

**Pengenalan Pengucap Otomatis untuk Aplikasi  
Forensik di Indonesia Berbasis Pemodelan I-  
Vector**

**TUGAS AKHIR**



Oleh

Fian Adinata                      NIM: 13316019

Jocelyn Hartanto                NIM: 13316044

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG  
2020**

## ABSTRAK

### Pengenalan Pengucap Otomatis untuk Aplikasi Forensik di Indonesia Berbasis Pemodelan I-Vector

Oleh

Fian Adinata      NIM: 13316019  
Jocelyn Hartanto      NIM: 13316044

(Program Studi Teknik Fisika)

Sistem pengenalan pengucap adalah suatu proses teknologi yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi identitas pengucap dari suara ucapannya. Sistem ini dapat digunakan salah satunya untuk keperluan forensik. Di Indonesia, sistem ini secara aktif dipakai guna membantu proses verifikasi pengucap sebagai barang bukti di persidangan oleh Komisi Pemberantasan Korupsi (KPK), Kepolisian dan Kejaksaan. Saat ini, sistem yang umumnya digunakan adalah sistem pengenalan tergantung teks (*text-dependent*) yang memerlukan waktu lama dan campur tangan manusia. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat mempersingkat waktu analisis yang dibutuhkan dalam proses verifikasi namun dengan galat serendah mungkin. Salah satu solusi yang ada adalah dengan menggunakan sistem pengenalan pengucap otomatis tidak tergantung teks (*text-independent*).

Sistem yang dibuat dalam penelitian ini adalah sistem pengenalan pengucap otomatis dengan model *Identity Vector* (*I-Vector*). Sistem ini dilatih dan diuji dengan menggunakan basis data suara ucap berbahasa Indonesia yang diperoleh dari pengambilan data suara pada ruang *semi-anechoic* pada Laboratorium Akustik Adhiwijogo, Institut Teknologi Bandung. Dalam sistem ini data suara ucap akan diekstraksi fiturnya dengan menggunakan *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC). Selain koefisien MFCC sebesar 19+1 dimensi, digunakan juga nilai delta MFCC dan delta-delta MFCC yang masing-masing memiliki 20 dimensi agar didapatkan informasi perubahan suara untuk melengkapinya. Data yang telah diekstraksi fiturnya dimodelkan dengan pemodelan *I-Vector* dengan menggunakan 32 komponen Gaussian dan 100 dimensi *I-Vector*. Selanjutnya dilakukan penilaian terhadap kemiripan sampel K dan UK dengan menggunakan perhitungan *cosine distance*.

Hasil penilaian itu digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengenali sampel K dan UK berasal dari pengucap yang sama (target) atau tidak (non-target). Hasil ini dinormalisasi dengan 3 jenis normalisasi yaitu *Zero Normalization* (Z-norm), *Test Normalization* (T-norm), dan *Zero-Test Normalization* (ZT-norm). Digunakan data uji sebanyak 46 data suara ucap laki-laki dan 52 data suara ucap perempuan dengan data latih dari 20 data pertama untuk masing-masing gender. Nilai *Equal Error Rate* (EER) terendah yang dapat dicapai oleh sistem ini adalah sebesar 3,50% yang berasal dari skenario wawancara perempuan yang telah

dinormalisasi dengan T-norm dan ZT-norm. Adapun EER terendah dari pengucap laki-laki didapatkan dari skenario percakapan yang dinormalisasi dengan T-norm dengan nilai 3,56%. Hasil nilai EER ini menunjukkan bahwa sistem ini lebih baik daripada sistem yang dikembangkan sebelumnya dengan model GMM-UBM.

**Kata kunci:** Pengenalan pengucap otomatis, Bahasa Indonesia, *I-Vector*, MFCC.

## **ABSTRACT**

### ***AUTOMATIC SPEAKER RECOGNITION FOR FORENSIC APPLICATIONS IN INDONESIA BASED ON I-VECTOR MODELING***

By

***Fian Adinata***      ***NIM: 13316019***

***Jocelyn Hartanto***      ***NIM: 13316044***

***(Engineering Physics Study Program)***

*Speaker recognition is a process of technology to identify a speaker's identity based on their speech recording. This system can be used to help in forensic application. In Indonesia, speaker recognition is used to help to verify the legal evidence in the court by Komisi Pemberantasan Korupsi (KPK), police, and judiciary. Currently, the system used is based on text-dependent system that needs more time and human intervention. Therefore, a system that can reduce the time needed for analysis while also have small error is desirable in verification process.*

*The constructed system is an automatic speaker recognition system based on Identity Vector (I-Vector model). This system is trained and tested using speech database in Bahasa Indonesia. Speech recording are taken at semi-anechoic chamber in Adhiwijogo Acoustic Laboratory, Institut Teknologi Bandung. The data features will be extracted using 19+1 dimensions Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC). In addition to MFCC coefficient, 20 dimensions of delta MFCC and delta-delta MFCC will be used to obtain more detailed feature in speech dynamics and to achieve higher accuracy. The extracted data is modeled using I-Vector using 32 components of Gaussian and 100 dimensions of I-Vector. The system will be scored using cosine distance scoring to obtain the target and non-target score. Normalization is applied using Zero Normalization (Z-norm), Test Normalization (T-norm), or Zero-Test Normalization (ZT-norm) to further reduce the system's error.*

*The system is tested using 46 male speech data and 52 female speech data and trained using the first 20 data for both genders. The lowest Equal Error Rate (EER) achieved by this system is 3,50% which is obtained using T-normed and ZT-normed score in female interview scenario, while the lowest EER by male speaker is 3,56% achieved using T-normed conversation scenario. The low EER number means this system is better than the previous speaker recognition system based on GMM-UBM model.*

*Keywords: Automated speaker recognition, Bahasa Indonesia, I-Vector, MFCC*

**Pengenalan Pengucap Otomatis untuk Aplikasi  
Forensik di Indonesia Berbasis Pemodelan I-  
Vector**

**Halaman Pengesahan**

Oleh

**Fian Adinata            NIM: 13316019**

**Jocelyn Hartanto      NIM: 13316044**

**(Program Studi Teknik Fisika)**

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal 7 September 2020

Pembimbing 1



(R. Triyogo, Ir. MDESSC)  
NIP. 195810191986011001

Pembimbing 2



(Miranti Indar Mandasari, S.T., M.T.)  
NIP. 198611152015042001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang dengan rahmat-Nya telah mengizinkan penulis untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “PENGENALAN PENGUCAP OTOMATIS UNTUK APLIKASI FORENSIK DI INDONESIA BERBASIS PEMODELAN I-VECTOR”. Penulis juga ingin mengutarakan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini:

1. R. Triyogo, Ir. MDESSC dan Miranti Indar Mandasari, S.T., M.T. selaku pembimbing penulis yang telah dengan sabar membimbing, memandu, memberikan saran dan semangat selama penelitian ini berlangsung.
2. Ivan Stefanus, S.T., M.T., rekan-rekan pengambil data suara ucap dan para responden yang telah membantu terbentuknya basis data suara ucap yang digunakan dalam penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, doa dan kasih sayang.
4. Rekan-rekan Teknik Fisika 2016 khususnya rekan-rekan Laboratorium Fisika Bangunan atas segala bantuan dan diskusi yang diberikan selama keberlangsungan penelitian ini.
5. Rekan Jocelyn: Adrian, Kezia, dan Sarah serta Rekan Fian dari Semiatu ITB yang telah setia menemani, memberikan dukungan, semangat, harapan canda dan tawa.

Bandung, September 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.5 Metodologi Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
1.7 Pekerjaan Terkait dan Kontribusi .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Suara Sebagai Biometrik .....	8
2.2 Ekstraksi Fitur .....	9
2.2.1 <i>Voice Activity Detection (VAD)</i> .....	9
2.2.2 <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC)</i> .....	9
2.3 Model .....	11
2.3.1 <i>Gaussian Mixture Model (GMM)</i> .....	12
2.3.2 <i>Universal Background Model (UBM)</i> .....	12
2.3.3 <i>I-Vector</i> .....	13
2.4 Penilaian .....	15
2.4.1 <i>Cosine Distance</i> .....	15
2.5 Normalisasi Skor .....	16
2.5.1 <i>Zero Normalization (Z-norm)</i> .....	16
2.5.2 <i>Test Normalization (T-norm)</i> .....	17
2.5.3 <i>Zero-Test Normalization (ZT-norm)</i> .....	17

2.6	Evaluasi.....	17
2.6.1	<i>Equal Error Rate</i> (EER).....	17
<b>BAB III</b>	<b>BASIS DATA SUARA UCAP .....</b>	<b>20</b>
3.1	Motivasi Basis Data .....	20
3.2	Rancangan Basis Data .....	21
3.3	Konfigurasi Perangkat Perekaman.....	22
3.4	Teknis Perekaman.....	24
3.5	Statistik Responden.....	24
3.6	Pengolahan Basis Data.....	27
3.7	Format Penamaan Basis Data .....	29
<b>BAB IV</b>	<b>SISTEM PENGENALAN PENGUCAP .....</b>	<b>31</b>
4.1	Rancangan Sistem Pengenalan Pengucap .....	31
4.2	Ekstraksi Fitur.....	32
4.2.1	Ekstraksi <i>Voice Activity Detection</i> (VAD).....	32
4.2.2	Ekstraksi <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient</i> (MFCC).....	32
4.3	Ekstraksi <i>I-Vector</i> .....	33
4.4	Penilaian dengan <i>Cosine Distance</i> .....	33
4.5	Evaluasi <i>Equal Error Rate</i> (EER) .....	34
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
5.1	Ekstraksi Fitur.....	35
5.2	Analisis Hasil Penilaian .....	35
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>46</b>
6.1	Kesimpulan .....	46
6.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>Lampiran.....</b>		<b>50</b>
A.1	LAMPIRAN A Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 1).....	50
A.2	LAMPIRAN B Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 2).....	51
A.3	LAMPIRAN C Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 3).....	52
A.4	LAMPIRAN D Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 4).....	53
A.5	LAMPIRAN E Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 1) .....	54
A.6	LAMPIRAN F Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 2).....	55



A.7	LAMPIRAN G Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 3).....	56
A.8	LAMPIRAN H Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 4).....	57
A.9	LAMPIRAN I Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 1).....	58
A.10	LAMPIRAN J Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 2) .....	59
A.11	LAMPIRAN K Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 3) .....	60
A.12	LAMPIRAN L Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 4).....	61
A.13	LAMPIRAN M Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 1).....	62
A.14	LAMPIRAN N Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 2) .....	63
A.15	LAMPIRAN O Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 3) .....	64
A.16	LAMPIRAN P Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 4) .....	65
A.17	LAMPIRAN Q Kode Python.....	66
A.17.1	Ekstraksi fitur VAD dan MFCC.....	66
A.17.2	<i>Training I-Vector</i> .....	67
A.17.3	<i>Skoring I-Vector</i> .....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah tindak pidana korupsi yang ditangani KPK (Laporan Tahunan KPK Tahun 2018). .....	2
Gambar 1.2 Permintaan analisis pengenalan pengucap di laboratorium akustik teknik fisika ITB <sup>[2]</sup> . .....	2
Gambar 1.3 Diagram alir penelitian. ....	6
Gambar 2.1 Proses MFCC <sup>[9]</sup> . ....	10
Gambar 2.2 Mel Filterbank <sup>[11]</sup> . ....	11
Gambar 2.3 Ilustrasi pelatihan model GMM. ....	12
Gambar 2.4 Ilustrasi pelatihan model UBM. ....	13
Gambar 2.5 Diagram blok sistem pengenalan pengucap dengan <i>I-Vector</i> <sup>[13]</sup> . ....	15
Gambar 2.6 Grafik skor target dan skor non-target. ....	18
Gambar 3.1 Konfigurasi perangkat perekaman basis data. ....	23
Gambar 3.2 Kondisi ruangan pada saat perekaman berlangsung. ....	23
Gambar 3.3 Data kemampuan berbicara bahasa daerah responden. ....	25
Gambar 3.4 Data kemampuan berbicara bahasa asing responden. ....	26
Gambar 3.5 Distribusi tempat tinggal responden. ....	26
Gambar 3.6 Perubahan dari data stereo (atas) menjadi data mono (bawah). ....	28
Gambar 3.7 Tampilan <i>Audacity</i> saat melakukan pemilahan serta penyimpanan data. ....	29
Gambar 3.8 Tampilan <i>Audacity</i> untuk hasil pemotongan 5 tipe data sesuai skenario. ....	29
Gambar 3.9 Alur dalam penyimpanan <i>file</i> basis data. ....	30
Gambar 4.1 Rangkaian sistem pengenalan pengucap. ....	31
Gambar 5.1 Hasil VAD terhadap suara ucap dalam rentang waktu 0-20 s. ....	35
Gambar 5.2 Grafik distribusi normal untuk setiap skenario. ....	38
Gambar 5.3 Hasil normalisasi untuk skenario wawancara laki-laki. ....	40
Gambar 5.4 Hasil normalisasi untuk skenario wawancara perempuan. ....	41
Gambar 5.5 Hasil normalisasi untuk skenario percakapan laki-laki. ....	42
Gambar 5.6 Hasil normalisasi untuk skenario percakapan perempuan. ....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan skenario basis data.....	22
Tabel 3.2 Teknis perekaman basis data.....	24
Tabel 4.1 Format tabel skor untuk laki-laki .....	34
Tabel 4.2 Format tabel skor untuk perempuan.....	34
Tabel 5.1 Tabel skor skenario percakapan laki-laki.....	36
Tabel 5.2 Tabel skor skenario percakapan perempuan .....	36
Tabel 5.3 Tabel skor skenario wawancara laki-laki.....	36
Tabel 5.4 Tabel skor skenario wawancara perempuan .....	37
Tabel 5.5 <i>Equal Error Rate</i> sistem <i>I-Vector</i> untuk setiap skenario .....	44
Tabel 5.6 <i>Equal Error Rate</i> sistem GMM-UBM untuk setiap skenario <sup>[5]</sup> .....	44

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
DCT	<i>Discrete Cosine Transform</i>	11
DFT	<i>Discrete Fourier Transform</i>	10
EER	<i>Equal Error Rate</i>	3
EM	<i>Expectation-Maximization</i>	12
FAR	<i>False Acceptance Rate</i>	17
FRR	<i>False Rejection Rate</i>	17
GMM	<i>Gaussian Mixture Model</i>	3
<i>I-Vector</i>	<i>Identity Vector</i>	4
JFA	<i>Joint Factor Analysis</i>	13
MAP	<i>Maximum A Posteriori</i>	13
MFCC	<i>Mel Frequency Cepstral Coefficient</i>	9
PLDA	<i>Probabilistic Linear Discriminant Analysis</i>	15
Sampel K	<i>Sampel Known</i>	1
Sampel UK	<i>Sampel Unknown</i>	1
TV	Total Variabilitas	14
UBM	<i>Universal Background Model</i>	3
VAD	<i>Voice Activity Detection</i>	9

### LAMBANG

$g(x \mu_i, \Sigma_i)$	Fungsi kerapatan probabilitas Gauss	12
$\mu_i$	Vektor rata-rata kondisi	12
$\Sigma_i$	Matriks kovarian kondisi	12
$p(x \lambda)$	Fungsi <i>likelihood</i> GMM	12
$w_i$	Bobot tiap fungsi probabilitas Gaussian	12
$\lambda_{UBM}$	Matriks model UBM	12
$M$	Supervector kombinasi variabilitas pengucap dan <i>channel</i> /Supervector GMM	13
$m$	Supervector yang independen terhadap pengucap dan <i>channel</i> dan bisa didapatkan dari supervector UBM	13
$V$	Matriks <i>eigenvoice</i>	13
$U$	Matriks <i>eigenchannel</i>	13
$D$	Diagonal residual	13
$y$	Faktor <i>speaker-dependent</i>	13
$x$	<i>Channel dependent</i>	13
$z$	Faktor residual Persamaan	13
$T$	Ruang variabilitas total	14
$w$	Total faktor yang disebut sebagai vektor identitas	14
$s'$	Skor baru setelah dilakukan normalisasi	16
$s$	Skor lama sebelum dilakukan normalisasi	16

LAMBANG	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
$k_i$	Rata-rata skor non-target untuk setiap sampel K (Z-norm) atau Rata-rata skor non-target untuk setiap sampel UK (T-norm)	16
$\sigma_i$	Standar deviasi populasi	16
$w_K$	<i>I-Vector</i> dari sampel K	16
$w_{UK}$	<i>I-Vector</i> dari sampel UK	16

# **BAB I**

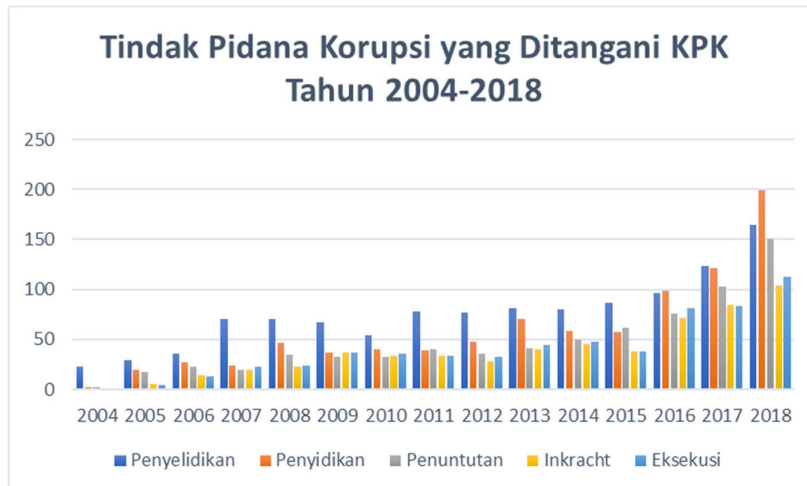
## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sistem pengenalan pengucap atau speaker recognition merupakan suatu proses teknologi yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi identitas pengucap dari suara ucapannya. Proses sistem pengenalan pengucap dirancang agar dapat meniru cara kerja pendengaran manusia yang bisa mengenali identitas seseorang hanya dengan mendengar suara orang tersebut. Pada dasarnya setiap manusia memiliki ciri khas yang unik pada suara yang dihasilkan sehingga rekaman suara dapat dijadikan penanda identitas personal seseorang <sup>[1]</sup>.

