

RANCANG BANGUN A/D CONVERTER MENGGUNAKAN MODULATOR SIGMA DELTA DUA INTEGRATOR

Danang Cahya Arum Kusuma¹, Budi Prasetya², Mohamad Ramdhani³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

Abstrak

Modulator Sigma Delta () merupakan suatu modulator pulsa dengan komponen dasar terdiri dari Integrator () dan penyelisih () yang dapat mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan keluaran secara serial, sehingga modulator ini seringkali disebut juga A/D (Analog to Digital) Converter Sigma Delta. Pada prinsipnya Modulator Sigma Delta ini menggunakan teknik Oversampling dan konsep Noise Shaping. Dimana Oversampling merupakan teknik pencuplikan sinyal dengan menggunakan frekuensi sampling yang nilainya lebih besar daripada frekuensi sampling menurut kriteria Nyquist. Sedangkan Noise Shaping merupakan suatu kinerja dari rangkaian yang menyebabkan noise kuantisasi akan tersebar di frekuensi lebih tinggi dari frekuensi sinyal informasinya sehingga mengurangi level noise kuantisasi di baseband. Dengan teknik Oversampling dan Noise Shaping maka nilai SNR (Signal to Noise Ratio) yang dihasilkan akan lebih baik

Pada Proyek Akhir ini telah dirancang dan implementasikan suatu Modulator Sigma Delta secara simulasi dan hardware untuk mengubah suara manusia (speech) sebagai sinyal informasi dengan memilih frekuensi sebesar 3 KHz yang kemudian mengubah sinyal tersebut menjadi sinyal digital dengan kecepatan 64 KBps. Modulator Sigma Delta yang diimplementasikan pada proyek akhir ini terdiri dari dua rangkaian penyelisih, dua integrator berfungsi sebagai Noise Shaping, sebuah DAC 1-bit sebagai penghasil sinyal feedback, sebuah komparator 1-bit sebagai pengkuantisasi diikuti oleh D flip-flop dan generator pulsa yang berfungsi sebagai pencuplik.

Realisasi alat yang telah dilakukan menghasilkan suatu sinyal digital serial 64 KBps yang mengikuti karakteristik dari sinyal informasi dengan frekuensi terukur sebesar 64,10 KHz dengan tegangan puncak ke puncak sebesar 4,437 volt serta menghasilkan SNR sebesar 32,6 dB.

Kata Kunci : ADC, Converter, Sigma, Delta, Modulator

Abstract

Sigma Delta Modulator () is an analog pulse modulator which basic components are Integrator () and Difference Circuit () that makes an analog become a digital signal with the serial output, so from this modulator definition usually called an A/D (Analog to Digital) Converter Sigma Delta.

The principle of Sigma Delta Modulator based on some methods called Oversampling and Noise Shaping concept. The technique of Oversampling is a sampling method by using sampling frequency which the rate more higher than the sampling frequency if using Nyquist criteria. While, Noise Shaping is an effect of the circuit that can makes the quantization noise spread on higher frequency from the information signal, so it can decrease the quantization noise in baseband level. By using Oversampling and Noise Shaping, the SNR (Signal to Noise Ratio) which produced can be improved.

This final project of Sigma Delta Modulator had already designed and implemented on a simulation and hardware to change human voice (speech) as signal information which chosen in frequency 3 KHz, then change this signal become a digital signal which speed 64 KBps. The Sigma Delta Modulator that implemented on this final project are consist of two difference circuits, two integrators which function as a Noise Shaping, a DAC 1-bit which produced feedback signal, a Comparator 1-bit as a quantizer followed by D flip-flop, and a pulse generator which function as a sampling circuit.

The realization of this device that have been done, produced a digital signal 64 KBps which the output follows the characteristic of the information signal with the value of measured frequency is 64,10 KHz, 4,437 Volts Peak to Peak voltage ,and 32,6 dB SNR .

