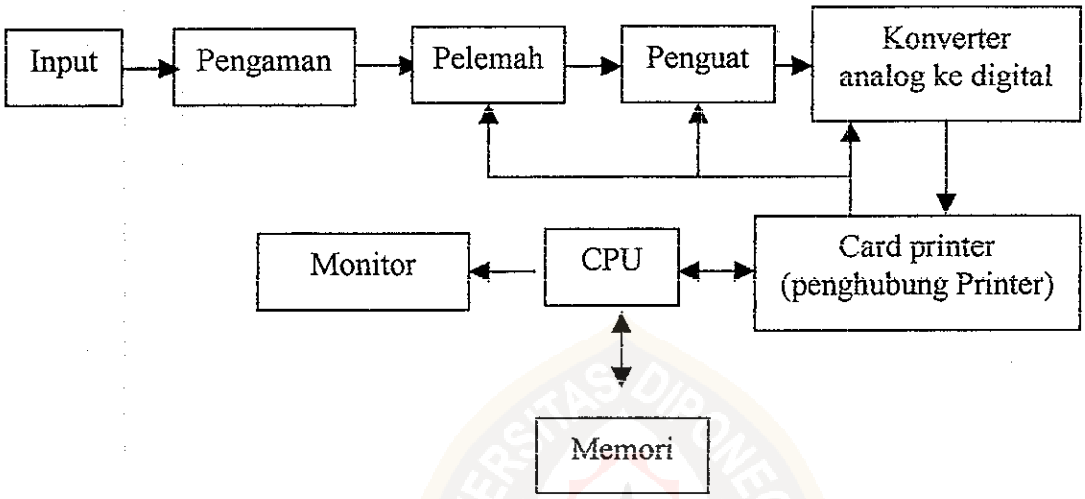
BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1. Diagram Blok Alat Penampil Sinyal

Diagram blok alat penampil sinyal (gambar 3.1).



Gambar 3.1. Diagram blok alat

Suatu pengaman tegangan dibutuhkan oleh alat ini karena secara sirkuit elektronik berhubungan dengan komputer. Jika alat ini menerima tegangan yang sangat tinggi dan tanpa pengaman yang baik, maka komponen komputer dapat terbakar (terjadi kerusakan). Sehingga pada alat digunakan sekring dan dioda zener. Sekring digunakan sebagai pemutus arus bila terjadi lonjakan arus, dan dioda zener sebagai pembatas tegangan.

Pelemah dan penguat digunakan untuk memenuhi skala pengukuran dan batas maksimal dari ADC. Pelemahan dan penguatan tegangan ini dapat dioperasikan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

secara otomatis. Dalam hal ini sinyal pengontrol pelemahan dan penguatan dikendalikan oleh komputer melalui *port printer adapter*. Setelah sinyal listrik dilemahkan dan dikuatkan menjadi sinyal listrik yang berada pada batasan ADC. Sinyal tersebut diolah oleh ADC menjadi data digital, dengan perintah konversi dari port printer. Port printer akan menerima data bila ada perintah dari perangkat lunak. Setiap data digital dari ADC diterima oleh port printer kemudian data tersebut disimpan dalam memori.

Memori berfungsi menyimpan data sementara. Penyimpanan tersebut untuk pembacaan data (dalam waktu tertentu) yang akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Memori juga untuk penyimpanan data dari pengoperasian pelemahan dan penguatan. Data dari ADC yang telah tersimpan dalam memori secara berurutan akan dipanggil kembali untuk penampilan dalam bentuk grafik yang dilengkapi dengan keterangan. Keterangan berupa besaran fisis dari sinyal tersebut seperti frekuensi, perioda, tegangan maksimum, tegangan rata-rata dan tegangan efektif. Grafik dan keterangannya ditampilkan pada monitor komputer. Monitor tersebut memiliki tingkat resolusi tertentu. Grafik akan tampak baik (*smooth*) bila tingkat resulusinya tinggi.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.2. *Port Printer Adapter*

Port printer adapter merupakan port paralel yang digunakan mengirim data untuk dicetak pada printer, dan juga untuk menerima data mengenai keadaan printer. Pada alat penampil sinyal port printer digunakan penerima data dan pengontrol alat.

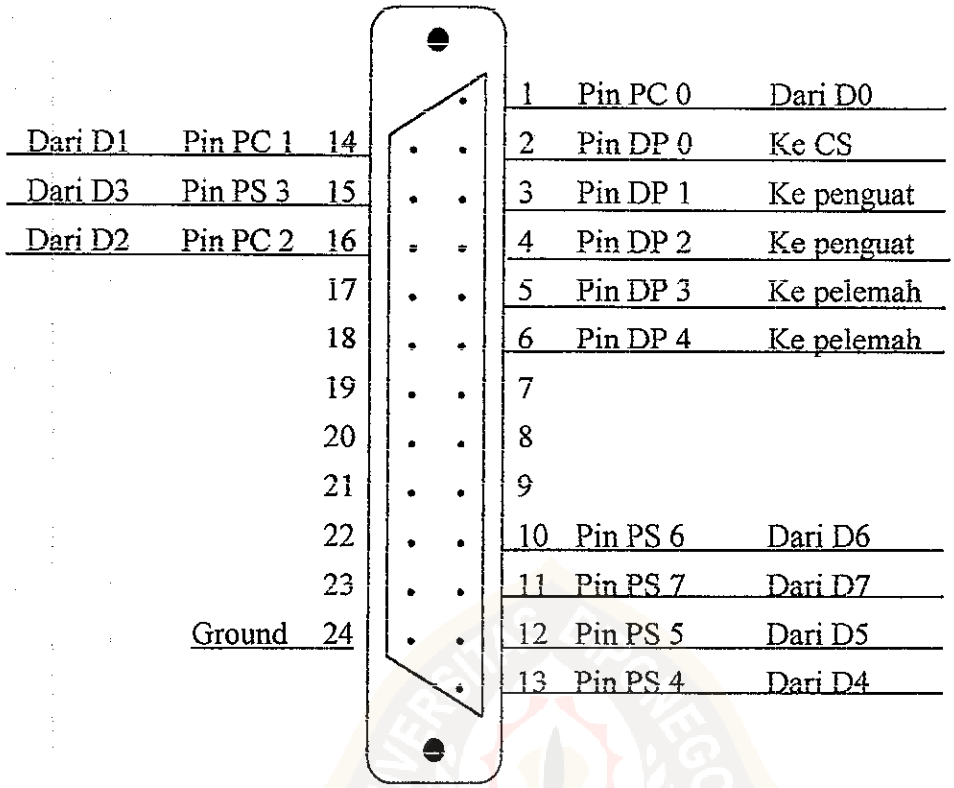
Sebagai penerima digunakan jalur *Printer Status* dan *Printer Control*. Dua jalur tersebut digunakan karena *Printer Control* secara fisik hanya aktif 4 bit yaitu dari bit 0 sampai bit 3, sedangkan *Printer Status* dari bit 3 sampai bit 7.

Pada *Printer Control* dan *Printer Status* gerbang logika terakhir yang terhubung dengan eksternal, hampir keseluruhan berupa dua kali *inverter* (pembalik). Akan tetapi pada PC0, PC 1 dan PS7 hanya satu kali inverter, hal ini menyebabkan jalur tersebut dalam keadaan sungsang. Agar jalur tersebut menjadi normal maka perlu tambahan *inverter* pada 3 bit tersebut.

Data Port terdiri dari 8 bit paralel, tetapi yang digunakan dalam pengontrolan alat hanya 5 bit. Bit 0 berfungsi sebagai detak dimulainya konversi ADC. Bit 1 dan bit 2 sebagai pengontrol penguatan. Bit 3 dan bit 4 sebagai pengontrol pelemahan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Konfigurasi konektor port printer yang terhubung dengan alat pada gambar 3.2:



Gambar 3.2. Konektor *port printer adapter*

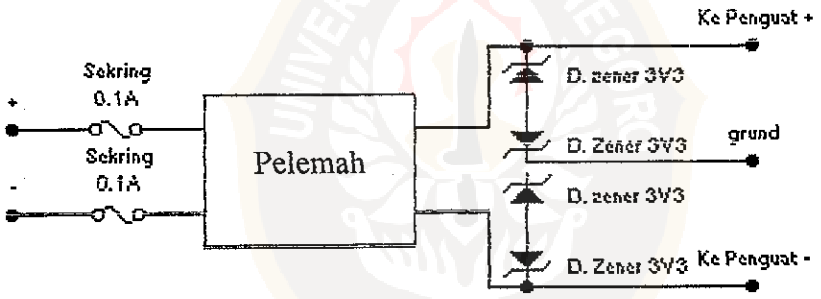
3.3. Pengaman

Sinyal listrik yang akan ditampilkan pertama melalui pengaman sekring (*fuse*). Sekring yang digunakan 0,1 A, 220 V. Hal ini berarti jika sekring dilalui arus melebihi 0,1 A pada tegangan 220 V maka sekring akan putus, sehingga sinyal listrik tidak terdeteksi dan tidak bisa ditampilkan . Putusnya sekring terjadi bila pelemahan dan penguatan tidak tepat, atau karena sinyal listrik yang akan ditampilkan melebihi batas kemampuan alat. Jika terjadi pemutusan sirkuit oleh sekring maka sekring harus diganti agar alat dapat berfungsi kembali.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Pada sekring kemampuan memutus kawat penghantar dipengaruhi oleh jenis kawat penghantarnya. Pemutusan kawat penghatar dibutuhkan waktu jeda untuk pemanasan kawat agar meleleh (terputus). Pada waktu jeda ini sinyal masih tetap terolah, sinyal ini dapat merusak alat sesudahnya. Permasalahan ini diatasi dengan pengaman tahap dua menggunakan dioda zener. Dioda zener merupakan bahan semikonduktor. Jika dioda zener dipasang umpan balik maka dioda zener berfungsi sebagai pembatas tegangan. Hal ini berarti tegangan sesudahnya tidak melebihi tegangan zener. Pada penggunaannya zener dioperasikan pada tegangan di bawah tegangan zener, sehingga kerusakan yang disebabkan arus terlalu besar akibat melebihi arus zener jarang terjadi.

Konfigurasi rangkaian pengaman pada gambar 3.3:

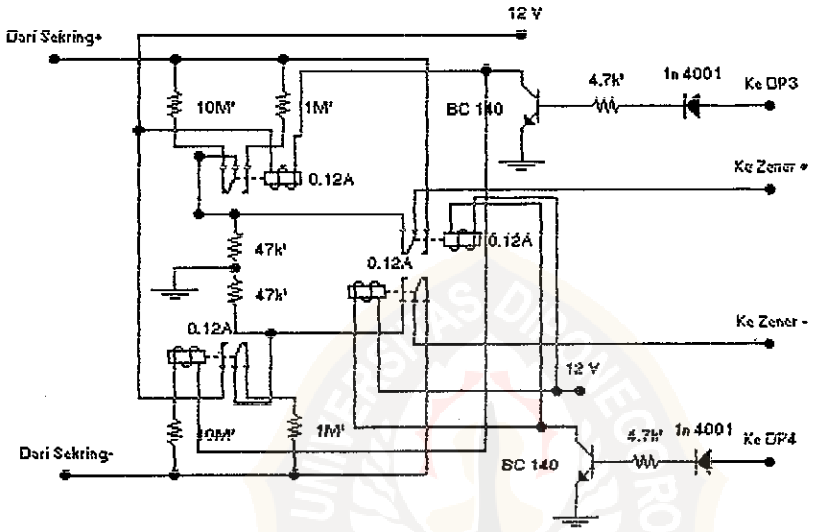


Gambar 3.3. Pengaman sekring dan zener

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.4. Pelemah

Pelemah yang digunakan adalah hambatan tersusun prategangan. Prategangan merupakan penyusunan hambatan secara seri, dengan perbandingan pada R dengan R_{tot} sama dengan perbangdingan tegangan pada R dengan Tegangan total (gambar 3.4).



Gambar 3.4. Pelemah tegangan

Dengan rumus prategangan pada persamaan 3.1:

$$\frac{R}{R_{tot}} = \frac{V_R}{V_{tot}} \tag{3.1}$$

sehingga

$$V_R = \frac{R}{R_{tot}} \cdot V_{tot} \tag{3.2}$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Variasi pelemahan dikontrol oleh *Data Port* bit 3 dan bit 4 (Tabel 3-1).

Tabel 3-1. Pelemahan terkontrol DP

DP 3	DP 4	Skala Pelemah (pembagi)	R	R_{tot}
1	1	1	1,47 M	1,47 M
1	0	20	47 K	1,47 M
0	1	1	10,047 M	10,047 M
0	0	200	47 K	10,047 M

Pelemahan tersebut menggunakan R_{tot} yang tidak sama. Hal ini dikarenakan untuk tegangan tinggi maka R_{tot} juga tinggi untuk mencegah lonjakan arus, dan untuk tegangan rendah maka R_{tot} juga rendah untuk memastikan tegangan tetap terdeteksi.

Pemilihan skala pelemahan dilakukan dengan relai. Relai harus mampu men-saklar pada tegangan tinggi. Jika relai bekerja pada 12 V, sedangkan keluaran sinyal dari *Data Port* sebagai kontrol hanya 5 V dan arusnya lemah, maka untuk mengerakkan relai disusunlah transistor (penguat) sebagai *Cut-off*. *Cut-off* adalah bila basis dikenai arus kecil maka arus dari kolektor mengalir ke emiter (kolektor terhubung dengan emitor).

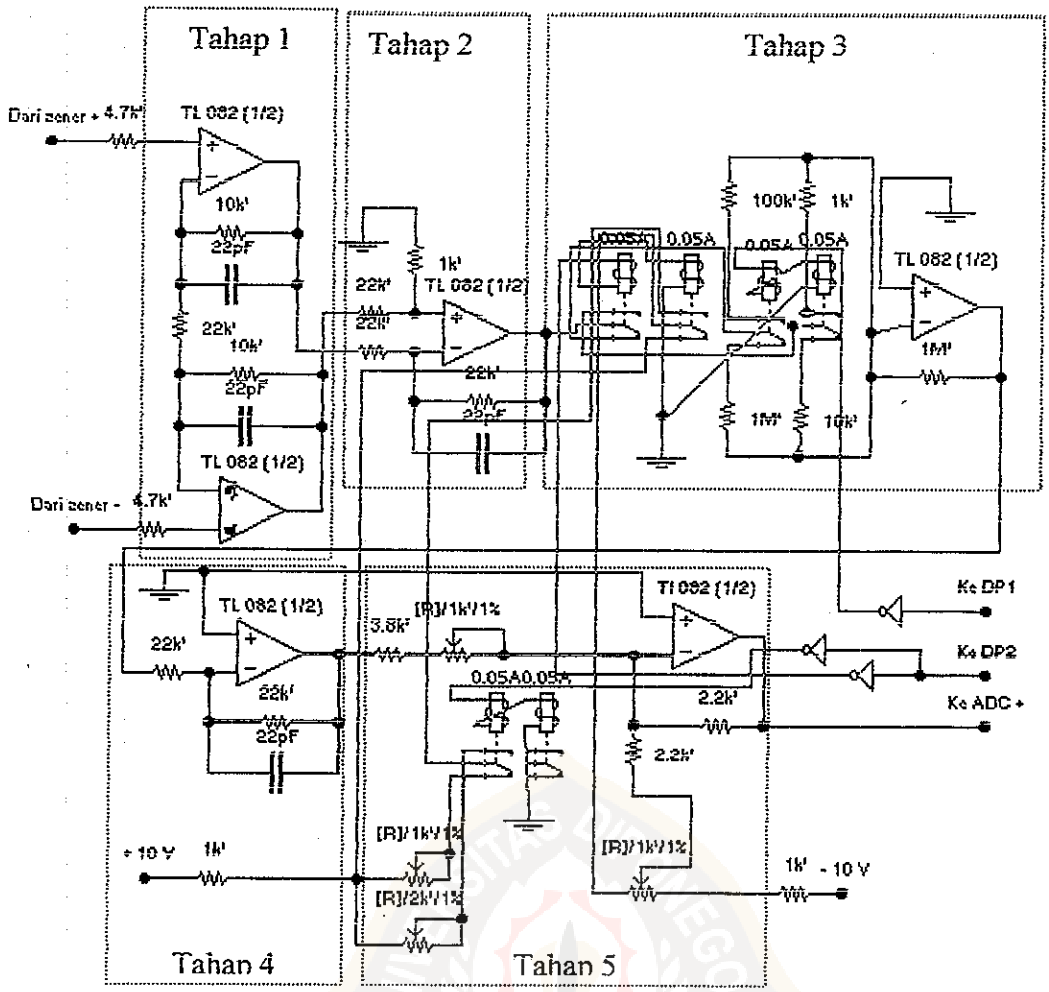
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.5. Penguat

Penguat digunakan untuk menguatkan sinyal tegangan yang lemah, bila tanpa penguatan maka sinyal tidak dapat terukur atau terukur pada tingkat keakuratan yang rendah. Pada penggunaan penguat perlu dipilih jenis penguatan yang cocok agar tidak menimbulkan derau atau desah serta tidak mengalami pelemahan pada frekuensi yang terukur. Penguat yang digunakan adalah op-amp TL 082. Penguat tersebut karakterstik impedansinya tinggi (>1 Mohm) dan dapat dioperasikan pada jalan masuk diferensial. Jalan masuk diferensial menjamin isyarat keluaran yang tidak terpengaruh oleh dengung atau desah didalam kawat-kawat alat ukur.

Penguatan dilakukan secara bertahap dan dilakukan penyaringan frekuensi tinggi (*low pass filter*). Pertama sinyal masukan disangga oleh dua buah penguat (penguat diferensial). Kedua, dua penguatan tersebut disatukan. Ketiga, pengaturan penguatan. Keempat, Pemfilteran tahap akhir. Kelima, penaikan tegangan nol (0 V sinyal = 2,5 V). Konfigurasi rangkaian penguat pada gambar 3.5:

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 3.5. Penguat Alatukur

Jika penguatan yang dilakukan pada keluaran tegangan maksimal 5 V_{pp}, maka saklar (pemilihan) penguatan menggunakan relai dengan tegangan rendah yakni 4,5 V sampai 6 V, sehingga memudahkan pengontrolan. Pengontrolan oleh pin DP1 dan pin DP2 dengan menambahkan *inverter* dan penguat daya. Pengontrolan penguatan pada kedua pin (tabel 3-7), menggunakan analogi persamaan 2.15 menjadi persamaan penguatan 3.3.

$$A_{CL} = \frac{R_2}{R_1} \qquad (3.3)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Tabel 3.2. Pengontrol penguatan.

DP2	DP1	Penguatan	R1	R2
1	1	1	1 M	1 M
1	0	10	100 K	1 M
0	1	100	10 K	1 M
0	0	1000	1 K	1 M

Tiap skala penguatan mejadikan posisi nol berubah, agar posisi nol tetap maka dilakukan pengesetan pada perubahan tersebut. Perubahan cukup besar pada penguatan 100 kali dan 1000 kali. Pada masing-masing perubahan tersebut posisi nol terkontrol secara bersamaan dengan pengontrol penguatan.

3.6. ADC

Sinyal analog menjadi sejumlah data digital yang bersifat paralel. Perubahan ini dilakukan oleh ADC 0804. ADC dapat mengenali tegangan sebanyak kombinasi yang mungkin dari jumlah bit data. Jika untuk tegangan maksimum analog +5 V dan tegangan minimum 0 V dengan menggunakan ADC 8 bit, maka ADC dapat membedakan tegangan sebanyak kombinasi 8 bit data (=256). Perbedaan tegangan yang dapat diketahui (skala terkecil) adalah $(+5-(0))\times \frac{1}{256} \approx 19{,}53mV$. Pada nilai tengah interval, tingkat keakurtannya (ralat) = ½ x sakala terkecil = ½ x 19,53 mV = ± 9,77 mV. Dengan analogi dengan tabel 2-1 pada dasar teori diperoleh tabel 3.3.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Tabel 3.3. Konversi sinyal pada ADC

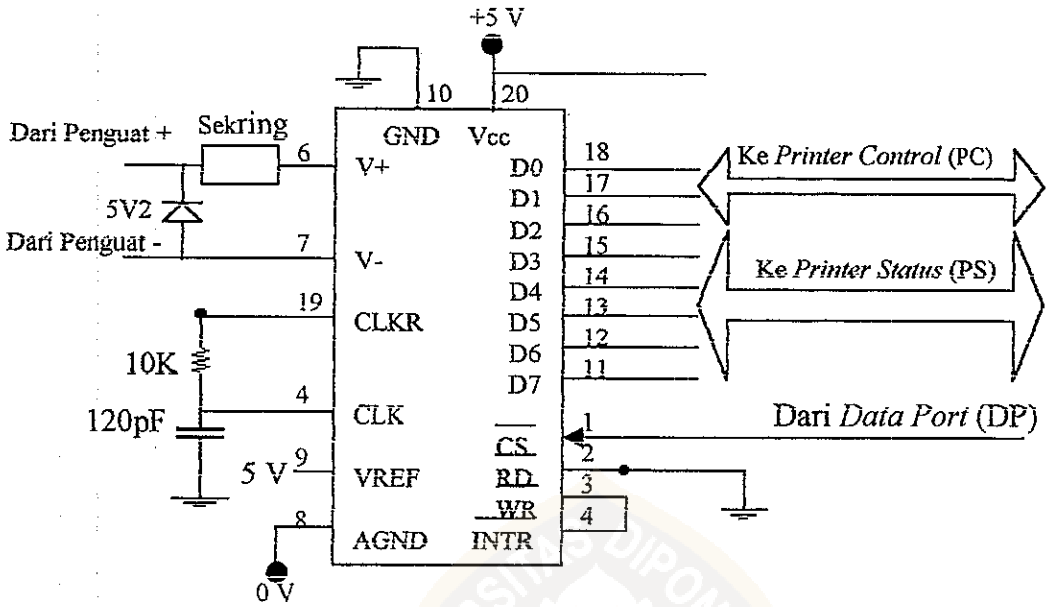
Masukan analog(Volt)	Keluaran Biner			
	D7	D6	....	D0
$0 \leq V < 19{,}53mV$	0	0	0	0
$19{,}53mV \leq V < 39{,}06mV$	0	0	0	1
...				
$2{,}4805 \leq V < 2{,}5$	0	1	1	1
$2{,}5 \leq V < 2{,}5195$	1	1	0	0
...				
$4{,}9804 \leq V \leq 5$	1	1	1	1

Keluaran biner paralel dari ADC dibaca oleh port printer sebagai Byte yang terkonversi menjadi desimal (0 sampai 255). Pada pemrosesan data dilakukan manipulasi (nilai pembagi 255) agar didapatkan nilai ekstrim tegangan masukan (ekstrim maksimum +5 V dan ekstrim minimum 0 V). Jadi bukan selalu nilai tengah dari interval tegangan yang dapat dibedakan oleh ADC. Misal data 0 berarti 0 V dan data 255 berarti +5 V. Jadi besarnya ralatnya setelah melalui proses manipulasi adalah ± 19,53 mV.

Perubahan dengan ADC (pembanding langsung/paralel), terjadi pada kecepatan 800 KHz. Siyal analog (tegangan yang berubah secara kontinyu terhadap waktu) diubah ke sinyal digital dengan tegangan yang berubah tiap satuan waktu konversi (t_k ADC). Pada pembacaan ADC untuk memberi jeda waktu konversi dilakukan delay program. Waktu delay (t_d) harus lebih besar dengan t_k ADC agar

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

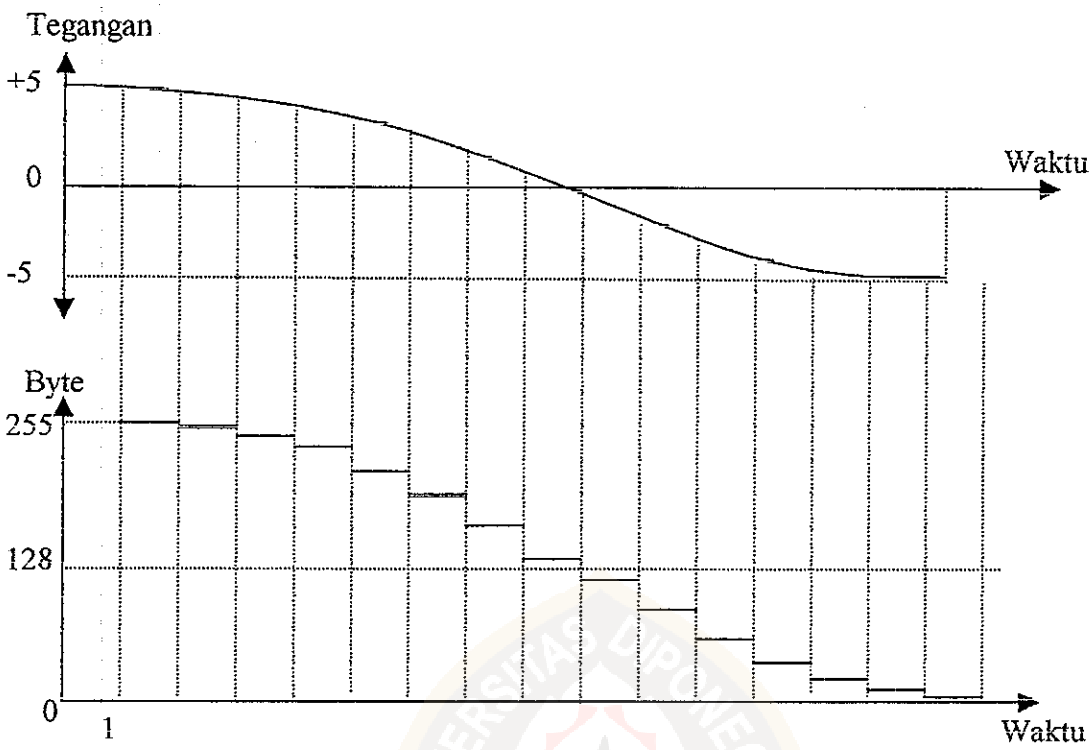
tiap data dibaca sekali. Sedangkan waktu dimulai konversi tiap-tiap data bertepatan dengan selesainya delay, yang dikontrol oleh DP0 pada pin 1 ADC (Gambar 3.6. ADC).



Gambar 3.6. Rangkaian ADC

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Gambar 3.7 adalah contoh grafik perubahan nilai tegangan terhadap waktu serta konversi datanya pada bilangan desimal.



Gambar 3.7. Grafik konversi ADC.

3.7. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah turbo pascal 7.0 yang memiliki mode grafik dan mudah untuk mengunakan port printer. Perangkat lunak memiliki berbagai fungsi seperti pembacaan data dari port printer, pengontrol konversi ADC, pengontrol pelemahan, pengontrol penguatan, pemanipulasi perhitungan, perintah baca-tulis memori dan disket, perintah tampilan layar.

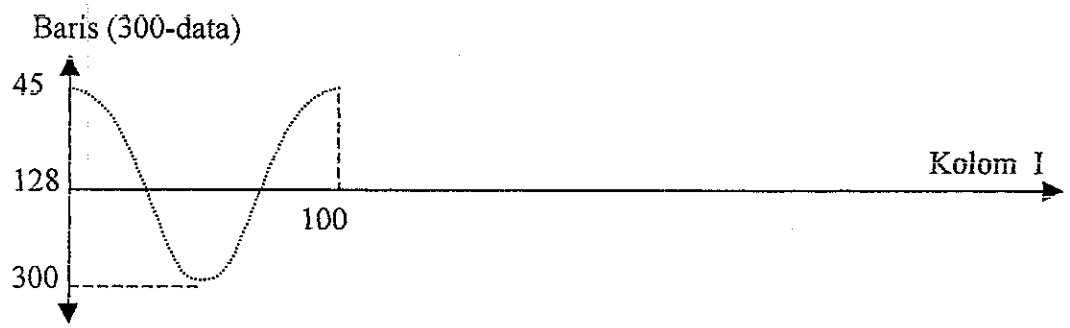
Jumlah data dari hasil konversi pada pengkorversian sinyal analog berperiode T adalah T/t_k. Misal pada sinyal analog berfrekwensi 100 Hz (T= 10 ms) dan waktu

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

konversi (t_k) sebesar 1 mikrodetik, maka terjadi konversi (jumlah data) sebanyak 100 kali (N). Jumlah byte inilah yang dijadikan parameter periode dalam perhitungan frekwensi. Pada siklus pembacaan port printer adapter oleh progam juga terjadi pada waktu tertentu (t_p). Kecepatan komputer melakukan satukali siklus (t_p) dipengaruhi oleh jenis dari bahasa pemrograman, jumlah instruksi dalam perulangan dan klok dari komputer. Pada perancangan digunakan program yang berorientasi pada paket program Turbo Pascal 7.0. Jumlah instruksi yang digunakan didalam siklus selalu tetap, tidak terdapat instruksi tersarang (instruksi jika/*if*). Dalam turbo pascal perulangan dilakukan sekitar 0,1 detik untuk 10000 perulangan pada clock 5 MHz, satu kali perulangan membutuhkan waktu t_p 10 μs. Jika pada clock lebih tinggi, misal pada 55 MHz (PC sederhana) maka proses perulangan yang didalamnya terdapat instruksi sederhana (pembacaan port PS dan PC, penulisan pada memory) diperkirakan diperoleh t_p sebesar 1 μs. Hal ini berarti tiap data yang dihasilkan oleh ADC dapat diterima oleh komputer, atau periode program sama dengan periode data ADC. Jadi pada prinsipnya harus menyamakan t_k dan t_p. Bila $t_k > t_p$ maka perlu diberi instruksi delay pada siklus perulangan, ini terdeteksi jika jumlah siklus penulangan (J,I) atau periode lebih besar dari N. Bila $t_k < t_p$ maka perlu diadakan penyederhanaan intrusi pada perulangan atau pemilihan bahasa pemrogaman. Dalam penerapan digunakan komputer 5x86 pentium 75 pada klok 133MHz, perlu diberikan delay dengan diberikan intruski maya (perintah tidak bermanfaat) karena waktu delaynya sangat kecil.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Penampilan *pixel* sebanyak 6400 yang ditampilkan tiap 640 *pixel* (kolom I = 640) pada gambar 3.8. Penampilan ini dilakukan setelah pelemahan dan penguatan yang dihitung oleh perangkat lunak agar menghasilkan amplitudo pada gambar maksimal dan tidak melibihi batasan. Penampilan tersebut berubah-ubah sesuai dengan data yang disimpan dalam memori.



