

**PENCARIAN NOT ANGKA LAGU MENGGUNAKAN
ALGORITMA DISCRETE FOURIER TRANSFORM**

Skripsi



oleh
PUJI RESMIATI
22084609

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2012

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma Discrete Fourier Transform

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 1 November 2012



PUJI RESMIATI
22084609



INTISARI

Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma *Discrete Fourier Transform*.

Di dunia musik, not angka bukan merupakan standar penulisan untuk notasi musik. Banyak lagu-lagu dituliskan dalam not balok yang tidak dimengerti oleh semua orang. Oleh karena itu, penulis memutuskan untuk membuat program yang dapat membantu untuk mendapatkan not angka dari lagu yang dinyanyikan.

Program ini dibuat menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform* yang digunakan untuk mengubah sinyal suara dari ranah waktu ke ranah frekuensi. Program mendapatkan sinyal suara dari lagu yang dinyanyikan dan akan memprosesnya sehingga didapat frekuensi dan dicocokkan dengan frekuensi nada. Dari nada akan dilakukan konversi menjadi not angka.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma *Discrete Fourier Transform* dapat digunakan untuk mengetahui not angka lagu. Program sudah cukup baik untuk mendapatkan not angka sesuai dengan urutannya. Ketepatan not angka yang didapat sangat bergantung dengan tempo, karena semakin cepat tempo ketepatan nadanya semakin rendah.

Kata kunci : not angka, frekuensi, Discrete Fourier Transform

HALAMAN PERSETUJUAN

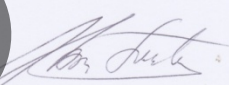
Judul Skripsi : Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma
Discrete Fourier Transform
Nama Mahasiswa : PUJI RESMIATI
N I M : 22084609
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2012/2013

UUKDWN

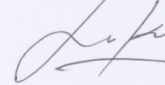
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 1 November 2012



Dosen Pembimbing I


Budi Susanto, SKom.,M.T.

Dosen Pembimbing II


Lukas Chrisantyo, M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENCARIAN NOT ANGKA LAGU MENGGUNAKAN ALGORITMA
DISCRETE FOURIER TRANSFORM**

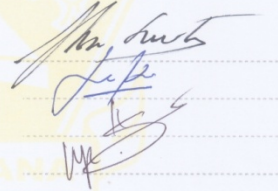
Oleh: PUJI RESMIATI / 22084609

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 23 November 2012

Yogyakarta, 11 Desember 2012
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Budi Susanto, SKom., M.T.
2. Lukas Chrisantyo, M.Eng.
3. Junius Karel, M.T.
4. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.




Dekan

(Drs. Wimmie Handiwadjojo, M.T.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma *Discrete Fourier Transform*.

Tugas Akhir merupakan kelengkapan serta salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain sebagai syarat penyelesaian kuliah, Tugas Akhir juga bertujuan untuk melatih mahasiswa agar dapat menghasilkan karya ilmiah yang bermanfaat bagi penggunanya. Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini, penulis telah mendapatkan bimbingan, bantuan, masukan serta dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak **Budi Susanto, S.Kom., M.T.**, sebagai dosen pembimbing I, yang telah bersedia meluangkan banyak waktu untuk membimbing, memberi saran, koreksi, serta berdiskusi dengan penulis.
2. Bapak **Lukas Chrisantyo, M.Eng.**, sebagai dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membantu, memberi saran, serta membimbing banyak hal yang kurang dimengerti oleh penulis.
3. Bapak Restyandito, S.Kom.,MSIS., sebagai dosen yang telah membimbing penulis selama kurang lebih 3 bulan pertama pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Ketiga wanita hebat tercinta: mama Theresia Surip, kedua budhe: Bu Surani dan Bu Menik (alm) yang telah dipanggilNya sebelum mendampingi saya wisuda. Terimakasih untuk semua kasih sayang, doa, kesabaran, perjuangan dan pengorbanan selama ini, kalian adalah sumber inspirasi dan penyemangat dalam hidup saya. Juga untuk ayah tercinta Bapak Purbono yang telah memberikan dukungan dan doa untuk penulis.

