BAB III

PERANCANGAN ALAT

Pada bab perancangan alat ini akan membahas tentang bagaimana cara merancang suatu alat atau perangkat serta akan dijelaskan tentang jenis-jenis komponen yang akan digunakan dalam perancangan dan pembuatan suatu perangkat.

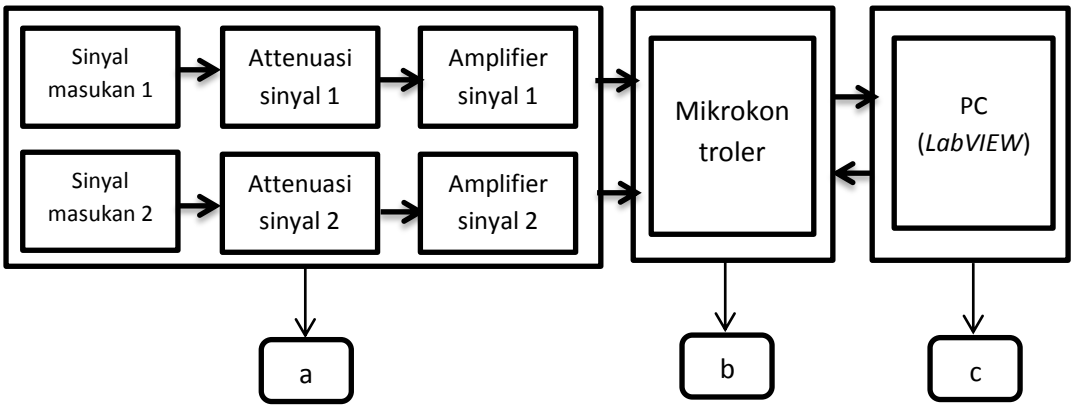
3.1 Perancangan Alat

Perancangan dan realisasi sistem merupakan bagian yang penting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Seperti yang telah dijelaskan beberapa teori pada bab 2 (dua) untuk mendukung perancangan alat "*Digital Portable Oscilloscope* berbasis dsPIC30F3014 menggunakan *LabVIEW*, pada bab ini akan dijelaskan perancangan alat tersebut.

Ada beberapa tahap dalam perancangan sistem alat tersebut yaitu sebagai berikut :

1. perancangan perangkat keras (*hardware*),
2. perancangan perangkat lunak mikrokontroler (*firmware*), dan
3. perancangan perangkat lunak aplikasi komputer pada *LabVIEW* (*software*).

Berikut ini akan menampilkan blok diagram dari perangkat keras (*hardware*) alat tersebut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Perangkat Keras *Digital Portable Oscilloscope* Berbasis dsPIC30F3014 Menggunakan *LabVIEW*

Pada Gambar 3.1 memperlihatkan bagian-bagian dari perancangan perangkat keras *digital portable oscilloscope* menggunakan dsPIC30F3014, yang meliputi beberapa bagian yaitu :

a. *masukan*, pada bagian masukan ini terdapat 2 (dua) buah kanal masukan yang merupakan bagian dimana sinyal yang diukur menjadi objek utama sistem, pada blok masukan ini terdapat beberapa rangkaian pendukung seperti : rangkaian atenuasi sinyal yang berguna untuk melemahkan amplitudo sinyal agar dapat terbaca oleh bagian ADC mikrokontroler, juga bagian penguat sinyal yang dikenal sebagai rangkaian amplifier yang berguna untuk memperkuat sinyal yang terlalu lemah untuk dapat dibaca oleh bagian ADC mikrokontroler karena telah dilemahkan oleh rangkaian *attenuator*,

b. *pengolahan data,* pada bagian ini digunakan beberapa mikrokontroler yang pertama adalah dsPIC30F3014 sebagai prosesor utama sistem, ATTINY 2313 sebagai mikrokontroler pendukung khusus untuk meng-*handle* proses komunikasi data, dan FT232RL yang bertugas untuk membantu dalam proses transfer data pada USB agar lebih cepat. Bagian pengolahan data ini juga akan mengolah informasi sinyal yang masuk kemudian diproses dan dikirimkan ke komputer untuk kemudian ditampilkan gambar hasil pencuplikan sinyalnya pada aplikasi *LabVIEW* di komputer,

c. *keluaran dan pengolahan informasi data,* pada bagian ini merupakan informasi data keluaran dari sistem tersebut. Sinyal masukan yang tadinya berupa gelombang sinyal analog ataupun gelombang sinyal digital kemudian di proses dan di olah pada bagian pengolahan data sehingga menjadi suatu informasi data sinyal digital yang kemudian dikirimkan menggunakan peranti antarmuka USB sehingga informasi data tersebut dapat diproses dan di tampilkan di komputer yang menggunakan program aplikasi *LabVIEW*.

3.2 Cara Kerja Sistem

Perangkat atau sistem *digital portable oscilloscope* ini bekerja dengan cara mencuplik sinyal masukan yang telah melalui rangkaian *attenuator* dan rangkaian *amplifier* sebelum kemudian masuk ke bagian ADC mikrokontroler. Rangkaian attenuator berfungsi untuk melemahkan amplitudo sinyal hingga 10x jadi apabila

terdapat sinyal dengan amplitudo (Vp-p) sebesar 10 Volt maka akan di atenuasi sehingga amplitudo sinyalnya akan menjadi 1 Volt, rangkaian ini intinya befungsi untuk mengatasi tegangan dengan amplitudo besar. Hal ini ditujukan karena perangkat ADC pada mikrokontroler hanya mampu bekerja pada rentang tegangan antara 0 – 5 Volt.

Setelah sinyal melalui rangkaian attenuator sinyal kemudian akan berjalan melalui rangkaian amplifier. Pada bagian ini terdapat 2 (dua) buah rangkaian penguat untuk masing-masing kanalnya, yaitu rangkaian penguat dengan nilai penguatan 1x dan 10x, yang masing-masing berfungsi untuk menguatkan sinyal yang masuk setelah sinyal masukan teratenuasi oleh rangkaian *attenuator*. Sebagai contoh apabila terdapat sinyal masukan sistem dengan amplitudo sebesar 20 mV maka sinyal tersebut akan diatenuasikan terlebih dahulu sehingga amplitudo sinyalnya akan menjadi 2 mV. Akan tetapi, besar amplitudo tersebut tidak akan mampu dibaca oleh perangkat ADC pada mikrokontroler. Sehingga sinyal dengan amplitudo 4 mV yang telah melalui rangkaian *attenuator* tersebut perlu dikembalikan lagi menjadi amplitudo sinyal masukan asli dengan cara menguatkan sinyal tersebut terhadap nilai-nilai penguatan yang telah ditentukan sesuai dengan sinyal masukan yaitu sinyal asli yang masuk sebelum dilemahkan, dimana sinyal dengan amplitudo tersebut dapat terbaca oleh perangkat ADC pada mikrokontroler.

3.3 Pemilihan Komponen

Pemilihan jenis komponen adalah sesuatu yang sangat mutlak untuk dilakukan, karena hal tersebut akan berdampak terhadap kualitas, efisiensi, dan efektifitas perangkat yang akan dibuat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen adalah *Pertama*, terkait dengan kualitas masing-masing komponen. *Kedua*, keakuratan dan tingkat kecepatan dalam melakukan tugas/pekerjaan. *Ketiga*, kehandalan dari komponen yang digunakan. *Keempat*, bentuk dan dimensi komponen. *Kelima*, mengenai penggunaan dana yang sedapat mungkin ditekan agar lebih efisien.

Dalam pemilihan jenis komponen ini akan dilakukan juga dengan cara membandingkan antara 1 (satu) komponen dengan komponen yang lainnya yang memiliki fungsi yang sama namun kemungkinan dalam hal fitur, spesifikasi ataupun kehandalan yang berbeda dan juga yang terpenting adalah tingkat ekonomis yang terjangkau.

Pada perancangan dan pembuatan perangkat yang akan dibuat, tidak akan mengenyampingkan tujuan utamanya. Oleh karena itu, komponen-komponen yang akan digunakan adalah jenis komponen yang memiliki fitur lengkap, spesifikasi yang memenuhi kriteria dari alat atu perangkat yang akan dibuat, kehandalan dan tingkat akuraasi yang tinggi dan juga dengan harga seminimum mungkin. Sehingga didapatkan alat ukur yang ekonomis, efisien, dan efektif.

3.3.1 Pemilihan Jenis Mikrokontroler

Pada pemilihan jenis mikrokontroler yang akan digunakan untuk pembuatan alat *portable digital oscilloscope* haruslah memenuhi kriteria-kriteria berdasarkan sistem yang akan dibuat, seperti :

- memiliki ADC dengan resolusi yang baik dan tingkat resolusinya harus lebih tinggi dari ADC yang digunakan sebelumnya,
- memiliki kecepatan eksekusi program yang tinggi,
- memiliki RAM yang cukup sehingga proses eksekusi program yang membutuhkan media penyimpanan data sementara dapat diproses dengan cepat,
- termasuk kedalam *low power system* sehingga tidak memerlukan daya yang besar untuk dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, dan
- diharapkan memiliki dimensi dan ukuran yang minimum.

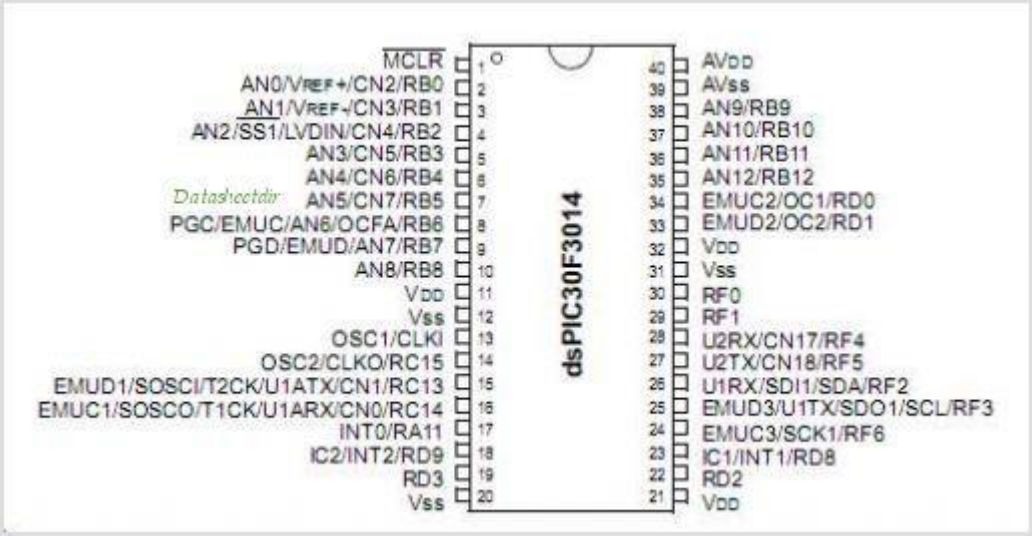
Tabel 3.1 Uraian Perbandingan Tipe Mikrokontroler

Spesifikasi	**Tipe Mikrokontroler**		
	PIC18F47J53	PIC18F4550	dsPIC30F3014
Memori *Flash*	128000 Byte	32000 Bytes	48000 Bytes
Memori *EEPROM*	Tidak Ada	256 Bytes	1024 Bytes
Memori *RAM*	3800 Byte	2048 Bytes	2048 Bytes
Antarmuka USB	Ada	Ada	Tidak Ada
Resolusi ADC	12-bit	12-bit	16-bit
Jumlah Kanal ADC	13 kanal	13 Kanal	13 kanal
Jumlah Pin	40/ 44 pin	40/44 pin	40/44 pin
Harga	Rp. 297.000	Rp. 235.000	Rp. 185.000

Dari Tabel 3.1 tentang uraian perbandingan tipe mikrokontroler diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa jenis mikrokontroler dsPIC30F3014 memiliki kriteria yang sangat cocok untuk digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini, selain memiliki memori-memori yang sangat mendukung dalam proses kerja mikrokontroler tersebut harga dari mikrokontroler tersebut juga relatif murah dibandingkan dengan kedua mikrokontroler sebagai pembanding. Akan tetapi dilihat pada kolom antarmuka USB, terlihat bahwa mikrokontroler tersebut tidak memiliki antarmuka USB untuk proses komunikasi dengan PC/laptop. Oleh karena itu antarmuka USB tersebut akan diganti dengan perantara yang lain yaitu menggunakan IC FTDI sebagai pengganti modul USB yang tidak terdapat pada mikrokontroler dsPIC30F3014.

3.3.2 Mikrokontroler dsPIC30F3014

Dari beberapa jenis mikrokontroler yang akan dipilih untuk digunakan juga terlebih yang tersedia dipasaran, jenis mikrokontroler dsPIC30F3014 inilah yang memenuhi kriteria mikrokontroler untuk digunakan sebagai komponen utama pada pembuatan tugas akhir ini. Mikrokontroler dsPIC30F3014 merupakan salah satu keluarga mikrokontroler dsPIC30F yang dibuat oleh perusahaan *chip* terkemuka yaitu *Microchip Technology*. Nama PIC tersebut diambil dari singkatan "*Peripheral Interface Controller*", sedangkan ds sendiri adalah singkatan dari "*Digital Signal*".



Gambar 3.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler dsPIC30F3014

Mikrokontroler yang masih termasuk dalam keluarga dsPIC30F dari perusahaan *Mikrochip Technology* ini juga memiliki fitur-fitur yang banyak untuk kelas mikrokontroler 10-bit yang beredar di pasaran. Mikrokontroler ini memiliki *memory flash* yang cukup besar untuk dikelasnya, selain itu besar *memory SRAM* yang dimiliki mikrokontroler ini adalah 2 kByte dan *memory EEPROM*-nya adalah 1024 Byte. Dengan spesifikasi memory yang dimiliki oleh mikrokontroler tersebut, mikrokontroler dsPIC30F3014 ini mampu melakukan tugas yang memiliki kompleksitas yang tinggi dan juga memiliki kebebasan dalam proses desain sistem tertanamnya.

MPLAB IDE (*Intergrated Development Environment*) adalah sebuah program aplikasi computer sebagai perangkat bantu antarmuka antara pengguna (*programmer*) dengan semua mikrokontroler keluarga *Microchip*, untuk mendesain program yang akan ditanamkan kedalam mikrokontrolernya. Pada umumnya keseluruhan mikrokontroler ini diprogram menggunakan bahasa

assembly (bahasa mesin), namun dengan bantuan program aplikasi tersebut dan ditambahkan dengan *complier* C18 para pengguna (*programmer*) akan lebih mudah untuk mendesain program aplikasi mikrokontroler dalam bahasa tingkat tinggi dalam hal ini bahasa C.

Fitur-fitur umum yang dimikliki oleh mikrokontroler dsPIC30F3014 meliputi : 16-bit dan 32-bit modul *timer* dan *counter*, modul PWM/*capture/compare*, modul USART/UART, 12-bit ADC, dan modul *comparator*. Keseluruhan fitur-fitur tersebut dapat diaktifkan dan dinonaktifkan sesuai dengan kebutuhan pengguna pada saat mendesain program yang akan ditanamkan kedalam mikrokontrolernya, apabila fitur-fitur tersebut dinonaktifkan maka *port-port* yang bersesuaian tersebut dapat juga digunakan sebagai piranti *input/output* seperti biasa. Pada mikrokontroler dsPIC30F3014 ini memiliki fitur-fitur tambahan juga yang merupakan keunggulan dari mikrokontroler tersebut, yaitu :

- tegangan minimal adalah 2.5V dan tegangan maksimal hingga 5.5V,
- 3 (tiga) buah *external interrupt*,
- 2 (dua) buah modul *capture/compare/PWM* (CCP),
- 100000 kali hapus/menulis program kedalam memori *flash*,
- 1000000 kali hapus/menulis data kedalam memori *EEPROM*,
- ruang *flash* program hingga 48Kbyte,
- 12-bit ADC hingga 100 Ksps dan memiliki 13 kanal input,

Dari beberapa keunggulan yang dimiliki mikrokontroler dsPIC30F3014 seperti yang telah diuraikan diatas, ternyata mikrokontroler tersebut tidak memiliki modul USB sebagaimana yang nantinya akan digunakan untuk proses komunikasi antara mikrokontroler dengan PC. Pada kasus tersebut digunakanlah ic khusus yaitu FT232RL untuk proses komunikasi atau sebagai *converter* antara mikrokontroler dengan PC. FT232RL sendiri akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya.

Tabel 3.2 Uraian Perbandingan Tipe Mikrokontroler Tambahan

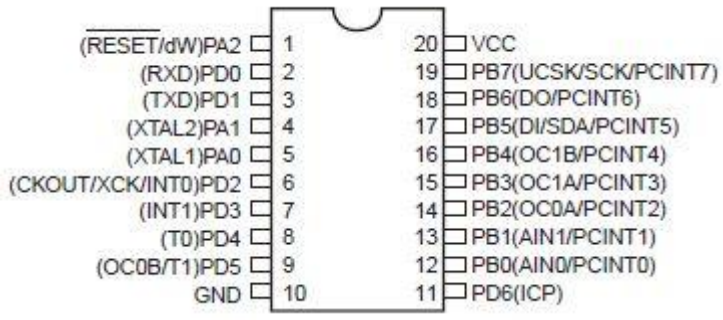
Spesifikasi	**Tipe Mikrokontroler**		
	ATTINY45	ATTINY2313	ATMEGA48
Memori *Flash*	2000 Bytes	2000 Bytes	4000 Bytes
Memori *EEPROM*	128 Bytes	128 Bytes	512 Bytes
Memori *RAM*	128 Bytes	128 Bytes	512 Bytes
Resolusi ADC	8-bit	8-bit	8-bit
SPI	1	1	-
Jumlah Pin	8	20	28
Harga	Rp. 30.000	Rp. 27.000	Rp. 32.000

Dari Tabel 3.2 tentang uraian perbandingan tipe mikrokontroler tambahan diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa tipe mikrokontroler ATTINY2313 bisa digunakan sebagai mikrokontroler yang dikhususkan untuk meng-*handle* proses komunikasi data ke PC/laptop agar *sampling rate* sesuai dengan yang diharapkan. Selain memiliki memori-memori yang cukup untuk membantu proses kerja komunikasi data, mikrokontrolr ATTINY2313 ini juga memiliki jumlah pin yang tidak kurang atau-pun lebih dibandingkan dengan kedua mikrokontroler sebagai pembanding serta harga yang sangat terjangkau juga mudah didapatkan dipasaran.

3.3.3 ATTINY 2313

Selain mikrokontroler jenis dsPIC30F3014 seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, salah satu komponen mikrokontroler yang sangat membantu dalam pembuatan tugas akhir ini adalah ATTINY 2313. Jenis mikrokontroler ini memang sering digunakan pada umumnya terlebih harganya yang relatif murah, mikrokontroler yang masih masuk dalam keluarga AVR dari perusahaan ATMEL ini juga memilki fitur-fitur yang sangat penting didalamnya.

ATTINY 2313 merupakan mikrokontroller 8-bit AVR dengan kapasitas memori maksimum sebesar 2 *kByte* yang tersimpan didalam *memory flash*-nya. Seperti yang telah diketahui, ATTINY 2313 merupakan chip IC produksi ATMEL yang termasuk golongan *single* chip mikrokontroler dimana semua rangkaian termasuk memori dan I/O tergabung dalam satu paket IC. Dalam pemrograman mikrokontroler ini dapat dijalankan menggunakan 2 (dua) bahasa yaitu bahasa *Assembly* (bahasa mesin) dan bahasa C. Sehingga memungkinkan pengguna dapat mengoptimalkan kinerja sistem yang dibuat secara fleksibel.



Gambar 3.3 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATTINY 23133

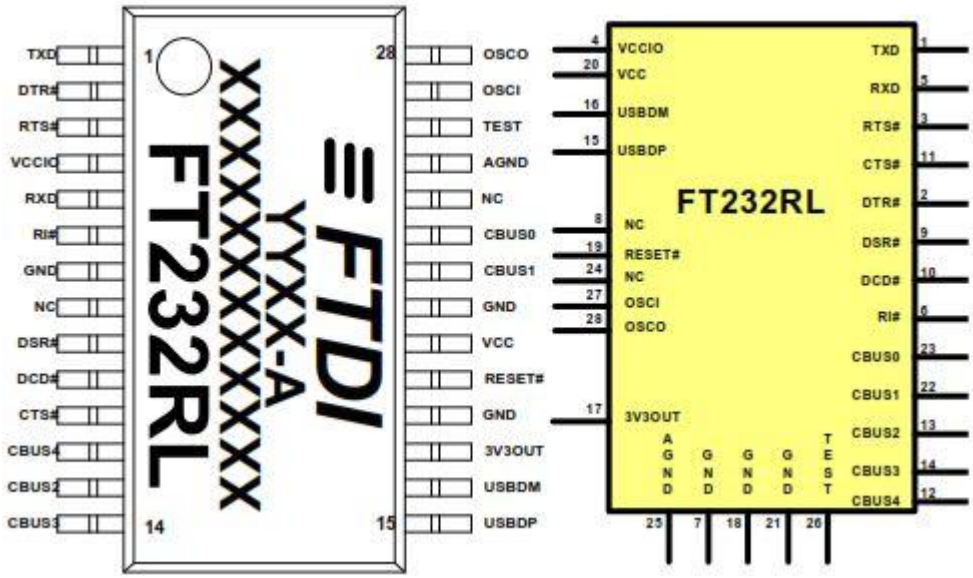
Mikrokontroler ATTINY 2313 ada 2 (dua) jenis yaitu PDIP/SOIC (berbentuk prisma sedi empat) dan jenis VQFN/MLF (berbentuk kotak) yang pada dasarnya memiliki fungsi dan fitur-fitur yang sama, hanya saja memiliki bentuk yang berbeda. Secara keseluruan pin dari mikrokontroler ATTINY 2313 memiliki total 20 pin. Mikrokontroler ATTINY 2313 ini merupakan jenis mikrokontroler 8-bit AVR. Fitur-fitur yang terdapat di dalamnya antara lain :

- Memori :
  - ✓ 2K *bites* untuk *In-System Self Programmable Flash* dengan ketahanan untuk *write/erase* sampai 10.000 kali.
  - ✓ 128 bytes untuk *In-system programmable EEPROM* dengan ketahanan untuk *write/erase* sampai 10.000 kali.
  - ✓ 128 *bytes* internal SRAM.
- Tegangan yang dibutuhkan saat bekerja : 2.7 – 5.5 Volt.
- Fitur *peripheral* :
  - ✓ 1 buah *Timer/Counter* 8-bit dengan *Prescaler* dan *Compare mode* yang terpisah.
  - ✓ 1 buah *Timer/Counter* 16-bit dengan *Prescaler*, *Compare mode*, dan *capture mode* yang terpisah.
  - ✓ 4 buah *PWM channels*.
  - ✓ *Analog Comparator.*
  - ✓ *Watchog Timer.*
  - ✓ USI – *Universal Serial Interface*.

Pada mikrokontroler ATTINY 2313 ini terdapat 3 (tiga) jenis memori, yaitu Flash memori, SRAM (Data) memori, dan EEPROM memori. Dari jenis-jenis memori yang dimiliki oleh mikrokontroler ATTINY 2313 adalah alasan digunakannya mikrokontroler tersebut dalam pembuatan tugas akhir ini, terlebih dalam proses komunikasi data agar *sampling rate* ADC sesuai dengan yang diharapkan.

3.3.4 FT232RL

FT232RL adalah jenis dari salah satu ic FTDI yang merupakan perangkat semikonduktor yang mengkhususkan sistem kerjanya dalam *Universal Serial Bus* (USB). FT232RL ini juga bisa dijadikan modul konversi signal USB ke signal TTL/UART (*USB to TTL Converter*) yang handal dan praktis untuk digunakan pada rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler. Oleh karena itu FT232RL ini sebagai pengganti modul USB yang tidak tersedia pada mikrokontroler yang digunakan untuk komunnikasi atau *converter* antara mikrokontroler dengan PC.



Gambar 3.4 Konfigurasi Pin FT232RL

3.3.5 Pemilihan Jenis Op-Amp

Pemilihan jenis op-amp adalah hal yang teramat sangat penting, dikarenakan alat yang dibuat berhubungan dengan rangkaian analog dan sinyal-sinyal analog. Oleh karena itu pemilihan jenis op-amp haruslah sangat tepay agar sinyal yang melewati op-amp tidak berubah dan informasi yang akan masuk tidak rusak sehingga dalam pemilihan ini hharus memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut :

- memiliki *bandwidth* yang lebar, dikarenakan sinyal yang akan mlewati rangkaian op-amp harus dalam rentang yang sangat lebar,
- memiliki kecepatan *slew rate* yang tinggi agar perubahan sinyal masukan dengan perubahan sinyal keluaran akan bersifat linier, dan
- harus merupakan komponen yang bekerja dengan daya yang rendah.

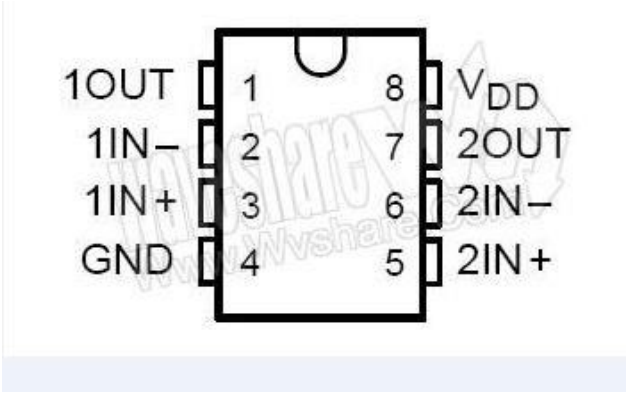
Tabel 3.3 Uraian Perbandingan Tipe Op-Amp

Spesifikasi	Tipe Mikrokontroler		
	LM324	TLC272	LM741
Jumlah op-amp	4 buah	2 buah	1 buah
Slew rate	0.4 V/uS	3.6 V/uS	0.5 V/uS
Konsumsi Daya	500 mW	500 mW	50 mW
Bandwidth	~1.3 MHz	~1.7 MHz	~1.5 MHz
CMRR	80 dB	65 dB	90 dB
Jumlah Pin	14	8	8
Harga	Rp. 7500	Rp. 9500	Rp. 2000

Dari Tabel 3.3 tentang uraian perbandingan tipe op-amp dapat diambil kesimpulan bahwa op-amp tipe TLC272 sesuai dengan kriteria yang diharapkan, karena spesifikasi yang dimiliki oleh jenis op-amp ini sangat membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini. Selain itu op-amp TLC272 ini juga memiliki *bandwidth* yang lebar dan memiliki *slew rate* yang tinggi sehingga sinyal masukan dan keluaran akan mendekati grafik linier sempurna.

3.3.6 Op-Amp TLC272

Dari kriteria jenis op-amp yang dijelaskan diatas, jenis ic op-amp TLC272 ini sangat cocok untuk digunakan dalam pembuatan sistem yang dirancang. Op-amp tipe ini memiliki 2 (dua) buah penguatan didalam ic-nya yang artinya 1 (buah) penguatan terdiri dari 2 (buah) inputan dan 1 (satu) buah keluaran.



Gambar 3.5 Konfigurasi Pin Op-amp TLC272

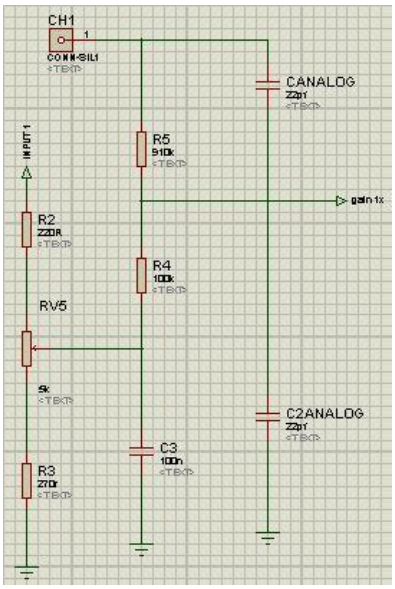
Dilihat dari segi finansial harga dari op-amp ini sendiri mudah terjangkau oleh penguna yang memerlukannya, selain itu juga op-amp ini memiliki kecepatan tinggi, impedansi masukan yang sangat tinggi, arus biasnya yang rendah, dan merupakan jenis penguatan dengan teknologi *BIFET* yang memiliki pengaturan tegangan *offset* di dalamnya (*internal*). Op-amp ini hanya memerlukan arus yang kecil saja untuk menghasilkan penguatan dengan *badwidth* yang besar dan *slewrate* yang tinggi.

3.4 Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)

Perancangan perangkat keras ini terdiri dari perancangan rangkaian penguat sebagai unit masukan, dsPIC30F3014, ATTINY 2313, dan FT232RL sebagai unit pemroses juga komunikasi USB sebagai unit keluaran. Berikut uraian dari masing-masing perancangan perangkat keras dari sistem yang dibuat.

3.4.1 Rangkaian *Attenuator*

Rangkaian attenuator berfungsi untuk melemahkan sinyal masukan, sehingga sinyal dipastikan tidak melebihi kemampuan pembacaan oleh ADC mikrokontroler, karena apabila tegangan sinyal masukan melebihi kemampuan tegangan masukan untuk ADC maka dapat merusak ADC pada mikrokontroler.



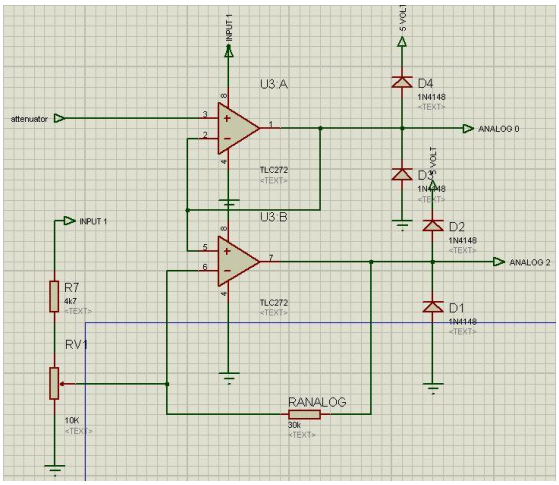
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian *Attenuator*

Rangkaian *attenuator* pada Gambar 3.6 pada prinsipnya bekerja selayaknya resistor pembagi tegangan, dimana sinyal masukan akan dilemahkan sebesar 20x oleh resistor R3 dan R4, sehingga sinyal yang tadinya memiliki amplitudo yang besar akan dilemahkan pada sisi tersebut. Karena ADC mikrokontroler hanya dapat bekerja pada rentang tegangan 0 hingga 5 Volt, maka diperlukan juga sebuah rangkaian penggeser nilai *offset*, dimana hal tersebut akan menggesser sinyal yang berada dibagian tegangan negatif untuk naik ke bagian positif (tegangan dibuat lebih besar dari 0 Volt) karena biasanya sinyal analog memiliki amplitudo simetris di daerah positif dan negatif. Rangkaian *attenuator*

ini terdapat dimasing-masing sinyal masukan pada kedua kanal yang disediakan di sistem tersebut.

3.4.2 Rangkaian *Amplifier* Sinyal

Rangkaian *amplifier* berfungsi sebagai rangkaian penguat pada sinyal masukan yang telah dilemahkan oleh rangkaian *attenuator*.



Gambar 3.7 Skematik Rangkaian *Amplifier* dengan Penguatan 1x dan 10x

Secara garis besar pada Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian penguat menggunakan op-amp TLC272, didalam IC TLC272 terdapat 1 (satu) buah penguatan sehingga kedua op-amp tersebut dimanfaatkan untuk penguatan 1x dan 10x. Seperti yang ditunjukkan pada gambar penguatan untuk 1x (U3:A) dan 10x (U3:B), dimana untuk penguatan 1x sinyal masukan yang berasal dari rangkaian *attenuator* masuk ke pin 3 IC TLC272, selanjutnya keluaran op-amp 1 pada pin 1, diumpan balikan secara langsung ke pin masukan *inverting* op-amp pada pin 2 rangkaian tersebut atau biasanya disebut juga dengan rangkaian *buffer* sinyal. Sedangkan untuk op-amp dengan nilai penguatan 10x sinyal masukan berasal dari sinyal hasil keluaran rangkaian *buffer* yng kemudian masuk ke bagian op-amp pin

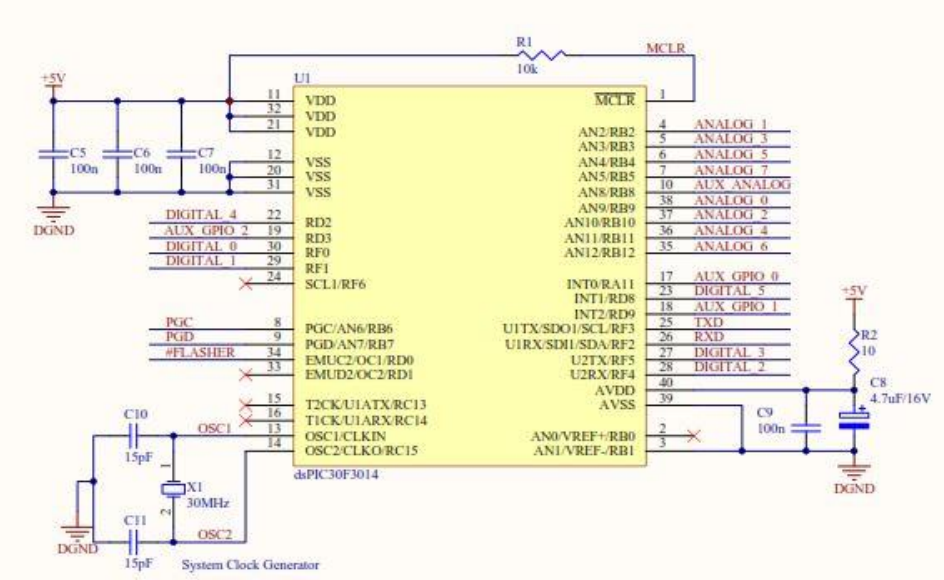
5, keluaran dari op-amp 2 pada pin 7, di umpan balikan secara langsung ke pin masukan op-amp pada pin 6.