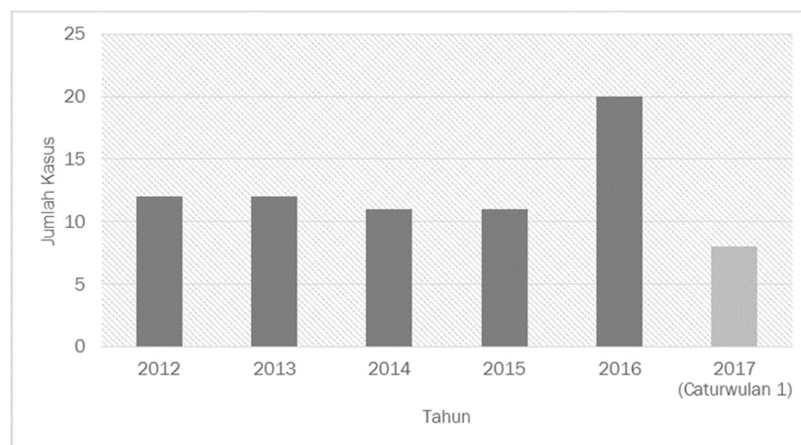
Penggunaan sistem pengenalan pengucap salah satunya adalah pada bidang forensik. Sistem pengenalan pengucap digunakan dalam bidang forensik untuk menjadikan bukti fisik berupa sampel rekaman suara ucap sebagai bukti yang sah di pengadilan. Sistem pengenalan yang digunakan menggunakan 2 jenis sampel, yaitu sampel *Known* (K) dan *Unknown* (UK). Sampel K pada keperluan forensik didapatkan dari tersangka selama proses penyidikan berlangsung, sedangkan sampel UK adalah sampel rekaman suara ucap yang diperoleh sebagai bukti fisik. Pada sistem pengenalan pengucap tersebut kedua sampel akan dibandingkan dan diverifikasi apakah berasal dari orang yang sama atau tidak. Di Indonesia yang telah menggunakan sistem pengenalan pengucap secara aktif guna membantu proses verifikasi pengucap sebagai barang bukti di persidangan adalah Komisi Pemberantasan Korupsi (KPK), Kepolisian dan Kejaksaan.

Salah satu kejahatan yang buktinya didapatkan berupa rekaman suara adalah kasus korupsi. Seiring dengan berjalannya waktu, kasus tingkat kejahatan korupsi di Indonesia semakin tinggi sehingga kebutuhan akan analisis verifikasi pengucap pun semakin tinggi untuk bidang forensik.



**Gambar 1.1** Jumlah tindak pidana korupsi yang ditangani KPK (Laporan Tahunan KPK Tahun 2018).

Pada Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan jumlah kasus korupsi yang ditangani oleh KPK. Peningkatan jumlah terjadi baik untuk perkara yang berada dalam penyelidikan, penyidikan, penuntutan, inkracht, maupun eksekusi. Selain itu, data yang dihimpun oleh Laboratorium Akustik Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung tentang permintaan akan analisis suara ucap menunjukkan bahwa ada lebih dari 10 permintaan kasus per tahun atau kira-kira 1 kasus per bulan dengan adanya peningkatan di tahun 2016 dan awal tahun 2017.



**Gambar 1.2** Permintaan analisis pengenalan pengucap di laboratorium akustik teknik fisika ITB <sup>[2]</sup>.

Penanganan terhadap tindak pidana korupsi semakin gencar dilakukan karena merupakan bagian dari visi Nawa Cita pada masa pemerintahan Presiden Joko Widodo yang pada salah satu poinnya berbunyi “Memperkuat kehadiran negara

dalam melakukan reformasi sistem dan penegakan hukum yang bebas korupsi, bermartabat dan terpercaya”. Dan juga tercatat pada Inpres Nomor 9 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Pencegahan dan Pemberantasan Korupsi Tahun 2011 sebagai bukti keseriusan pemerintah dalam upaya pencegahan dan pemberantasan Tindak Pidana Korupsi. Untuk mempercepat penanganan tersebut, sistem pengenalan pengucap yang digunakan juga harus ditingkatkan kinerjanya sehingga dapat melakukan verifikasi dengan waktu singkat dan dengan galat yang serendah mungkin.

Saat ini, sistem pengenalan pengucap yang dipakai adalah sistem berbasis bergantung-teks (*text-dependent*). Pada sistem tersebut, konten ucapan yang digunakan selama pengujian sistem dianggap termasuk dalam *subset* dari konten ucapan selama pelatihan sistem <sup>[3]</sup>. Sistem ini membutuhkan informasi tentang konten ucapan, dimana saat ini masih sulit untuk mendapatkan informasi tersebut karena harus melakukan tahap analisis terlebih dahulu terkhusus pada saat bagian penjodohan (*pairing*) dan penandaan manual (*tagging*). Proses tersebut masih dilakukan secara manual oleh para ahli sehingga membutuhkan waktu yang lama <sup>[4]</sup>. Untuk mengurangi waktu yang diperlukan, salah satu alternatif solusi yang ada adalah dengan menggunakan sistem pengenalan pengucap otomatis berbasis tidak bergantung-teks (*text-independent*). Pada sistem ini, tidak terdapat batasan pada konten ucapan baik selama pelatihan maupun pengujian sistem sehingga waktu untuk proses analisis dapat menjadi lebih singkat.

Di Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung telah dilakukan penelitian mengenai sistem verifikasi atau pengenalan pengucap otomatis untuk aplikasi di bidang forensik. Pada tahun 2017 dilakukan penelitian mengenai sistem pengenalan pengucap otomatis dengan menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM). Sistem pengenalan tersebut telah mencapai nilai *Equal Error Rate* (EER) sebesar 6,45% untuk laki-laki dan 12,9% untuk perempuan <sup>[4]</sup>. Kemudian pada tahun 2018 dilakukan pengembangan pada sistem dengan menggabungkan sistem GMM dengan *Universal Background Model* (UBM). Implementasi sistem pengenalan GMM-UBM tersebut mencapai nilai EER sebesar 4,66% untuk laki-laki dan 9,59% untuk perempuan <sup>[5]</sup>. Dalam penelitian tersebut,



digunakan data latih dan data uji yang diambil pada Laboratorium Akustik Institut Teknologi Bandung. Data tersebut kemudian digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dibangun sesuai dengan model masing-masing.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari kedua penelitian tersebut. Model *Identity Vector (I-Vector)* yang digunakan dalam penelitian ini dipilih karena dapat mencapai nilai EER sebesar 1,12% [3]. Untuk melakukan pembuatan sistem berbasis model *I-Vector* ini, dilakukan juga pengambilan data suara ucap berbahasa Indonesia karena belum adanya basis data standar yang dapat langsung digunakan. Data ini digunakan sebagai data latih dan data uji dari sistem yang dibuat. Keluaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah terbentuknya sistem pengenalan pengucap otomatis untuk aplikasi forensik yang memiliki galat lebih rendah dari sistem GMM dan GMM-UBM yang ada sebelumnya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Sistem pengenalan pengucap yang saat ini digunakan di Indonesia adalah sistem berbasis bergantung-teks. Pada sistem tersebut, diperlukan proses penandaan dan pemasangan pada setiap kata yang sama pada data suara sehingga waktu analisis yang diperlukan menjadi lama. Untuk mempersingkat waktu analisis tersebut, dikembangkan sistem pengenalan pengucap otomatis yang berbasis tidak bergantung-teks.

Sebelumnya telah dilakukan pengembangan sistem berbasis tidak bergantung-teks dengan memanfaatkan *Gaussian Mixture Model (GMM)* dan *Gaussian Mixture Model-Universal Background Model (GMM-UBM)*. Hanya saja, dari kedua sistem tersebut galat yang dicapai masih cukup tinggi, yakni masing-masing sebesar 6,45% dan 4,66% [4][5]. Agar kinerja sistem menjadi lebih baik dan nilai EER sistem semakin rendah, akan dikembangkan sistem pengenalan pengucap otomatis berbasis pemodelan *I-Vector*. Dalam melakukan pelatihan dan pengujian sistem pengenalan pengucap otomatis ini, diperlukan basis data suara ucap berbahasa Indonesia yang sesuai dengan keperluan forensik. Akan tetapi, karena tidak adanya basis data suara ucap standar dalam Bahasa Indonesia, perlu dibangun basis data yang dapat digunakan untuk keperluan forensik.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan yang ada maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun basis data suara ucap berbahasa Indonesia.
2. Membuat sistem pengenalan pengucap otomatis dengan menggunakan model *I-Vector* untuk keperluan forensik di Indonesia.
3. Mengevaluasi sistem pengenalan pengucap otomatis model *I-Vector*.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

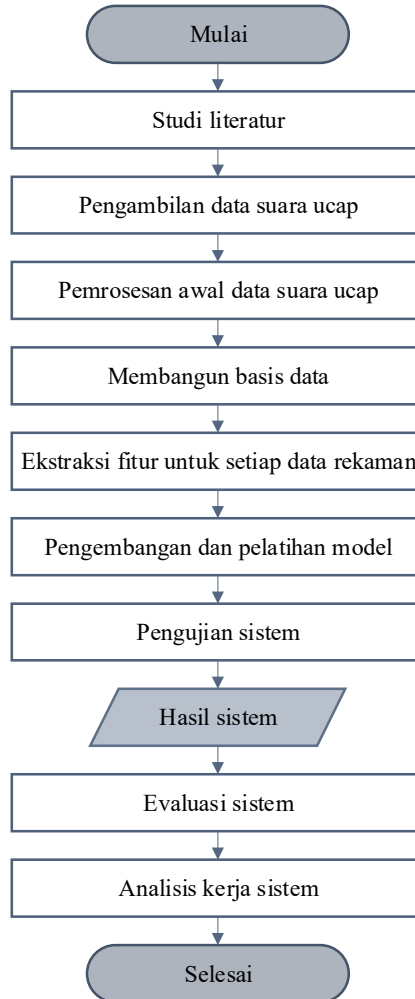
Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data suara ucap yang digunakan berbahasa Indonesia.
2. Pengambilan data suara ucap dilakukan pada ruang *semi-anechoic* di Laboratorium Adhiwijogo, Institut Teknologi Bandung.
3. Sampel *known* dan sampel *unknown* berasal dari kondisi yang sama.
4. Pembangunan sistem pengenalan pengucap otomatis menggunakan bahasa pemrograman Python.
5. Basis data yang digunakan pada penelitian GMM-UBM dan penelitian *I-Vector* sama sehingga kedua sistem dapat dibandingkan.
6. Sistem dibangun dan diuji dengan data yang direkam dengan kanal perekaman mikrofon.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Tahap penelitian yang dilakukan ditampilkan pada Gambar 1.4. Tahap awal yang dilakukan adalah studi literatur untuk mendapatkan gambaran mengenai dasar masalah yang ditinjau pada penelitian ini. Selanjutnya dilakukan pengambilan data suara ucap dengan skenario yang telah disesuaikan dapat menyerupai kondisi pada saat penyelidikan tim forensik. Kemudian dibangunlah basis data suara ucap berbahasa Indonesia dengan melalui pengolahan awal data terlebih dahulu. Setelah data melalui pemrosesan awal data suara ucap, rekaman suara kemudian melalui ekstraksi fitur yang menjadi dasar untuk pengembangan dan pelatihan model *I-Vector*. Lalu dilakukan

pengujian sistem untuk mendapatkan hasil. Hasil yang didapatkan tersebut kemudian dievaluasi dengan menghitung nilai galatnya, sehingga kinerja sistem dapat dianalisis.



**Gambar 1.3** Diagram alir penelitian.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan ini terdiri dari enam Bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, ide solusi, metodologi penelitian, sistematika penulisan dan pekerjaan terkait kontribusi.

## **Bab II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini dibahas penjelasan-penjelasan mengenai teori dasar yang mendasari dan terkait dengan penelitian ini.

## **Bab III Basis Data Suara Ucap**

Pada bab ini dijelaskan detail rancangan basis data, proses pengambilan data, statistik responden dan proses pengolahan awal basis data yang digunakan dalam pelatihan sistem pengenalan pengucap otomatis pada tahap selanjutnya.

## **Bab VI Sistem Pengenalan Pengucap Otomatis**

Pada bab ini dijelaskan detail rancangan sistem yang dibuat, mulai dari pemaparan algoritme, bahasa pemrograman juga *toolbox* yang digunakan, proses penilaian sampai dengan proses evaluasi yang dilakukan.

## **Bab V Hasil dan Analisis**

Pada bab ini diuraikan hasil dari kinerja sistem serta analisis dari hasil yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

## **Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini berisikan uraian kesimpulan dari penelitian ini dan saran pengembangan untuk sistem pengenalan pengucap otomatis pada penelitian kedepannya.

### **1.7 Pekerjaan Terkait dan Kontribusi**

Penelitian yang akan dilakukan ini merupakan lanjutan dari penelitian tentang sistem pengenalan pengucap otomatis untuk kebutuhan forensik di Indonesia yang sebelumnya telah dilakukan pada tahun 2017 dengan model GMM dan pada tahun 2018 dengan model GMM-UBM <sup>[4][5]</sup>. Adapun model *I-Vector* yang digunakan pada penelitian ini merupakan model yang dikembangkan oleh Najim Dehak dkk. <sup>[6]</sup>. Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini menerapkan model *I-Vector* tersebut untuk basis data suara ucap berbahasa Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Suara Sebagai Biometrik**

Manusia secara umum serupa dengan manusia yang lainnya. Namun, disisi lain manusia juga mempunyai beberapa hal yang berbeda antara satu dengan yang lain yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan antar manusia yang disebut dengan biometrik. Biometrik adalah karakteristik fisik yang unik untuk setiap individu. Untuk dapat menyebut sebuah karakteristik fisik sebagai biometrik, ada beberapa hal yang harus dipenuhi <sup>[7]</sup>, yaitu:

1. Universalitas, artinya setiap orang harus memiliki karakteristik tersebut.
2. Dapat dibedakan, artinya karakteristik tersebut berbeda untuk tiap individu.
3. Permanen, artinya karakteristik tersebut tidak berubah dalam jangka waktu tertentu.
4. Kolektabilitas, artinya karakteristik tersebut dapat diukur secara kuantitatif.
5. Kinerja, yang mengacu pada kecepatan dan akurasi sistem pengenalannya, serta faktor operasional dan lingkungan yang memengaruhinya.
6. Dapat diterima oleh masyarakat sebagai sebuah biometrik.
7. Tidak mudah dipalsukan.

Dalam aplikasinya, biometrik dapat digunakan dalam sebuah sistem dengan tujuan dua hal, yaitu identifikasi dan verifikasi. Identifikasi artinya membandingkan sebuah data biometrik dengan data yang terdapat di basis data guna mengenali siapakah pemilik data tersebut, sedangkan verifikasi artinya membandingkan data biometrik tersebut dengan data milik seseorang yang telah direkam sebelumnya dengan tujuan untuk memastikan identitas orang tersebut. Pengenalan biometrik adalah identifikasi otomatis terhadap masing-masing individu dengan berdasar kepada karakteristik anatomi dan perilaku seperti sidik jari, wajah, iris, dan suara. Pengenalan biometrik suara dilakukan dengan melihat *pitch*, nada, dan ritme bicara.

Sistem pengenalan pengucap otomatis mengambil informasi dari suara ucapan mengenai saluran vokal yang menghasilkannya. Sistem ini secara umum dibagi menjadi 2, yaitu pengenalan bergantung-teks dan tidak bergantung-teks. Pada

pengenalan pengucap berbasis bergantung-teks konten ucapan yang dilakukan selama pengujian sistem dianggap termasuk dalam anggota dari konten ucapan selama pelatihan sistem <sup>[3]</sup>. Sedangkan pada sistem pengenalan berbasis tidak bergantung-teks tidak terdapat batasan pada konten ucapan baik selama pelatihan maupun pengujian sistem <sup>[1]</sup>.