5. Satrio Lintang Diartanto, untuk semua sayang, doa, perhatian, juga semangat yang sudah diberikan, serta banyak waktu yang diluangkan untuk menemani, terlebih saat penulis menghadapi masa-masa sulit.
6. Adhi, Arin, dan Venti yang telah bersedia meluangkan waktu untuk melakukan pengujian terhadap program Tugas Akhir ini.
7. Sahabat-sahabat terkasih: Lintang, Michel, Roy, Rio, Beruk, Dewa, Alex, Robby, Budi, Bogi, Hemu, Celn, Riris, Gilang (makasih pinjeman headsetnya, hehe), Mas Sasono, Grace di Jakarta dan teman-teman TI angkatan 08 yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Sukses untuk teman-teman semua, senang dapat mengenal kalian.
8. Sahabat sejak SMA dulu: Zie, Mendhel, Ijah, Dibbe untuk dukungan dan persahabatan sampai sekarang. Sukses buat kalian sist.
9. Rekan-rekan serta pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, agar suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata, penulis meminta maaf apabila ada kesalahan dalam proses pembuatan Tugas Akhir, mulai dari proses pembuatan hingga penyusunan laporan ini.

Yogyakarta, 4 November 2012

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
INTISARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Suara	7
2.2.2 Not dan Tangga Nada	8
2.2.3 Sampling	11
2.2.4 Windowing	12
2.2.5 Fourier Analysis	14
2.2.6 DFT (<i>Discrete Fourier Transform</i>)	16
a. Fungsi Dasar DFT	19

b. Perhitungan DFT	20
2.2.7 Pencocokan Frekuensi	21
BAB 3	22
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	22
3.1 Spesifikasi Sistem	22
3.1.1 Perangkat Lunak	22
3.1.2 Perangkat Keras	26
3.2 Perancangan dan Proses	26
3.2.1 Langkah Kerja Sistem	26
3.2.2 Algoritma dan Flowchart Sistem	28
a. Proses Perekaman Suara	28
b. Proses Pengambilan Data Suara dari File dan Memainkanya	30
c. Algoritma <i>Discrete Fourier Transform</i>	32
d. Proses Pencocokan Frekuensi	35
e. Proses Konversi Nada menjadi Not Angka	37
3.2.3 Perancangan Antarmuka	39
3.2.4 Perancangan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	41
a. Perancangan <i>Input</i>	41
b. Perancangan <i>Output</i>	41
BAB 4	42
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	42
4.1 Implementasi Sistem	42
4.1.1 Implementasi Algoritma DFT (<i>Discrete Fourier Transform</i>)	42
4.1.2 Implementasi Pencocokan Frekuensi dengan Nada	43
4.1.3 Implementasi Konversi Nada ke Not Angka	43
4.1.4 Implementasi Antarmuka	45
a. Halaman Utama	45
b. Halaman Pencarian Not Angka	46
4.1.5 Pengujian Program	48
a. Pengujian lagu Burung Pipit Yang Kecil	48