Keywords : ADC, Converter, Sigma, Delta, Modulator

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu sistem komunikasi, peranan A/D (Analog to Digital) *converter* sangat penting yaitu dalam mengubah suatu masukan sinyal analog kontinyu menjadi sinyal digital. Keunggulan dari penggunaan sinyal digital diantaranya adalah dalam proses penyaluran informasi secara jarak jauh akan lebih aman, mempermudah dalam proses multiplexing, dan mempermudah pemrosesan secara komputerisasi.

Pada masa sekarang ini terdapat berbagai metode yang dapat dipakai dalam mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital salah satunya adalah dengan menggunakan Modulator Sigma Delta. Cara kerja dari Modulator Sigma Delta adalah menggunakan 1-bit *quantizer* atau hanya menghasilkan 1 bit persample, dengan demikian resolusi bit-nya sangat rendah. Jika mengacu pada teknik konversi yang lain, rendahnya faktor resolusi bit merupakan suatu kelemahan dari A/D *converter* dikarenakan menghasilkan SNR (Signal to noise Ratio) yang rendah atau hanya naik 6 dB tiap menambah 1 bit persampling yang dihasilkan. Namun, pada Modulator Sigma Delta, kelemahan ini dapat diatasi yaitu dengan menggunakan teknik *Oversampling* dan *Noise Shaping* sehingga dapat memperbaiki atau meningkatkan nilai SNR. Disisi lain dengan resolusi yang rendah maka proses konversi dapat dilakukan dengan mudah sekaligus dapat menyederhanakan rangkaian.

Seringkali dalam komunikasi digital proses mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital menggunakan suatu metode yang disebut PCM (*Pulse Code Modulation*) yang memiliki tiga proses yaitu *Sampling*, *Quantizing* dan *Encoding*, namun pada proyek akhir ini menitik beratkan pada pembuatan perangkat A/D *Converter* lain yang disebut Modulator Sigma Delta yang memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai A/D *Converter* atau yang seringkali juga disebut dengan A/D *Converter* Sigma Delta.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Memahami suatu sistem *A/D Converter* dengan menggunakan Modulator Sigma Delta Dua Integrator.
2. Merealisasikan Modulator Sigma Delta Dua Integrator secara simulasi dan secara hardware.
3. Mengetahui kinerja dari alat yang dirancang sehingga dapat menentukan dan menganalisa SNR yang dihasilkan.
4. Mengetahui dan menganalisa pengaruh penggunaan dua integrator terhadap sinyal informasi dan sinyal noise.
5. Menghasilkan keluaran sinyal digital serial dengan bit rate sebesar 64 KBps.

1.3 Perumusan Masalah

Dalam proyek ini masalah yang akan dihadapi perlu dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui dan menganalisa kinerja modulator dalam mengkonversi sinyal percakapan (*speech*) dengan asumsi bandwidth sebesar 0 s.d 4KHz dan memilih sinyal informasi dengan frekuensi sebesar 3 KHz hingga menghasilkan sinyal digital dengan kecepatan 64 Kbps?
2. Bagaimana mengetahui dan menganalisa nilai SNR yang dihasilkan secara teori melalui perhitungan matematis maupun dari hasil pengukuran?
3. Bagaimana mengukur dan menganalisa sinyal keluaran di tiap-tiap blok *A/D Converter* Sigma Delta pada domain waktu?

1.4 Batasan Masalah

Pada proyek akhir ini dilakukan pembatasan untuk beberapa masalah antara lain :

1. Hanya menganalisa kinerja dan kualitas dari sistem yaitu dari nilai SNR yang dihasilkan.
2. Menitikberatkan pada pembuatan *A/D Converter* 1-bit.
3. Tidak membahas mengenai proses pentransmisian sinyal digital.
4. Noise selain noise kuantisasi diabaikan.

