

Implementasi *Real Time Automatic Gain Control* (AGC) Menggunakan Board DSK TMS320C6713

Nuur Anugraheni Irianti Suwandi¹, Miftahul Huda²

¹Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi

²Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA

Telp : +62 (31) 5947280; Fax : +62 (31) 5946114

e-mail: henny@student.eepis-its.edu

Abstrak

Dengan semakin berkembangnya zaman dalam sistem komunikasi terutama radio, *fading* dan *distorsi* merupakan hal-hal yang dapat menurunkan kinerja sistem transmisi radio. *Fading* dapat menyebabkan perubahan amplitudo sinyal keluaran yang terjadi secara signifikan yang dapat menyebabkan kerusakan informasi bahkan dapat mengakibatkan kerusakan sistem.

Tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat software aplikasi yang dapat membangun sebuah sistem AGC (*Automatic Gain Control*) yang diimplementasikan secara *real time* menggunakan DSK (*DSP Starter Kit*) TMS320C6713 sebagai perangkatnya. Dalam proyek akhir ini digunakan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah *Code Composer Studio* (CCS), yang merupakan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membuat program.

Hasil dari proyek akhir ini yaitu sinyal output dapat mempertahankan levelnya dalam keadaan konstan dengan nilai 1.3Vpp ketika sinyal input berubah-ubah antara 0.1Vpp~6.4Vpp (berdasarkan pembacaan pada *oscilloscope*) dan frekuensi dengan range antara 1KHz~9.1KHz. Sedangkan saat diuji menggunakan file audio mp3, suara yang didengarkan melalui speaker tidak akan berubah ketika volume file audio tersebut dibesarkan maupun dikecilkan.

Kata kunci : DSK (*DSP Starter Kit*) TMS320C6713, *Automatic Gain Control* (AGC), *Code Composer Studio* (CCS), *real time*

1. PENDAHULUAN

Penelitian Fitzgerald J. Archibald (Juli 2008) dalam white paper yang berjudul "Software Implementation of Automatic Gain Controller For Speech Signal" [6] mendasari pemilihan jenis algoritma dari implementasi *Automatic Gain Control* (AGC) ini. Algoritma *Automatic Gain Control* (AGC) diharapkan dapat mempertahankan sinyal keluaran (output) tetap bernilai konstan.

Dengan semakin berkembangnya zaman dalam sistem komunikasi terutama radio, *fading* dan *distorsi* merupakan hal-hal yang dapat menurunkan kinerja sistem transmisi radio. *Fading* dapat menyebabkan perubahan amplitudo sinyal keluaran yang terjadi secara signifikan yang dapat menyebabkan kerusakan informasi bahkan dapat mengakibatkan kerusakan sistem [7]. Agar level sinyal yang diterima masih berada dalam range spesifikasi kerja sistem penerima, maka diperlukan sistem *Automatic Gain Control* (AGC).

Perancangan sistem AGC menggunakan DSK TMS320C6713 didasari dengan adanya amplitudo sinyal keluaran secara signifikan disaat amplitudo dari sinyal masukan berubah-ubah.

Pada proyek akhir kali ini, akan dibuat pengembangan dari proyek yang pernah dibuat dan diteliti sebelumnya, yaitu dengan bantuan perangkat lunak *Code Composer Studio* (CCS), karena perangkat ini memiliki banyak

keunggulan, diantaranya kemudahan dalam pemrograman, dan mudah dalam proses desain rangkaian yang diimplementasikan menggunakan board DSK TMS320C6713.