1. Pengujian suara manusia	49
2. Pengujian alat musik keyboard.....	50
b. Pengujian lagu Cicak-Cicak Di Dinding	51
1. Pengujian suara manusia	51
2. Pengujian alat musik keyboard.....	52
c. Pengujian lagu Burung Kakaktua.....	53
1. Pengujian suara manusia	54
2. Pengujian alat musik keyboard.....	55
4.2 Analisis Sistem	56
4.2.1 Analisis Lagu Burung Pipit Yang Kecil	56
a. Analisis Pengujian Suara Manusia	56
b. Analisis Pengujian Alat Musik Keyboard.....	57
4.2.2 Analisis Lagu Cicak-Cicak Di Dinding	58
a. Analisis Pengujian Suara Manusia	59
b. Analisis Pengujian Alat Musik Keyboard.....	60
4.2.3 Analisis Lagu Burung Kakaktua	61
a. Analisis Pengujian Suara Manusia	61
b. Analisis Pengujian Alat Musik Keyboard	62
4.3 Kemampuan Program	65
4.4 Kelemahan Program	65
BAB 5.....	66
KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tangga nada kromatis dan intervalnya	8
Gambar 2.2	Proses sampling/pencuplikan	11
Gambar 2.3	Gelombang fungsi $f = \sin(5x)$ sebelum dikombinasikan dengan hamming window (atas) dan setelah dikombinasikan dengan hamming window (bawah).	13
Gambar 2.4	Bentuk gelombang Fourier	15
Gambar 2.5	Sinyal dalam waktu dengan $N = 128$	17
Gambar 2.6	Sinyal dalam frekuensi	18
Gambar 2.7	Pencocokan frekuensi nada	21
Gambar 3.1	Struktur interface <i>Line</i> pada package <code>javax.sound.sampled</code>	23
Gambar 3.2	Activity diagram program pencarian not angka lagu	27
Gambar 3.3	Flowchart proses perekaman suara	29
Gambar 3.4	Flowchart proses pengambilan data suara dan memainkannya	31
Gambar 3.5	Flowchart algoritma DFT (bagian 1).....	33
Gambar 3.6	Flowchart algoritma DFT (bagian 2).....	34
Gambar 3.7	Flowchart proses pencocokan frekuensi	36
Gambar 3.8	Flowchart konversi nada ke not angka	38
Gambar 3.9	Rancangan tampilan awal program	39
Gambar 3.10	Rancangan tampilan utama program	40
Gambar 4.1	Implementasi halaman awal program	45
Gambar 4.2	Peringatan jika pengguna belum memasukkan nama dan tempo lagu	46
Gambar 4.3	Implementasi halaman utama program	47
Gambar 4.4	Pengujian lagu burung pipit yang kecil, nada C tempo 100.....	49
Gambar 4.5	Pengujian lagu burung pipit yang kecil, nada G tempo 110.....	49
Gambar 4.6	Pengujian lagu burung pipit yang kecil, nada C tempo 100.....	50
Gambar 4.7	Pengujian lagu burung pipit yang kecil, nada G tempo 100.....	50
Gambar 4.8	Pengujian lagu cicak-cicak di dinding, nada C tempo 110.....	51
Gambar 4.9	Pengujian lagu cicak-cicak di dinding, nada G tempo 110	52
Gambar 4.10	Pengujian lagu cicak-cicak di dinding, nada C tempo 110.....	52

Gambar 4.11 Pengujian lagu cicak-cicak di dinding, nada G tempo 110.....	53
Gambar 4.12 Pengujian lagu burung kakaktua, nada C tempo 80	54
Gambar 4.13 Pengujian lagu burung kakaktua, nada G tempo 80.....	54
Gambar 4.14 Pengujian lagu burung kakaktua, nada C tempo 80	55
Gambar 4.15 Pengujian lagu burung kakaktua, nada G tempo 80.....	55

© UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tangga nada kromatis krusis (#).....	9
Tabel 2.2 Nada dan Frekuensi.....	10
Tabel 4.1 <i>Pseudo-code</i> DFT.....	42
Tabel 4.2 <i>Pseudo-code</i> Pencocokan Frekuensi dengan Nada.....	43
Tabel 4.3 <i>Pseudo-code</i> Pencocokan Frekuensi dengan Nada.....	44
Tabel 4.1 Rangkuman Hasil Pengujian.....	63

© UKDW

INTISARI

Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma *Discrete Fourier Transform*.

Di dunia musik, not angka bukan merupakan standar penulisan untuk notasi musik. Banyak lagu-lagu dituliskan dalam not balok yang tidak dimengerti oleh semua orang. Oleh karena itu, penulis memutuskan untuk membuat program yang dapat membantu untuk mendapatkan not angka dari lagu yang dinyanyikan.

Program ini dibuat menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform* yang digunakan untuk mengubah sinyal suara dari ranah waktu ke ranah frekuensi. Program mendapatkan sinyal suara dari lagu yang dinyanyikan dan akan memprosesnya sehingga didapat frekuensi dan dicocokkan dengan frekuensi nada. Dari nada akan dilakukan konversi menjadi not angka.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma *Discrete Fourier Transform* dapat digunakan untuk mengetahui not angka lagu. Program sudah cukup baik untuk mendapatkan not angka sesuai dengan urutannya. Ketepatan not angka yang didapat sangat bergantung dengan tempo, karena semakin cepat tempo ketepatan nadanya semakin rendah.