## **2.2 Ekstraksi Fitur**

Dalam proses analisis pada sistem pengenalan pengucap otomatis, data suara ucap yang hendak diverifikasi harus diberikan perlakuan terlebih dahulu sebelum dibentuk model yang akan dibandingkan antara sampel *Known* (K) dan *Unknown* (UK). Perlakuan ini ditujukan untuk mengekstraksi fitur yang ada di dalam data suara ucap itu sendiri. Proses ekstraksi fitur ini dilakukan dengan 2 tahap, yaitu *Voice Activity Detection* (VAD) dan *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC).

### **2.2.1 Voice Activity Detection (VAD)**

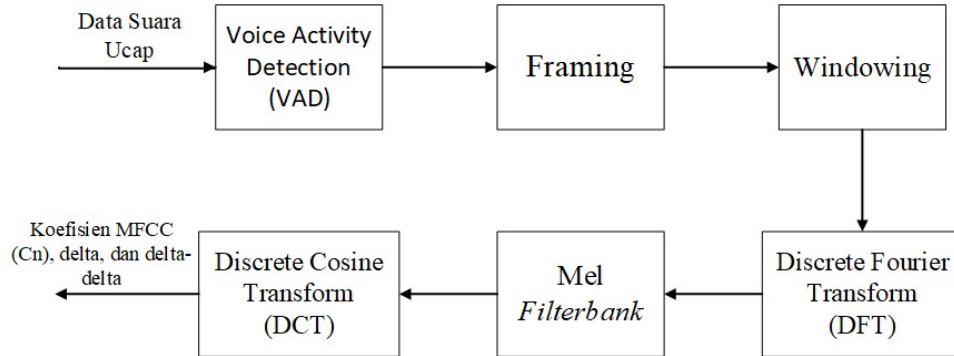
*Voice Activity Detection* (VAD) atau disebut juga sebagai *speech activity detection* adalah proses pengidentifikasian secara otomatis terkhusus pada bagian kapan sinyal suara mengandung suara ucap dan yang tidak mengandung suara ucap. Semakin tinggi tingkatan derau dari suatu sinyal suara pengucapan, kinerja dari metode VAD-pun semakin buruk <sup>[8]</sup>.

Pada prosesnya, sinyal suara mentah diproses menggunakan VAD untuk memisahkan sinyal suara dengan sinyal jeda. Setiap sinyal yang merepresentasikan kata diproses lebih lanjut sedangkan sinyal jeda akan dihapus. Untuk memisahkan kondisi sinyal suara ucap, digunakan perhitungan power sinyal dan *zero crossing rate*. Power sinyal melambangkan seberapa kuat sinyal dalam satuan waktu tertentu sedangkan *zero crossing rate* melambangkan seberapa sering sinyal suara melewati titik nol dalam satuan waktu tertentu.

### **2.2.2 Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC)**

Dalam proses untuk mengenali seseorang dari suaranya, sistem memerlukan petunjuk berupa fitur dari suara itu sendiri. Fitur ini dibagi menjadi 2, yakni fitur tingkat tinggi dan tingkat rendah. Fitur tingkat rendah seperti *pitch* menggambarkan struktur anatomi organ pengucap, sedangkan fitur tingkat tinggi menggambarkan

aspek-aspek suara yang dipelajari seperti tata bahasa dan pemilihan kata. Pada sistem pengenalan pengucap otomatis yang digunakan adalah fitur tingkat rendah karena lebih mudah diekstraksi dan dikuantifikasi.

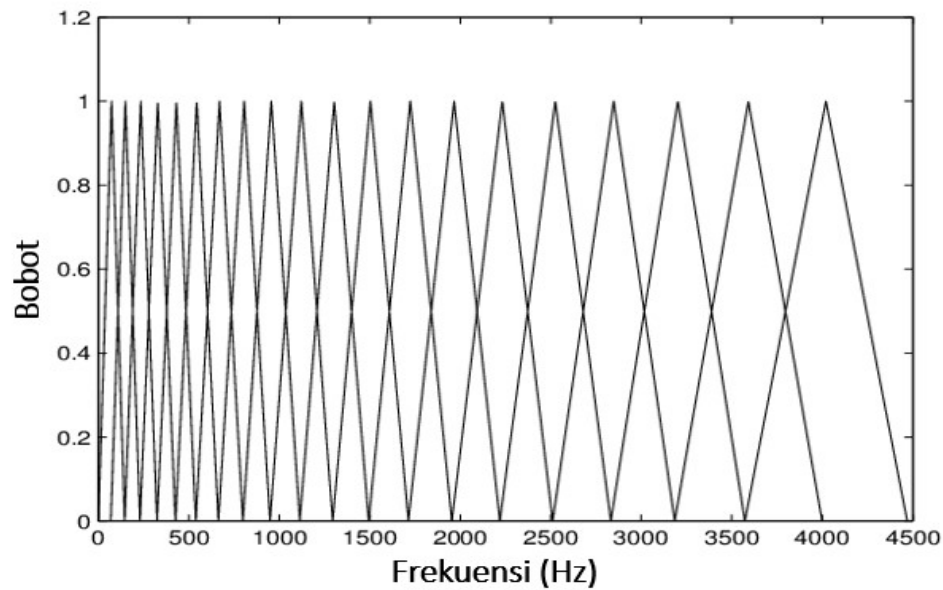


**Gambar 2.1** Proses MFCC [9].

*Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) adalah teknik ekstraksi fitur yang paling populer digunakan karena berdasarkan pada rentang frekuensi kritis dari telinga manusia [10]. Sinyal suara yang telah melalui proses VAD akan dibagi dalam kerangka waktu yang singkat atau bisa disebut *framing*. Hal tersebut dikarenakan dalam proses analisis dibutuhkan sinyal suara yang bersifat stasioner, dan sinyal suara kontinu bersifat stasioner dalam waktu interval yang singkat. Masing-masing kerangka waktu diberikan *overlapping* data sinyal suara, dengan cara menggeser kerangka waktu kurang dari intervalnya, sehingga terdapat data sinyal suara yang berada pada lebih dari satu kerangka waktu. Tujuan dari *overlapping* ini adalah agar tidak ada informasi sinyal suara yang hilang.

Selanjutnya akan dilakukan *windowing* pada setiap kerangka waktu. Proses *windowing* ini dilakukan guna menghindari kebocoran spektral akibat proses *framing*. Kemudian sinyal suara akan ditransformasikan dari domain waktu ke domain frekuensi dengan menggunakan *Discrete Fourier Transform* (DFT). Sinyal dalam domain frekuensi dalam satuan Hz diubah ke dalam skala Mel, yang akan membobotkan nilai frekuensi menjadi lebih subjektif dan sesuai dengan pendengaran manusia.

Pembobotan dalam skala Mel ini dilakukan dengan mengalikan sinyal suara hasil DFT dengan filterbank yang terdiri atas filter-filter segitiga dalam skala frekuensi Mel.



**Gambar 2.2** Mel Filterbank <sup>[11]</sup>.

Hasil pembobotan kemudian dihitung nilai logaritmiknya untuk mengetahui nilai energinya. Kemudian hasil logaritmik itu diubah kembali ke dalam domain waktu dengan menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT). Nilai setelah DCT inilah yang merupakan koefisien dari MFCC. Selain MFCC, digunakan juga nilai delta MFCC dan delta-delta MFCC yang berisikan informasi perubahan suara terhadap waktu agar didapatkan fitur suara ucap yang lebih lengkap dan dapat meningkatkan akurasi.

### 2.3 Model

Fitur yang didapatkan dengan MFCC tidak dapat secara langsung digunakan untuk membedakan antar pengucap. Hal tersebut dikarenakan fitur hasil ekstraksi MFCC tidak dapat menggambarkan karakteristik fisik pengucap suara, dalam hal ini konfigurasi saluran vokal pengucap. Fitur MFCC hanya menghasilkan vektor fitur spektral yang tidak dapat digunakan sebagai pembanding antara pengucap yang satu dengan yang lain. Untuk membuat fitur-fitur tersebut dapat dibandingkan, diperlukan sebuah model yang dapat menggambarkan karakteristik dari pengucap itu sendiri.



### 2.3.1 Gaussian Mixture Model (GMM)

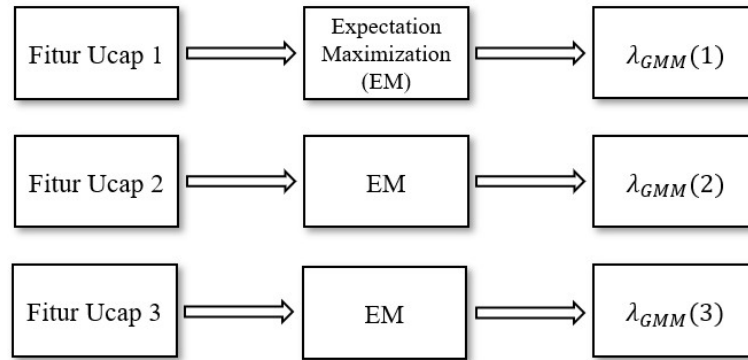
Salah satu model yang dapat digunakan adalah *Gaussian Mixture Model* (GMM). Dengan GMM vektor fitur direpresentasikan oleh jumlah bobot dari komponen fungsi kerapatan probabilitas Gauss dengan rata-rata dan kovarian tertentu.

$$g(x|\mu_i, \Sigma_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{D}{2}} |\Sigma_i|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu_i)^T (\Sigma_i)^{-1} (x - \mu_i) \right\} \quad (2.1)$$

$$p(x|\lambda) = \sum_{i=1}^M w_i g(x|\mu_i, \Sigma_i) \quad (2.2)$$

dengan  $\mu_i$  adalah vektor rata-rata kondisi,  $\Sigma_i$  adalah matriks kovarian kondisi,  $w_i$  adalah bobot tiap fungsi probabilitas Gaussian dan  $p$  adalah fungsi kemiripan (*likelihood*).

Nilai *likelihood* ini dimaksimalkan dengan algoritme *Expectation-Maximization* (EM). Algoritma EM bekerja dengan cara mengubah nilai rata-rata dan kovarian pada setiap distribusi Gaussian dan mengubah bobotnya pada masing-masing vektor fitur dengan iterasi terus-menerus hingga didapatkan nilainya tidak berubah lagi atau bisa juga disebut konvergen. Nilai *likelihood* dapat digunakan untuk keperluan penilaian antara model GMM dengan fitur pengucap yang benar. Proses pelatihan model GMM dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.

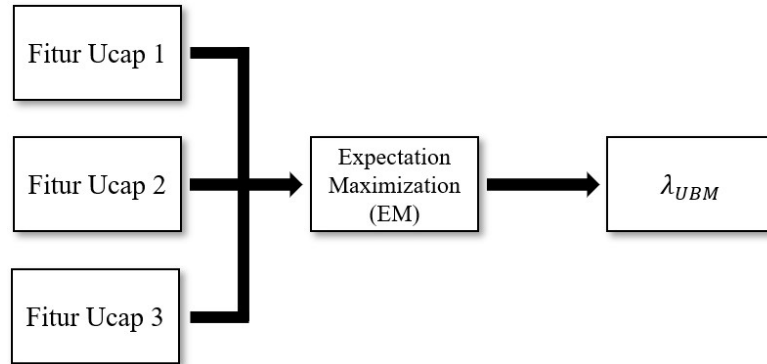


**Gambar 2.3** Ilustrasi pelatihan model GMM.

### 2.3.2 Universal Background Model (UBM)

*Universal Background Model* (UBM) adalah model GMM yang dilatih dengan banyak dataset dari fitur pengucap untuk merepresentasikan distribusi fitur umum

yang tidak bergantung kepada pengucapnya (*speaker-independent*). Untuk sistem dengan basis data yang sedikit, nilai UBM didapatkan dengan cara melatih model menggunakan vektor fitur di luar sampel K. Kumpulan vektor fitur itu dikumpulkan dan dimaksimalkan nilainya dengan menggunakan algoritme EM hingga didapatkan hasil  $\lambda_{UBM}$  yang merepresentasikan model pengucap dengan bobot, rata-rata, dan kovarian tertentu [12]. Cara tersebut menjadikan setiap sampel K mempunyai nilai UBM yang berbeda.



**Gambar 2.4** Ilustrasi pelatihan model UBM.

UBM ini digunakan secara bersamaan dengan GMM. Pada gabungan GMM-UBM ini model GMM didapatkan dengan cara mengadaptasi  $\lambda_{UBM}$  dengan menggunakan *Maximum A Posteriori* (MAP). GMM-UBM ini menjadikan perhitungan *likelihood* ratio lebih cepat dan meningkatkan kinerja jika dibandingkan dengan GMM yang dilatih secara terpisah [5].

### 2.3.3 *I-Vector*

Variabilitas kanal pengambilan data, variabilitas sesi pelatihan dan pengujian menjadi salah satu faktor yang dapat mengurangi kinerja GMM-UBM. Salah satu solusi yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah *Joint Factor Analysis* (JFA). Pada JFA, data suara ucap direpresentasikan oleh sebuah supervektor  $M$  yang terdiri atas kombinasi variabilitas pengucap dan *channel* sebagai berikut.

$$M = m + Vy + Ux + Dz \quad (2.3)$$

dengan  $m$  adalah supervektor yang independen terhadap pengucap dan sesi yang biasanya didapat dari UBM,  $V$  adalah matriks *eigenvoice*,  $U$  adalah matriks

*eigenchannel*, dan  $D$  adalah diagonal residual. Vektor  $y$ ,  $x$ , dan  $z$  adalah faktor *speaker-dependent*, *channel dependent*, dan faktor residual.

Model *I-Vector* adalah modifikasi dari JFA tersebut. Pada model ini, hanya ada 1 matriks variabilitas yang disebut ruang variabilitas total (*total variability space*) sehingga supervektor GMM dapat didefinisikan sebagai berikut.

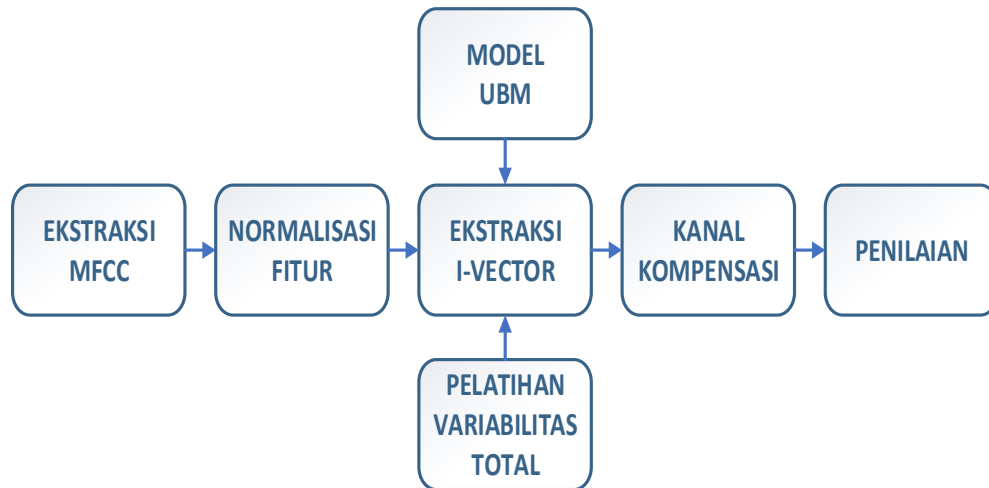
$$M = m + Tw \quad (2.4)$$

dengan  $m$  adalah supervektor mean yang independen terhadap pengucap dan *channel* dan bisa didapatkan dari supervektor UBM,  $T$  adalah ruang variabilitas total, dan vektor  $w$  adalah total faktor yang disebut sebagai vektor identitas (*Identity Vector*, *I-Vector*). Nilai total faktor  $w$  didapatkan dari distribusi posterior yang dikondisikan pada statistik Baum-Welch untuk setiap suara ucap [6].

Setiap data ucap latihan digunakan untuk melatih model UBM untuk menghasilkan distribusi fitur umum untuk setiap pengucap yang direpresentasikan sesuai dengan jumlah komponen Gaussian yang digunakan, yang masing-masing mempunyai mean dan kovarians sendiri. Kovarians UBM ini kemudian digunakan untuk melatih matriks variabilitas total (TV) atau  $T$  pada persamaan 2.4 yang mempunyai rank matriks yang rendah dengan algoritma EM. Hasilnya adalah matriks TV yang mempunyai informasi fitur yang penting saja.

Ekstraksi *I-Vector* dilakukan dengan menggunakan adaptasi UBM untuk setiap pengucap. Distribusi posterior yang dikondisikan pada statistik Baum-Welch untuk hasil adaptasi inilah yang digunakan untuk mendapatkan nilai total faktor  $w$  pada persamaan 2.4 dengan memanfaatkan matriks TV yang telah dilatih sebelumnya.

Sistem pengenalan pengucap berbasis *I-Vector* terlampir pada Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.5** Diagram blok sistem pengenalan pengucap dengan *I-Vector* <sup>[13]</sup>.

Fitur dari MFCC dinormalisasi terlebih dahulu untuk mengurangi variabilitas kanal pengambilan data. Kemudian dilakukan ekstraksi *I-Vector* dari supervektor UBM dan matriks total variabilitas. Selanjutnya dilakukan kompensasi *channel* dan penilaian dengan *Probabilistic Linear Discriminant Analysis* (PLDA). Penilaian dilaksanakan dengan cara membandingkan *I-Vector* antara model untuk setiap pengucap dan suara ucap yang digunakan pada pengujian <sup>[14]</sup>. Karena model berbasis *I-Vector* ini merupakan pengembangan dari model GMM dan UBM, kinerjanya dapat dikatakan lebih baik daripada kedua pendahulunya, dengan mencapai nilai *Equal Error Rate* (EER) sebesar 1,12% <sup>[6]</sup>.

## 2.4 Penilaian

Setelah dibentuk sebuah model untuk menggambarkan karakteristik dari pengucap, dilakukan penilaian dengan memberikan bobot guna mengetahui kinerja dari model yang telah dibuat menggunakan *Scoring Distance*.

### 2.4.1 Cosine Distance

Perhitungan skor dengan Jarak Cosinus (*Cosine Distance*) pada model *I-Vector* didasarkan pada perhitungan kemiripan dari vektor yang merepresentasikan fitur dari sampel K dan UK. Pada *scoring* ini, kemiripan vektor dihitung dari besar sudut antara kedua vektor yang sudah dinormalisasikan dengan menggunakan perkalian dot atau perkalian vektor dengan kosinus sudut di antara keduanya. Fungsi perhitungan dengan metode ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Skor } (w_K, w_{UK}) = \frac{\langle w_K, w_{UK} \rangle}{\|w_K\| \|w_{UK}\|} \quad (2.5)$$

dengan  $w_K$  menyatakan *I-Vector* dari sampel K dan  $w_{UK}$  menyatakan *I-Vector* dari sampel UK yang didapatkan dengan cara yang sama <sup>[6]</sup>. Dengan perhitungan ini nilai kemiripan paling tinggi adalah 1 dan yang paling rendah adalah 0.

## 2.5 Normalisasi Skor

Skor hasil perhitungan dengan *cosine distance* kemudian ditampilkan dalam bentuk histogram dan dibagi dalam 2 jenis distribusi skor, yaitu distribusi skor target dan non-target. Normalisasi skor dapat digunakan untuk mengurangi efek variansi skor yang terjadi dalam kedua frekuensi tersebut. Variansi yang terjadi pada distribusi skor dapat terjadi karena beberapa hal, seperti panjang durasi perekaman data suara ucap, perbedaan konten ucapan pada sampel K dan UK, serta perbedaan karakteristik pada pengucap yang sama akibat pengaruh emosi, kesehatan, dll.

Normalisasi skor dapat mengurangi variansi dari distribusi skor target dan non-target dengan cara memusatkan distribusi skor mentah yang ada. Cara ini digunakan untuk mengurangi *Equal Error Rate* (EER) sistem pada kondisi sistem yang tidak ideal, seperti model pengucap yang tidak cocok dengan data atau model dilatih dengan data yang terlampaui sedikit <sup>[15]</sup>. Dalam penelitian ini digunakan 3 jenis normalisasi skor yaitu Z-norm, T-norm, dan ZT-norm.

### 2.5.1 Zero Normalization (Z-norm)

*Zero Normalization* atau Z-norm ini adalah normalisasi yang menggunakan estimasi rata-rata dan standar deviasi dari skor non-target untuk setiap sampel K. Skor dari normalisasi ini dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\text{Skor baru } (s') = \frac{s - k_i}{\sigma_i} \quad (2.6)$$

dengan  $k_i$  adalah rata-rata skor non-target untuk setiap sampel K dan  $\sigma_i$  adalah standar deviasi populasinya <sup>[16][17]</sup>. Dari hasil normalisasi ini muncul nilai skor baru yang mempunyai nilai rata-rata 0 dan standar deviasi 1 namun tetap sesuai dengan skor mentah yang didapatkan dari hasil penilaian kemiripan.

### 2.5.2 Test Normalization (T-norm)

Test Normalization atau T-norm ini memiliki konsep yang serupa dengan Z-norm, hanya saja estimasi rata-rata dan standar deviasi pada T-norm ini dilakukan pada skor non-target untuk setiap sampel UK. Skor pada T-norm ini dapat dihitung dengan persamaan 2.6, dengan  $k_i$  adalah rata-rata skor non-target untuk setiap sampel UK dan  $\sigma_i$  adalah standar deviasi populasinya [16][17].

### 2.5.3 Zero-Test Normalization (ZT-norm)

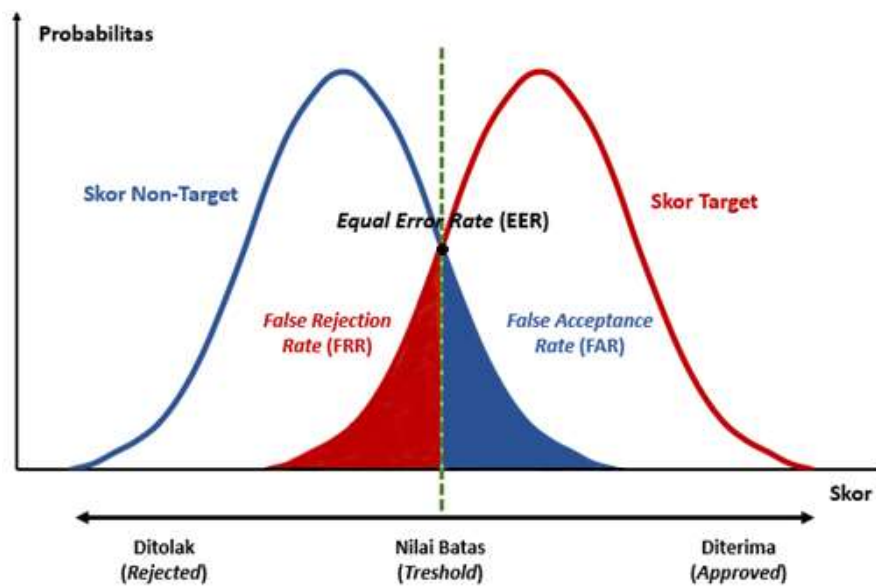
ZT-norm ini merupakan gabungan dari Z-norm dan T-norm. Skor mentah yang didapatkan dinormalisasikan terlebih dahulu dengan menggunakan T-norm. Hasil dari T-norm tersebut kemudian dicari estimasi rata-rata dan standar deviasi skor non-target skor yang baru sesuai dengan konsep Z-norm. Hasil dari ZT-norm ini diperoleh dari penggunaan Z-norm pada skor hasil normalisasi T-norm.

## 2.6 Evaluasi

Pada keseluruhan sistem pengenalan pengucap otomatis yang telah dirancang, diperlukan suatu evaluasi untuk dapat menyatakan sistem tersebut layak atau tidak digunakan dan berapa nilai galat dari sistem tersebut. Dalam proses evaluasi sistem digunakan evaluasi *Equal Error Rate* (EER).

### 2.6.1 Equal Error Rate (EER)

*Equal Error Rate* (EER) atau disebut juga sebagai laju galat setara merupakan sebuah algoritma parameter yang umum digunakan untuk mengukur kinerja sistem verifikasi, dalam kasus ini untuk sistem verifikasi sistem pengucap otomatis. Dalam proses mengidentifikasi EER yang baik, diperlukan terlebih dahulu melakukan identifikasi terhadap *False Rejection Rate* (FRR) dan *False Acceptance Rate* (FAR). Definisi dari *False Rejection Rate* (FRR) adalah nilai yang seharusnya benar namun ditolak oleh sistem dan *False Acceptance Rate* (FAR) adalah nilai yang seharusnya salah namun diterima oleh sistem. Dapat digambarkan definisi FRR dan FAR lebih jelas pada Gambar 2.4. FAR ditunjukkan dengan luas bagian irisan yang berwarna biru, FRR ditunjukkan dengan luas bagian irisan yang berwarna merah, sedangkan EER adalah kondisi dimana luas FAR dan FRR mempunyai persentase yang sama.



**Gambar 2.6** Grafik skor target dan skor non-target.

Terdapat dua jenis skor jika suatu basis data diaplikasikan pada sebuah sistem verifikasi, yaitu skor target dan skor non-target. Skor non-target adalah skor yang dihasilkan sistem verifikasi ketika sampel K dan UK berasal dari pengucapan yang berbeda. Sedangkan skor target adalah skor yang dihasilkan dari sistem verifikasi ketika sampel K dan sampel UK berasal dari pengucapan yang sama. Ketika data skor target dan skor non-target dibuat ke dalam bentuk distribusi normal, maka akan membentuk grafik seperti Gambar 2.4 yang memiliki 2 distribusi normal.

Untuk dapat mengolah nilai distribusi tersebut, maka dibuat sebuah nilai batas yang dapat menentukan skor berada di bawah nilai batas atau berada di atas nilai batas. Jika nilai di bawah nilai batas yang telah ditentukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut ditolak (sistem membaca bahwa sampel K dan sampel UK berasal dari pengucap yang berbeda). Sedangkan jika nilai di atas nilai batas yang telah ditentukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut diterima (sistem membaca bahwa sampel K dan sampel UK berasal dari pengucap yang sama).

Terdapat daerah irisan antara 2 distribusi skor target dan skor non-target yang menunjukkan 2 jenis galat. Galat pertama adalah *False Rejection*, yaitu galat yang dihasilkan akibat skor target ditolak oleh sistem. Sedangkan galat kedua adalah *False Acceptance* yang dihasilkan akibat skor non-target diterima oleh sistem. Area di bawah irisan tersebut menunjukkan luasan probabilitas dari galat. bila nilai batas

yang telah ditentukan digeser, akan terjadi *Trade Off* antara FAR dengan FRR. Nilai EER dapat diartikan dengan keadaan ketika titik seimbang FAR dan FRR memiliki nilai kemungkinan yang sama ataupun mendekati nilai yang sama. Nilai EER ini merupakan kondisi galat yang ekstrem karena pada kondisi normal jarang terjadi jumlah nilai *False Rejection* dan *False Acceptance* memiliki nilai yang sama.



## **BAB III**

### **BASIS DATA SUARA UCAP**

#### **3.1 Motivasi Basis Data**

Basis data suara ucap merupakan kumpulan data suara ucap yang akan disusun sedemikian rupa dalam bentuk database untuk keperluan tertentu. Basis data suara ucap sangat diperlukan untuk pelatihan dan pengujian sistem pengenalan pengucap otomatis. Pelatihan yang dimaksud adalah untuk mengoptimalkan ketentuan parameter sistem, sedangkan pengujian yang dimaksud adalah untuk mengetahui kinerja dari sistem yang digunakan pada kasus sesungguhnya. Dalam hal ini perlu untuk dibuat basis data suara ucap khusus untuk mengembangkan sistem pengenalan pengucap otomatis. Hal-hal yang mendasari perlunya dibentuk basis data suara ucap:

1. Sudah ada banyak basis data yang beredar, namun biasanya menggunakan Bahasa Inggris, contohnya seperti *Texas Instruments/Massachusetts Institute of Technology* (TIMIT). Namun yang dibutuhkan pada bidang Forensik Indonesia adalah basis data suara ucap Bahasa Indonesia agar relevan dengan alat bukti persidangan saat ini dan juga tidak bergantung pada teks karena bukti persidangan merupakan rekaman percakapan dari tersangka.
2. Belum adanya basis data standar untuk Bahasa Indonesia yang dapat menjadi acuan dasar bagi pengembangan sistem pengenalan pengucap otomatis.

Dalam menghadapi kasus nyata dalam persidangan pada bidang forensik, pengembangan sistem pengenalan pengucap otomatis membutuhkan basis data yang harus sedemikian rupa agar dapat mengenali faktor-faktor yang akan muncul pada alat bukti rekaman persidangan. Beberapa hal yang wajib dipertimbangkan dalam membangun basis data adalah diambil menggunakan kanal perekaman, skenario dan sesi yang berbeda-beda untuk masing-masing responden [18]. Perbedaan pada kanal perekaman yang diambil bertujuan untuk menguji pengaruh kanal perekaman terhadap kinerja sistem. Perbedaan skenario dan sesi juga dilakukan berguna untuk optimisasi variasi interpersonal. Hal lain yang perlu

diperhatikan dari pembangunan basis data adalah jenis kelamin, usia, dan daerah asal dari responden.

### **3.2 Rancangan Basis Data**

Sistem pengenalan pengucap otomatis ini memiliki basis data yang dirancang khusus untuk bidang forensik. Basis data ini sudah mulai dibangun dari tahun 2015 sampai dengan sekarang. Sudah ada sebanyak 90 data dalam basis data sejauh ini dari penelitian sebelumnya [5]. Kami perlu menambahkan basis data untuk digunakan sebagai data latih sistem ini. Untuk membangun basis data yang sesuai dengan kasus nyata pada skenario forensik, maka dipilih tiga skenario sebagai berikut:

1. Skenario membaca

Pada skenario ini, responden akan diarahkan untuk membacakan tulisan dalam Bahasa Indonesia yang sudah disiapkan. Skenario ini dibuat sedemikian rupa menyerupai kasus di mana investigator memerintahkan tersangka untuk reka ulang membacakan kalimat yang ada pada rekaman sadapan.

2. Skenario wawancara

Pada skenario ini, responden akan melakukan wawancara dengan penulis yang akan menggambarkan percakapan dengan orang yang tidak dikenali sehingga bahasa yang digunakan akan terkesan lebih kaku dan formal. Skenario ini menggambarkan proses investigasi pada proses persidangan.

3. Skenario percakapan

Pada skenario ini, responden akan melakukan percakapan bersama dengan rekan yang sudah dikenal dekat sehingga diharapkan akan menggunakan bahasa yang dipakai sehari-hari secara natural dan tidak kaku. Skenario ini dilakukan sebagai gambaran percakapan yang terjadi pada hasil sadapan.

Saat merencanakan basis data suara ucap, keseluruhan skenario dapat dibedakan menjadi dua mode, yaitu bergantung-teks dan tidak bergantung-teks. Dalam mode *text-dependent* pada skenario membaca, responden akan diminta untuk membacakan huruf vokal (a, i, u, e, o), urutan angka (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) dan

membaca artikel yang telah disediakan. Sedangkan dalam mode tidak bergantung-teks terdiri atas skenario wawancara dan skenario percakapan yang masing-masing memiliki durasi sekitar 5 menit. Dapat dilihat gambaran umum perancangan basis data pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Rancangan skenario basis data

Mode skenario	Skenario	Alat perekam
<i>Text-dependent</i>	Huruf vokal (a, i, u, e, o)	Mikrofon dan 5 jenis alat perekam <i>portable</i>
	Angka (0 - 9)	
	Artikel (~300 kata)	
<i>Text-independent</i>	Wawancara (dengan operator)	
	Percakapan (dengan teman dekat)	

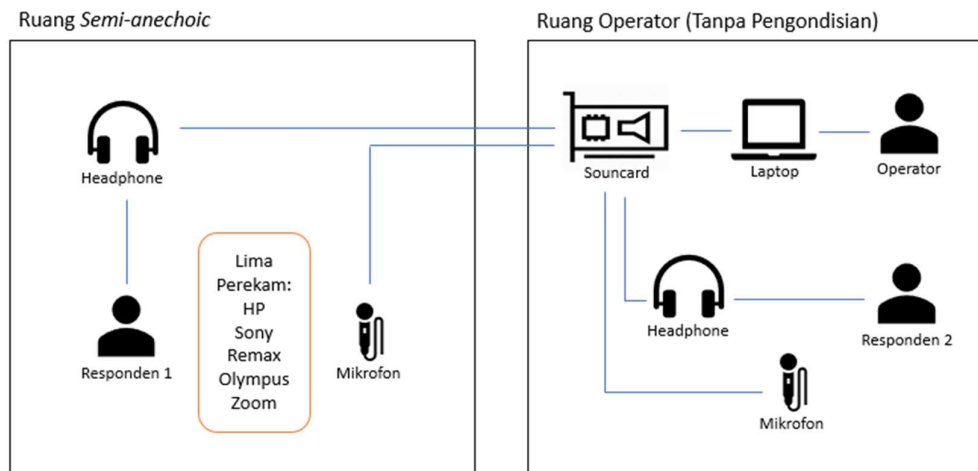
### 3.3 Konfigurasi Perangkat Perekaman

Perekaman suara ucap untuk basis data dilakukan pada ruang *semi-anechoic* pada Laboratorium Akustik Adhiwijogo di gedung *Center of Advanced Sciences* (CAS). Ruang ini memiliki dimensi 3m × 3m × 4m (panjang × lebar × tinggi) dengan latar belakang bising sekitar 25 dBA. Dengan nilai latar belakang bising tersebut, maka dapat dikatakan ruang *semi-anechoic* sudah memadai untuk digunakan sebagai tempat perekaman sampel suara ucap pada kondisi terkontrol <sup>[2]</sup>. Foto kondisi ruangan pada saat melakukan aktivitas perekaman dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 menggambarkan konfigurasi perangkat perekaman serta kondisi pada saat perekaman dilaksanakan. Proses perekaman data menggunakan perangkat lunak Audacity dengan laju pengambilan data (*sampling rate*) sebesar 44100 Hz. Laju pengambilan data ini dipilih sedemikian rupa agar frekuensi maksimum ucap manusia dapat diakomodasi sehingga tidak ada informasi yang hilang.

Peralatan yang digunakan saat melakukan perekaman, yaitu sebagai berikut:

1. Laptop Dell yang telah terinstalasi perangkat lunak *Audacity* untuk akuisisi data.
2. *Soundcard* Steinberg CI 2<sup>+</sup> untuk mengakomodasi 2 jalur mikrofon.

3. Mikrofon Shure SM58 untuk merekam suara responden 1.
4. Mikrofon Behringer ECM 8000 (*omni-directional*) untuk responden 2 yang berada di luar ruang *semi-anechoic*.
5. Dua buah *headphone* untuk masing-masing responden untuk mendengarkan instruksi dan melakukan percakapan.
6. *Handphone* Lenovo A319 untuk merekam.
7. Sony ICD-PX333M *Digital Voice Recorder* untuk merekam.
8. Zoom H2N *Handy Recorder* untuk merekam.
9. Remax RP 1 *Digital Voice Recorder* untuk merekam.
10. Olympus WS-852 *Digital Voice Recorder* untuk merekam.



**Gambar 3.1** Konfigurasi perangkat perekaman basis data.



**Gambar 3.2** Kondisi ruangan pada saat perekaman berlangsung.

### 3.4 Teknis Perekaman

Teknis detail kegiatan pada saat perekaman yang telah ditentukan ditampilkan pada Tabel 3.2. Responden yang melakukan perekaman suara diberikan arahan serta peraturan yang harus ditaati.

**Tabel 3.2** Teknis perekaman basis data

Kegiatan	Waktu (Menit)
Tahap Persiapan (2 Orang Responden)	
<i>Safety induction</i> , penjelasan singkat penelitian dan pengisian biodata	5
Tahap Pengambilan Data (Per Responden)	
1. Huruf vokal (a, i, u, e, o)	$1 \times 2$
2. Angka (0 - 9)	$1 \times 2$
3. Artikel (~300 kata)	$5 \times 2$
4. Wawancara	$5 \times 2$
5. Percakapan	$5 \times 2$
Total waktu pengambilan data untuk 1 pasang (2 Orang Responden)	39

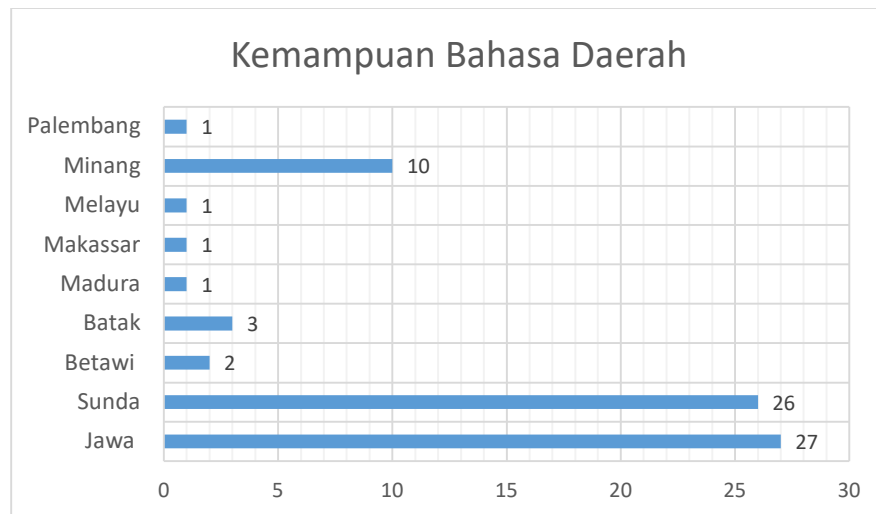
Responden akan mengisi biodata diri responden, juga menyetujui pernyataan bahwa responden akan mengikuti proses perekaman dan memperbolehkan rekaman suaranya untuk dipergunakan dalam penelitian ini. Dari Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk merekam suara 1 pasang (2 responden) adalah kurang lebih 39 menit.

### 3.5 Statistik Responden

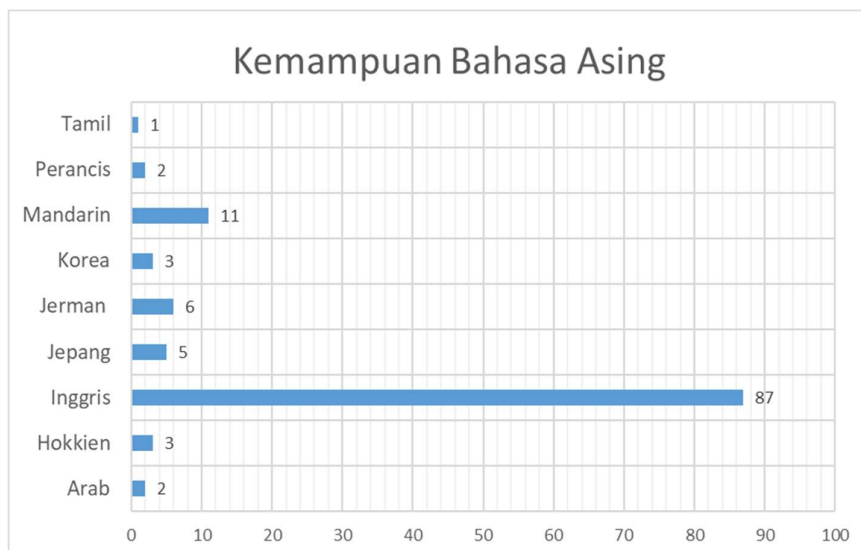
Responden sangat diperlukan untuk dapat membantu melakukan penelitian ini. Suara ucap responden akan diambil dan digunakan untuk mengembangkan sistem pengelanaan suara ucap dalam penelitian ini. Responden dipilih secara sukarela dengan cara mendaftarkan diri pada *Google form* yang sudah diberikan. Setelah responden bersedia untuk diambil suaranya, maka dilakukan pertemuan untuk melakukan perekaman pada ruang *semi-anechoic* Laboratorium Akustik Adhiwijogo di gedung *Center of Advanced Sciences* (CAS).

Seluruh responden yang direkam suaranya diminta mengisi biodata yang berisikan informasi umum responden yang terdiri dari: jenis kelamin, usia, tempat lahir, kelompok etnis atau suku, lokasi tempat yang pernah ditinggali, bahasa yang dikuasai beserta tingkat kefasihannya, keberadaan logat, dan kondisi kesehatannya.

Basis data ini berisikan suara ucap dari 101 responden, terdiri dari 46 laki-laki dan 55 perempuan. Responden yang berpartisipasi memiliki umur berkisar antara 17 - 23 tahun. Seluruh responden dapat berbahasa Indonesia dengan baik dan lancar. Hampir seluruh responden dapat berbicara lebih dari satu bahasa. Untuk sebagian besar orang Indonesia, bahasa primer (bahasa ibu) adalah bahasa daerah. Bahasa Indonesia menjadi bahasa sekunder atau kedua dan bahasa asing menjadi bahasa ketiga. Hal ini memiliki pengaruh pada sistem, namun basis data yang dibangun ini sudah dikondisikan agar responden berbicara dengan Bahasa Indonesia sehingga pengaruh tersebut dapat diminimalisir. Walaupun pada kondisi asli pada perekaman ditemui bahasa-bahasa daerah maupun asing yang ikut terekam dalam rekaman.

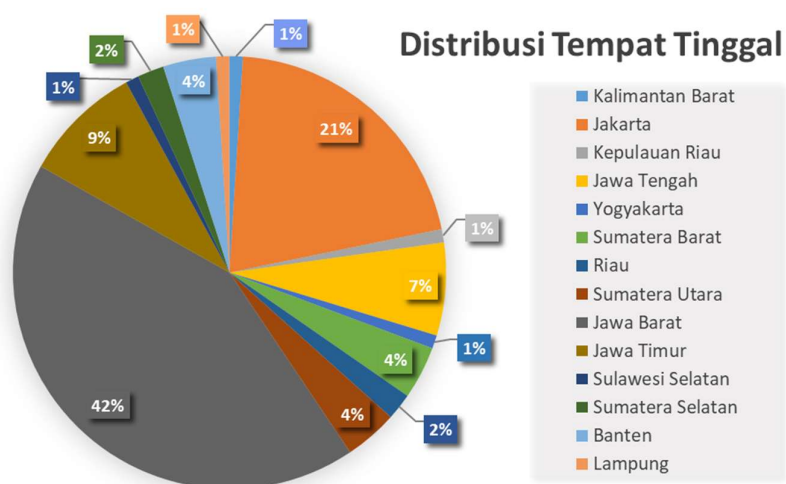


**Gambar 3.3** Data kemampuan berbicara bahasa bahasa daerah responden.



**Gambar 3.4** Data kemampuan berbicara bahasa bahasa asing responden.

Dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 yang menunjukkan banyaknya responden yang dapat berbicara dengan bahasa asing dan bahasa daerah masing-masing. Bahasa asing yang dikuasai oleh responden antara lain adalah bahasa Inggris, Mandarin, Jerman, Jepang, Korea, Hokkien, Arab, Perancis dan Tamil. Sedangkan bahasa daerah yang dikuasai adalah Jawa, Sunda, Betawi, Batak, Madura, Makassar, Melayu, Minang dan Palembang. Dengan data ini sudah cukup menggambarkan kelompok etnis dan logat yang berasal dari kelompok mayoritas di Indonesia.



**Gambar 3.5** Distribusi tempat tinggal responden.

Berdasarkan distribusi tempat tinggal tetap sesuai dengan Kartu Tanda Penduduk (KTP) responden yang dapat dilihat pada Gambar 3.5 terlihat bahwa responden merupakan 100% orang Indonesia asli. Tempat tinggal responden terdistribusi secara tidak merata di wilayah Indonesia karena didominasi oleh Jawa Barat (42%) dan Jakarta (21%), sisanya berada di Jawa Tengah (7%), Jawa Timur (9%), Yogyakarta (2%), Banten (4%), Lampung (1%), Sumatera Utara (4%), Sumatera Barat (4%), Sumatera Selatan (4%), Kepulauan Riau (1%), Sulawesi Selatan (2%) dan Riau (1%). Tempat tinggal dapat mempengaruhi bahasa atau dialek yang dimiliki responden. Pendataan ini dilakukan agar jika ada penelitian selanjutnya, basis data ini dapat digunakan kembali untuk mengetahui efek dari dialek terhadap performa sistem yang dibangun.

### 3.6 Pengolahan Basis Data

Data suara ucap yang telah diperoleh tidak dapat langsung digunakan sebagai data latih begitu saja. Hal tersebut dikarenakan selama proses pengambilan data terdapat data suara ucap yang tidak diinginkan yang juga masuk ke dalam rekaman suara. Data yang tidak diinginkan tersebut salah satunya adalah data suara pengambil data suara ucap yang ikut terekam pada saat proses persiapan pengambilan data. Pemrosesan awal dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Audacity* dan meliputi pemotongan atau penghilangan data suara ucap yang tidak diinginkan tersebut secara manual.

Proses yang digunakan saat melakukan pemotongan suara, yaitu sebagai berikut:

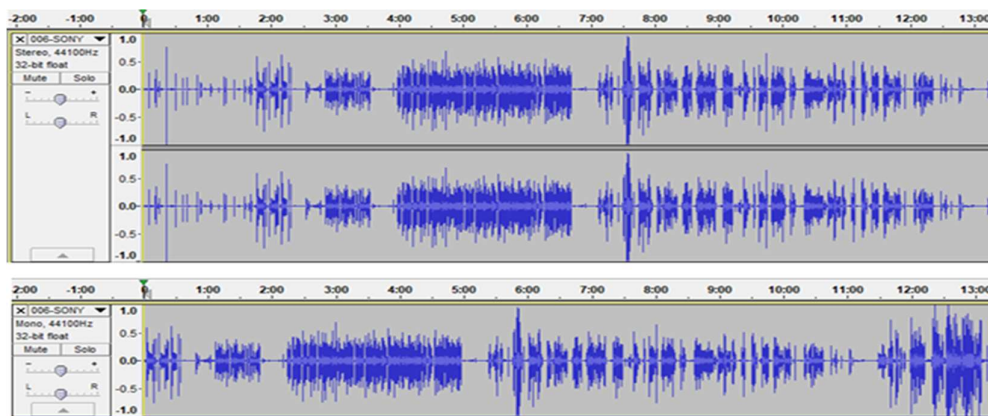
1. Membuka *Audacity* dan memasukan *file* rekaman ke dalam layer pengerjaan berdasarkan *channel* yang sudah di tentukan.
2. Menyamakan audio dari stereo menjadi mono untuk masing-masing rekaman dengan memilih *split stereo to mono*. Hapus salah satu yang tidak digunakan seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.6.
3. Tandai dan pilih bagian yang sesuai dengan skenario yang akan disimpan.
4. Lalu simpan bagian yang sudah dipilih dengan klik *File > Export > Export Selected Audio > Pilih tempat menyimpan data > Klik Save* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.7.



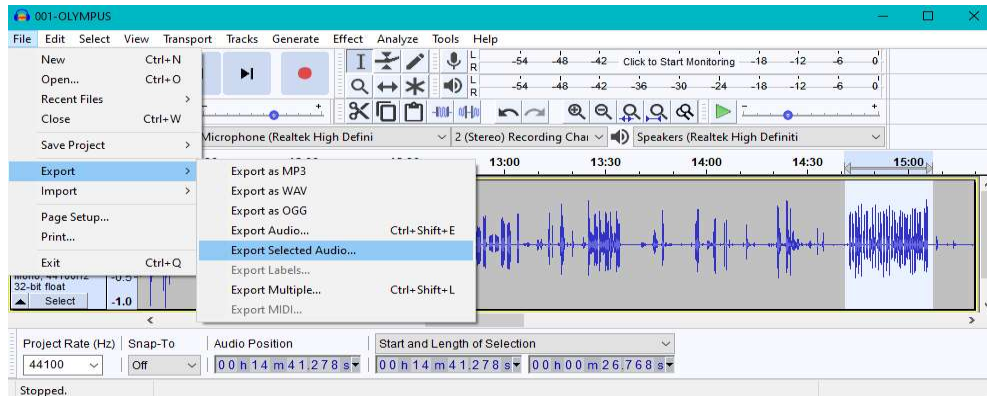
5. Simpan dalam format *.wav* dan nama *file* dengan format yang sudah ditentukan.

Penyimpanan *file* dalam format *.wav* banyak digunakan untuk menyimpan rekaman audio dengan ukuran yang besar dan tidak terkompres sehingga detail sampel audio dapat seluruhnya tersimpan dalam bentuk digital. Hal ini dilakukan terkait dengan adanya frekuensi cacah (*sampling*), frekuensi Nyquist ( $1/2$  frekuensi cacah) dan rentang frekuensi yang manusia dapat dengarkan (20-20.000 Hz). Frekuensi sampling yang disediakan dalam format *.wav* dapat memenuhi kebutuhan sampling pada penelitian ini yang mencapai 44100 Hz atau sama dengan jumlah sampel yang ada per detik. Dimana untuk memperoleh representasi akurat dari suatu sinyal analog secara *lossless*, amplitudonya harus diambil samplenya setidaknya pada kecepatan yang sama atau lebih besar dari 2 kali lipat dari komponen frekuensi maksimum yang akan didengar. Hal ini penting karena berkaitan frekuensi maksimum suara ucap manusia yang dapat disimpan dan ada atau tidaknya informasi yang hilang.

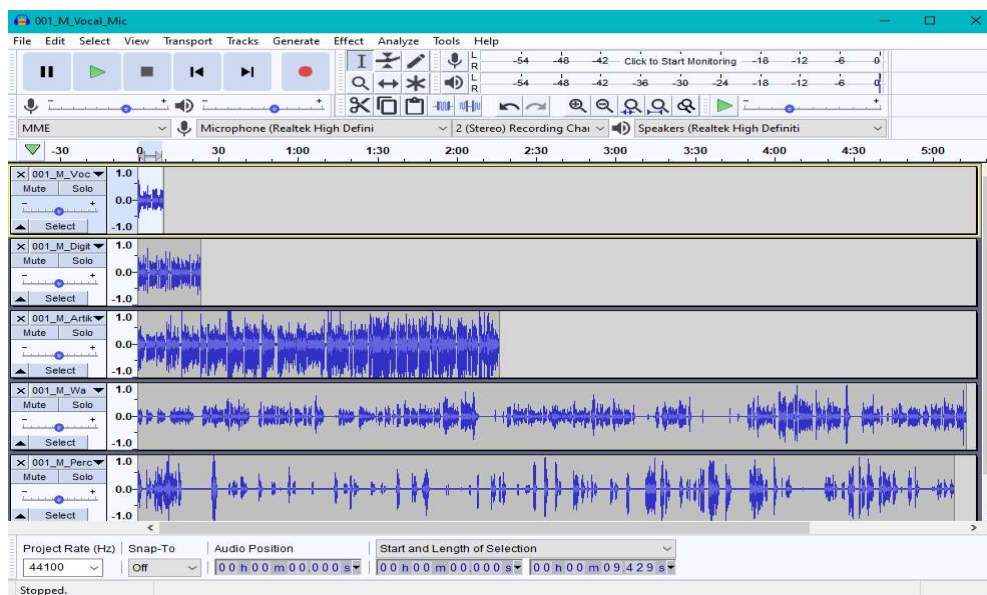
Data yang telah diolah kemudian akan diberi nama sesuai dengan identitasnya, yaitu: nomor pengambilan data, jenis kelamin, skenario yang sedang dilakukan dan jenis alat perekamnya.



**Gambar 3.6** Perubahan dari data stereo (atas) menjadi data mono (bawah).



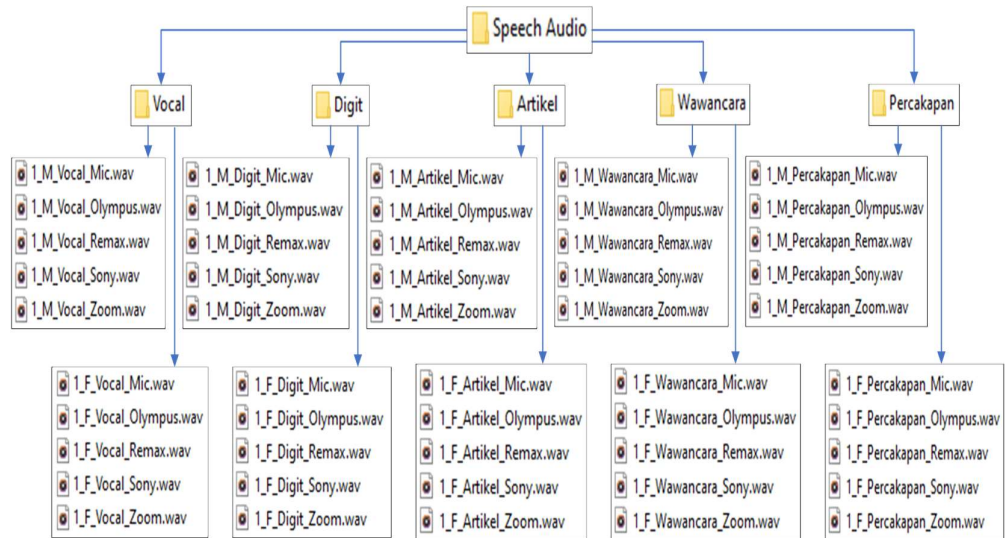
**Gambar 3.7** Tampilan *Audacity* saat melakukan pemilahan serta penyimpanan data.



**Gambar 3.8** Tampilan *Audacity* untuk hasil pemotongan 5 tipe data sesuai skenario.

### 3.7 Format Penamaan Basis Data

Setelah rekaman basis data responden diperoleh, maka akan dilakukan pengolahan awal serta akan disimpan dengan format penyimpanan basis data sebagai berikut:



**Gambar 3.9** Alur dalam penyimpanan *file* basis data.

Dapat dilihat pada Gambar 3.8, basis data disimpan dalam *folder speech audio* yang didalamnya terdapat lima *folder* sesuai dengan skenario yang dilakukan yaitu: *folder vocal*, *folder digit*, *folder artikel*, *folder wawancara* dan *folder percakapan*. Di dalam masing-masing *folder* terdapat *file* dengan format penamaan Nomor urut responden sesuai dengan laki-laki atau perempuan\_Jenis kelamin responden\_Skenario yang dilakukan\_Nama alat perekam yang digunakan.

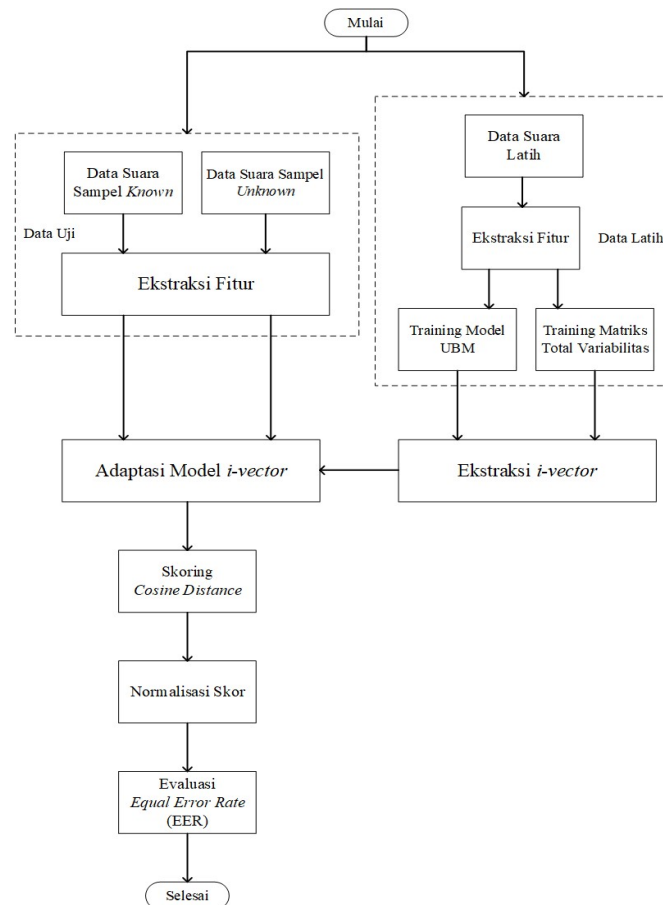
Penomoran yang dilakukan berdasarkan jenis kelamin dengan urutan sesuai dengan nomor responden dilakukan agar mempermudah pengolahan data pada fitur ekstraksi yang bertujuan ingin membedakan tingkat kinerja sistem antara laki-laki dan perempuan.

## BAB IV

### SISTEM PENGENALAN PENGUCAP

#### 4.1 Rancangan Sistem Pengenalan Pengucap

Selain dilakukan pengambilan data suara ucap serta pembangunan basis data, pada penelitian ini juga dilakukan pembuatan sistem pengenalan suara ucap itu sendiri. Sistem pengenalan suara ucap berbasis *I-Vector* yang akan dibuat ini merupakan pengembangan dari sistem sebelumnya yang telah dibuat oleh Stefanus dan Firmanto <sup>[4][5]</sup>. Dalam sistem ini, data latih digunakan untuk membuat matriks Total Variabilitas (TV) dan UBM yang kemudian digunakan untuk mengekstraksi *I-Vector* itu sendiri. Secara umum, sistem dibuat akan diilustrasikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



**Gambar 4.1** Rangkaian sistem pengenalan pengucap.

Pada penelitian ini, sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dan memanfaatkan *toolbox* bob.bio yang dikembangkan sebagai bagian dari *toolbox* Bob. *Toolbox* Bob ini merupakan *library* bersifat sumber terbuka (*open source*) berisi pemrosesan sinyal dan *machine learning* yang ditulis dalam bahasa C++ dan Python [19].

Data latih yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 untuk setiap skenario, sedangkan data uji yang digunakan berjumlah 46 data untuk laki-laki dan 52 data untuk perempuan. Data latih ini didapatkan dari 20 data pertama tiap skenario dan jenis kelamin, sedangkan data uji didapatkan dari keseluruhan data yang ada yang diambil dari basis data yang telah dibuat sebelumnya. Pada penelitian ini kanal perekaman suara yang digunakan adalah rekaman dengan mikrofon.

## **4.2 Ekstraksi Fitur**

Data suara dari sampel diproses dalam 2 tahap pada bagian ini, yaitu *Voice Activity Detection* (VAD) dan *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC).

### **4.2.1 Ekstraksi *Voice Activity Detection* (VAD)**

Pada VAD bagian data suara yang tidak mengandung informasi suara ucap akan dihilangkan. Penghilangan bagian data suara ucap dilakukan dengan melakukan analisis terhadap komponen energi yang terkandung dalam suara ucap. Sinyal suara ucap yang melewati proses ini akan dilakukan *framing* atau dibagi menjadi kerangka-kerangka waktu kecil sebesar 20 ms dan digeser sebesar 10 ms tiap kerangkanya sehingga terjadi irisan data suara. Dalam setiap kerangka itu dilakukan penghitungan terhadap energi yang terkandung. Apabila melebihi ambang batas tertentu maka kerangka waktu tersebut dipertahankan, sedangkan apabila nilainya kurang dari ambang batas, maka kerangka tersebut dihilangkan dari data suara.

### **4.2.2 Ekstraksi *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC)**

Pada proses MFCC juga dilakukan proses *framing* dengan membagi data suara dalam kerangka waktu sebesar 20 ms dan digeser sebesar 10 ms. Informasi spektral yang didapatkan dari MFCC ini terdiri dari 20 dimensi yang terdiri atas 19 elemen MFCC dan 1 energi. Selain itu, pada sistem ini juga ditambahkan fitur delta MFCC dan delta-delta MFCC yang masing-masing juga terdiri atas 20 dimensi sehingga

totalnya fitur yang didapatkan pada proses ini adalah vektor fitur pengucap dengan 60 dimensi.

#### 4.3 Ekstraksi *I-Vector*

Data suara latih digunakan untuk latihan model UBM dan matriks total variabilitas. Kedua matriks tersebut kemudian digunakan untuk memproyeksikan rangkaian fitur dari sampel K dan UK menjadi *I-Vector* yang merupakan model yang merepresentasikan variabilitas antar-pengucap dan antar-kanal pengambilan data.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, model *I-Vector* ini dapat dilatih hingga menggunakan 2048 komponen Gaussian dan 1000 dimensi *I-Vector*, dengan semakin tinggi jumlah komponen Gaussian dan dimensi *I-Vector* yang digunakan akan menambah akurasi dan mengurangi galat sistem <sup>[6][20]</sup>. Akan tetapi, dengan kapasitas komputasi yang dapat digunakan dalam penelitian ini, pelatihan hanya dapat dilakukan dengan 32 komponen Gaussian dan 100 dimensi *I-Vector*. Pelatihan pada sistem ini dilakukan menggunakan mesin dengan RAM 8GB, AMD Ryzen 7 4800H, dan GPU Nvidia GeForce RTX 2060.

Latihan dilakukan menggunakan 20 data pertama untuk setiap skenario, sedangkan dalam tahap pengujian digunakan 46 data suara ucap laki-laki dan 52 suara ucap perempuan dengan yang direkam dengan kanal mikrofon. Data uji yang digunakan akan dibagi dua, dengan separuh bagian data awal digunakan sebagai sampel K dan separuh bagian data akhir digunakan sebagai sampel UK.

#### 4.4 Penilaian dengan *Cosine Distance*

Penilaian dilakukan untuk mendapatkan nilai kemiripan antara sampel K dan UK. Penilaian dengan *Cosine Distance* dilakukan untuk mengetahui seberapa dekat kemiripan vektor yang dihasilkan oleh setiap sampel.

Hasil dari penilaian dengan *Cosine Distance* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu skor target dan non-target. Skor target adalah skor yang didapatkan dari penilaian antara sampel K dan sampel UK yang berasal dari pengucap yang sama, sedangkan skor non-target adalah skor yang didapatkan dari penilaian antara sampel K dan sampel UK yang berasal dari pengucap yang berbeda. Hasil penilaian ini kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dengan kolom berupa variasi sampel K dan baris

berupa variasi sampel UK seperti dalam Tabel 4.1 dan 4.2. Pada penilaian ini diharapkan skor target mendekati nilai 1 dan skor non-target mendekati nilai 0 sehingga distribusi kedua skor dapat dibedakan dengan baik.

**Tabel 4.1** Format tabel skor untuk laki-laki

Sampel UK/K	Sampel K-1	Sampel K-2	...	Sampel K-46
Sampel UK-1	K-1 vs UK-1	K-2 vs UK-1	...	K-46 vs UK-1
Sampel UK-2	K-1 vs UK-2	K-2 vs UK-2	...	K-46 vs UK-2
...	...	...	...	...
Sampel UK-46	K-1 vs UK-46	K-2 vs UK-46	...	K-46 vs UK-46

**Tabel 4.2** Format tabel skor untuk perempuan

Sampel UK/K	Sampel K-1	Sampel K-2	...	Sampel K-52
Sampel UK-1	K-1 vs UK-1	K-2 vs UK-1	...	K-52 vs UK-1
Sampel UK-2	K-1 vs UK-2	K-2 vs UK-2	...	K-52 vs UK-2
...	...	...	...	...
Sampel UK-52	K-1 vs UK-52	K-2 vs UK-52	...	K-52 vs UK-52

Tabel skor keseluruhan berjumlah  $4 \times 3$  yang terdiri dari 2 tabel skor untuk laki-laki dengan skenario wawancara dan percakapan serta 2 tabel skor untuk perempuan dengan skenario wawancara dan percakapan serta 3 variasi dimensi *I-Vector*.

#### 4.5 Evaluasi *Equal Error Rate* (EER)

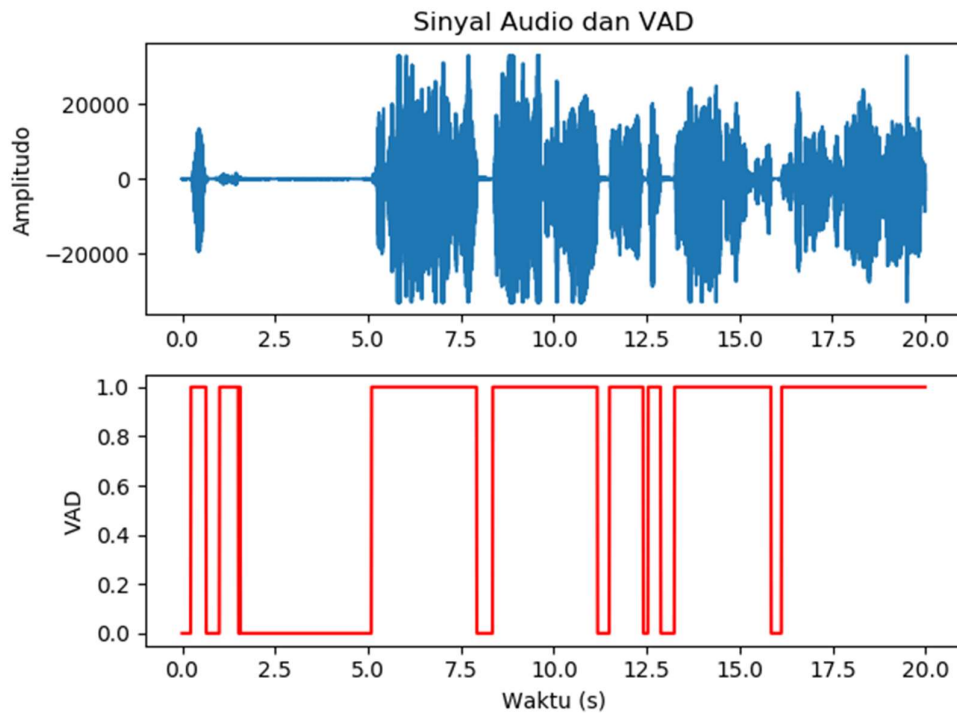
Skor target dan non-target yang didapatkan kemudian diubah menjadi bentuk histogram untuk mendapatkan visualisasi distribusi skor baik target maupun non-target. Hasil dari histogram ini kemudian diubah menjadi bentuk distribusi normal untuk dapat mengukur nilai *False Acceptance Rate* dan *False Rejection Rate* sehingga didapatkan nilai *Equal Error Rate* (EER) sistem yang menjadi nilai evaluasi akhir.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur adalah tahap paling awal dalam pemrosesan data suara ucap. Oleh karena itu, dalam tahap ini, harus dipastikan kualitas kinerjanya bahwa sistem telah berjalan dengan baik. Proses ekstraksi fitur ini dibagi menjadi VAD dan MFCC.



**Gambar 5.1** Hasil VAD terhadap suara ucap dalam rentang waktu 0-20 s.

Dari hasil yang ditampilkan pada Gambar 5.1, proses VAD telah dilakukan dengan baik. Hal itu terbukti dengan dikenalnya bagian data suara yang mengandung ucapan (diberikan nilai 1 pada VAD) dan yang tidak (diberikan nilai 0 pada VAD). Penilaian pada VAD ini kemudian digunakan untuk menghilangkan bagian data suara mentah yang tidak mengandung ucapan.

#### 5.2 Analisis Hasil Penilaian

Salah satu hasil dari sistem pengenalan pengucap yang telah dibuat adalah penilaian kemiripan antara setiap sampel K dan sampel UK. Penilaian dilakukan dengan



menggunakan metode *Cosine Distance* terhadap 46 sampel laki-laki dan 52 sampel perempuan dengan menggunakan sistem yang dilatih dengan 20 data suara ucap untuk setiap skenario. Hasil dari penilaian kemiripan ini kemudian ditabelkan sesuai dengan format yang terdapat pada Tabel 4.1. Tabel skor ini dibagi berdasarkan jenis kelamin dan dua jenis skenario yang ada. Hasil dari proses penilaian yang dilakukan terdapat pada Tabel 5.1 – 5.4 berikut.

**Tabel 5.1** Tabel skor skenario percakapan laki-laki

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.881	0.464	0.393	0.388	0.145	0.406	0.074	0.012	0.199	0.826	0.286	0.378	0.447
UK-2	0.448	0.888	0.655	0.403	0.355	0.764	0.200	0.243	0.442	0.518	0.290	0.396	0.613
UK-3	0.429	0.599	0.946	0.680	0.345	0.858	0.139	0.248	0.444	0.446	0.292	0.277	0.677
UK-4	0.413	0.534	0.624	0.840	0.595	0.581	0.518	0.476	0.509	0.414	0.136	0.138	0.811
UK-5	0.089	0.326	0.414	0.401	0.822	0.308	0.553	0.669	0.534	0.206	0.017	0.104	0.501
UK-6	0.572	0.858	0.755	0.644	0.360	0.843	0.166	0.268	0.461	0.606	0.373	0.472	0.724
UK-7	0.063	0.128	0.020	0.247	0.435	0.021	0.825	0.592	0.281	0.024	0.124	0.175	0.275
UK-8	0.069	0.233	0.300	0.430	0.666	0.228	0.604	0.712	0.521	0.165	0.079	0.158	0.434
UK-9	0.163	0.474	0.406	0.478	0.598	0.411	0.380	0.441	0.869	0.234	0.170	0.303	0.510
UK-10	0.843	0.584	0.521	0.457	0.318	0.546	0.114	0.155	0.279	0.882	0.320	0.341	0.548
UK-11	0.357	0.498	0.283	0.139	0.063	0.453	0.076	0.061	0.266	0.406	0.816	0.779	0.272
UK-12	0.392	0.458	0.350	0.188	0.072	0.475	0.044	0.027	0.255	0.420	0.786	0.739	0.324
UK-13	0.404	0.588	0.707	0.688	0.666	0.638	0.411	0.480	0.460	0.467	0.214	0.141	0.836

**Tabel 5.2** Tabel skor skenario percakapan perempuan

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.872	0.104	0.504	0.605	0.060	0.002	0.812	0.088	0.037	0.081	0.493	0.150	0.309
UK-2	0.003	0.854	0.527	0.365	0.326	0.077	0.260	0.334	0.245	0.143	0.625	0.091	0.601
UK-3	0.432	0.521	0.899	0.808	0.336	0.044	0.664	0.197	0.136	0.193	0.829	0.296	0.240
UK-4	0.574	0.337	0.772	0.974	0.182	0.017	0.650	0.260	0.099	0.118	0.822	0.183	0.005
UK-5	0.067	0.365	0.410	0.254	0.839	0.041	0.315	0.212	0.046	0.297	0.345	0.519	0.228
UK-6	0.115	0.150	0.196	0.122	0.133	0.301	0.237	0.173	0.382	0.371	0.103	0.221	0.070
UK-7	0.793	0.261	0.578	0.593	0.139	0.037	0.931	0.159	0.096	0.158	0.558	0.157	0.127
UK-8	0.018	0.244	0.094	0.097	0.022	0.305	0.070	0.440	0.429	0.300	0.154	0.099	0.176
UK-9	0.140	0.234	0.006	0.091	0.042	0.002	0.009	0.188	0.388	0.177	0.008	0.068	0.284
UK-10	0.028	0.261	0.167	0.108	0.381	0.184	0.096	0.478	0.359	0.657	0.180	0.481	0.178
UK-11	0.344	0.639	0.699	0.766	0.279	0.068	0.546	0.226	0.143	0.108	0.863	0.171	0.387
UK-12	0.152	0.271	0.355	0.288	0.486	0.135	0.276	0.167	0.032	0.557	0.311	0.731	0.084
UK-13	0.447	0.711	0.173	0.005	0.337	0.054	0.122	0.190	0.208	0.209	0.328	0.100	0.777

**Tabel 5.3** Tabel skor skenario wawancara laki-laki

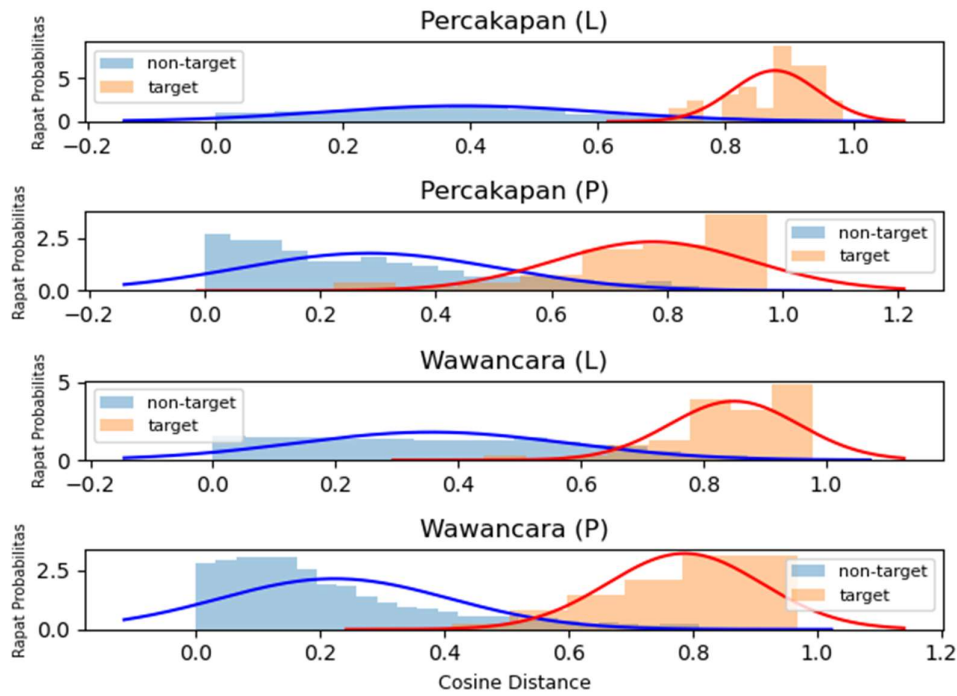
	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.818	0.553	0.198	0.085	0.076	0.121	0.583	0.061	0.096	0.696	0.255	0.318	0.124
UK-2	0.648	0.777	0.122	0.186	0.080	0.310	0.593	0.258	0.304	0.633	0.020	0.260	0.006
UK-3	0.281	0.002	0.701	0.232	0.103	0.103	0.209	0.152	0.210	0.148	0.229	0.046	0.227
UK-4	0.045	0.064	0.012	0.945	0.672	0.716	0.057	0.699	0.525	0.206	0.425	0.335	0.743
UK-5	0.059	0.007	0.080	0.625	0.835	0.699	0.101	0.664	0.527	0.131	0.386	0.239	0.621
UK-6	0.092	0.136	0.041	0.736	0.779	0.928	0.041	0.784	0.699	0.232	0.546	0.391	0.712
UK-7	0.548	0.377	0.458	0.042	0.031	0.131	0.790	0.029	0.087	0.506	0.204	0.243	0.158
UK-8	0.005	0.233	0.042	0.708	0.605	0.799	0.108	0.900	0.562	0.133	0.459	0.236	0.753
UK-9	0.114	0.235	0.052	0.480	0.563	0.677	0.127	0.521	0.959	0.066	0.451	0.308	0.517
UK-10	0.648	0.624	0.003	0.129	0.204	0.193	0.466	0.129	0.127	0.919	0.355	0.469	0.276
UK-11	0.251	0.056	0.239	0.385	0.373	0.502	0.249	0.493	0.521	0.362	0.933	0.551	0.564
UK-12	0.083	0.030	0.063	0.700	0.632	0.716	0.060	0.712	0.532	0.337	0.664	0.443	0.836
UK-13	0.083	0.141	0.111	0.564	0.442	0.498	0.142	0.569	0.518	0.337	0.725	0.698	0.632

**Tabel 5.4** Tabel skor skenario wawancara perempuan

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.936	0.244	0.167	0.183	0.064	0.325	0.413	0.145	0.387	0.324	0.146	0.134	0.168
UK-2	0.157	0.829	0.627	0.250	0.011	0.202	0.030	0.059	0.207	0.162	0.240	0.029	0.725
UK-3	0.128	0.488	0.882	0.194	0.007	0.287	0.041	0.234	0.241	0.171	0.364	0.186	0.736
UK-4	0.175	0.321	0.348	0.925	0.028	0.116	0.086	0.202	0.102	0.083	0.868	0.002	0.416
UK-5	0.153	0.027	0.049	0.039	0.709	0.130	0.523	0.070	0.233	0.072	0.030	0.220	0.116
UK-6	0.156	0.180	0.312	0.012	0.097	0.668	0.161	0.434	0.379	0.230	0.034	0.403	0.335
UK-7	0.571	0.091	0.118	0.170	0.389	0.387	0.749	0.131	0.296	0.028	0.115	0.152	0.066
UK-8	0.165	0.052	0.149	0.135	0.120	0.359	0.028	0.804	0.473	0.538	0.175	0.079	0.212
UK-9	0.232	0.183	0.337	0.236	0.116	0.408	0.090	0.508	0.587	0.492	0.222	0.237	0.309
UK-10	0.236	0.190	0.256	0.051	0.076	0.407	0.008	0.544	0.687	0.777	0.072	0.076	0.259
UK-11	0.110	0.249	0.452	0.908	0.019	0.164	0.057	0.214	0.077	0.019	0.942	0.070	0.504
UK-12	0.088	0.131	0.188	0.070	0.511	0.313	0.353	0.068	0.123	0.127	0.146	0.751	0.190
UK-13	0.152	0.585	0.775	0.267	0.045	0.404	0.103	0.236	0.229	0.125	0.359	0.175	0.867

Keempat tabel tersebut merupakan cuplikan dari tabel skor keseluruhan untuk setiap skenario dan jenis kelamin. Dikarenakan ukuran dari tabel yang besar ( $46 \times 46$  untuk laki-laki dan  $52 \times 52$  untuk perempuan) maka tabel skor keseluruhan dilampirkan pada Lampiran A - P. Tabel skor yang ada memperlihatkan penilaian terhadap kemiripan antara sampel K dan UK. Diagonal dari tabel tersebut diberi warna kuning untuk menunjukkan hasil penilaian untuk sampel K dan UK yang berasal dari pengucap yang sama.

Hasil penilaian dari keempat tabel tersebut kemudian dibuat menjadi bentuk histogram dan diubah menjadi distribusi normal agar perbedaan distribusi antara skor target menjadi lebih jelas. Bentuk histogram diperoleh dengan menghitung banyak skor yang ada pada rentang tertentu. Histogram tersebut kemudian dinormalisasikan sehingga didapatkan plot distribusinya sesuai frekuensi yang telah dinormalisasi. Sumbu X menunjukkan rentang skor yang didapatkan, sedangkan sumbu Y menunjukkan rapat frekuensi skor. Rapat frekuensi menunjukkan jumlah frekuensi yang telah dinormalisasi, dengan persentase frekuensi skor pada rentang tertentu didapatkan dengan mengintegrasikan fungsi ini dalam rentang tersebut. Pengubahan dari tabel skor ke bentuk distribusi ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *distplot* dari *library seaborn* pada Python. Irisan dari kedua distribusi normal tersebut menunjukkan FAR dan FRR, yakni persentase frekuensi skor non-target yang masuk dalam rentang skor target dan persentase frekuensi skor target yang masuk dalam rentang skor non-target.



**Gambar 5.2** Grafik distribusi normal untuk setiap skenario.

Dari Gambar 5.2, dapat terlihat bahwa perbedaan distribusi antara skor target dan non-target sangat jelas. Hal ini memudahkan dalam pemilihan nilai batas (*threshold*) yang menggolongkan apakah suatu skor baru dianggap target atau non-target. Perbedaan yang jelas antara kedua jenis skor tersebut juga merupakan bukti bahwa sistem telah berhasil membedakan apakah sampel K dan UK yang diuji berasal dari pengucap yang sama atau tidak.

Meskipun demikian, sistem ini juga tidak luput dari galat dalam penilaian skor yang dilakukan. Dapat dilihat bahwa dalam keempat grafik tersebut masih terdapat irisan antara distribusi skor target dan non-target. Hal itu menyebabkan adanya skor target yang berada di bawah nilai batas sehingga dianggap non-target (*false rejection*) dan skor non-target yang berada di atas nilai batas sehingga dianggap nilai target (*false acceptance*). Contoh paling jelas seperti pada Tabel 5.3, di mana skor antara sampel UK-12 dan K-13 yang seharusnya merupakan nilai non-target ternyata lebih besar hingga mendekati 2 kali lipat skor antara UK-12 dan K-12 yang merupakan nilai target. Hasil ini dapat terjadi karena data suara ucap yang terlalu singkat untuk sampel tersebut, kesamaan fitur suara dari 2 pengucap yang berbeda, representasi

fitur hasil ekstraksi yang tidak sempurna, parameter pemodelan yang terlalu rendah, atau kombinasi dari keempat hal diatas.

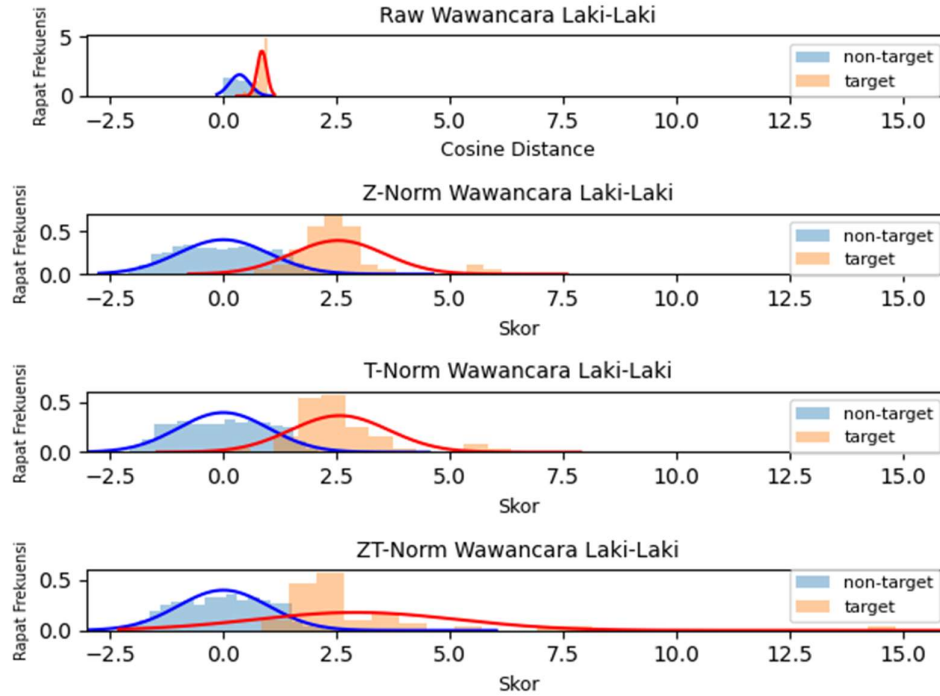
Data suara ucap yang terlalu singkat mengakibatkan model hasil pelatihan maupun *I-Vector* yang telah diekstrak dari data yang bersangkutan tidak dapat merepresentasikan dengan baik semua fitur yang ada dalam data suara ucap tersebut. Panjang data suara ucap yang singkat ini disebabkan pada proses pengambilan data suara ucap terdapat responden yang menjawab secara singkat dalam dialog yang dilakukan, baik dalam skenario wawancara maupun percakapan. Hal tersebut terjadi karena lawan bicara dari responden lebih mendominasi dialog yang dilakukan.

Yang kedua adalah kemiripan fitur antar pengucap. Kemiripan fitur antar-pengucap ini wajar terjadi secara alami, bahkan terkadang dapat menipu pendengar manusia yang mendengarnya. Selanjutnya adalah representasi fitur hasil ekstraksi yang tidak sempurna. Hal ini terjadi karena *pitch* dari pengucap yang terlalu bervariasi sehingga proses ekstraksi fitur tidak berhasil untuk merepresentasikan keseluruhan frekuensi yang ada. Masalah ini biasanya muncul untuk pengucap perempuan dikarenakan kemampuan pengucap perempuan untuk mengeluarkan ucapan dalam rentang frekuensi yang lebih lebar dibandingkan pengucap laki-laki. Hal inilah yang mengakibatkan pada kebanyakan sistem yang dibuat, nilai EER pada skenario perempuan lebih tinggi dibandingkan skenario laki-laki.

Yang terakhir adalah parameter pemodelan yang terlalu rendah. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dikarenakan keterbatasan kemampuan perangkat yang digunakan, model *I-Vector* ini dilatih hanya menggunakan 20 data untuk masing-masing jenis kelamin dengan menggunakan hanya 32 komponen Gaussian dan memiliki 100 dimensi saja. Rendahnya parameter yang digunakan ini mengakibatkan model yang dibuat menjadi kurang representatif. Hal ini dikarenakan dengan jumlah dimensi *I-Vector* yang rendah, sampel UK dan K yang sebenarnya memiliki kemiripan rendah pada jumlah dimensi tinggi menjadi seakan-akan sama saat jumlah dimensi *I-Vector* dikurangi.

Untuk mengurangi galat yang dipengaruhi keempat hal tersebut, dilakukanlah normalisasi skor untuk mendapatkan skor baru yang merepresentasikan nilai skor

target dan non-target yang didapatkan, namun dengan batas yang lebih jelas antara kedua jenis skor tersebut. Hasil dari normalisasi yang dilakukan tampak pada Gambar 5.3 – 5.6 berikut.

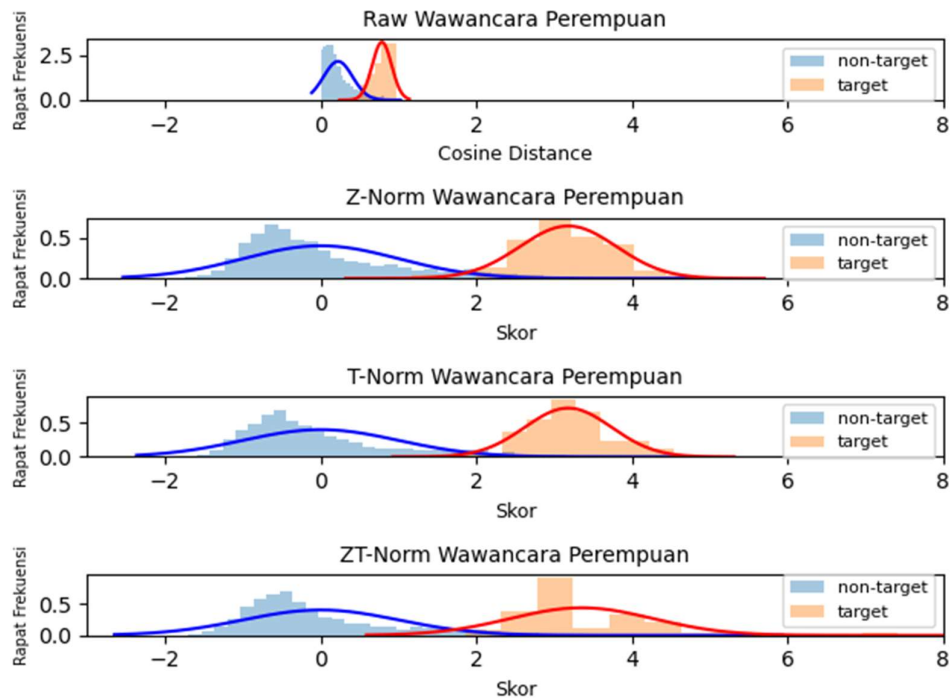


**Gambar 5.3** Hasil normalisasi untuk skenario wawancara laki-laki.

Dari Gambar 5.3, dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan distribusi yang terjadi setelah dilakukan normalisasi. Dari hasil Z-Norm dan T-Norm seperti pada grafik kedua dan ketiga dari atas pada Gambar 5.3 dapat terlihat bahwa variansi dari distribusi normal skor non-target menjadi lebih rendah dan variansi distribusi normal skor target menjadi lebih tinggi. Hal tersebut lebih ekstrem terjadi pada hasil ZT-Norm, dengan keadaan variansi distribusi normal skor target yang tinggi dan variansi distribusi normal skor non-target yang rendah berkebalikan dengan kondisi pada skor mentahnya.

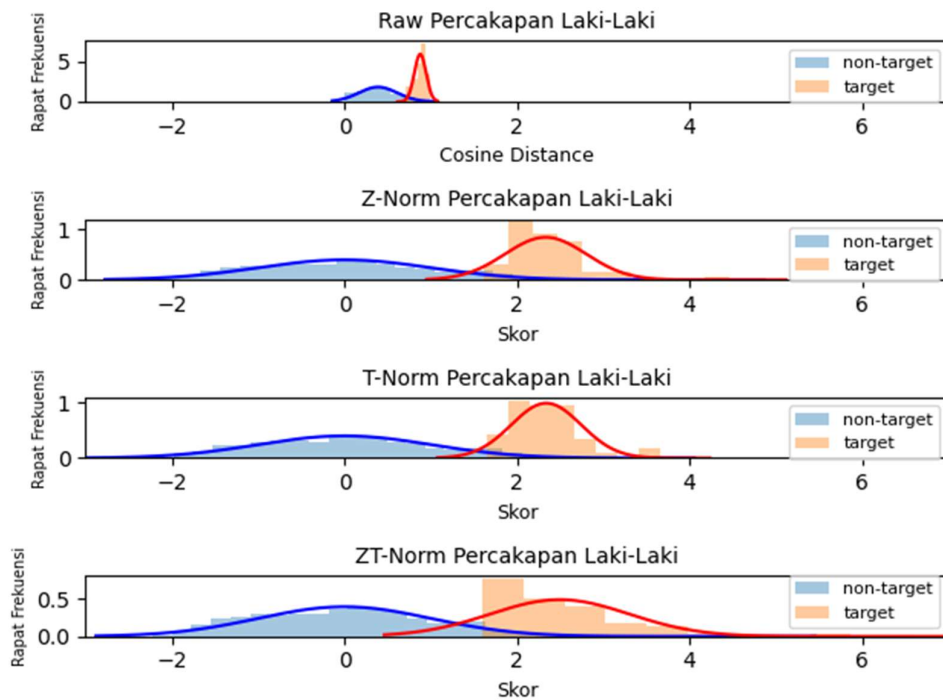
Perubahan variansi distribusi normal pada kedua jenis skor mengakibatkan luas irisan dari kedua distribusi normal yang menunjukkan persentase frekuensi skor yang menjadi galat sistem (FAR dan FRR) berubah. Ketiga jenis normalisasi tersebut dapat mengurangi galat yang terjadi walaupun tidak dapat menghilangkan sepenuhnya. Hal yang patut dicatat adalah galat yang masih ada pada hasil distribusi

ZT-norm terlihat lebih tinggi dari hasil Z-norm dan T-norm sesuai dengan lebar irisan antara kedua jenis skor yang menjadi nilai FAR dan FRR sistem.



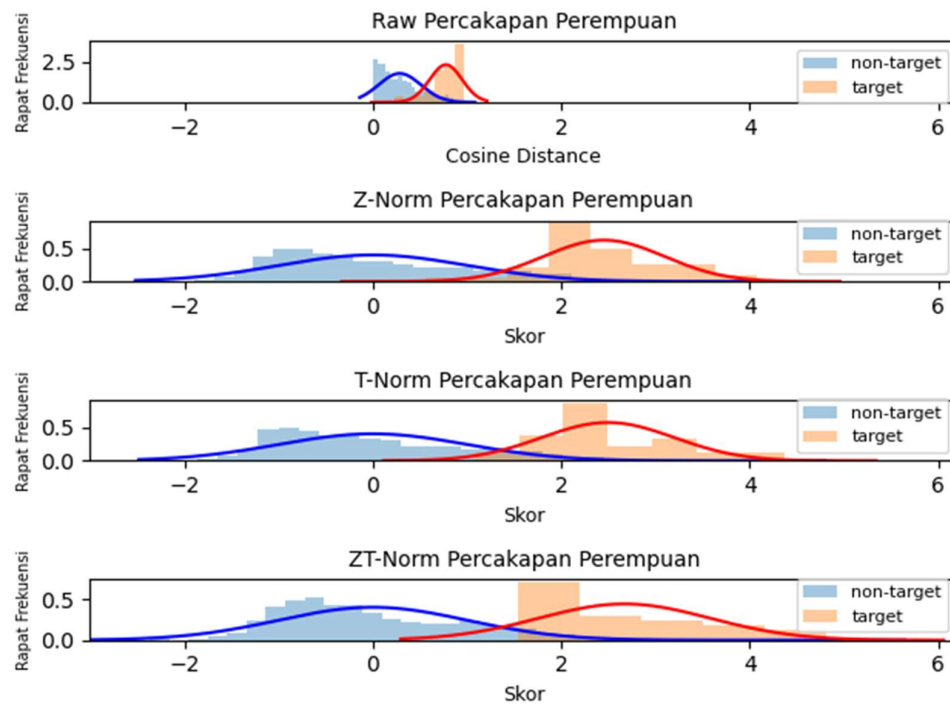
**Gambar 5.4** Hasil normalisasi untuk skenario wawancara perempuan.

Hal serupa juga terjadi pada hasil normalisasi untuk skenario wawancara perempuan pada Gambar 5.4, hanya saja perubahan variansi yang terjadi pada distribusi skor target dan non-target hasil Z-norm dan T-norm tidak sejelas yang terjadi pada skenario wawancara laki-laki. Dari hasil normalisasi pada skenario ini dapat dilihat bahwa irisan antara kedua jenis distribusi skor menjadi lebih kecil, sehingga menunjukkan bahwa galat yang ada pada sistem juga menjadi berkurang. Hal lain yang perlu diamati lebih dalam adalah irisan yang terdapat pada hasil T-norm tampak hampir tidak ada, yang artinya FAR dan FRR yang dihasilkan setelah normalisasi ini sangat kecil nilainya.



**Gambar 5.5** Hasil normalisasi untuk skenario percakapan laki-laki.

Pada normalisasi yang dilakukan pada skenario percakapan laki-laki ini dapat terlihat bahwa tidak terlalu banyak perbedaan antara ketiganya. Variansi distribusi skor non-target pada ketiga jenis normalisasi hampir sama dengan yang paling rendah adalah pada ZT-norm. Adapun pada distribusi skor target variansi paling tinggi juga terdapat pada ZT-norm. Dari gambar tersebut juga dapat diketahui bahwa FAR dan FRR pada ZT-norm lebih tinggi yang terlihat dengan bagian irisan kedua jenis skor tersebut lebih besar persentasenya dibandingkan dengan kedua jenis normalisasi yang lain.



**Gambar 5.6** Hasil normalisasi untuk skenario percakapan perempuan.

Skenario percakapan perempuan ini terlihat memiliki galat yang lebih tinggi dibandingkan dengan skenario yang lain. Hal tersebut dapat dilihat dari distribusi skor mentah yang ditampilkan pada grafik teratas memiliki irisan yang lebih lebar dibandingkan skenario lain. Normalisasi dengan Z-norm dan T-norm terlihat dapat mengurangi besar galat tersebut, begitu pula dengan ZT-norm yang juga berhasil mengurangi walaupun nilai galatnya terlihat lebih besar dibandingkan kedua metode normalisasi yang lain.

Hasil skor dari setiap skenario termasuk skor hasil normalisasi dengan ketiga jenis normalisasi tersebut kemudian dihitung nilai EERnya dan ditabelkan. Selain itu, sebagai pembanding ditampilkan pula nilai EER pada sistem GMM-UBM yang dilakukan oleh Firmanto (2018) dengan skenario yang sama menggunakan 256



komponen Gaussian yang dilatih dan diuji menggunakan 45 data untuk masing-masing gender <sup>[5]</sup>.

**Tabel 5.5** *Equal Error Rate* sistem *I-Vector* untuk setiap skenario

Jenis Kelamin	Skenario	Raw	Z Norm	T Norm	ZT Norm
Laki-Laki	Percakapan	6,41%	4,23%	3,56%	4,81%
	Wawancara	7,57%	5,93%	5,73%	6,05%
Perempuan	Percakapan	12,78%	6,70%	6,48%	5,95%
	Wawancara	6,04%	3,80%	3,50%	3,50%

**Tabel 5.6** *Equal Error Rate* sistem GMM-UBM untuk setiap skenario<sup>[5]</sup>

Jenis Kelamin	Skenario	Raw	Z Norm	T Norm	ZT Norm
Laki-Laki	Percakapan	41,30%	6,08%	41,60%	11,10%
	Wawancara	38,64%	4,66%	38,78%	9,83%
Perempuan	Percakapan	43,81%	19,11%	43,20%	23,08%
	Wawancara	43,39%	9,71%	43,20%	11,98%

Nilai EER dari sistem pengenalan pengucap dengan model *I-Vector* ini terdapat pada Tabel 5.5. Nilai EER terendah yang didapatkan sebesar 3,50% yakni pada hasil normalisasi skenario wawancara perempuan dengan menggunakan T-norm dan ZT-norm. Untuk skenario dengan pengucap laki-laki sendiri hasil EER terendah yang didapatkan adalah pada hasil skenario percakapan yang telah dinormalisasikan dengan menggunakan T-norm, dengan nilai EER sebesar 3,56%.

Dari nilai EER pada Tabel 5.5 dan 5.6 dapat diketahui bahwa hasil perhitungan skor mentah dengan menggunakan sistem *I-Vector* ini jauh lebih baik dibandingkan hasil sistem GMM-UBM dalam skenario apapun. Walaupun kualitas sistem GMM-UBM telah diperbaiki dengan baik dengan menggunakan ketiga jenis normalisasi tersebut, nilai EER yang didapatkan menggunakan sistem *I-Vector* masih lebih rendah. Hal itu dengan pengecualian hasil EER Z-norm pada skenario wawancara laki-laki pada GMM-UBM yang lebih rendah sekitar 1,3% dari hasil dengan model *I-Vector*.

EER terbaik yang diperoleh pada sistem GMM-UBM untuk pengucap laki-laki sebesar 4,66% dari skenario wawancara laki-laki yang telah dinormalisasi dengan Z-norm, sedangkan pada sistem *I-Vector* didapatkan nilai EER terbaik untuk pengucap laki-laki sebesar 3,56%. Artinya terjadi penurunan sebesar 1,10% dari

sistem GMM-UBM ke sistem *I-Vector* ini. Begitu pula untuk pengucap perempuan pada GMM-UBM nilai EER terendah yang didapatkan sebesar 9,71%, sementara pada sistem *I-Vector* nilai EER terendah sebesar 3,50%, atau terjadi penurunan sebesar 6,21% pada pengucap perempuan. Fakta ini menunjukkan bahwa model *I-Vector* yang digunakan dalam penelitian ini telah berhasil menurunkan galat dari sistem yang dikembangkan dalam penelitian sebelumnya yang berbasis model GMM-UBM. Galat yang rendah ini menjadi bukti bahwa sistem *I-Vector* ini dapat lebih mengenali apakah sampel K dan UK yang dinilai berasal dari pengucap yang sama atau tidak.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis kinerja sistem pengenalan pengucap otomatis model *I-Vector* yang diuji menggunakan basis data suara ucap Bahasa Indonesia, kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat basis data suara ucap berbahasa Indonesia. Dengan menambahkan basis data yang sudah ada dengan data baru sebanyak 101 responden dengan rincian 46 laki-laki dan 55 perempuan.
2. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sistem pengenalan pengucap otomatis berbasis pemodelan *I-Vector* dengan menggunakan 20 data latih dan parameter latihan berupa 32 komponen Gaussian dan 100 dimensi *I-Vector*.
3. EER terendah dalam sistem yang dibuat mencapai 3,50% yakni pada hasil T-norm dan ZT-norm pada skenario wawancara perempuan. Sedangkan untuk laki-laki EER terendah yang didapatkan adalah 3,56% yang didapat dari skenario percakapan dengan dinormalisasi menggunakan T-norm. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem ini telah berhasil menurunkan galat dari sistem sebelumnya yang berbasis model GMM-UBM sebesar 1,10% untuk pengucap laki-laki dan 6,21% untuk pengucap perempuan. Penurunan ini menunjukkan bahwa sistem *I-Vector* ini lebih mampu mengenali apakah sampel K dan UK berasal dari pengucap yang sama atau tidak.

#### **6.2 Saran**

Berikut ini merupakan saran untuk penelitian lanjutan mengenai sistem pengenalan pengucap otomatis untuk aplikasi forensik di Indonesia:

1. Gunakan mesin dengan kapasitas komputasi yang lebih tinggi sehingga data latih yang digunakan serta parameter seperti jumlah komponen Gaussian dan dimensi

*I-Vector* dapat ditingkatkan untuk dapat mengurangi galat akibat kurangnya hal-hal tersebut.

2. Pembuatan sistem menggunakan data antar-skenario sehingga dapat membuktikan pengaruh perbedaan skenario terhadap kinerja sistem pengenalan pengucap otomatis.
3. Pembuatan sistem menggunakan data yang direkam menggunakan alat perekam yang berbeda sehingga dapat membuktikan pengaruh perbedaan kanal perekaman terhadap kinerja sistem pengenalan pengucap otomatis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kinnunen, T., & Li, H. An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors. *Speech Communication*, 52(1), 12–40. 2010. doi: 10.1016/j.specom.2009.08.009.
- [2] