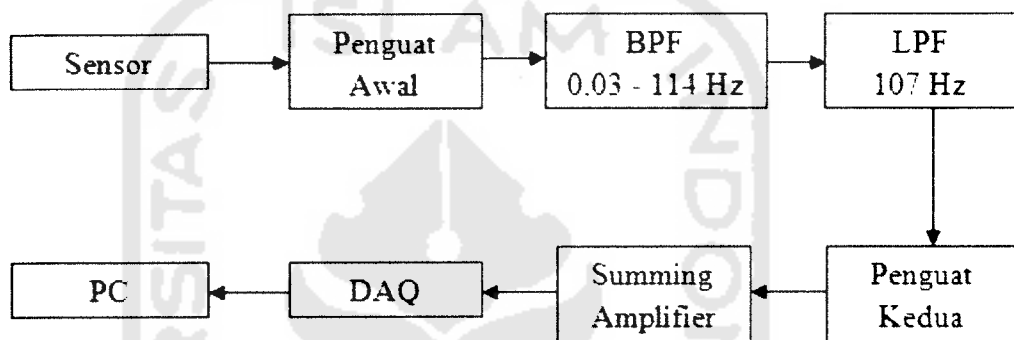


BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1. Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok di atas merupakan proses untuk mendapatkan sinyal EKG. Sinyal dideteksi menggunakan sensor elektroda kemudian dari sensor masuk ke penguat awal yang merupakan penguat *bio-amplifier* setelah itu ke *band pass filter* (0,03 Hz – 114 Hz) lalu ke *low pass filter* (107 Hz). Setelah sinyal *noise* dihilangkan di *band pass filter* dan *low pass filter* kemudian sinyal dikuatkan kembali agar sinyalnya mudah untuk diamati, setelah itu masuk ke *summing amplifier* yang berfungsi untuk menaikkan level tegangan. Selanjutnya akuisisi data diambil menggunakan Ni DAQ 6009 dengan menggunakan *software* LabVIEW yang ditampilkan melalui PC. Selain berfungsi menampilkan data, LabVIEW juga dapat membersihkan sinyal EKG yang masih terdapat *noise* dengan menggunakan *tool* pada *block diagram* LabVIEW. Setelah *hardware* dan *software* dapat berfungsi dengan baik yang artinya mampu menghasilkan sinyal

EKG yang akurat kemudian merancang perangkat lunak untuk mendapatkan data yang diinginkan dari sinyal EKG. Apabila perangkat lunak dan perangkat keras sudah dapat berfungsi dengan baik selanjutnya melakukan penelitian *heart rate variability* pada mahasiswa perokok dan non-perokok.

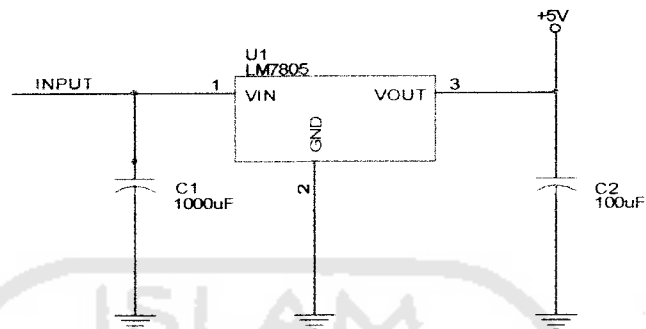
3.2. Perancangan Perangkat Keras

Berikut penjelasan perancangan perangkat keras.

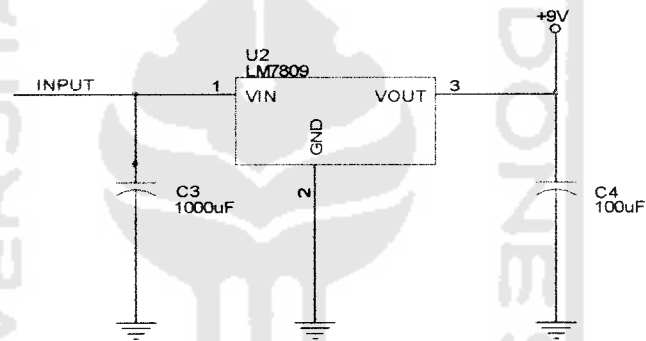
3.2.1. Rangkaian Regulator

Pada perancangan *power supply* menggunakan dua baterai DC dengan tegangan 12 volt, kemudian menggunakan regulator untuk menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan. Tegangan keluaran yang dibutuhkan sebesar +9 volt, -9 volt dan + 5 volt. Tegangan keluaran ini digunakan untuk mengaktifkan IC pada *bio-amplifier*, *band pass filter*, *low pass filter*, penguat, dan rangkaian *adder*. Pada setiap IC kaki no 4 mendapatkan tegangan -9 volt dan kaki no 7 mendapatkan tegangan +9 volt. Sedangkan +5 volt digunakan pada *summing amplifier* untuk menaikkan level tegangan agar sinyal yang sebagian negatif dapat seluruhnya menjadi positif.