Kata kunci : not angka, frekuensi, Discrete Fourier Transform

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada masa sekarang, *Digital Signal Processing (DSP)* atau pemrosesan sinyal digital sudah banyak diterapkan di berbagai bidang karena data dalam bentuk digital lebih mudah diolah. Musik adalah salah satu bidang yang banyak memanfaatkannya. Dalam dunia musik, pemrosesan audio menjadi hal yang penting. Sebagai contoh untuk perekaman suara atau video, pembuatan MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), penggabungan suara dan instrumen, dsb.

Pita suara manusia dapat menghasilkan gelombang bunyi dengan berbagai jenis nada. Tinggi rendahnya suatu nada dapat ditentukan dari frekuensinya. Di dunia musik, banyak lagu yang diciptakan secara spontan, dalam keadaan tiba-tiba dan tidak direncanakan. Hal ini berarti lagu-lagu tersebut dibuat tanpa ada notasi musik sebelumnya, sehingga tidak ada dokumentasi untuk lagu dalam bentuk notasi musik. Sedangkan ketika ingin mengaransemen lagu, not sangat diperlukan. Maka perlu adanya program yang dapat mencari not angka dari sebuah lagu yang dinyanyikan oleh seseorang.

Dari penjelasan dan alasan diatas, penulis ingin membuat program pencarian not angka lagu. Melalui beberapa tahap pemrosesan, gelombang sinyal suara manusia yang kontinyu dapat diubah dan diketahui frekuensinya. Dari frekuensi tersebut bisa diperoleh nada-nada yang dinyanyikan. Program ini akan menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform(DFT)* untuk mengolah sinyal suara dari domain waktu ke domain frekuensi. Dengan adanya program ini, diharapkan dapat membantu siapa saja yang ingin mencari not angka dari sebuah lagu.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana ketepatan frekuensi nada yang didapat dari sampling sinyal suara setelah diproses dengan algoritma *Discrete Fourier Transform (DFT)* dengan frekuensi nada yang sesungguhnya?

1.3 Batasan Masalah

1. Sinyal yang diproses adalah suara vokal manusia yang menyanyikan lagu dan disimpan dalam file berekstensi .wav.
2. Data suara berbentuk suara mono dengan bit-depth 8 bit, dan frekuensi sampling 4000 Hz.
3. Suara vokal memiliki amplitudo yang besar (lebih keras dari suara di sekitarnya).
4. Pengambilan suara di tempat yang tenang dengan noise maksimal 30 dB.
5. Lagu yang dinyanyikan bisa satu lagu penuh atau beberapa bagian dari suatu lagu dan menyanyikannya dengan intonasi yang jelas serta nada yang tepat.
6. Nada-nada pada lagu atau bagian lagu yang dinyanyikan memiliki ketukan-ketukan tetap (satu ketukan) dan dinyanyikan sesuai dengan tempo pengujian.
7. Ada 2 nada dasar yang digunakan untuk menyanyi, yaitu nada C dan G.
8. Menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform (DFT)* untuk mengubah sinyal dari ranah waktu (time domain) ke ranah frekuensi (frequency domain).

1.4 Hipotesis

Pemrosesan sinyal suara manusia menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform (DFT)* mampu menghasilkan frekuensi nada lagu yang mendekati frekuensi nada sesungguhnya.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan algoritma *Discrete Fourier Transform (DFT)* untuk mendapatkan not angka dari sebuah lagu yang dinyanyikan. Program ini dapat membantu siapa saja yang ingin mencari not angka dari lagu yang dinyanyikan.

1.6 Metode Penelitian

1. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori melalui buku, artikel atau jurnal yang berhubungan dengan pemrosesan sinyal digital mulai dari tahap sampling hingga *Discrete Fourier Transform (DFT)*. Studi pustaka juga dilakukan terhadap teori-teori musik tentang nada dan not musik.

