasilkan tepat. *Gain* pada frekuensi *cut-off* agak sedikit berbeda, yaitu pada alat diperoleh 20,5 dB, sedangkan seharusnya 22,5 dB. Hal ini disebabkan oleh nilai toleransi komponen resistor R_1 dan R_2 pada tapis. Pada daerah *stop band*, grafik tidak halus. Hal ini disebabkan oleh kesalahan kuantisasi ADC akibat tegangan masukan yang terlalu kecil.

5. Kesimpulan

1. Grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat penggambar tanggapan magnitudo cukup teliti.
2. Ketidaktepatan grafik tanggapan magnitudo pada daerah *stop band* disebabkan oleh kesalahan kuantisasi ADC akibat tegangan masukan yang terlalu kecil.
3. Ketidaktepatan grafik tanggapan magnitudo yang dihasilkan alat terhadap grafik ideal tapis, bisa disebabkan oleh nilai toleransi komponen.

Daftar Pustaka

- Alam, M. A. J, 2002, *Belajar Sendiri Borland Delphi 6.0*, Elexmedia Komputindo, Jakarta.
- Franco, Sergio, 1988, *Design with Operational Amplifier and Analog Integrated Circuit*, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- IT Center FT UGM, 2004, *Modul Pelatihan DELPHI for Engineering*, IT Center FT UGM, Yogyakarta.
- Nalwan, P.A, 2003, *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT 89C51*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- National Semiconductor, 1995, *National Operational Amplifier Databook*, National Semiconductor, Santa Clara.
- Pranata, Antony., 2000, *Pemrograman Borland Delphi Edisi 3*, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta.
- Putra, A.E, 2003, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*, Gava Media, Yogyakarta.