

**IDENTIFIKASI SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN *HYBRID
HIDDEN MARKOV MODEL (HMM) DAN GENETIC ALGORITHM (GA)***

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH

GELAR SARJANA TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

OLEH:

MICHAEL PALINGGI TAMBE

NIM: 1552057007



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2017

**IDENTIFIKASI SUARA PARU-PARU MENGGUNAKAN *HYBRID
HIDDEN MARKOV MODEL (HMM) DAN GENETIC ALGORITHM (GA)***

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH

GELAR SARJANA TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

PEMINATAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

OLEH:

MICHAEL PALINGGI TAMBE

NIM: 1552057007

Menyetujui,

(Ir. Bambang Widodo, MT.)

Pembimbing 1

(Susilo, S.Kom. MT.)

Pembimbing 2

FAKULTAS TEKNIK UKI

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

(Ir. Bambang Widodo, MT.)

Ketua

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa, sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah pernah dipublikasikan, atau yang sudah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana lainnya di Universitas yang lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasi dicantumkan dalam referensi yang semestinya.

Jakarta, 10 Agustus 2017

(Michael Palinggi Tambe)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala tuntunan dan bimbingannya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah Identifikasi Suara Paru-Paru Menggunakan *Hybrid Hidden Markov Model* (HMM) dan *Genetic Algorithm* (GA).

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan seminar, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dan sebagai Pembimbing I yang telah memberi tenaga, waktu dan buah pikiran dalam mengarahkan untuk penyelesaian penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Susilo, S.Kom. MT selaku Pembimbing II yang telah memberi tenaga, waktu dan buah pikiran dalam mengarahkan untuk penyelesaian penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Rohedi selaku tata usaha pada Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam segala urusan administrasi dan berbagi pengalaman hidupnya.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dan Universitas Hasanuddin yang telah memberi segala ilmunya kepada penulis.
5. Bapak tersayang, Pdt. Mardin Tambe, S.Th dan mama tercinta, Ir. Neltje Nobertine Palinggi, MS yang telah membesarkan, mendidik, dan mendoakan penulis sehingga penulis bisa ada seperti sekarang ini. Bapak dan Mama telah memberikan teladan dan semangat di saat badai cobaan dan berbagai masalah yang selalu penulis hadapi. *Love You both...!!*

6. Jajaran Direksi, Staf dan Dokter pada RS. Tk. II Pelamonia Makassar, Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat (BBKPM) Makassar, RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar yang telah memberi ijin untuk pengambilan data suara paru dan membantu dalam memberi bimbingan khususnya dalam hal kesehatan.
7. Saudara penulis, Otni dan Rio, yang selalu memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman seperjuangan penulis, Rere, Yora, Bang Remon, Ovi, dan Maria yang selalu menjadi *partner in crime* dalam menempuh pendidikan di UKI.
9. Seluruh keluarga besar Palinggi yang selalu memotivasi dan mengingatkan penulis.
10. Teman-teman di Gereja KIBAID Jemaat Perumnas, KIBAID Choir, dan PSM-UH yang setia menemani dalam menghabiskan waktu penulis.
11. Seseorang yang telah menjadi motivator khusus untuk sesegera mungkin menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat. Kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini di masa mendatang.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Metodologi Penulisan	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Pernapasan Paru-Paru	7
2.2 Teori Suara Paru-Paru	7
2.3 <i>Voice Recorgnation</i> (Pengenalan Suara)	11
2.4 Proses Pengolahan Sinyal Suara	12
2.4.1 <i>Sampling</i>	12
2.4.2 Ekstraksi	13
2.4.2.1 <i>Frame Blocking</i>	14
2.4.2.2 <i>Windowing</i>	14
2.4.2.3 <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)	16
2.4.2.4 <i>Mel Frequency Wrapping</i>	17
2.4.2.5 <i>Cepstrum</i>	19
2.5 Kuantisasi Vektor (VQ)	20
2.6 <i>Hidden Markov Model</i> (HMM)	22
2.6.1 Definisi <i>Hidden Markov Model</i>	22