Pada rangkaian op-amp yang ditunjukkan gambar 3.7 adalah untuk satu kanal yaitu CH1, yang artinya pada CH2 rangkaian yang digunakan adalah sama persis dengan rangkaian op-amp pada CH1 dan setiap kanal mempunyai 2 (dua) buah penguatan.

3.4.3 Sistem Minimum Mikrokontroler dsPIC30F3014

Mikrokontroler dsPIC30F3014 digunakan sebagai unit pemroses utama dari sistem perangkat *portable digital oscilloscope*. dsPIC30F3014 bertugas mencuplik data sinyal masukan analog yang kemudian dikonversikan menjadi data sinyal dalam besaran digital, yang selanjutnya hasil pemrosesan tersebut dikirimkan ke komputer menggunakan piranti antarmuka USB.

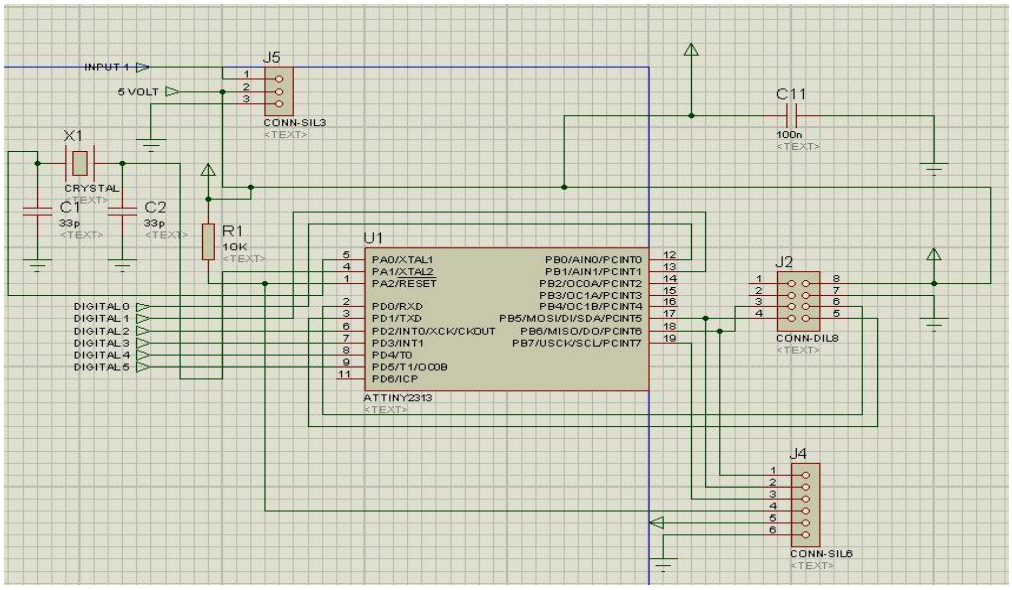
Agar mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengaan fungsinya, maka dibutuhkan suatu sistem minimum dari mikrokontroler tersebut, yang terdiri dari beberapa rangkaian pasif penunjang. Gambar 3.8 menunjukkan sistem minimum mikrokontroler dsPIC30F3014.



Gambar 3.8 Skematik Sistem Minimum Mikrokontroler dsPIC30F3014

3.4.4 Mikrokontroler ATTINY 2313

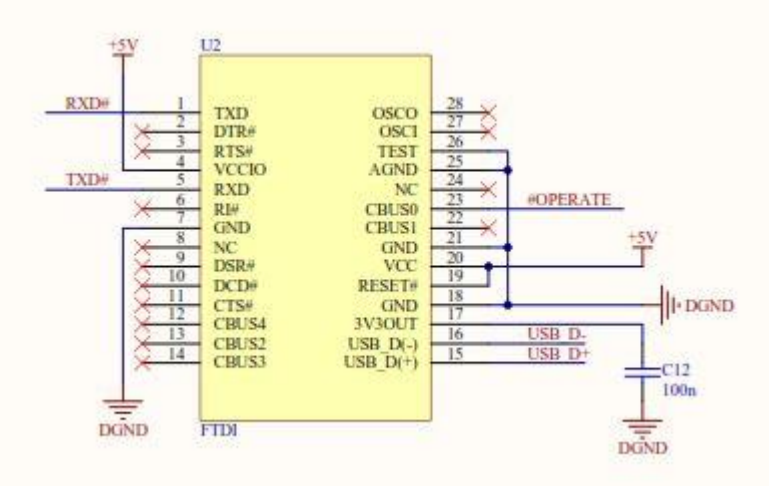
Rangkaian mikrokontroler ATTINY 2313 termasuk dalam pemroses utama setelah mikrokontroler dsPIC30F3014. Mikrokontroler ini berfungsi hanya untuk meng-*handle* proses komunikasi data agar sampling rate ADC sesuai dengan yang diharakan. Selain itu mikrokontroler ini juga memiliki *PORT-PORT* yang mendukung dalam proses kerja dari mikrokontroler ini, hal ini dikarenakan mikrokontroler ini digunakan khusus dalam sistem alat yang akan dibuat.



Gambar 3.9 Skematik Rangkaian ATTINY 2313

3.4.5 Rangkaian FT232RL

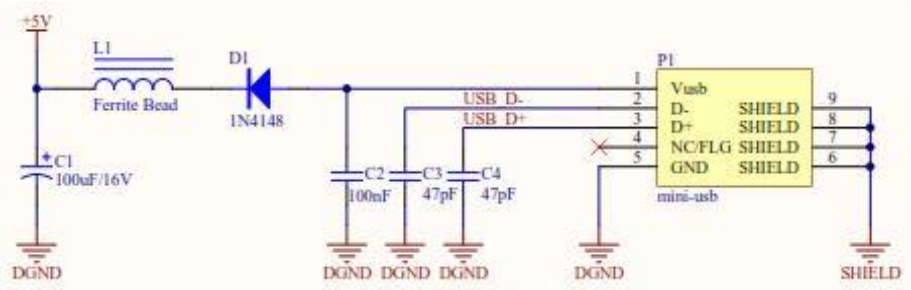
Rangkaian FT232RL ini berfungsi sebagai jembatan penghubung yang bekerja dengan USB yang dirancang pada *board* mikrokontroler antara mikrokontroler yang digunakan dengan penerima yaitu PC. Selain itu FT232RL ini bisa juga disebut sebagai IC *converter* antara pengirim dengan penerima, hal ini dikarenakan IC ini menyediakan dua jalur RX dan TX yang artinya dengan mudah bisa terhubung ke mikrokontroler salah satunya adalah jenis mikrokontroler dsPIC yang digunakan pada pembuatan sistem yang akan dirancang.



Gambar 3.10 Skematik Rangkaian FT232RL

3.4.6 Rangkaian Konektifitas USB

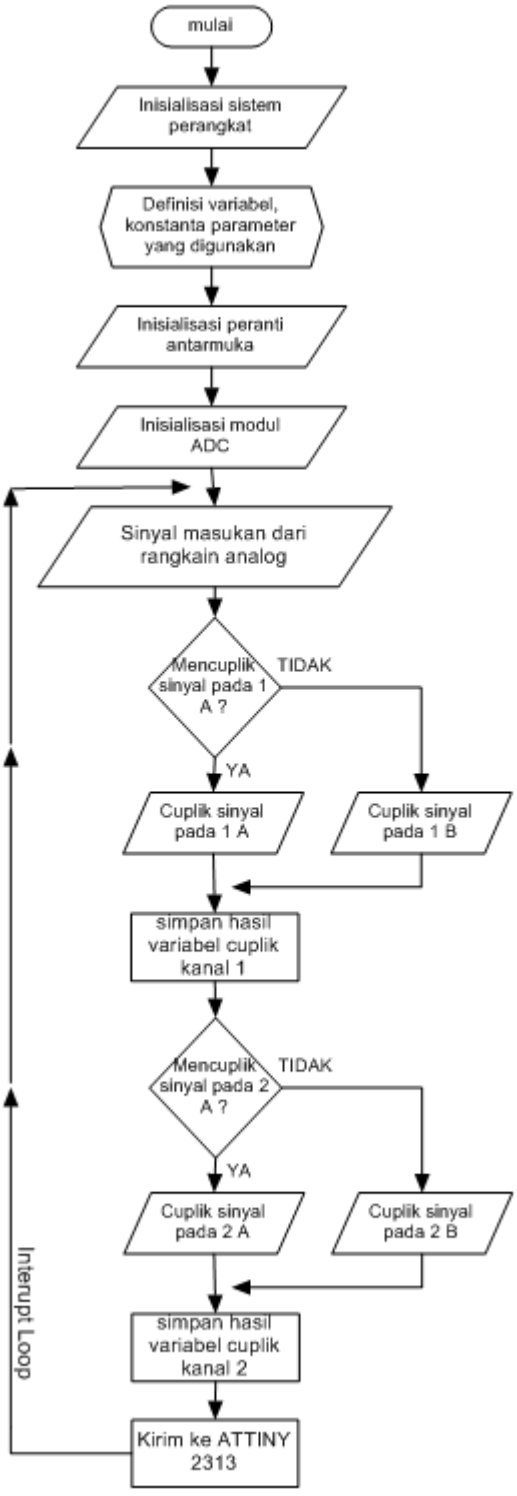
Disini konektifitas USB memiliki 2 (dua) fungsi yang sangat penting, yaitu : sebagai penghubung peranti antarmuka USB antara perangkat dengan komputer dan juga sebagai sumber catu daya utama untuk perangkat sistem minimum pada rangkaian dsPIC30F3014.



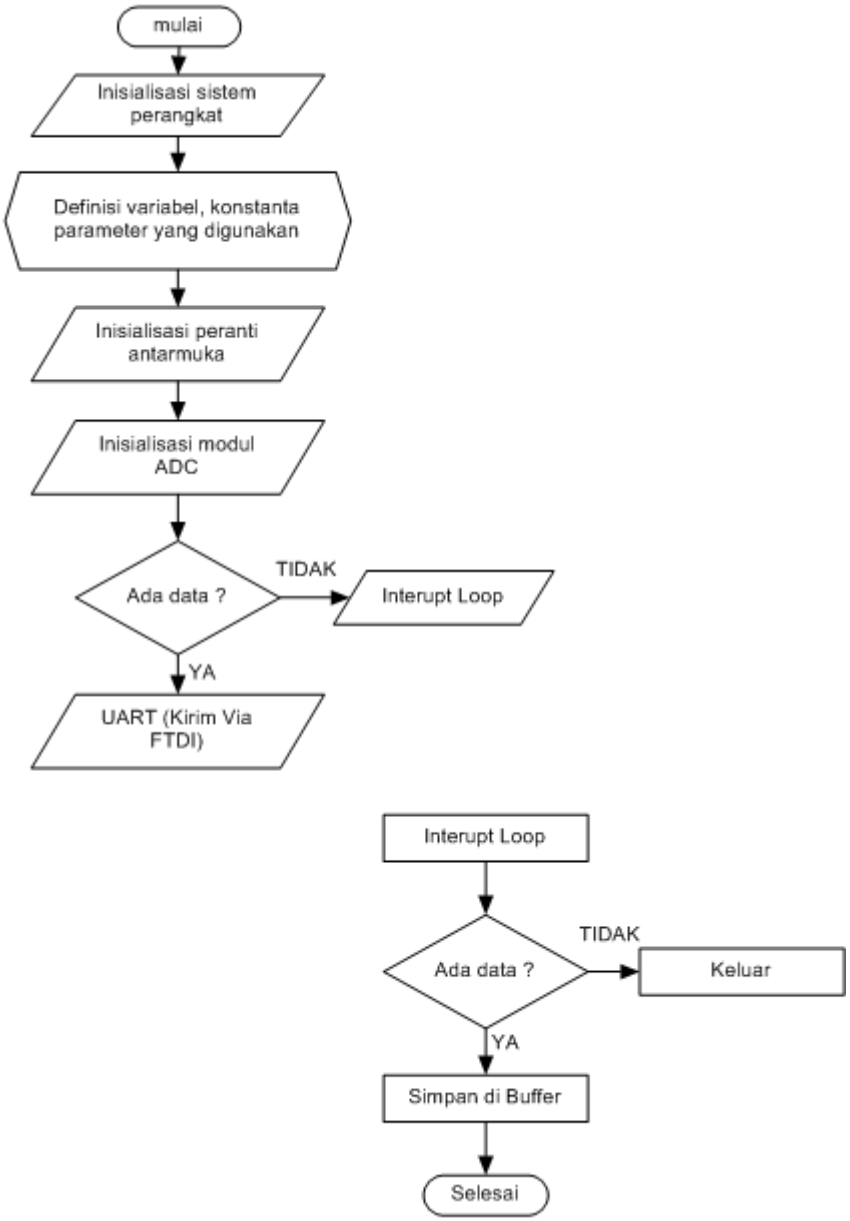
Gambar 3.11 Skematik Konektifitas USB

Dari perancangan setiap bagian-bagian tersebut maka akan didapatkan perancangan sistem secara keseluruhan yang dibagi menjadi 2 (dua) macam rangkaian yaitu rangkaian analog dan rangkaian digital.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler (*firmware)*



