

# DESAIN FILTER CHEBYSHEV MENGGUNAKAN TEKNOLOGI HDL BERBASIS FPAA

Machmud Effendy<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Filter Chebyshev represent one of the type of filter able to arrange level of osilationi that happened at the time of will pass certain frequency. Problem of making of Chebyshev filter is still use some component which not be integrated in one IC ( Integrated Circuit ) so that result cutoff frequency ) difficult yielded come near wanted frequency value. By using technology of HDL base on FPAA, Chebyshev filter such as LPF ( Low Pass Filter ), HPF ( High Pass Filter ), BPF ( Band of Pass Filter ) and BSF ( Band Stop Filter ) earn in awaking up in one IC type of AN221E04, so that the target of to get cutoff frequency value which wanted reached easier.

Method the used is by developing circuit of filter Chebyshev with parameter of passband ripple, gain passband, attenuation stopband and middle frequency which wanted into IC AN221E04 use program aid of Anadigm Designer. Parameter which have in determining later, then in implementation into CAM ( Configurable Analog Module ) type of Biquadratic Filter. Result of from implementation is then insert into IC AN221E04 as according to type of filter wanted ( LPF, HPF, BPF or of BSF ). If result of simulation with calculation of manual as according to characteristic of Chebyshev filter, hence IC AN221E04 is ready to filled in.

**Key Words :** HDL, FPAA, Ch4ebyshev

## 1. PENDAHULUAN

Filter aktif mempunyai beberapa jenis antara lain : filter Butterworth, filter Chebyshev, dan filter Bessel. Ketiga filter ini mempunyai kelebihan dan kelemahan masing – masing. Pada penelitian sebelumnya ( Machmud,2005:90-97 ) sudah dibuat filter Butterworth, namun filter ini mempunyai satu kelemahan yaitu tingkat osilasi untuk menuju kondisi stabil tidak dapat di atur. Sementara itu ( Andreas Antoniou, 1993:55 ) dalam bukunya menyebutkan bahwa filter Chebyshev mempunyai nilai *passband edge* ( $\omega_p$ ) sebesar 1 radian/detik. Hal ini mengakibatkan filter ini mampu mengatur tingkat osilasi yang terjadi pada saat akan meloloskan nilai frekwensi tertentu. Hal ini tidak dimiliki oleh filter jenis lainnya ( Butterworth dan Bessel ). Sehingga dalam rencana penelitian ini kami akan membangun filter Chebyshev dalam satu chip IC.

Selama ini dalam membuat rangkaian filter Chebyshev masih menggunakan beberapa komponen op-amp, resistor dan capasitor yang tidak saling terintegrasikan, sehingga membutuhkan disipasi daya yang cukup besar. Namun apabila sejumlah komponen tersebut diintegrasikan ke dalam satu chip IC yang dapat diprogram (*programmable device*), maka disipasi daya akan dapat dikurangi.

Selain itu, untuk mengubah sedikit karakteristik seperti nilai penguatan dan nilai frekwensi *passband*

dari filter Chebyshev, dibutuhkan perubahan rangkaian secara keseluruhan dan penyetelan (*adjustable*) secara teliti, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama.

Dari permasalahan diatas, maka untuk membuat rangkaian filter Chebyshev dengan beberapa komponen op-amp, resistor dan kapasitor yang sudah diintegrasikan diperlukan sebuah IC terprogram yang dapat menampung beberapa komponen op-amp, resistor dan kapasitor sekaligus, yaitu IC jenis FPAA (*Field Programmable Analog Array*). Disamping itu untuk mempermudah dalam merubah karakteristik filter chebyshev, sehingga tidak terlalu banyak merubah rangkaian secara keseluruhan dan proses penyetelan yang lebih mudah, maka diperlukan sebuah program aplikasi khusus yang dapat merubah program dalam IC terprogram, yaitu program *Anadigm Designer* yang dilengkapi dengan *tools Anadigm Filter*.

Sedangkan pada penelitian sebelumnya ( Machmud, 2004: 35) disebutkan bahwa teknologi HDL yang selama ini masih digunakan untuk komponen - komponen digital seperti gerbang - gerbang logika NOT, AND, OR, XOR dan Flip Flop, sudah dapat digunakan untuk komponen analog seperti *op-amp* (Operational Amplifier). Namun dalam penelitian tersebut masih belum diaplikasikan pada rangkaian tertentu yang lebih aplikatif seperti

<sup>1</sup> Machmud Effendy, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang

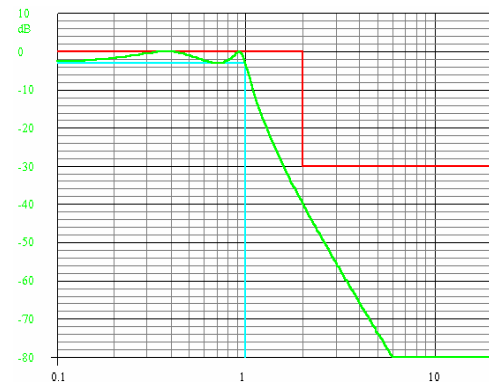
filter, amplifier dll, sehingga hasil luarannya masih belum bisa langsung diaplikasikan dalam kebutuhan elektronika.

Berangkat dari latar belakang yang telah dijelaskan diatas yaitu masih belum adanya rangkaian filter Chebyshev dalam satu chip IC, maka terdapat beberapa permasalahan yang harus diteliti antara lain

1. Bagaimana merancang filter Chebyshev dengan jenis LPF, HPF, BPF dan BSF dengan penguatan tegangan frekwensi ( dB ) dan frekwensi tengah dan frekwensi *passband* yang nilainya bervariasi ?
2. Bagaimana mengimplementasikan filter Chebyshev ke dalam IC terprogram FPAA jenis AN221E04, sehingga IC ini dapat berisi filter Chebyshev ?

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu merancang filter Chebyshev dengan jenis LPF, HPF, BPF dan BSF dengan penguatan tegangan frekwensi ( dB ), frekwensi tengah ( corner ) dan frekwensi *passband* yang nilainya bervariasi.
2. Mampu mengimplementasikan filter Chebyshev ke dalam IC terprogram FPAA ( IC AN221E04 ) menggunakan perangkat lunak Anadigm Designer.

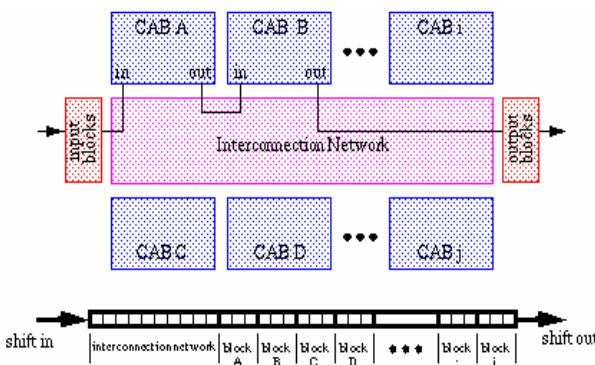


Gambar 1 Tanggapan Frekwensi Filter Chebyshev ( Anadigm Inc, 2004:20 )

## 1.2 FPAA ( Field Programmable Analog Array )

FPAA ( Field Programmable Analog Array ) adalah sebuah rangkaian terintegrasi yang dapat dikonfigurasi untuk membuat beberapa fungsi analog menggunakan beberapa CAB ( Configurable Analog Blocks ) dan interconnection network untuk menghubungkan antara CAB satu dengan yang lainnya dan dilengkapi dengan Input – output ( I/O ) block dan media penyimpanan ( memory ) jenis RAM ( Read Access Memory ).

Konseptual FPAA ditunjukkan pada gambar 2.



ang secara khusus u pita frekwensi ensi diluar pita ini, isi keluaran yang menjadi 4 bagian yaitu filter yang 1 saja, HPF ( High ang meloloskan *ass Filter* ) adalah

filter yang meloloskan range frekwensi tertentu saja. dan BSP ( *Band Stop Filter* ) merupakan filter yang meredam range frekwensi tertentu saja. (Lawrence P. Huelsman, 1993 ).

Dalam kebanyakan pemakaian filter, diminta agar nilai *passband edge* (  $\omega_p$  ) sebesar 1 radian/detik hal ini mengakibatkan filter ini mampu mengatur tingkat osilasi yang terjadi pada saat akan meloloskan nilai frekwensi tertentu. Sementara itu ( GW Roberts, 1993: ) dalam jurnal internasionalnya mengatakan bahwa filter Chebyshev dapat pula digunakan sebagai bilinear filter yang menjadi dasar dari pembuatan layout IC filter.

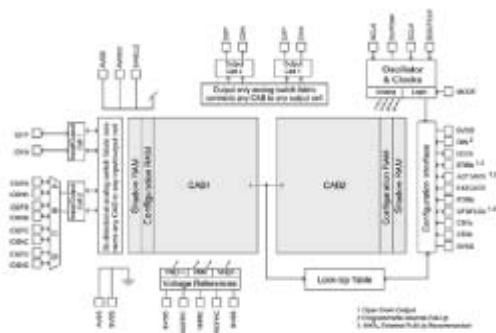
Untuk memperjelas karakteristik filter Chebyshev, gambar 1 menunjukkan tanggapan frekwensi untuk filter jenis Chebyshev.

Gambar 2 Diagram Generic FPAA ( Vincent Gaudet, 2000:5 )

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa masing – masing CAB dapat mengimplementasikan beberapa fungsi pemrosesan sinyal analog seperti amplifier, integrator, differensiator, adder, subtraction, multiplication, comparator dll.

Dalam diagram generic FPAA terdapat beberapa bit data yang dapat digunakan untuk memprogram masing – masing CAB.

Device FPAA yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu : AN221E04, dimana device ini mempunyai arsitektur sebagai berikut :



Gambar 3 Arsitektur komponen AN221E02 (Anadigm inc, 2004: 7)

Dari arsitektur pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa device AN221E02 mempunyai beberapa bagian yaitu : CAB ( Configurable Analog Blocks ) yang berfungsi untuk mengimplementasikan beberapa komponen analog menjadi amplifer, integrator, differensiator, adder, subtraction, multiplication, comparator dll, Programmable Interconnection Networks berfungsi untuk menghubungkan antara CAB 1 dengan CAB 2, sehingga akan dapat membuat rangkaian bertingkat ( cascade ). Configurable Input / Output, berfungsi untuk menyediakan port input ( untuk masuknya data ) dan port output ( untuk keluaranya data ). Dedicated Outputs adalah port keluaran yang mempunyai tingkat fleksibilitas paling tinggi dibandingkan dengan port keluaran lainnya. Dedicated output pada device ini berjumlah dua. ADC ( Analog to Digital Converter ) adalah bagian yang berfungsi untuk merubah sinyal analog menjadi sinyal digital. ADC ini memiliki ketelitian sampai 8 bit data dengan jenis SAR ( Successive Aproximation ). RAM ( Read Access Memory ) adalah memory yang dapat ditulis dan dibaca namun data dalam RAM akan hilang bila catu daya dihil angkan. LUT ( Look Up Table ) adalah bagian yang berfungsi untuk proses

### 2.3 Anadigm Designer.

Merupakan perangkat lunak khusus yang digunakan untuk membuat rangkaian analog seperti amplifer, integrator, differensiator, comparator, adder dll dalam suatu chip IC.

Anadigm Designer dibuat oleh Anadigm Inc pada tahun 2004 dengan versi 2.2.7 ( Anadigm inc,

- Mampu membuat beberapa rangkaian analog yang kompleks dengan cepat dan mudah.
- Mampu untuk mengkonversi program menjadi bahasa C yang akhirnya dapat digunakan untuk keperluan program pada microprocessor.
- Mampu mensimulasikan keluaran rangkaian analog yang telah dibuat, sehingga program yang akan di transfer ke device FPAA benar – benar sesuai dengan yang dirancang.
- Mampu membuat sistem filter dan PID ( Proportional Integrator dan differensiator ) dengan mudah dan cepat.

Dalam penelitian ini, Anadigm Designer akan lebih dfungsikan sebagai pembentuk filter Chebyshev dengan bantuan Tools anadigm filter.

## 2. METODE PENELITIAN

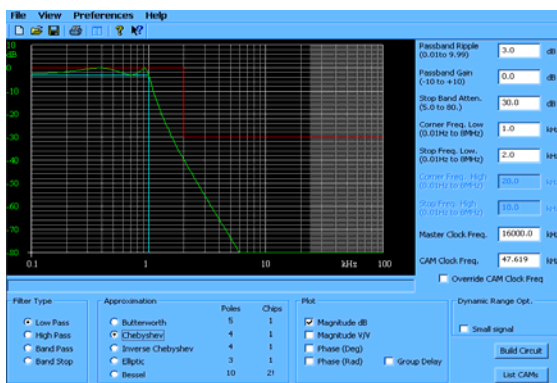
Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan perancangan dan implementasi filter Chebyshev menggunakan Teknologi HDL berbasis FPAA adalah sebagai berikut :

- 1). Menentukan parameter dari filter Chebyshev yang akan dirancang yaitu :
  - a. Nilai frekwensi tengah ( *cutoff/corner* ) yang akan diloloskan, baik HPF, LPF, BPF dan BSF.
  - b. Nilai penguatan tegangan frekwensi ( dB ) yang diinginkan untuk masing – masing frekwensi yang lolos.
  - c. Nilai frekwensi *passband* yang diinginkan untuk masing – masing frekwensi yang lolos.
- 2). Membangun rangkaian filter Chebyshev dengan nilai frekwensi tengah dan frekwensi *passband* yang diinginkan.
- 3). Melakukan analisa perhitungan secara manual hasil keluaran ( *output* ) berupa penguatan amplitudo ( desible ) dan frekwensi dari rangkaian filter Chebyshev jenis HPF, LPF, BPF dan BSF yang telah dibuat, setelah terlebih dahulu diberikan *input* dengan nilai frekwensi dan amplitudo yang bervariasi

- 4). Mengimplementasikan semua rangkaian filter Chebyshev jenis HPF, LPF, BPF dan BSF yang telah dibuat ke dalam perangkat lunak Anadigm Designer.
- 5). Mensimulasikan hasil keluaran berupa penguatan amplitudo dan frekwensi dari masing – masing rangkaian filter Chebyshev jenis HPF, LPF, BPF dan BSF setelah diberikan sinyal input frekwensi dan amplitudo yang bervariasi menggunakan perangkat lunak Anadigm Designer.
- 6). Melakukan pengujian pada tiap – tiap rangkaian Chebyshev jenis HPF, LPF, BPF dan BSF yang telah disimulasikan apakah sesuai dengan karakteristik filter Chebyshev. Apabila tidak sama, maka proses implementasi pada butir 6 harus di ulang.
- 7). Apabila semua rangkaian filter Chebyshev telah sesuai dengan hasil perhitungan secara manual, maka proses pengisian IC AN221E04 siap dilakukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan filter Chebyshev dipergunakan tools Anadigm Filter yang sudah tersedia



Gambar 4. Tools Anadigm Filter

Dari gambar 4 telah di konfigurasi sebuah filter jenis Chebyshev Low Pass Filter menggunakan Anadigm Filter dengan berbagai karakteristik yang telah ditentukan.

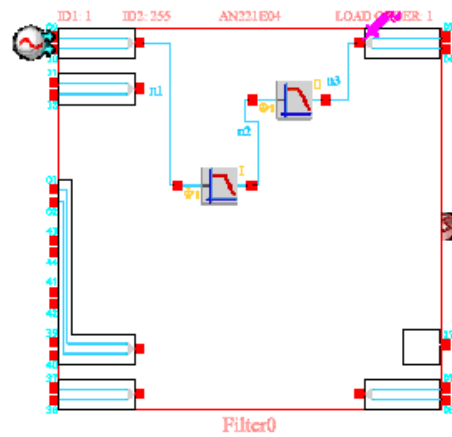
#### 3.1. Rangkaian LPF ( Low Pass Filter )

Untuk membuat rangkaian filter Chebyshev LPF dipergunakan Anadigm Filter yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Passband Ripple = 3 dB
- Passband Gain = 0 dB
- Stopband Attenuation = 30 dB

- Frekwensi Corner = 1 KHz
- Stop Frekwensi Low = 2 KHz

Setelah mengetahui spesifikasi dari LPF, maka rangkaian lengkap dari LPF dapat dibangun dalam sebuah IC AN221E04 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Implementasi Chebyshev LPF pada IC AN221E04

Dari gambar 5, terlihat bahwa terdapat dua buah CAM jenis Biquadratic Filter LPF yang telah dikonfigurasi nilainya. Untuk Biquadratic Filter yang letaknya dibawah ( I ) mempunyai konfigurasi : frekwensi corner = 0.4 KHz, Gain = 1, Quality Factor = 1. Sedangkan Biquadratic filter yang letaknya diatas ( II ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 1 KHz, Gain = 1, Quality Factor = 5.6.

Sedangkan nilai tegangan input yang dimasukkan adalah 2 V dengan frekwensi yang bervariasi antara 500 Hz , 1000 Hz dan 1500 Hz.

Sehingga apabila nilai diatas dimasukkan kedalam rumus yang dimiliki oleh Biquadratic Filter berikut ini, maka untuk Biquadratic Filter I ( dengan frekwensi input = 500 Hz ) :

$$V_{out}(s) = \frac{4\pi^2 fo^2 G}{s^2 + \frac{2\pi fo}{Q} s + 4\pi^2 fo^2}$$

$$V_{out} = \frac{4.3.14^2 .400^2 .1}{(j.2.3.14.500)^2 + \frac{2.3.14.400}{1} j.2.3.14.500 + 4.3.14^2 .400^2} .2$$

$$= 1.46 V$$

Untuk Biquadratic Filter II :

$$V_{out} = \frac{4.3.14^2 .1000^2 .1}{(j.2.3.14.500)^2 + \frac{2.3.14.1000}{5.6} j.2.3.14.500 + 4.3.14^2 .1000^2} .1.46$$

$$= 1.93V$$



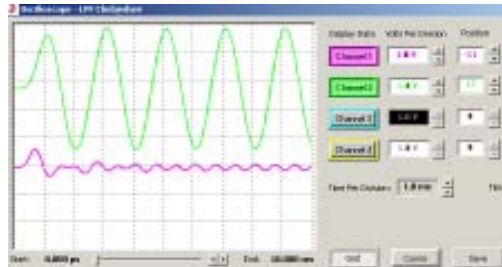
Untuk nilai frekwensi input yang lain, dapat dilihat pada tabel perhitungan dibawah ini :

Tabel 1. Perhitungan LPF

Frekwensi Corner = 1000 Hz Frekwensi input = 500 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 1,93 Volt
Frekwensi Corner = 1000 Hz Frekwensi input = 1000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 1,97 Volt
Frekwensi Corner = 1000 Hz Frekwensi input = 1500 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0,12 Volt

Dari tabel 1 terbukti bahwa untuk frekwensi input dibawah frekwensi corner cenderung di loloskan ( tegangan keluaran mendekati tegangan input ), sedangkan untuk frekwensi input diatas frekwensi corner cenderung di redam ( tegangan keluaran menjauhi tegangan input ).

Untuk lebih membuktikan perhitungan diatas, dalam anadigm designer terdapat osciloskop yang dapat mensimulasikan hasil keluaran dari rangkaian LPF, seperti yang terlihat dibawah ini :



Gambar 6. Hasil simulasi keluaran rangkaian LPF

Dari gambar 6, terlihat bahwa gelombang yang diatas merupakan keluaran dari LPF dengan frekwensi input 500 Hz, sedangkan untuk gelombang dibawahnya merupakan keluaran dari LPF dengan frekwensi input 1500 Hz.

### 3.2 Rangkaian HPF ( High Pass Filter )

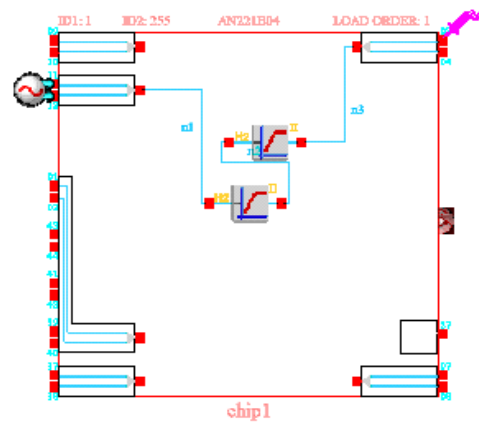
Pembuatan rangkaian HPF Chebyshev dikonfigurasi dengan ketentuan sebagai berikut :

- Passband Ripple = 3 dB
- Passband Gain = 0 dB
- Stopband Attenuation = 30 dB
- Frekwensi Corner = 20 KHz

Stop Frekwensi = 10 KHz

Setelah mengetahui spesifikasi dari HPF, maka rangkaian lengkap dari HPF dapat dibangun dalam sebuah IC AN221E04 seperti pada gambar dibawah

ini:



Gambar7. Implementasi Chebyshev LPF pada IC AN221E04

Dari gambar 7 menunjukkan bahwa terdapat dua buah CAM jenis Biquadratic Filter HPF yang telah dikonfigurasi nilainya. Untuk Biquadratic Filter yang letaknya dibawah ( I ) mempunyai konfigurasi : frekwensi corner = 45 KHz, Gain = 1, Quality Factor = 1.

Sedangkan Biquadratic fillter yang letaknya diatas ( II ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 20 KHz, Gain = 1, Quality Factor = 5.6.

Sedangkan nilai tegangan input yang dimasukkan adalah 2 V dengan frekwensi yang bervariasi antara 15 KHz, 20 KHz dan 25 KHz.

Sehingga apabila nilai diatas dimasukkan kedalam rumus yang dimiliki oleh Biquadratic Filter berikut ini, maka untuk Biquadratic Filter I ( dengan frekwensi input = 1500 Hz ) :

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{Gs^2}{s^2 + \frac{2\pi f_0}{Q}s + 4\pi^2 f_0^2}$$

$$V_{out} = \frac{1 \cdot (j \cdot 2.314 \cdot 15000)^2}{(j \cdot 2.314 \cdot 15000)^2 + \frac{2.314 \cdot 45000}{1} j \cdot 2.314 \cdot 15000 + 4.314^2 \cdot 45000^2} \cdot 2$$

$$= 0.23 V$$

Untuk Biquadratic Filter II :

$$V_{out} = \frac{1 \cdot (j \cdot 2.314 \cdot 15000)^2}{(j \cdot 2.314 \cdot 15000)^2 + \frac{2.314 \cdot 20000}{5.6} j \cdot 2.314 \cdot 15000 + 4.314^2 \cdot 20000^2} \cdot 0.23$$

$$= 0.29 V$$

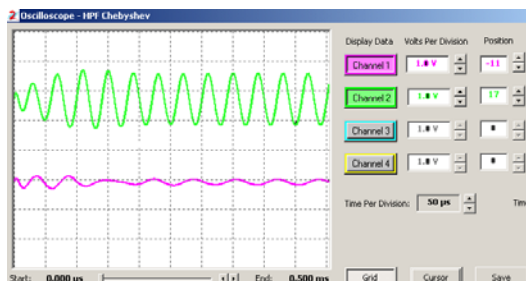
Untuk nilai frekwensi input yang lain, dapat dilihat pada tabel perhitungan dibawah ini :

Tabel 2. Perhitungan HPF

Frekwensi Corner = 20000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.29 Volt
Frekwensi input = 15000 Hz	Volt
Frekwensi Corner = 20000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 2.4 Volt
Frekwensi input = 20000 Hz	Volt
Frekwensi Corner = 20000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 1,93 Volt
Frekwensi input = 25000 Hz	Volt

Dari tabel 2 terbukti bahwa untuk frekwensi input dibawah frekwensi corner cenderung di redam ( tegangan keluaran menjauhi tegangan input ), sedangkan untuk frekwensi input diatas frekwensi corner cenderung di loloskan ( tegangan keluaran mendekati tegangan input ).

Berikut ini adalah gambar simulasi dari hasil rangkaian HPF Chebyshev untuk frekwensi input = 25000 Hz dan 15000 Hz.

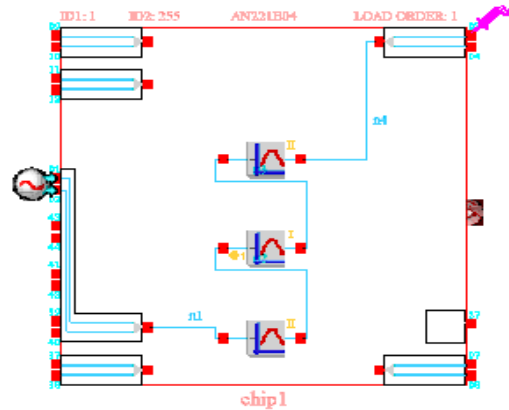


Gambar 8. Hasil simulasi keluaran rangkaian HPF

### 3.3 Rangkaian BPF ( Band Pass Filter )

Pembuatan rangkaian BPF Chebyshev dikonfigurasi dengan ketentuan sebagai berikut :

- Passband Ripple = 3 dB
- Passband Gain = 0 dB
- Stopband Attenuation = 30 dB
- Frekwensi Corner Low = 2 KHz
- Stop Frekwensi Low = 1 KHz
- Frekwensi Corner High = 10 KHz
- Stop Frekwensi Low = 20 KHz



Gambar9. Implementasi Chebyshev BPF pada IC AN221E04

Untuk memenuhi spesiikasi diatas, maka rangkaian lengkap dari BPF dapat dibangun dalam sebuah IC AN221E04 seperti pada gambar dibawah ini :

Dari gambar 9 menunjukkan bahwa terdapat tiga buah CAM jenis Biquadratic Filter BPF yang telah dikonfigurasi nilainya. Untuk Biquadratic Filter yang letaknya dibawah ( I ) mempunyai konfigurasi : frekwensi corner = 4.5 KHz, Gain = 1, Quality Factor = 1.87.

Sedangkan Biquadratic fillter yang letaknya diatas ( II ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 2.13 KHz, Gain = 16.6 Quality Factor = 4.83.

Sedangkan Biquadratic fillter yang letaknya diatas ( III ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 9.4 KHz, Gain = 3.76 Quality Factor = 4.82.

Sedangkan nilai tegangan input yang dimasukkan adalah 2 V dengan frekwensi yang bervariasi antara 500 Hz, 2 KHz, 10 KHz dan 15 KHz.

Sehingga apabila nilai diatas dimasukkan kedalam rumus yang dimiliki oleh Biquadratic Filter berikut ini, maka untuk Biquadratic Filter BPF I ( dengan frekwensi input = 500 Hz ) :

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{2\pi \cdot f_o \cdot \frac{G}{Q} \cdot s}{s^2 + \frac{2\pi f_o}{Q} s + 4\pi^2 f_o^2}$$

$$V_{out} = \frac{2.3,14.4500 \cdot \frac{1}{1.87} \cdot 2.3,14.500 \cdot j}{(j \cdot 2.3,14.500)^2 + \frac{2.3,14.4500}{1.87} \cdot j \cdot 2.3,14.500 + 4 \cdot 3,14^2 \cdot 4500^2} \cdot 2$$

$$= 0.12 V$$

## Untuk Biquadratic Filter BPF II

$$V_{out} = \frac{2.3,14.2130 \frac{16.6}{4.83} .2,3,14.500.j}{(j.2,3,14.500)^2 + \frac{2.3,14.2130}{4.83} j.2,3,14.500 + 4.3,14^2 .2130^2} .0.12$$

$$= 0.10 V$$

## Untuk Biquadratic Filter BPF III

$$V_{out} = \frac{2.3,14.9400 \frac{3.76}{4.82} .2,3,14.500.j}{(j.2,3,14.500)^2 + \frac{2.3,14.2130}{4.82} j.2,3,14.500 + 4.3,14^2 .2130^2} .0.10$$

$$= 0.0043 V$$

Untuk nilai frekwensi input yang lain, dapat dilihat pada tabel perhitungan dibawah ini :

Tabel 3 Perhitungan BPF

Frekwensi Corner Low = 2000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 500 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.0043 Volt
Frekwensi Corner Low = 2000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 2000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 2.63 Volt
Frekwensi Corner Low = 2000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 10000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 2.72 Volt
Frekwensi Corner Low = 2000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 15000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.14 Volt

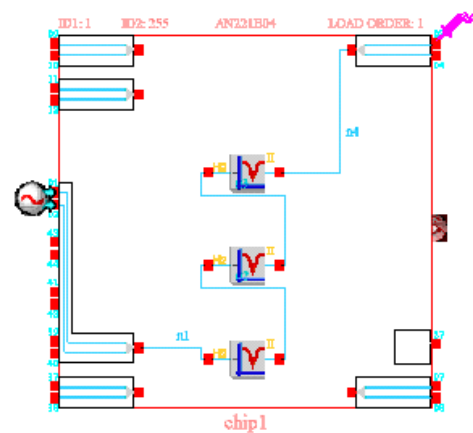
Dari tabel 3 terbukti bahwa untuk frekwensi input yang berada diantara frekwensi corner low dan high cenderung diloloskan seluruhnya.. Sedangkan untuk frekwensi input di luar frekwensi corner low dan high diredam ( tegangan keluaran menjauhi tegangan input ).

## 4.1 Rangkaian BSF ( Band Stop Filter )

Pembuatan rangkaian BSF Chebyshev dikonfigurasi dengan ketentuan sebagai berikut :

- Passband Ripple = 3 dB
- Passband Gain = 0 dB
- Stopband Attenuation = 30 dB
- Frekwensi Corner Low = 1 KHz
- Stop Frekwensi Low = 2 KHz
- Frekwensi Corner High = 20 KHz
- Stop Frekwensi High = 10 KHz

Untuk memenuhi spesiikasi diatas, maka rangkaian lengkap dari BSF dapat dibangun dalam sebuah IC AN221E04 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar10. Implementasi ChebyshevBSF pada IC AN221E04

Dari gambar diatas, terlihat bahwa terdapat tiga buah CAM jenis Biquadratic Filter BSF yang telah dikonfigurasi nilainya. Untuk Biquadratic Filter yang letaknya dibawah ( I ) mempunyai konfigurasi : frekwensi corner = 2.82 KHz, DC Gain (  $G_L$  ) = 1, High Frekwensi Gain (  $G_H$  ) = 1, Quality Factor = 0.07

Sedangkan Biquadratic fillter yang letaknya diatas ( II ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 0.93 KHz, DC Gain (  $G_L$  )= 23.3, High Frekwensi Gain (  $G_H$  ) = 1, Quality Factor = 3.34.

Sedangkan Biquadratic fillter yang letaknya diatas ( III ) mempunyai konfigurasi frekwensi corner = 21.6 KHz, DC Gain (  $G_L$  )= 0.04, High Frekwensi Gain (  $G_H$  ) = 1, Quality Factor = 3.33.

Sedangkan nilai tegangan input yang dimasukkan adalah 2 V dengan frekwensi yang bervariasi antara 1 KHz, 2 KHz, 10 KHz dan 20 KHz.

Sehingga apabila nilai diatas dimasukkan kedalam rumus yang dimiliki oleh Biquadratic Filter

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{-G_H s^2 - 4\pi^2 f_o^2 G_L}{s^2 + \frac{2\pi f_o}{Q} s + 4\pi^2 f_o^2}$$

$$V_{out} = \frac{-1.(2.3,14.20000.j)^2 - 4.3,14^2.2820^2.1}{(j.2.3,14.20000)^2 + \frac{2.3,14.2820}{0.07} j.2.3,14.20000 + 4.3,14^2.2820^2} \cdot 2$$

$$= 0.88 V$$

### Untuk Biquadratic Filter BSF II

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{-G_H s^2 - 4\pi^2 f_o^2 G_L}{s^2 + \frac{2\pi f_o}{Q} s + 4\pi^2 f_o^2}$$

$$V_{out} = \frac{-1.(2.3,14.20000.j)^2 - 4.3,14^2.2820^2.1}{(j.2.3,14.20000)^2 + \frac{2.3,14.2820}{0.07} j.2.3,14.20000 + 4.3,14^2.2820^2} \cdot 0.88$$

$$= 0.83 V$$

### Untuk Biquadratic Filter BSF III

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{-G_H s^2 - 4\pi^2 f_o^2 G_L}{s^2 + \frac{2\pi f_o}{Q} s + 4\pi^2 f_o^2}$$

$$V_{out} = \frac{-1.(2.3,14.20000.j)^2 - 4.3,14^2.2820^2.1}{(j.2.3,14.20000)^2 + \frac{2.3,14.2820}{0.07} j.2.3,14.20000 + 4.3,14^2.2820^2} \cdot 0.83$$

$$= 2.1 V$$

Untuk nilai frekwensi input yang lain, dapat dilihat pada tabel perhitungan dibawah ini :

Tabel .4 Perhitungan BSF

Frekwensi Corner Low = 1000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 1000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.8 Volt
Frekwensi Corner Low = 1000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 2000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.015 Volt
Frekwensi Corner Low = 1000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 10000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 0.08 Volt
Frekwensi Corner Low = 1000 Hz Frekwensi Corner High = 10000 Hz Frekwensi input = 20000 Hz	Vin = 2 Volt Vout = 2.1 Volt

Dari tabel 4 terbukti bahwa untuk frekwensi input diluar frekwensi corner low dan high cenderung diloloskan. Sedangkan untuk frekwensi input di antara frekwensi corner low dan high cenderung diredam..

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas, maka dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter yang dimiliki oleh filter Chebyshev seperti *passband ripple*, *passband gain*, *stopband attenuation* dan frekwensi tengah dapat dengan mudah diubah dan dibuat rangkaiannya menggunakan program Anadigm Designer.
2. Pembuatan filter Chebyshev dapat diimplementasikan ke dalam suatu IC terprogram seperti IC AN221E04 AN221E02 dan dapat digunakan sebagai alternatif

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreas Antonio, 1993, "Digital Filters : Analysis, Design, And Applications", MC Graw Hill.
- Anadigm inc, 2004, "Tutorial of Anadigm Designer 2.2.7", Anadigm Publishing.
- Haibo Wang, December 2000" FPAA ( Field Programmable analog Array ) Synthetis " Center for Low Power Electronic.
- Ismail Faik Baskaya, November 2004, " Physical Synthetis for FPAA ( Field Programmable Analog Array ) ", CADSP Group Seminar Georgia Institute of Technology.
- Lailis Syafa'ah, 1999, " Pencilangan Sistem Elektronika ", Universitas Muhammadiyah Malang.
- Machmud Effendy, 2004, " Simulasi Pengaturan Kendaraan Bermotor Menggunakan Teknologi FPGA ( Field Programmable Analog Array ) ", No.Reg 13/Perpus-UMM/XII/2004.
- Machmud Effendy, 2005, ,, Desain Filter Butterworth Menggunakan Teknologi HDL Berbasis FPAA ,, Jurnal Eltek, 2005.
- Vincent Gaudet, 2000, " FPAA ( Field Programmable analog Array ) Architecture", Ualberta Electrical ).