1.5 Metodologi Penelitian

Beberapa metode untuk menyelesaikan permasalahan yang ada diantaranya adalah:

1. Melakukan studi literatur dari buku, jurnal, dan referensi lain yang relevan dengan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perencanaan sistem A/D converter.
2. Pengumpulan data-data teknis yang diperlukan
3. Proses perencanaan yang meliputi desain lengkap, pemilihan perangkat, dan konfigurasi akhir sistem.
4. Analisa performansi atau kinerja alat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, metode penyelesaian masalah dan sistematika penulisan proyek akhir.

BAB II : Dasar Teori

Dibahas mengenai konsep dan teori yang berkaitan dengan A/D Converter yang dirancang.

BAB III : Perancangan dan Realisasi

Mengimplementasikan sistem dengan memperhatikan konsep atau cara kerja sistem serta desain setiap perangkat yang digunakan.

BAB IV : Pengukuran dan Analisa

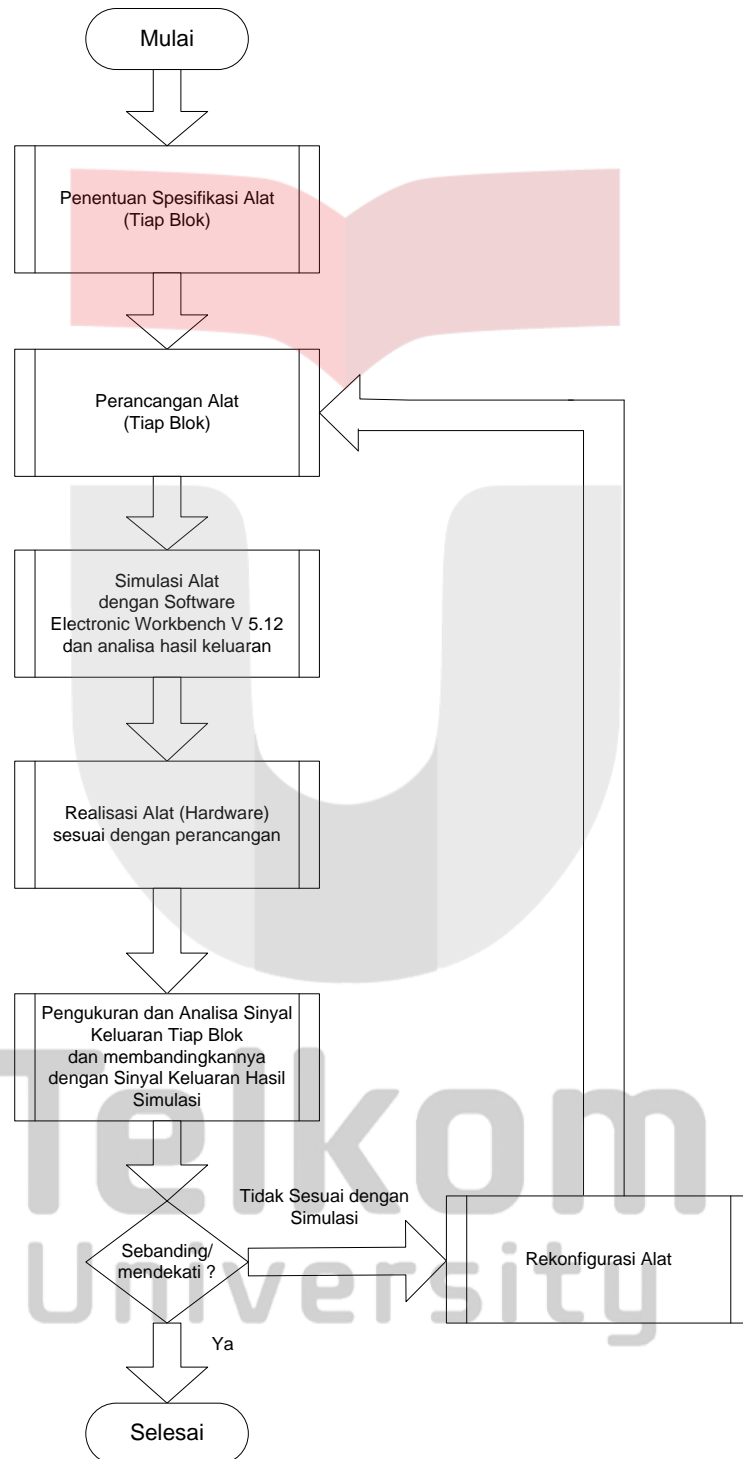
Berisikan tentang cara pengukuran dan hasil pengukuran dari tiap-tiap perangkat pada sistem dan keluaran akhir sistem serta analisisnya.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Diuraikan kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil perancangan dan pengukuran sistem.

