UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGENALAN SUARA INSTRUMEN ORKESTRA SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
BAGASKORO SAPUTRO, Dr. Yohanes Suyanto, M.Kom; Catur Atmaji, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xii
INTISARI xiii
ABSTRACT xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
BAB III DASAR TEORI 8
3.1. Instrumen Musik 8
3.2. Timbre 8
3.3. MFCC 10
3.4. Tapis Digital 11
3.5. Jaringan Syaraf Tiruan 12
3.6. Keras dan CNTK 16
3.7. *Confusion Matrix* 16
3.8. *Real-time* 17
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM 18
4.1. Analisis Rancangan Sistem 18
4.2. Alat dan Bahan 19
4.3. Rancangan Sistem 20
4.3.1 Akuisisi Data 21
4.3.2 Pra Pengolahan 22
4.3.3 Ekstraksi Ciri 23
4.3.4 Klasifikasi dan Pelatihan Model 24
4.4. Pengujian Sistem 26
4.4.1 Pengujian Offline 26
4.4.2 Pengujian Online 26
4.5. Evaluasi Kinerja Sistem 27
BAB V IMPLEMENTASI SISTEM 29
5.1. Program Pelatihan dan Pengujian *Offline* 29
5.1.1 Akuisisi Data 29
5.1.2 Pra Pengolahan 29
5.1.3 Ekstraksi Ciri 32

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGENALAN SUARA INSTRUMEN ORKESTRA SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
BAGASKORO SAPUTRO, Dr. Yohanes Suyanto, M.Kom; Catur Atmaji, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.1.4 Perancangan dan Pelatihan JST 36
5.1.5 Pengujian Model JST 37
5.1.6 Evaluasi 37
5.2. Program Pengujian *Online* 40
5.2.1 Akuisisi Data 40
5.2.2 Pra Pengolahan 40
5.2.3 Ekstraksi Ciri 43
5.2.4 Prediksi JST 43
5.2.5 Evaluasi 44
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN 45
6.1. Pra Pengolahan 45
6.1.1 Normalisasi Spektrum 45
6.1.2 Segmentasi 45
6.1.3 Jendela 45
6.1.4 Transformasi Fourier 45
6.1.5 Penapisan 46
6.2. Ekstraksi Ciri 47
6.2.1 Frekuensi Harmonik 47
6.2.2 MFCC 50
6.3. Hasil Pelatihan dan Pengujian JST Offline 51
6.3.1 Pelatihan Model JST 52
6.3.2 Pengujian Model JST 55
6.3.3 Pengukuran Kecepatan Waktu Proses Prediksi 58
6.4. Hasil Pengujian JST *Online* 59
6.4.1 Evaluasi Prediksi 59
6.4.2 Pengukuran Kecepatan Waktu Proses Prediksi 67
BAB VII PENUTUP 71
7.1. Kesimpulan 71
7.2. Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 73
LAMPIRAN 76

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGENALAN SUARA INSTRUMEN ORKESTRA SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
BAGASKORO SAPUTRO, Dr. Yohanes Suyanto, M.Kom; Catur Atmaji, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Frekuensi harmonik (a) violin (Stokes, 2002) dan (b) trumpet (Nave, 2016) 9
Gambar 3.2 Filterbank mel-frequency (Lutter, 2014) 10
Gambar 3.3 Proses pengambilan koefisien Mel dari sebuah sinyal (Lutter, 2014) 11
Gambar 3.4 Neuron Y 13
Gambar 3.5 Arsitektur JST Backpropagation 14
Gambar 3. 6 *Confusion matrix* (Fawcett 2006) 17
Gambar 4.1 Pengenalan instrumen orkestra 18
Gambar 4.2 Skema umum sistem 20
Gambar 4.3 Blok diagram sistem bantuan dalam perekaman data 21
Gambar 4.4 Diagram blok tahap pra pengolahan 23
Gambar 4.5 Proses ekstraksi ciri 24
Gambar 4.6 Rancangan JST 25
Gambar 4.7 Skema pengujian *offline* 26
Gambar 4.8 Skema pengujian *online* 27
Gambar 5.1 Potongan program pengambilan data suara 29
Gambar 5.2 Potongan program normalisasi spektrum sinyal ranah waktu 30
Gambar 5.3 Potongan program segmantasi panjang sinyal umum 30
Gambar 5.4 Potongan program segmentasi panjang sinyal khusus pada MFCC 31
Gambar 5.5 potongan program penjendelaan ranah waktu 31