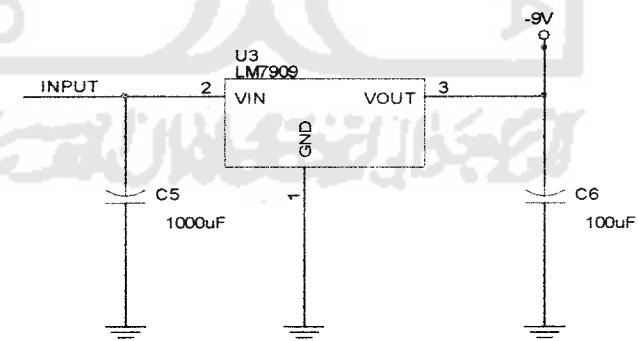
Berikut skematik regulator yang dibutuhkan :



Gambar 3.2 Skematik LM7805



Gambar 3.3 Skematik LM7809



Gambar 3.4 Skematik LM7909

Pada *power supply* terdapat kapasitor *electrolytic* yang terbuat dari aluminium yang menggunakan membran oksidasi yang tipis. Berikut fungsi kapasitor pada *power supply*:

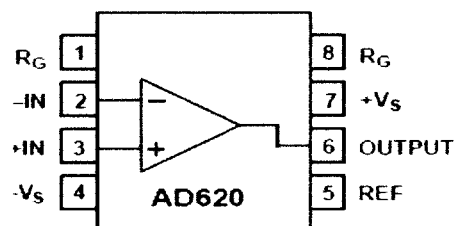
1. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain.
2. Sebagai rangkaian filter
3. Menghilangkan *bouncing* (loncatan api)

3.2.2. Rangkaian Penguat Awal

Pada penguat awal menggunakan IC AD620 sebagai penguat sinyal *bio amplifier*. AD620 telah memenuhi syarat yang dibutuhkan untuk penguat *bio-potensial*, sehingga AD620 banyak digunakan dalam instrumentasi kedokteran khususnya untuk EKG. AD620 merupakan produksi dari Analog Device, sebenarnya pabrik lain seperti Linear Technology juga mengeluarkan IC khusus untuk EKG yakni LT1167 dan LT1168, kemudian Texas Instrument juga memproduksi INA128 yang dapat mendeteksi sinyal EKG. Namun dalam penelitian menggunakan AD620 karena sudah mampu mendeteksi sinyal dengan baik.

Pengaturan Gain pada AD620 sangatlah mudah yakni hanya mengatur resistansi antara kaki pin 1 dan pin 8 pada IC. Berikut persamaan matematis penguatan *bio amplifier* :

$$G = \frac{R_1 + R_2}{R_G} \quad 3.1$$



Gambar 3.5 Pin AD620

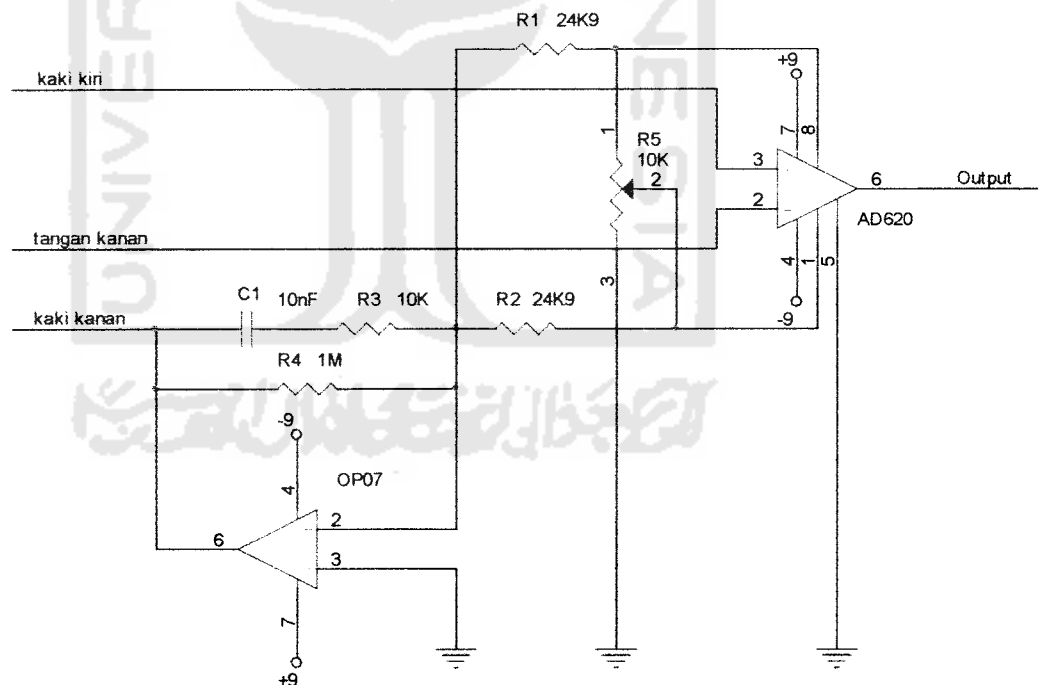
Pada perancangan penguat awal diatur dengan Gain sebesar 14,6 kali. Dengan nilai R_1 dan R_2 sebesar $22\text{K}\Omega$, berdasarkan persamaan di atas didapatkan $R_G = 3\text{K}\Omega$.