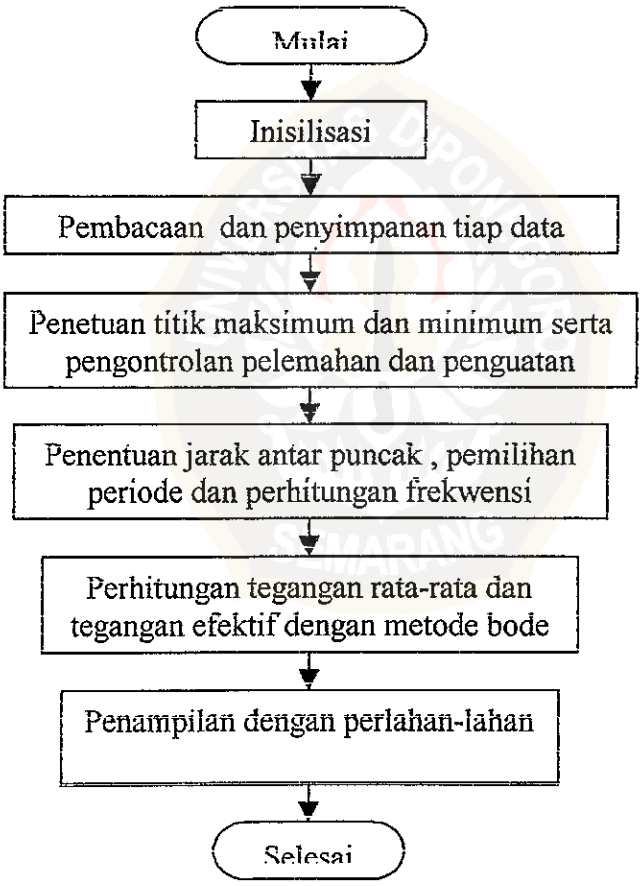
Gambar 3.8. *Pixel* (titik) tampilan layar

Pada proses selanjutnya dilakukan konversi data ke satuan tegangan, bersamaan dengan koversi tegangan dilakukan juga penyeleksian tegangan maksimum beserta kolom I dan kolom J (tampilan ke-J). Sehingga diperoleh Tegangan maksimum dan minimum yang kemudian ditampilkan pada layar. Berikutnya dilakukan penyeleksian jumlah data-antara tegangan puncak (N). Pada penyeleksian antara puncak dilakukan pemberian jarak puncak, hal ini dilakukan karena pada sinyal digital (gelombang kotak) puncak terjadi pada jarak tertentu. Kemudian dilakukan konversi dari N sebagai periode ke frekwensi dengan periode referensi (T=100 pada 100 Hz). Periode referensi diperoleh dengan menjalankan program tanpa konversi akan tetapi dilakukan penampilan T pada masukan sinyal dengan frekwensi tertentu. Frekuensi tertentu diketahui dari intelegnet couter sebagai acuan, dan dilakukan linierisasi untuk beberapa frekuensi yang lain.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Perhitungan tegangan rata-rata dan tegangan efektif dilakukan dengan manipulasi matematis karena diperoleh harga diskrit. Dengan data (tegangan) yang tersimpan pada memori maka dapat dilakukan perhitungan data yang telah didapat, dipilih data pada perhitungan periode (data akurat). Metode matematis yang digunakan dalam rancangan adalah kaidah bode agar diperoleh ralat yang kecil.

Program (lampiran 1) dibuat dengan pengembangan diagram alur secara global pada gambar 3.9. Pengembangan meliputi pemilihan dalam pelemahan dan penguatan, serta penyimpanan data pada disket.



Gambar 3.9. Diagram alur program

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)