2. PERENCANAAN SISTEM DAN TEORI PENUNJANG

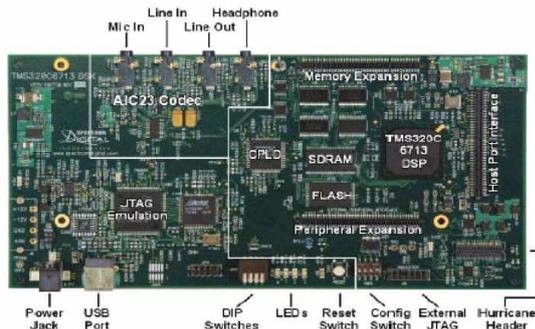
2.1 *Digital Starter Kit* (DSK)

Pemroses sinyal digital seperti DSK TMS320C6713 adalah mikroprosesor dengan tipe khusus pada arsitekturnya dan sebuah instruksi yang cocok untuk pemrosesan sinyal. Pemrosesan sinyal digital digunakan untuk aplikasi pada range yang lebar dan biasanya digunakan untuk komunikasi kontrol hingga image processing.

Paket DSK sangat bertenaga dengan hardware dan software yang membantu untuk pemrosesan sinyal secara *real time*. DSK memiliki ukuran 5 x 8 in meliputi C6713 *floating point digital signal processor* dan 32 bit stereo *codec* TLV 320AIC23. DSK meliputi 16 MB (MegaByte) pada *Synchronous Dynamic Random* (SDRAM) dan 256 KB (KiloBytes) pada *flash memory*. Terdapat empat konektor pada DSK untuk input dan output yaitu MIC IN untuk input dari microphone, LINE IN untuk input dari function generator, LINE OUT untuk output, dan HEADPHONE untuk output pada headphone.

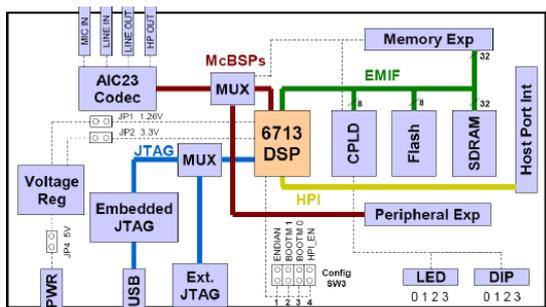
2.2 TMS320C6713

TMS320C6713 pada DSK adalah *floating point processor* yang didasari pada arsitektur VLIW (*Very-Long-Instruction-Word*). Memori internal meliputi 2 level penyimpanan daya, yang terdiri dari 4 KB pada level penyimpanan program (LIP), 4KB pada level 1 penyimpanan data (L1D), dan 256 pada level 2 pembagian memori antara program dan data. Selain itu, juga mempunyai sebuah *interface* untuk memerintah *synchronous* dan memori (SDRAM dan SBSRAM) dan *asynchronous* memori (SPRAM dan EPROM).



Gambar 1. DSK (DSP Starter Kit) [3]

Selain itu, terdapat 2 MCBSP, 2 *timer*, sebuah *host interface* dan 32 bit EMIF. Semua itu membutuhkan 32 bit program *address bus*, 256 bit program data bus. Untuk mengakomodasi 32 bit instruksi, 2 data *address bus* sebanyak 32 bit dan 2 data bus sebanyak 64 bit sehingga total memori adalah 4 GB yang meliputi 4 eksternal memori yaitu CE0, CE1, CE2, CE3.



Gambar 2. Blok Diagram TMS320C6713 [3]

2.3 Code Composer Studio (CCS)

CCS (*Code Composer Studio*) adalah penyedia sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) untuk menggabungkan peralatan pada software. Peralatan tersebut antara lain C compiler, sebuah assembler, dan sebuah linker.

Didalam Code Composer Studio (CCS) terdapat beberapa file pendukung antara lain adalah

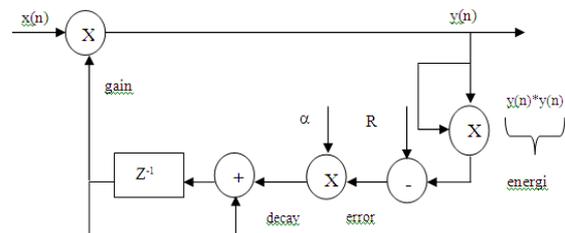
1. C6713dskinit.c: mengandung fungsi – fungsi untuk inialisasi ke DSK, codec, serial port, serta untuk input dan output.

2. C6713dskinit.h: adalah sebuah file header dengan fungsi prototypes. Biasanya digunakan pemilihan input seperti memilih input dari microphone sebagai pengganti dari line input, input gain dan sebagainya.
3. C6713dsk.cmd: adalah sebuah sample linker command file. File ini dapat diubah saat menggunakan external memori.
4. Vectors_intr.asm: adalah sebuah vector file yang telah dimodifikasi didalam CCS untuk mengatur interrupt. Terdapat 12 interrupt dimana INT 4 hingga INT 15 dapat digunakan. Dan yang biasa menggunakan vector ini adalah INT 11.
5. Vectors_poll.asm: file vector untuk program yang menggunakan pooling.
6. Rts6700.lib, dsk6713 bs1.lib, csl6713.lib: runtime, board, dan chip yang mendukung file library.

2.4 Automatic Gain Control (AGC)

Automatic Gain Control (AGC) merupakan suatu rangkaian yang mampu mengatur penguatan pada suatu sistem dan mengontrolnya secara otomatis.

AGC berfungsi untuk membatasi besar daya yang tertangkap agar tidak terjadi kelebihan beban & distorsi karena penguat biasanya dirancang untuk mendeteksi sinyal terlemah dan mempunyai linearitas terbatas.



Gambar 3. Blok Diagram Proses Sistem AGC [9]

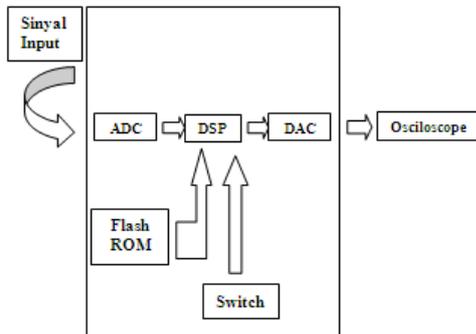
Berdasarkan blok diagram diatas dapat dituliskan rumus-rumus sebagai berikut:

α = decay/attack rate
 R = referensi
 Error = R -energi
 decay = α *error
 gain = gain
 $y(n)$ = sinyal keluaran
 $x(n)$ = sinyal inputan

Input pada sistem ini adalah berupa gelombang sinus sebagai testing pointnya, dimana setelah dilakukan pengecekan pada gelombang sinus akan di uji coba pada sinyal suara dengan frekuensi yang berkisar dari 20Hz ~ 20kHz maupun pada file audio yang berformat mp3.

2.5 Perencanaan Sistem

Dalam gambar sistem, pada bagian sinyal input (berasal dari *Function Generator*, sinyal suara dan file audio dalam format *mp3*), DSK TMS320C6713 (terdiri dari DSP TMS320C6713, ADC, DAC, dan Flash ROM) dan *oscilloscope* merupakan bagian sistem proyek yang akan dikerjakan oleh penulis pada proyek akhir ini.



Gambar 4. Perencanaan Sistem AGC [9]

Didalam DSP terdapat proses dari sistem AGC yang ditunjukkan pada blok diagram gambar 3.

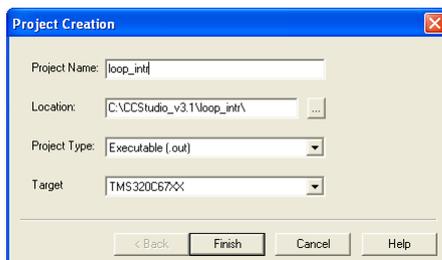
3. HASIL PENGUJIAN PROYEK AKHIR

3.1 Install Code Composer Studio (CCS) V3.1 dan Diagnostik DSK

Penginstalan *Code Composer Studio (CCS)* sangat penting, karena CCS membantu untuk membuat program. Sedangkan untuk pengecekan DSK dilakukan sebelum CCS diaktifkan. Sehingga kondisi DSK dapat diketahui.