2.6.2 Tipe <i>Hidden Markov Model</i>	23
2.6.3 Elemen-Elemen <i>Hidden Markov Model</i>	23
2.7 Algoritma Genetika (GA)	26
2.7.1 Struktur Umum Algoritma Genetika	27
2.7.2 Komponen-Komponen Algoritma Genetika	28
2.7.2.1 Skema Pengkodean	28
2.7.2.2 Nilai <i>Fitness</i>	28
2.7.2.3 Seleksi (Rekombinasi)	28
2.7.2.4 Kawin Silang (<i>Crossover</i>)	28
2.7.2.5 Mutasi (<i>Mutation</i>)	30
2.7.2.6 Kondisi Berhenti Iterasi (Terminasi)	31
2.8 <i>Hybrid HMM-GA</i>	31
2.8.1 Pelatihan (<i>Training</i>)	32
2.8.2 Pengkodean	32
2.8.3 Inisialisasi Populasi	33
2.8.4 Re-estimasi Parameter (<i>Baum-Welch Training</i>)	33
2.8.5 Evaluasi <i>Fitness</i>	33
2.8.6 Operasi Genetika	34
3.8.6.1 Seleksi	34
3.8.6.2 Kawin Silang (<i>Crossover</i>)	35
3.8.6.3 Mutasi (<i>Mutation</i>)	35
2.8.7 Pengecekan Kondisi Henti (Terminasi)	35
2.8.8 Pengenalan (<i>Recognize, Testing</i>)	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kajian Pustaka	37
3.2 Pengumpulan Data Suara	37
3.3 Pengolahan Data Suara	38
3.3.1 Pembuatan <i>Database</i>	39
3.3.1.1 Pelabelan	39
3.3.1.2 Pembuatan <i>Codebook</i>	40
3.3.1.3 Pembentukan Parameter HMM	41

3.4 Proses Pengenalan	42
3.5 Tingkat Akurasi	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Daftar Suara dan Jenis Percobaan	45
4.2 Hasil Pengujian Pengenalan Suara Paru	46
4.3 Akurasi Hasil Pengujian Identifikasi Suara Paru-Paru	51
4.4 Analisis Hasil Percobaan	53
4.4.1 Analisis Pengaruh Variasi Durasi Sampel	53
4.4.2 Analisis Pengaruh Variasi Ukuran <i>Codebook</i>	54
4.4.3 Analisis Pengaruh Variasi Jumlah <i>Database</i>	55
4.4.4 Analisis Pekaruh Hubungan Ukuran <i>Codebook</i> dan Jumlah <i>Database</i>	56
BAB V KESIMPULAN	
Kesimpulan	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Sistem pernapasan manusia	8
2.2. Letak suara paru normal	9
2.3. Suara vesicular	10
2.4. Suara wheeze	11
2.5. Blok diagram pembelajaran pola	12
2.6. Blok diagram pengenalan pola	12
2.7. Diagram alur MFCC	13
2.8. <i>Frame blocking</i>	14
2.9. <i>Hamming Window</i>	15
2.10. <i>FFT Window</i>	17
2.11. Grafik <i>mel-frequency</i> terhadap frekuensi	18
2.12. <i>Mel-space filterbank</i>	18
2.13. Contoh <i>codeword</i> pada ruang dua dimensi	20
2.14. Diagram konsep pembentukan <i>codebook</i> dengan <i>vector quantitation</i>	22
2.15. Ilustrasi 3 jenis model HMM	23
2.16. Struktur umum Algoritma Genetika	27
2.17. <i>One Point Crossover</i>	29
2.18. <i>Multi Point Crossover</i>	30
2.19. Blok diagram <i>Hybrid HMM-GA</i>	32
2.20. Representasi pengkodean kromosom A, B, π	33
3.1. Blok diagram alur penelitian	36
3.2. Stetoskop elektronik Littmann model 3200	37
3.3. Tampilan <i>software</i> Littmann SteethAssist	38
3.4. Tampilan pembuatan label	39