Gambar 5.6 Potongan program transformasi fourier 32
Gambar 5.7 Potongan program tapis Blackman-Harris 32
Gambar 5.8 Mencari nilai magnitude *undertone* dan frekuensi fundamental 33
Gambar 5.9 Pengambilan 7 koefisien frekuensi harmonik 34
Gambar 5.10 Power Spectrum dari sinyal 34
Gambar 5.11 Pembuatan filter bank 35
Gambar 5.12 Transformasi hasil filterbank dengan DCT untuk mendapatkan MFCC 35
Gambar 5.13 Normalisasi rerata untuk meningkatkan SNR 35
Gambar 5.13 Arsitektur JST dengan pustaka Keras 36
Gambar 5.14 Potongan program validasi silang 37
Gambar 5.15 *Fitting* model JST dan evaluasi data uji 37
Gambar 5.16 Evaluasi pelatihan validasi silang 38
Gambar 5.17 Evaluasi Pengujian Model 39
Gambar 5.18 Pyaudio untuk akuisisi data *online* 41
Gambar 5.19 Akuisisi rekaman selama 3 detik 42
Gambar 5.20 Fungsi pencarian *threshold noise* 42
Gambar 5.21 Proses perekaman *noise* 42
Gambar 5.22 Memotong sinyal berdasarkan *threshold noise* 42
Gambar 5.23 Ekstraksi ciri tahap pengujian *online* 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGENALAN SUARA INSTRUMEN ORKESTRA SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
BAGASKORO SAPUTRO, Dr. Yohanes Suyanto, M.Kom; Catur Atmaji, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.24 Proses *fitting* sebelum perekaman 43
Gambar 5.25 Potongan program prediksi 44
Gambar 6.1 Perbandingan sinyal sebelum dan sesudah di normalisasi 45
Gambar 6.2 Perbandingan sinyal sebelum dan sesudah disegmentasi 45
Gambar 6.3 Perbandingan sinyal sebelum dan sesudah diberi jendela 46
Gambar 6.4 Perbandingan sinyal sebelum dan sesudah ditapis 46
Gambar 6.5 Ciri frekuensi harmonik dari Timpani 47
Gambar 6.6 Ciri frekuensi harmonik dari Biola 48
Gambar 6.7 Histogram perbandingan rerata 4 koefisien harmonik 48
Gambar 6.8 Ciri MFCC dan rerata dari 271 data instrumen Cello 50
Gambar 6.9 Ciri MFCC dan rerata dari 177 data instrumen Flute 51
Gambar 6.10 Histogram rerata waktu proses *offline* 59
Gambar 6.11 Chart akurasi dan kegagalan hasil uji *online* 62
Gambar 6.12 Perbandingan Spektrum 63
Gambar 6.13 Perbandingan FFT kedua sinyal 64
Gambar 6.14 Perbandingan harmonik kedua sinyal 64
Gambar 6.15 Perbandingan MFCC kedua sinyal 65
Gambar 6.16 Waktu proses pengujian *online* 68
Gambar 6.17 Proses *Online* 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGENALAN SUARA INSTRUMEN ORKESTRA SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
BAGASKORO SAPUTRO, Dr. Yohanes Suyanto, M.Kom; Catur Atmaji, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka 6
Tabel 4.1 Alat dan bahan 19
Tabel 4.2 Spesifikasi laptop Acer SF315-41-R8PP 19
Tabel 4.3 Data jumlah subjek penelitian 22
Tabel 4.4 Jumlah data uji 26
Tabel 4.5 Matrik kemungkinan klasifikasi 27
Tabel 4.6 Rencana Pengujian 28
Tabel 6.1 Data rata-rata ciri frekuensi harmonik 49
Tabel 6.3 Data rata-rata ciri MFCC 1 52
Tabel 6.4 Data rata-rata ciri MFCC 2 53
Tabel 6.5 Kelas Target JST 54
Tabel 6.6 Skor akurasi validasi silang 54
Tabel 6.7 *Confusion matrix* hasil rangkuman validasi silang 55
Tabel 6.8 *Confusion matrix* hasil pengujian 56
Tabel 6.9 Evaluasi performa model hasil prediksi 57
Tabel 6.10 Evaluasi kecepatan proses *offline* 60
Tabel 6.11 Akurasi hasil uji *online* 60
Tabel 6.12 Laporan performa sistem *online* 61
Tabel 6.13 Tabel kebingungan performa sistem *online* 62
Tabel 6.14 Kecepatan uji pengujian *online* dalam milisekon 68