Gambar 3.12 Diagram Alir Program Mikrokontroler



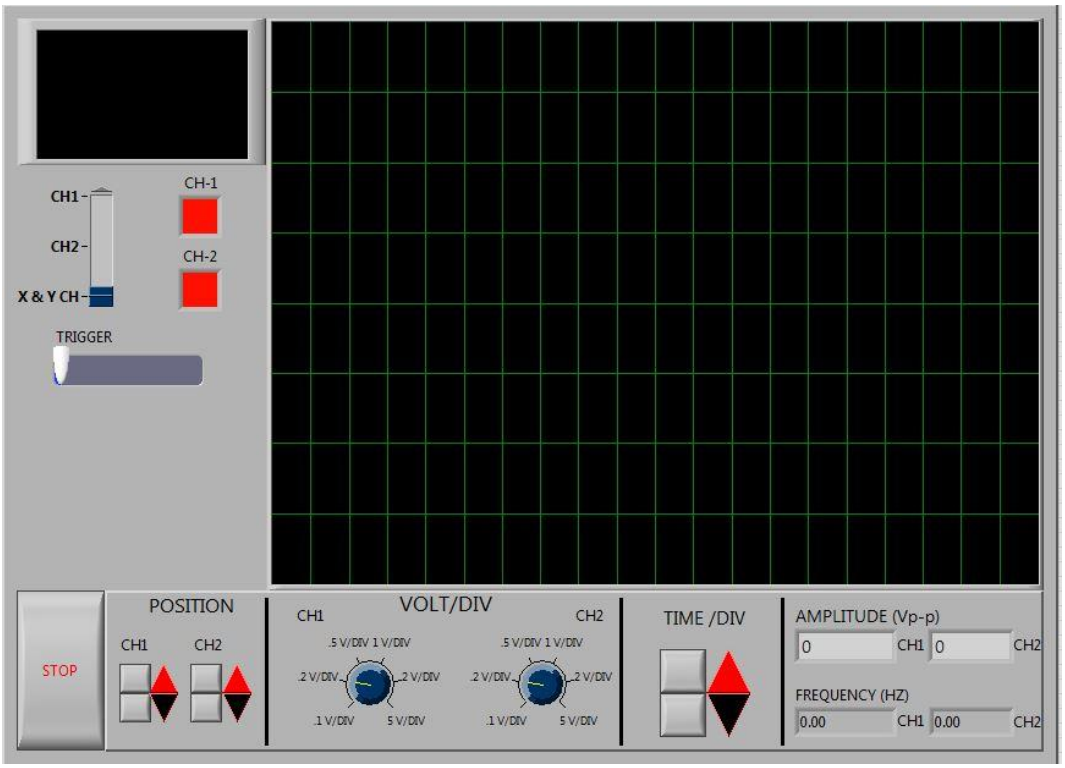
Gambar 3.13 Diagram Alir Program Mikrokontroler

Perangkat lunak mikrokontroler (*firmware*) digunakan untuk mengatur kerja dari mikrokontroler pada sistem tersebut agar dapat berjalan sebagaimana mestinya. Perangkat lunak mikrokontroler dirancang menggunakan bahasa pemograman tingkat tinggi, yaitu bahasa C. Dalam proses pemrograman ini menggunakan dua program aplikasi yaitu *MPLAB IDE* untuk proses pemrograman

pada rangkaian digital dan program aplikasi *CAVR* untuk proses pemrograman pada rangkaian analog.

3.6 Perancangan Program Aplikasi Komputer *LabVIEW* (*software)*

Pada perancangan program aplikasi komputer ini, akan menggunakan program aplikasi *LabVIEW* sebagai program aplikasi yang akan menampilkan hasil dari pembacaan data-data *hexadecimal* yang kemudian ditampilkan atau di-*plot* menjadi sebuah sinyal sesuai dengan data-data masukan yang dikirim ke program aplikasi *LabVIEW* melalui *hardware* dengan mengubungkan keduanya menggunakan komunikasi serial.

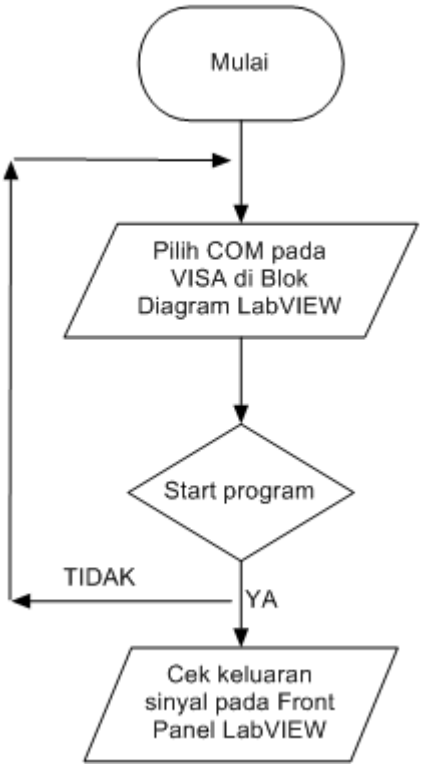


Gambar 3.14 Tampilan Program Aplikasi *LabVIEW*

Tabel 3.4 *Tools* yang Digunakan Pada Program Aplikasi *LabVIEW*

NO	*TOOLS*	KETERANGAN
1	*VOLT / DIV (CH 1)*	Tombol ini digunakan untuk mengatur parameter *volt/div* yang akan digunakan pada kanal 1.
2	*VOLT / DIV (CH 2)*	Tombol ini digunakan untuk mengatur parameter *volt/div* yang akan digunakan pada kanal 2.
3	*POSITION (CH 1)*	Tombol ini digunakan untuk mengatur posisi vertikal atau atas bawah pada sinyal dikanal 1.
4	*POSITION (CH 2)*	Tombol ini digunakan untuk mengatur posisi vertikal atau atas bawah pada sinyal dikanal 1.
5	*TIME / DIV*	Tombol ini digunakan untuk mengatur parameter *time/div* yang akan digunakan pada kanal 1 maupun pada kanal 2.
6	*AMPLITUDE (CH 1)*	*Tools* ini merupakan indikator dari hasil pembacaan *amplitude* yang terukur pada kanal 1.
7	*AMPLITUDE (CH 2)*	*Tools* ini merupakan indikator dari hasil pembacaan *amplitude* yang terukur pada kanal 2.
8	*FREQUENCY (CH 1)*	*Tools* ini merupakan indikator dari hasil pembacaan frekuensi yang terukur pada kanal 1.
9	*FREQUENCY (CH 2)*	*Tools* ini merupakan indikator dari hasil pembacaan frekuensi yang terukur pada kanal 2.
10	*TRIGGER*	Pada *tools trigger* ini digunakan untuk mengatur cepat atau lambatnya sinyal yang masuk.
11	*CH1, CH2, X & Y CH*	Pada *tools* ini digunakan untuk memilih kanal yang ingin digunakan baik itu kanal 1, kanal 2, maupun menampilkan kedua kanal secara sekaligus.
12	*SIGNAL COLOUR*	*Tools* ini digunakan untuk memiih warna dari sinyal yang terbaca pada *LabVIEW* baik itu warna sinyal dari kanal 1 maupun warna dari kanal 2.

3.7 Diagram Alir Program Aplikasi *LabVIEW*



Gambar 3.15 Diagram Alir Program Aplikasi *LabVIEW*