3.5. Tampilan pembuatan <i>codebook</i>	40
3.6. Tampilan pembuatan parameter HMM	42
3.7. Tampilan proses pengenalan suara HMM	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Nama <i>file</i> dan jenis suara paru	45
4.2. Hasil uji coba suara Vesicular untuk durasi 3 s	47
4.3. Hasil uji coba suara Ronchi untuk durasi 3 s	47
4.4. Hasil uji coba suara Wheeze untuk durasi 3 s	48
4.5. Hasil uji coba suara Ronchi-Wheeze untuk durasi 3 s	48
4.6. Hasil uji coba suara Vesicular untuk durasi 6 s	49
4.7. Hasil uji coba suara Ronchi untuk durasi 6 s	49
4.8. Hasil uji coba suara Wheeze untuk durasi 6 s	50
4.9. Hasil uji coba suara Ronchi-Wheeze untuk durasi 6 s	50
4.10. Akurasi hasil pengujian keseluruhan untuk durasi 3 s	51
4.11. Akurasi semua parameter untuk durasi 3 s	51
4.12. Akurasi hasil pengujian keseluruhan untuk durasi 6 s	52
4.13. Akurasi semua parameter untuk durasi 6 s	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Surat ijin ke Kepala RS TK. II Pelamonia	61
2. Surat ijin ke Direktur RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo	62
3. Surat ijin ke Direktur BBKPM Makassar	63
4. Surat persetujuan penelitian di BBKPM Makassar	64

ABSTRAK

Hidup di kota yang memiliki tingkat populasi dan polusi yang sangat tinggi akan berdampak negatif bagi kesehatan manusia, khususnya pada sistem pernafasan. Gangguan pada sistem pernafasan biasanya dapat terdeteksi melalui suara tarikan dan hembusan nafas dari penderita. Beberapa contoh suara paru adalah *vesicular/bronchial*, *ronchi/crackle* dan *wheeze*. Skripsi ini membahas tentang perancangan sistem identifikasi suara paru dengan metode *hybrid Hidden Markov Model* (HMM) dan *Genetic Algorithm* (GA). Sistem ini terbagi menjadi dua proses utama, yaitu pembentukan database dan pengenalan suara paru-paru. Kedua proses ini dilakukan dengan cara yang hampir sama, yaitu tiap sampel akan mengalami proses pelabelan, pembuatan codebook dan pembentukan parameter HMM. Hanya saja, pengolahan sinyal suara pada proses pengenalan mengacu database yang telah lebih dulu diproses. GA digunakan untuk memberi hasil pengenalan yang lebih baik. Dimulai dengan pembentukan vektor-vektor data dengan teknik kuantisasi vektor (VQ), yang kemudian dicari suatu nilai *centroid* yang presisi untuk dijadikan *state* HMM dalam menentukan nilai-nilai parameter yang dibutuhkan. Berdasarkan parameter-parameter inilah, dapat dihitung suatu nilai probabilitas (*Log of Probability*) untuk menunjukkan hasil keluarannya. Untuk mendapatkan hasil yang maksimum, digunakan metode GA pada proses Baum-Welch sehingga hasil pengenalan suara paru ini bisa lebih optimal.

Dari hasil perancangan sistem ini, akan dibandingkan akurasi sistem terhadap variasi nilai durasi sampel, jumlah sampel, dan ukuran *codebook*. Pada penelitian ini, ukuran *codebook* yang optimal adalah 128, jumlah *database* yang optimal sebesar 10 (sepuluh) buah. Sementara persentase akurasi sistem secara keseluruhan bervariasi antara 57,5 % hingga 90 %.

Kata kunci:

penyakit paru-paru, HMM, GA, *centroid*, MFCC, VQ, FFT, LoP, ukuran *codebook*, jumlah sampel.