

TUGAS AKHIR

**PENGHILANG NOISE PADA PERINTAH SUARA
MENGUNAKAN FILTER BUTTERWORTH DENGAN
METODE TRANSFORM BILINIER**



Disusun Oleh :

YUSUF EKO SUBANDRIO

NBI : 1451900107

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

TUGAS AKHIR

**PENGHILANG NOISE PADA PERINTAH SUARA
MENGUNAKAN FILTER BUTTERWORTH DENGAN
METODE TRANSFORM BILINIER**



Disusun Oleh :

YUSUF EKO SUBANDRIO

NBI : 1451900107

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : YUSUF EKO SUBANDRIO
NBI : 1451900107
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : PENGHILANG *NOISE* PADA PERINTAH
SUARA MENGGUNAKAN *FILTER*
BUTTERWORTH DENGAN METODE
TRANSFORM BILINIER

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0704

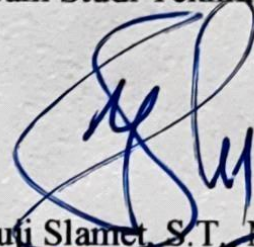
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Sauryo, M.Kes., IPU., ASEAN ENG.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Eko Subandrio
NBI : 1451900107
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“PENGHILANG NOISE PADA PERINTAH SUARA MENGGUNAKAN FILTER BUTTERWORTH DENGAN METODE TRANSFORMASI BILINIER”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 29 Mei 2023
Yang Menyatakan,



Yusuf Eko Subandrio
NBI. 1451900107



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Eko Subandrio
NBI/NPM : 1451900107
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

**“PENGHILANG NOISE PADA PERINTAH SUARA MENGGUNAKAN
FILTER BUTTERWORTH DENGAN METODE TRANSFORM BILINIER”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 29 Mei 2023.

Yang Menyatakan,



Yusuf Eko Subandrio
NBL 1451900107

ABSTRAK

Laporan tugas akhir ini membahas penggunaan Filter Butterworth dengan metode transform bilinear untuk menghilangkan noise pada perintah suara. Noise pada perintah suara dapat mengganggu pengenalan dan pemrosesan suara yang akurat, sehingga diperlukan metode yang efektif untuk mengurangi noise tersebut. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan penggunaan Filter Butterworth yang memiliki karakteristik tajam dan linear untuk menghilangkan noise pada perintah suara. Metode transform bilinear digunakan untuk mengubah Filter Analog menjadi Filter Digital, sehingga dapat diimplementasikan dengan mudah pada sistem pengenalan suara digital. Langkah-langkah eksperimen dilakukan untuk menguji kinerja Filter Butterworth dengan Metode Transform Bilinear dalam menghilangkan Noise pada perintah suara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan parameter yang tepat pada Filter Butterworth dengan Metode Transform Bilinear menjadi faktor kunci untuk mencapai hasil yang optimal. Melalui penyetelan parameter yang sesuai, diperoleh filter yang efisien untuk menghilangkan jenis noise tertentu dengan baik. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem pengenalan suara yang lebih handal dan tangguh terhadap kebisingan. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar untuk peningkatan kualitas pengenalan suara pada aplikasi yang membutuhkan interaksi suara yang lebih baik.

Kata Kunci: Penghilang Noise, Filter Butterworth, Metode Transform Bilinear

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahuwa ta'ala Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan kasih karunia yang senantiasa Ia berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul **“Penghilang Noise Pada Perintah Suara Menggunakan Filter Butterworth dengan Transform Bilinier”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr.Mulyanto Nugroho, MM.,CMA.,CPA. Selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
2. Bapak Dr.Ir. H. Sajiyo, M.Kes., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Santoso, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, ide dan juga kesempatan untuk menggunakan fasilitas Universitas untuk menunjang pembuatan skripsi.
4. Bapak Puji Slamet S.T., M.T. Selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bu Ir. Retno Hartayu, ST., MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Ahmad Ridho'I, ST., MT. selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan selama proses belajar mengajar penulis di perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staff Pengajar Prodi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan dalam proses belajar penulis.
8. Teman – teman Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya khususnya angkatan 2019 yang memberikan dukungan untuk menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
9. Terimakasih penulis ucapkan bagi semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Dengan bantuan beliau penulis mendapatkan pengarahan, bimbingan maupun dukungan dalam proses penyelesaian proposal ini. Akhir kata penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat dan Kelebihan	2
1.6. Kelemahan.....	3
BAB II	5
2.1. State of the Art:	5
2.2. Sinyal.....	6
2.3. Sinyal Periodik	14
2.4. Sinyal Analog Periodik	16
2.5. Sinyal Simple (Sinyal Sinusoidal	16
2.6. Sinyal Komposit.....	20
2.7. Sinyal Komposit Domain Frekuensi	21
2.8. Sinyal Aperiodik	21
2.9. Sinyal Komposit Aperiodik.....	23
2.10. Bandwith	23
2.11. Sampling	23