$$G = \frac{R_1 + R_2}{R_G}$$

$$R_G = \frac{R_1 + R_2}{G}$$

$$R_G = \frac{(22 \times 10^3) + (22 \times 10^3)}{14,6}$$

$$R_G = 3 \times 10^3 \Omega$$



Gambar 3.6 Rangkaian Penguat Awal

Pada rangkaian penguat awal menggunakan resistor dengan toleransi 1% dan kapasitor multilayer.

3.2.3. Rangkaian *Band Pass Filter* (BPF)

Perancangan *Band Pass Filter* menggunakan orde 1 *butterworth*. Pada respon *butterworth* sering disebut *maximally flat response* karena gain sinyal yang dilewatkannya bersifat konstan.

Integrated Circuit (IC) yang digunakan pada rangkaian *band pass filter* ialah menggunakan IC LF351 dengan frekuensi *cut off high pass* 0,03 Hz dan frekuensi *cut off low pass* 114 Hz. Sehingga pada BPF hanya meloloskan sinyal frekuensi diantara 0,03 Hz hingga 114 Hz. Nilai resistor dan kapasitor filter dapat ditentukan dengan menghitung persamaan matematis.

Persamaan matematis frekuensi *cut off high pass* :

$$f_{ch} = \frac{1}{2\pi R_4 C_1} \quad (3.2)$$

$$f_{ch} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times (100 \times 10^3) \times (47 \times 10^{-6})}$$

$$f_{ch} = 0,03 \text{ Hz}$$

Persamaan matematis frekuensi *cut off low pass* :

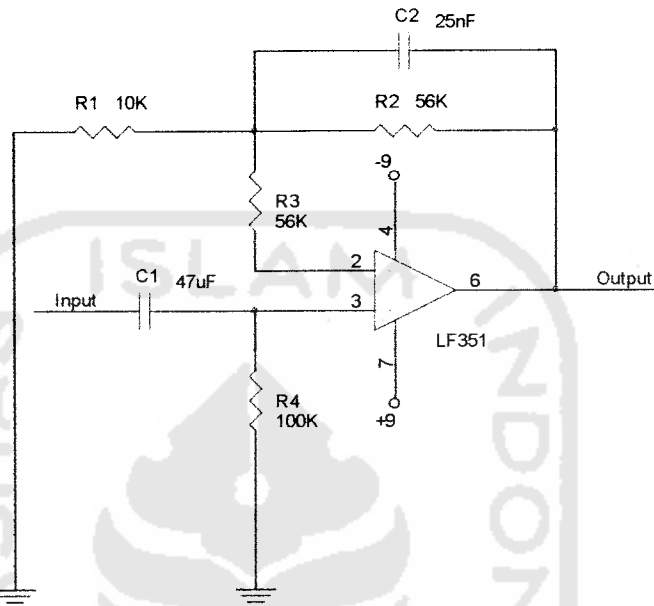
$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \quad (3.3)$$

$$f_{cl} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times (56 \times 10^3) \times (25 \times 10^{-9})}$$

$$f_{cl} = 114 \text{ Hz}$$

Pada *band pass filter* sinyal dikuatkan sebesar 5,6 kali, penguatan dilakukan dengan mengatur nilai R_2 dan R_1 .

$$G = \frac{R_2}{R_1} \quad 3.4$$



Gambar 3.7 Rangkaian *Band Pass Filter*

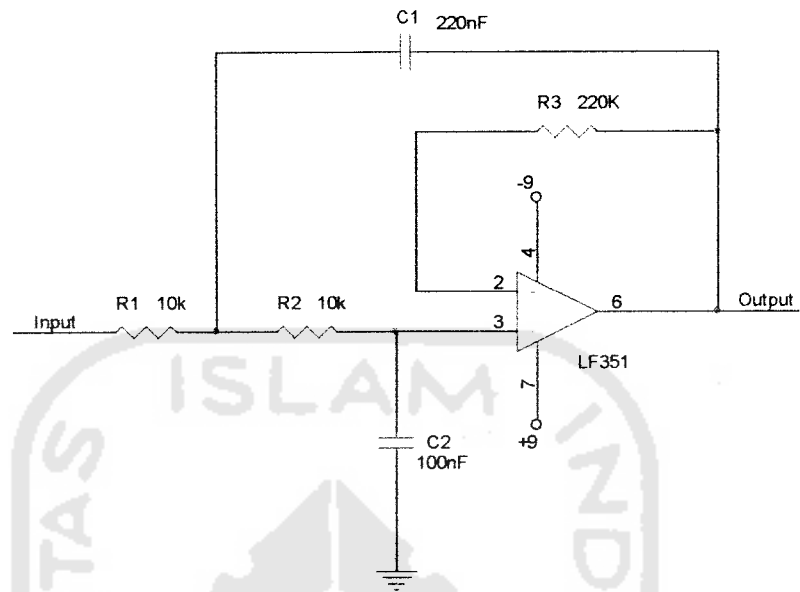
3.2.4. Rangkaian *Low Pass Filter* (LPF)

Sinyal hasil penyaringan dari *band pass filter* tidak begitu meredam komponen pada frekuensi tinggi, maka digunakan *low pass filter* orde dua *butterworth*. Pada perancangan *Low Pass Filter* menggunakan IC LF351 dengan frekuensi cut off sebesar 106 Hz, sehingga sinyal diatas 106 Hz tidak dilewatkan.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 \times R_2 \times C_1 \times C_2}} \quad (3.5)$$

$$f_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \sqrt{(10 \times 10^3) \times (10 \times 10^3) \times (220 \times 10^{-9}) \times (100 \times 10^{-9})}}$$

$$f_c = 106 \text{ Hz}$$



Gambar 3.8 Rangkaian *Low Pass Filter*

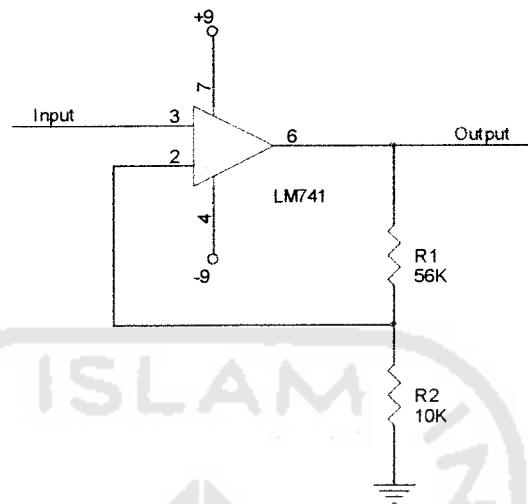
3.2.5. Rangkaian Penguat Kedua

Pada perancangan penguat kedua sinyal diperbesar sekitar 6,6 kali, agar sinyal lebih mudah untuk diamati.

$$G = 1 + \frac{R_1}{R_2} \quad (3.6)$$

$$G = 1 + \frac{56 \times 10^3}{10 \times 10^3}$$

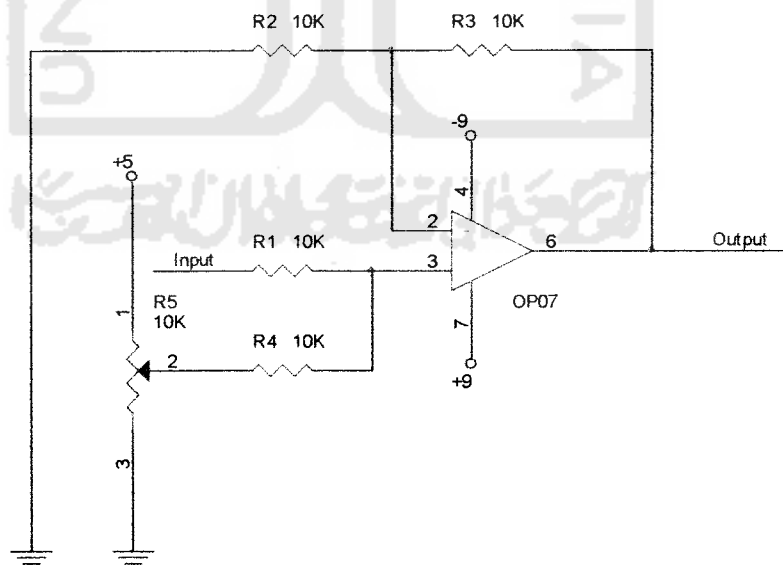
$$G = 6,6 \text{ kali}$$



Gambar 3.9 Rangkaian Penguat Kedua

3.2.6. Rangkaian *Summing Amplifier*

Rangkaian *summing amplifier* berfungsi untuk menaikkan level tegangan pada sinyal EKG yang negatif menjadi positif seluruhnya.



Gambar 3.10 Rangkaian *Summing Amplifier*

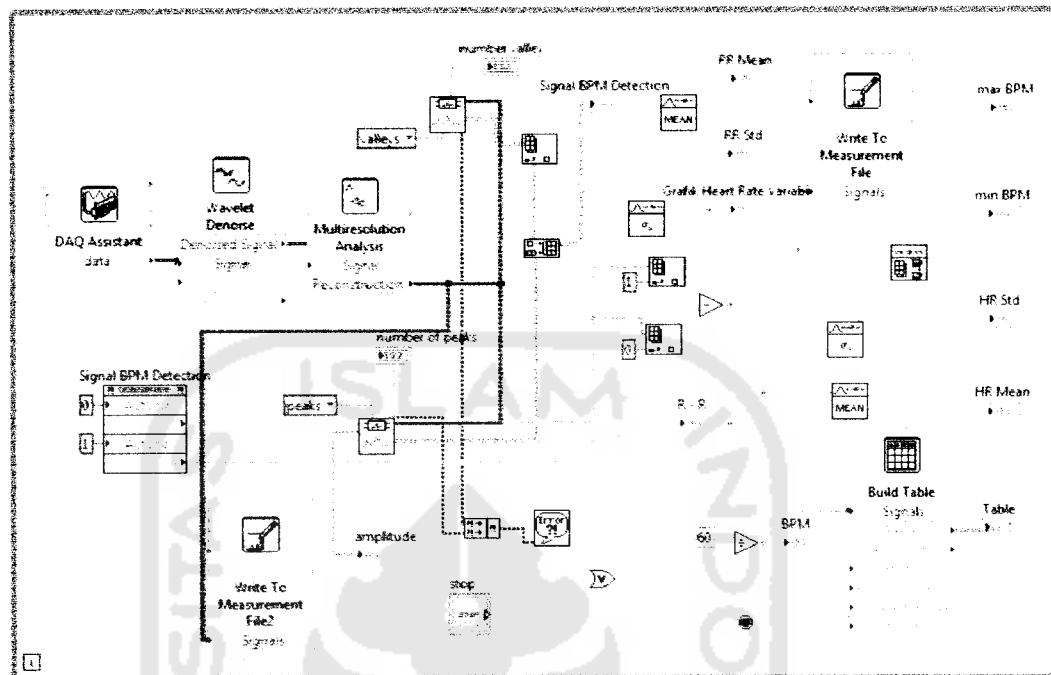
3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan *software* untuk mengolah sinyal menggunakan LabVIEW 2010 *Professional Version*. LabVIEW 2010 memiliki fitur yang lebih lengkap untuk mengolah data dan memiliki lebih banyak fitur filter yang sangat dibutuhkan dalam pengolahan sinyal EKG agar sinyal bersih dari *noise* yang tidak diinginkan. Pada perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan *front panel* dan perancangan *block diagram*. Untuk lebih jelasnya diuraikan sebagai berikut.

3.3.1. Perancangan *Block Diagram*

Block diagram pada LabVIEW dibutuhkan untuk memproses data yang masuk pada NI DAQ 6009 dan mengatur data yang akan ditampilkan pada *front panel* LabVIEW.