2. Perancangan sistem

Tahap ini berisi perancangan sistem yang akan dibangun.

3. Pembangunan sistem

Tahap ini merupakan tahap pembuatan program pencarian not angka. Program ini akan dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.

4. Implementasi dan testing

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap program pencarian not angka dengan melibatkan beberapa pengguna yang akan diuji suaranya dan dianalisis nada yang dinyanyikan.

5. Analisis hasil percobaan dan evaluasi

Setelah dilakukan pengujian program melalui beberapa pengguna, tahap selanjutnya adalah menganalisis keefektifan program untuk mencari not angka dari lagu yang dinyanyikan.

1.7 Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan, berisi gambaran umum dari aplikasi yang akan dibuat meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka, berisi tinjauan pustaka yang menjelaskan teori-teori dalam pemrosesan sinyal digital seperti teori sampling, front-end detection, frame blocking serta teori algoritma *Discrete Fourier Transform (DFT)* untuk memperoleh frekuensi dari pemrosesan sinyal. Bagian ini juga berisi landasan teori yang menjelaskan konsep utama dalam menyelesaikan masalah penelitian.

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem, berisi rancangan pembuatan program pencarian not angka yang meliputi kebutuhan bahan atau materi dalam penelitian, dalam penelitian ini adalah spesifikasi program yang akan dibuat. Pada bagian ini dirancang proses yang akan dilakukan mulai dari penginputan suara hingga menghasilkan not angka dari lagu. Perancangan juga meliputi perancangan tampilan program yang dibuat.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, berisi hasil implementasi sistem dan analisisnya. Hasil implementasi sistem disajikan dalam tampilan-tampilan saat penggunaan program serta penjelasannya. Analisis atau pembahasan meliputi penjelasan terhadap hasil penelitian dihubungkan dengan teori-teori yang telah dijelaskan pada tinjauan pustaka.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi penjelasan singkat yang diuraikan dari hasil analisis/pembahasan dalam penelitian. Saran meliputi langkah atau metode lain untuk pengembangan sistem yang belum dilakukan dalam penelitian ini.

© UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, Pencarian Not Angka Lagu Menggunakan Algoritma *Discrete Fourier Transform* telah berhasil dikembangkan. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat disimpulkan:

1. Program mampu not angka untuk lagu yang dinyanyikan.
2. Ketepatan not angka sangat tergantung dengan tempo dan cara pengguna memasukkan input suara. Semakin cepat tempo lagu, ketepatan nadanya semakin rendah.

5.2 Saran

Saran-saran yang dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi ke depannya antara lain:

1. Dalam pembuatan program pencarian not angka lagu menggunakan algoritma *Discrete Fourier Transform*, ada proses awal yang harus dilakukan agar data suara yang diolah memiliki standar yang sama, bisa dengan proses *filtering noise* atau yang lain.
2. Pada penelitian ini, lagu yang dinyanyikan terbatas pada lagu yang memiliki harga nada penuh. Ke depannya dapat dikembangkan sistem untuk lagu-lagu yang memiliki not dengan tangga nada dan harga nada yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Beard, J. H., Given, S.P., & Young, B.J. (1995). A Discrete Fourier Transform Based Digital DTMF Detection Algorithm, diakses tanggal 10 April 2012 dari www.rootsecure.net/content/downloads/pdf/paper_dtmf.pdf
- Chrisantyo, L., Hartanto, R., Nugroho, L.E. (2012). Pengembangan Aplikasi Konversi Representasi Not Balok Ke Not Angka Untuk Paduan Suara Campur. *Jurnal Teknologi Komputer dan Informatika*, Vol 8(1), 65-75.
- Kurnia, A. (n.d). Penala Nada Alat Musik Menggunakan Alihragam Fourier, diakses tanggal 26 Januari 2012 dari <http://eprints.undip.ac.id/25444/1/ML2F000574.pdf>
- Smith, S. W. (1997). *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. California: California Technical Publishing.
- Prasetya, B.W., Susanto, B., & Purwadi, J. (2008). Identifikasi Suara Pria dan Wanita Berdasarkan Frekuensi Suara, diakses 3 Maret 2012 dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/article/view/13>