2.12.	Teorema Nquist.....	25
2.13.	Aliasing	26
2.14.	Frekuensi Sampling (Sampling Rate).....	27
2.15.	Operasi Dasar Sinyal.....	28
2.16.	Suara.....	31
2.17.	Gelombang Suara	32
2.18.	Filter	34
2.19.	Perbedaan Filter Analog dan Filter Digital	35
2.20.	Noise	37
2.21.	Discrete Fourier Transform.....	38
2.22.	Fast Fourier Transform.....	42
2.23.	Infinite Impulse Response (IIR) Filter	44
2.24.	Perbedaan Infinite Impuls Respon (IIR) Filter dan Finite Impuls Respon (FIR) Filter.....	45
2.25.	Butterworth Filter.....	47
BAB III.....		55
3.1.	Metode Penelitian.....	55
3.2.	Perancangan Sistem.....	56
3.3.	Diagram Alir	57
BAB IV		59
4.1.	Perhitungan FFT.....	59
4.2.	Filter Butterworth.....	64
BAB V.....		71
5.1.	Kesimpulan:	71
5.2.	Saran:.....	71
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbedaan Sinyal analog dan digital.....	17
Gambar 2. 2 Sinyal 2 Dimensi	17
Gambar 2. 3 Fungsi Step.....	18
Gambar 2. 4 Fungsi Ramp.....	19
Gambar 2. 5 Fungsi Impulse	20
Gambar 2. 6 Sinyal Diskrit.....	20
Gambar 2. 7 Sekuen Konstan.....	21
Gambar 2. 8 Sekuen Impulse	22
Gambar 2. 9 Sekuen Step.....	22
Gambar 2. 10 Sekuen Rectangular.....	23
Gambar 2. 11 Sinusoida Diskrit	24
Gambar 2. 12 Sinyal Gelombang	25
Gambar 2. 13 Sinyal Kotak	25
Gambar 2. 14 Sinyal Sinusoidal.....	27
Gambar 2. 15 Dua Sinyal Sinus Dengan Nilai Frekuensi dan Periode Yang Berbeda	29
Gambar 2. 16 Fasa Pada Gelombang Sinus	30
Gambar 2. 17 Sinyal Komposit Gabungan Dari Beberapa Sinyal	30
Gambar 2. 18 Sinyal Komposit.....	31
Gambar 2. 19 Sinyal Komposit Domain Frekuensi	31
Gambar 2. 20 Sinyal Aperiodik.....	32
Gambar 2. 21 Sinyal Amplitude Ubah Waktu	22
Gambar 2. 22 Sinyal Frekuensi Ubah Waktu.....	32
Gambar 2. 23 Sinyal Komposit Aperiodik dan Domain Frekuensinya.....	33
Gambar 2. 24 Bandwith sinyal periodik dan sinyal aperiodik	33
Gambar 2. 25 Proses Sampling	34
Gambar 2. 26 Perkalian Sinyal pada Proses Sampling	34
Gambar 2. 27 Hasil Sampling	35
Gambar 2. 28 Nyquist Limit	36
Gambar 2. 29 Gelombang Yang Mengalami Aliasing	37
Gambar 2. 30 Attenuasi.....	38
Gambar 2. 31 Amplifikasi.....	39
Gambar 2. 32 Delay	40
Gambar 2. 33 Penjumlahan Gelombang	40
Gambar 2. 34 Perkalian Gelombang	41
Gambar 2. 35 Macam-macam Gelombang Suara	43
Gambar 2. 36 Gelombang Suara Pada Python	43
Gambar 2. 37 Sinyal sinus yang terdiri dari dua sinyal sin dan cos.....	49
Gambar 2. 38 Perbedaan Filter Butterworth dengan yang lain	58

Gambar 2. 39 Low Pass Filter	60
Gambar 2. 40 High Pass Filter	60
Gambar 2. 41 Band-Pass Filter	61
Gambar 2. 42 Band-Stop Filter	61
Gambar 2. 43 Prototype Orde Filter Butterworth.....	63
Gambar 3. 1 Flowchart Perancangan Sistem.....	67
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian.....	68
Gambar 4. 1 Gelombang Sinusoidal Pada Python	69
Gambar 4. 2 Koding Python Untuk Menampilkan Gelombang Sinusoidal	69
Gambar 4. 3 Koding untuk Mengubah File Audio ke Domain Frekuensi Menggunakan FFT	74
Gambar 4. 4 Gelombang Suara dari File Audio.....	74
Gambar 4. 5 File Audio Dalam Domain Frekuensi.....	75
Gambar 4. 6 Koding Python untuk Memfilter File Audio	77
Gambar 4. 7 Koding Python untuk menampilkan Gelombang yang sudah difilter ..	77
Gambar 4. 8 Gelombang Yang Belum DiFilter	78
Gambar 4. 9 Gelombang Yang Sudah Di Filter	78
Gambar 4. 10 Koding Python untuk menampilkan domain frekuensi	79
Gambar 4. 11 Domain Frekuensi Sinyal Yang Belum Di Filter	80
Gambar 4. 12 Domain Frekuensi Pada Sinyal Yang Sudah Di Filter	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Unit Periode Dengan Frekuensi	28
Tabel 2. 2 Tabel Normalisasi	62
Tabel 2. 3 Tabel Un-Wrap.....	62
Tabel 2. 4 Tabel Normalisasi 1 rad/s.....	63
Tabel 2. 5 Tabel Faktor Polinomial Filter Butterworth.....	64
Tabel 2. 6 Tabel Desain Filter Analog	64
Tabel 4. 1 Tabel $x(n)$ Pada Gelombang Sinusoidal.....	70
Tabel 4. 2 Tabel Ganjil dan Genap pada FFT	70
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Perhitungan Menggunakan FFT	73