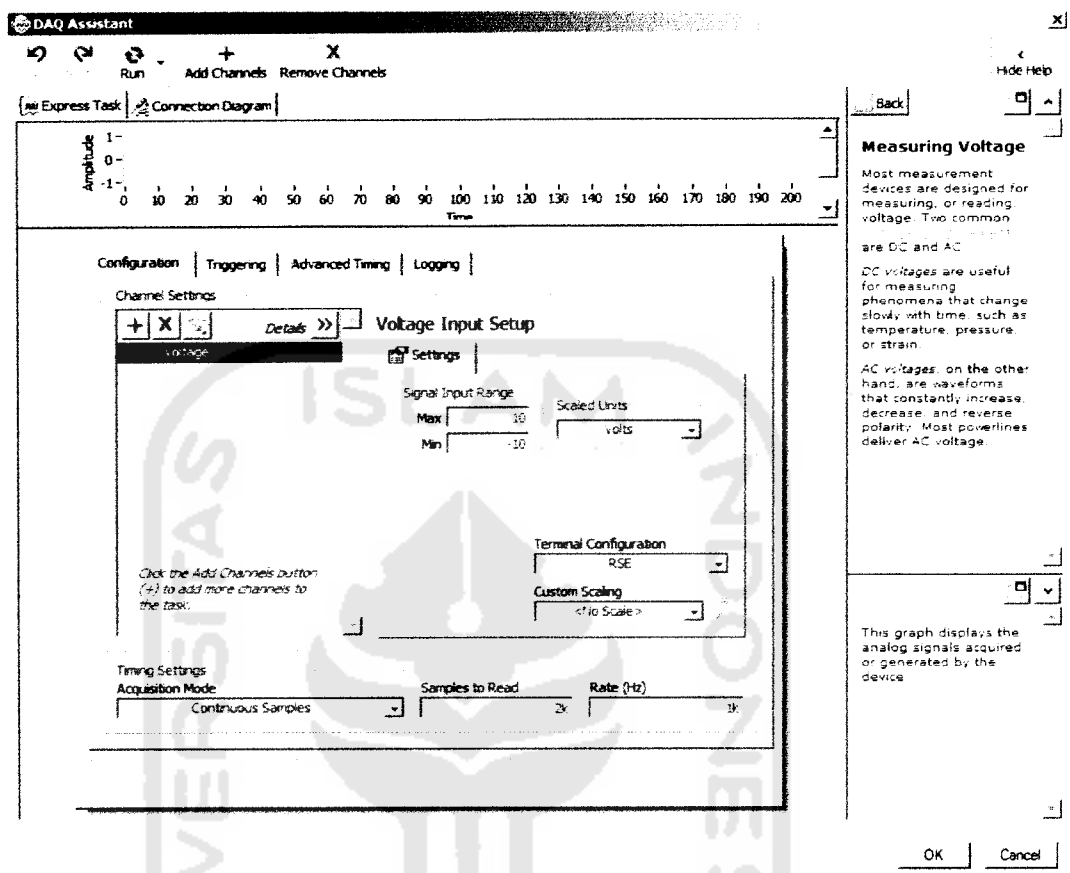
Pada perancangan *block diagram* hanya menggunakan analog input. Berikut gambar perancangan *block diagram* menggunakan LabVIEW 2010 *professional version*.



Gambar 3.11 Rancangan *Block Diagram* HRV pada LabVIEW

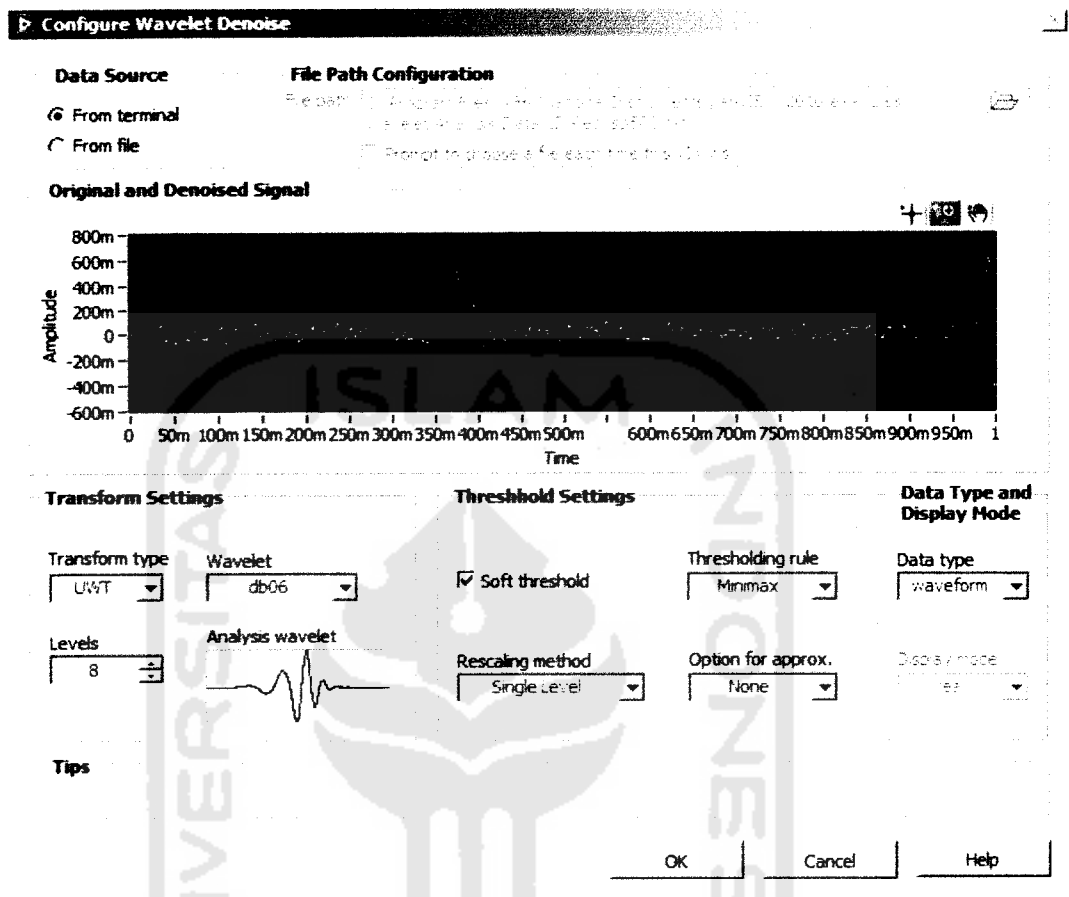
Block diagram di atas menjelaskan proses-proses yang digunakan untuk menampilkan data yang diinginkan.

Pertama terdapat *DAQ assistant* yang berfungsi untuk mengkonfigurasi terminal dan akuisisi. Konfigurasi terminal menggunakan *Reference Single-ended (RSE)* yakni hanya menggunakan tegangan positif dan *ground* sebagai masukan sinyal EKG. Sedangkan mode akuisisi menggunakan *continuous sample*.



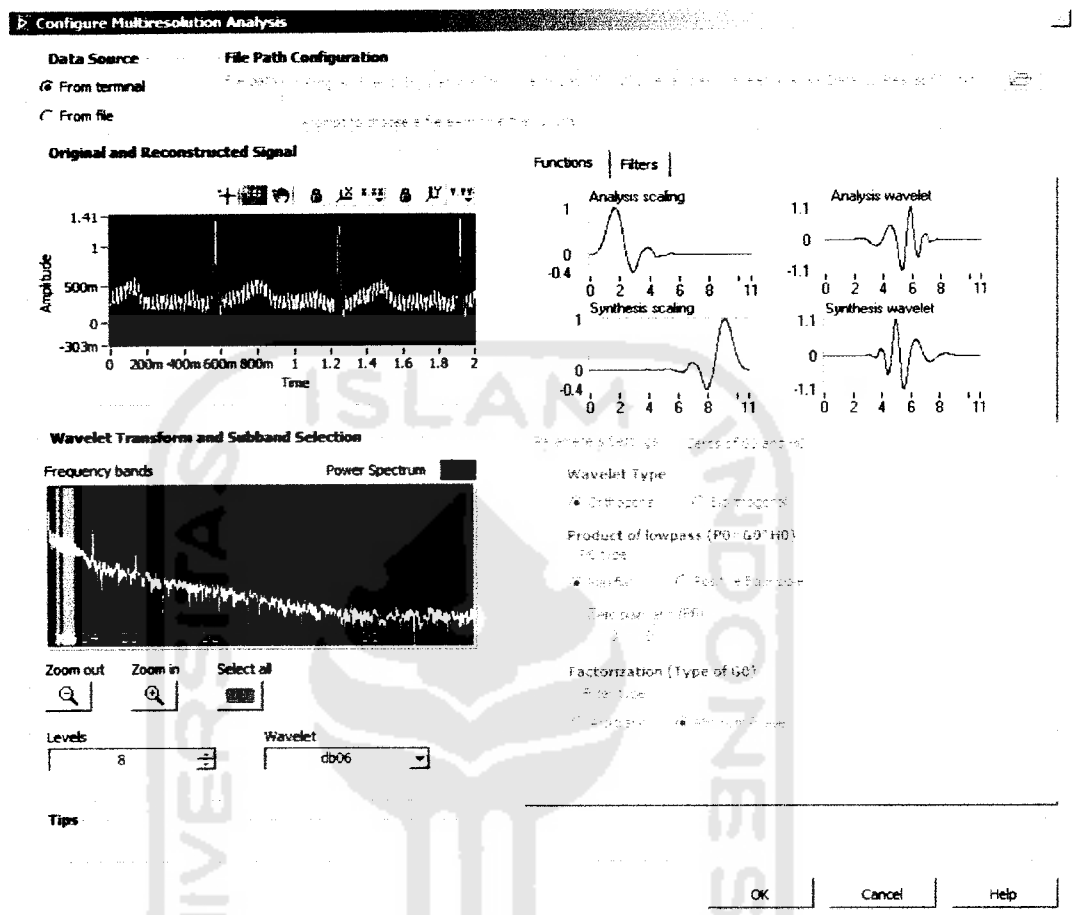
Gambar 3.12 Konfigurasi NI DAQ 6009

Setelah mengkonfigurasi DAQ langkah selanjutnya menggunakan *tool wavelet denoise* yang berfungsi untuk menghilangkan *noise*. Karena output perangkat keras masih sedikit terdapat *noise*. Pada konfigurasi *wavelet denoise* terdapat *undecimated wavelet transform* (UWT) dan *discrete wavelet transform* (DWT). Dalam perancangan menggunakan *undecimated wavelet transform* (UWT) karena UWT lebih akurat dan menghasilkan sinyal yang lebih *smooth* dibandingkan dengan DWT.



Gambar 3.13 Konfigurasi *Wavelet Denoise*

Selanjutnya sinyal diproses lagi untuk menghasilkan sinyal EKG yang lebih baik menggunakan *tool multiresolution analysis*. Dengan menggunakan *multiresolution analysis* sinyal EKG akan bersih dari noise. Berikut konfigurasi pada *multiresolution analysis*.



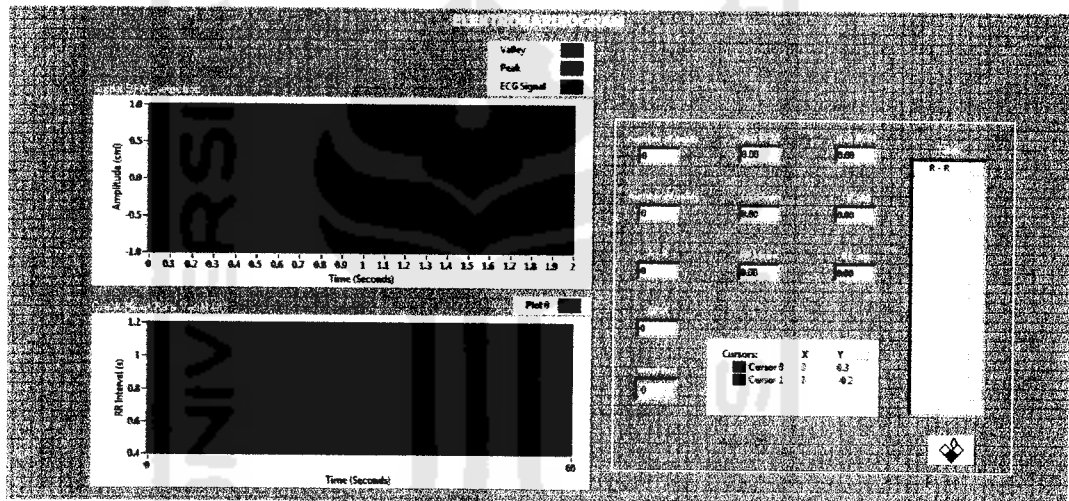
Gambar 3.14 Konfigurasi *Multiresolution Analysis*

Sinyal output yang telah difilter pada *multiresolution analysis* ditampilkan melalui *XY graph*. Setelah sinyal dapat ditampilkan pada *XY graph*, selanjutnya mendeteksi *peak* untuk mengetahui posisi sinyal R ke R, sehingga dapat mengetahui *heart rate*. Lalu data *heart rate* dianalisa *maximum heart rate*, *minimum heart rate*, rata-rata *heart rate*, *RR standard* dan *RR mean* menggunakan *tools* pada *block diagram*.

3.3.2. Perancangan *Front Panel*

Pada *front panel* berfungsi untuk menampilkan data yang telah diproses pada perancangan *block diagram*. Perancangan *front panel* menampilkan sinyal EKG, grafik *heart rate variability*, *maximum heart rate*, *minimum heart rate*, rata-rata *heart rate*, *RR standard*, *RR mean*, amplitudo sinyal EKG, lokasi *peak & valley* dan tabel nilai R - R.

Berikut tampilan *front panel* pada LabVIEW :



Gambar 3.15 Rancangan *Front Panel* LabVIEW