1. 7 Diagram Alir Perancangan dan Pengujian

Perancangan Modulator Sigma Delta dalam proyek akhir ini mengacu pada beberapa prosedur yang ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1.1 .



Gambar 1.1 Diagram Alir Perancangan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dan analisa pada perangkat yang telah diimplementasikan dapat disimpulkan:

- 1 Sinyal keluaran dari Modulator Sigma Delta Dua Integrator dari pengukuran memiliki frekuensi sebesar 64,10 KHz dengan tegangan puncak ke puncak sebesar 4,437 Volt yang merupakan sinyal digital serial.
- 2 Kecepatan data sebesar 64 Kbps didapatkan dari penggunaan satu tegangan referensi pada komparator sebagai 1-bit kuantiser dan kecepatan sampling sebesar 64 KHz.
- 3 Hasil keluaran dari implementasi secara hardware mendekati dari hasil keluaran secara simulasi dilihat dari bentuk sinyal keluaran, frekuensi, dan tegangannya.
- 4 Nilai SNR yang didapatkan dari pengukuran sebesar 32,6 dB dan kurang memenuhi dari SNR hasil perhitungan secara matematis yaitu sebesar 40,08 dB.
- 5 Proses *Noise Shaping* pada proyek akhir ini akibat penggunaan dua integrator hanya dapat dibuktikan melalui fungsi transfer dari Modulator Sigma Delta yaitu sebagai *Low Pass Filter* terhadap sinyal informasi dan belum dapat dibuktikan bahwa Modulator Sigma Delta sebagai *High Pass Filter* terhadap noise kuantisasi.

5.2 Saran

Untuk mengurangi noise pada sinyal keluaran tiap blok modulator Sigma Delta maka sebaiknya diusahakan sinyal keluaran generator pulsa semaksimal mungkin (ideal) dengan merekonfigurasi dari pemilihan komponen atau dengan menggunakan jenis generator pulsa yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boylestad, Robert, Louise Nashelsky. 1996. *Electronic Device and Circuit Theory*. New Jersey, Prentice Hall.
- [2] Franco, Sergio.2002.*Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuit*. New York, McGraw Hill.
- [3] Haykin, Simon.1987.*Communication System*.United States of America, John Wiley and Sons, Inc.
- [4] Jarman, David.1995. *A Brief Introduction to Sigma Delta Conversion*. United States of America, Intersil.
- [5] Laboratorium Elektronika Komunikasi.2007.*Modul Praktikum Elektronika Komunikasi D3 Teknik Elektro*. Bandung, STT Telkom.
- [6] Park, Sangil,Ph.D. *Principles of Sigma Delta Modulation for Analog-to-Digital Converter*.Motorola,Inc.
- [7] Prasetya, Budi ST.,MT. 2003. *Diktat Kuliah teknik Transmisi Jurusan Teknik Elektro*. Bandung, STT Telkom.
- [8] Shanmugam, K.Sam.1985. *Digital and Analog Communication System*. Singapore, John Wiley and Sons, Inc.
- [9] Uwe, Beis.2007. *An Introduction to Sigma Delta Converters*.
<http://www.beis.de/Elektronik/Electronics.html>

Telkom
University