3.2 Pembuatan Project Baru

1. Buatlah sebuah folder di direktori D untuk menempatkan semua project.
2. Buka (*Code Composer Studio*) CCS. Connect DSK dengan CCS dengan cara meilih *Debug* kemudian pilih *Connect*.
3. Buatlah project baru dengan cara buka *Project* kemudian pilih *New*. Maka akan tampil seperti gambar 5.



Gambar 5. New Project

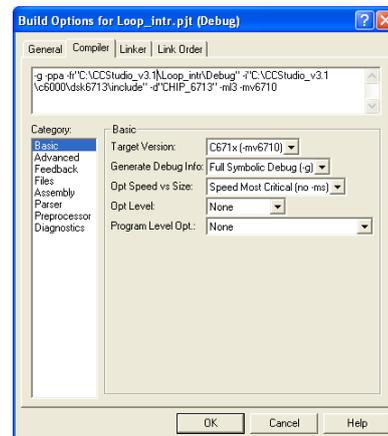
4. Tambahkan file-file pendukung seperti:

- C6713dskinit.c

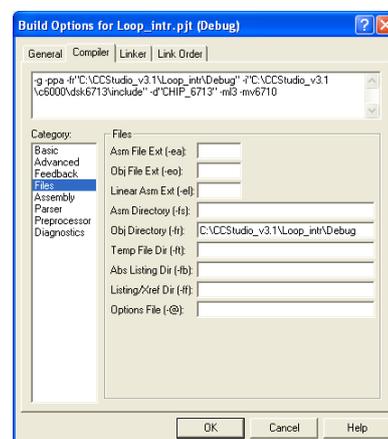
- Vector_intr.asm
- C6713dsk.cmd
- Dsk6713_aic23.h
- File.c

Kelima file-file diatas berada didalam folder C:\CCStudio_v3.1\loop_intr dan pilih All Files. Setelah menemukan seluruhnya, maka klik dua kali atau klik open. Selain kelima diatas, tambahkan pula

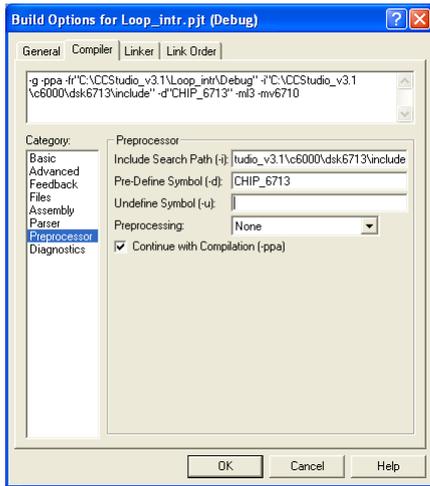
- rts6700.lib, file tersebut berada didalam folder C:\CCStudio_v3.1\c6000\cgtools\lib
 - dsk6713bsl.lib, file tersebut berada didalam folder C:\CCStudio_v3.1\c6000\dsk6713\lib
 - csl6713.lib, file tersebut berada didalam folder C:\CCStudio_v3.1\c6000\bios\lib
5. Setelah semua file diatas telah dimasukkan kedalam project, maka lakukan langkah-langkah ketergantungan dengan cara pilih **Project** kemudian **Scan All Files Dependencies**. Maka secara otomatis akan terhubung file-file pendukung yang diperlukan pada proyek yang telah dibuat.
 6. Kemudian atur BUILD OPTION seperti gambar 6 untuk pengaturan Compiler Category Basic. Untuk Compiler Category Files seperti gambar 7 dan Category Preprocessor, set seperti gambar 8.



Gambar 6. Category Basic

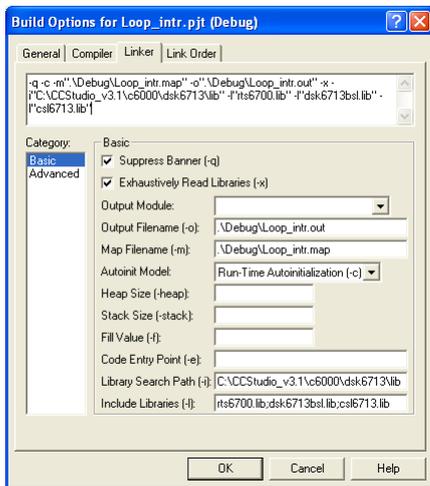


Gambar 7. Category Files



Gambar 8. Category Preprocessor

- Untuk Linker, set seperti gambar 9



Gambar 9. Linker

- Rebuild All program hingga tidak ada error yang terdeteksi. Dengan cara pilih Project pada toolbar lalu Rebuild All.
- Load program ke DSK dengan cara buka File→Load Program. Pilih file yang berekstensi .out.
- Jalankan program dengan pilih Debug kemudian Run.
- Dengarkan hasilnya melalui speaker. Selain itu sinyal input dan output dapat diamati melalui oscilloscope.

3.3 Analisa Hasil Pengujian

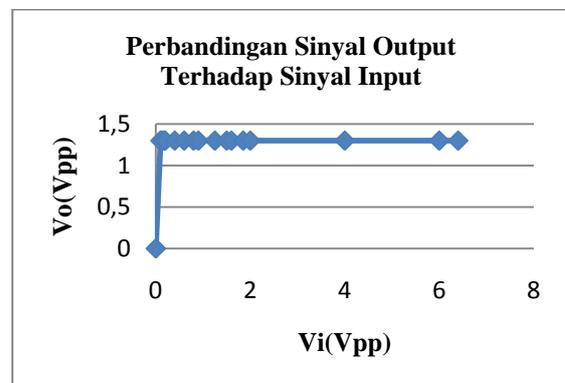
3.3.1 Pengujian Sistem AGC Pada Oscilloscope

Dengan adanya perumusan – perumusan dan algoritma pada software CCS berdasarkan gambar 4 maka akan dapat mengontrol gain secara otomatis. Dimana untuk mempertahankan agar sinyal keluaran tetap bernilai konstan, maka dibutuhkan nilai α sebesar 0.022 (di uji

coba $\alpha=0.022$) dan referensi (R) sebesar 0.1 (di uji coba $R=0.1$). Dari pengujian sistem AGC (*Automatic Gain Control*) yang dilakukan menggunakan peralatan *oscilloscope* maupun *function generator*, didapat hasil yang ditunjukkan pada tabel serta grafik dibawah ini.

No	Vi (Vpp)	Vo (Vpp)
1	0,1	1,3
2	0,11	1,3
3	0,15	1,3
4	0,17	1,3
5	0,18	1,3
6	0,2	1,3
7	0,4	1,3
8	0,6	1,3
9	0,8	1,3
10	0,9	1,3
11	1,25	1,3
12	1,5	1,3
13	1,6	1,3
14	1,85	1,3
15	2	1,3
16	4	1,3
17	6	1,3
18	6,4	1,3

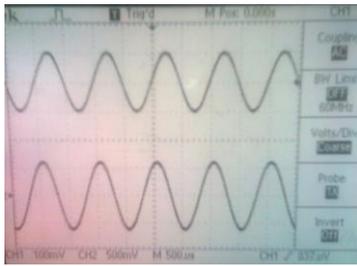
Tabel 1 Nilai – nilai Hasil Pengujian



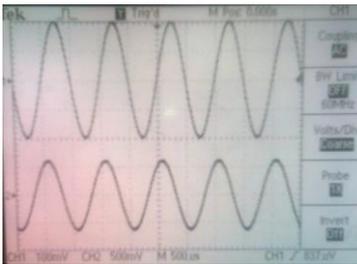
Gambar 10. Grafik Perbandingan Sinyal Output terhadap Sinyal Input

Berdasarkan tabel dan gambar diatas dapat dijelaskan bahwa bahwa sinyal output tetap konstan sebesar 1.3Vpp. Pada saat pengujian ini, sinyal output dapat konstan dengan frekuensi yang hanya berkisar antara range 100Hz ~ 7.5KHz. Sedangkan jika ditinjau dari amplitudonya, maka sinyal output tetap mempertahankan level sinyalnya sebesar 1.3Vpp saat nilai amplitudo berubah dari 0.05VPP ~ 3.129VPP jika ditinjau menggunakan *function generator*. Apabila ditinjau menggunakan *oscilloscope*, maka daerah kerja sistem AGC tersebut berada pada sinyal input dari 0.1Vpp ~ 6.4Vpp seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Hal

tersebut juga dapat diamati melalui oscilloscope, ketika dilakukan perubahan pada amplitudonya menghasilkan sinyal output sebagai berikut.



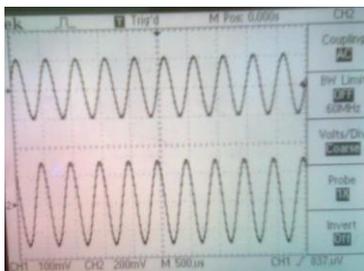
(a)



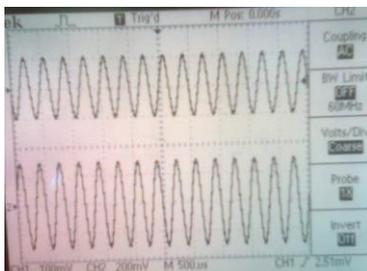
(b)

Gambar 11. (a) Hasil Sistem AGC saat amplitudo=100mVPP;
(b) Hasil Sistem AGC saat amplitudo=200mVPP

Sedangkan ketika dilakukan perubahan pada frekuensinya, menghasilkan sinyal output sebagai berikut.



(a)

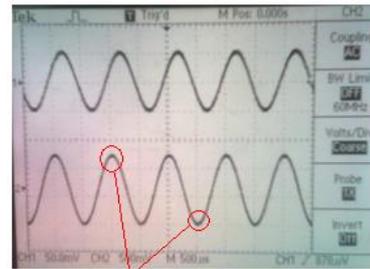


(b)

Gambar 12. (a) Hasil Sistem AGC saat frekuensi=2KHz;
(b) Hasil Sistem AGC saat frekuensi=3KHz

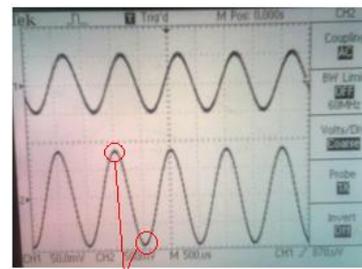
Pada saat perubahan frekuensi, dapat dilihat bahwa sinyal output tetap konstan dengan peak to peak sebesar 1.3Vpp. Pada saat pengujian ini, sinyal output dapat konstan dengan frekuensi yang hanya berkisar antara range 100Hz ~ 7.5KHz.

Selain melakukan perubahan pada amplitudo, juga dilakukan perubahan pada nilai referensi (R). Sistem AGC dapat bekerja menggunakan nilai referensi (R) yaitu $0.5 \geq \text{referensi} \leq 0.1$. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan perubahan sinyal output jika dilakukan perubahan pada nilai referensinya.



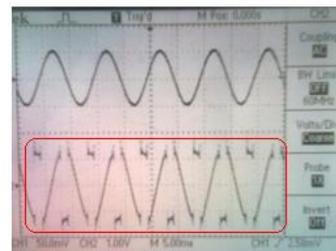
perubahan referensi

(a)



perubahan referensi

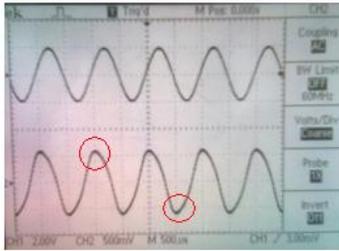
(b)



(c)

Gambar 13. (a) Hasil Sistem AGC saat referensi=0.1;
(b) Hasil Sistem AGC saat referensi=0.2;
(b) Hasil Sistem AGC saat referensi=0.6

Sedangkan α dapat bekerja hanya pada nilai 0.01 ~ 0.1. Saat α diubah menjadi 0.2, nilai kekonstanan sinyal output juga akan berubah pula yaitu menjadi 1Vpp. Berikut ini adalah gambar perubahan nilai α .



Gambar 14. Hasil Sistem AGC saat $\alpha=0.2$

3.3.2 Pengujian Sistem AGC Dengan Speaker

Hasil dari aplikasi ini dianalisis dengan *speaker* untuk mendengarkan hasil dari sistem AGC dengan file audio berformat *mp3*. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati suara dari file audio apabila dilakukan perubahan pada volumenya.

Pada saat pengujian sistem AGC ini, dapat dianalisis bahwa pada saat volume dari file audio tersebut dkecilkan maupun dibesarkan, maka suara yang didengarkan melalui *speaker* akan terdengar stabil atau tidak mengalami perubahan. Saat volume dkecilkan, suara tidak ikut mengecil dan begitu juga sebaliknya apabila volume dibesarkan maka suara juga tidak ikut membesar. Dalam artian disini suara tetap stabil karena telah dikontrol oleh gain secara otomatis.

4. KESIMPULAN

Dari pengujian dan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Sinyal output konstan pada amplitudo yang berkisar dari $0.05V_{PP} \sim 3.129V_{PP}$ (berdasarkan pembacaan pada function generator).
2. Sinyal output konstan pada frekuensi yang berkisar dari $100Hz \sim 7.5KHz$.
3. Pada pengujian sistem AGC (*Automatic Gain Control*) menggunakan oscilloscope, daerah kerja sistem AGC terletak pada sinyal input dengan range $0.1V_{pp} \sim 6.4V_{pp}$.
4. Keadaan konstan sinyal output terletak pada nilai $1.3V_{pp}$.
5. Pada pengujian sistem AGC (*Automatic Gain Control*) menggunakan *speaker*, suara dari file audio berformat *mp3* tidak mengalami perubahan (konstan) walaupun volume *winamp* dari PC dkecilkan maupun dibesarkan.
6. Pada pengujian sistem AGC (*Automatic Gain Control*) menggunakan oscilloscope, semakin besar nilai dari *referensi* (R) maka semakin besar pula nilai *peak to peak* sinyal outputnya.
7. Sistem AGC dapat bekerja apabila nilai referensinya (R) yaitu $0.5 \geq R \leq 0.1$.
8. Sistem AGC dapat bekerja apabila nilai alphanya (α) yaitu $0.01 \sim 0.1$.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chassaig Rulph. “*Digital Signal Processing and Application with the C6713 and C6416 DSK*”
- [2] Tri Budi Santoso. 2009. ”Modul Ajar Operasi Dasar Sinyal”
- [3] DSP Development Systems.2003. “*TMS320C6713 DSK Technical Reference*”.
- [4] Martinez G, Isaac.”*Automatic Gain Control (AGC) Circuits Theory and Design*”, University of Toronto : USA.1998.
- [5] Artikel tentang “Blok Diagram AGC (*Automatic Gain Control*)”.
- [6] Fitzgerald, J.Archibald. “*Software Implementation of Automatic Gain Controller for Speech Signal*”, Texas Instruments : USA.July 2008.
- [7] Nenden Oktavianni. “Perancangan dan Realisasi *Automatic Gain Control* (AGC) Dengan Range Dinamis 60dB”, Buku Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom : Bandung.2008.
- [8] Tri Budi Santoso, Miftahul Huda. “Pengolahan Sinyal Digital (Berbasis TMS 320C6713)”, Buku Petunjuk Praktikum, PENS-ITS : Surabaya.2007.
- [9] Richard G. Lyons. “*A simple way to add AGC to your communications receiver design*”, Prentice Hall : USA.1998.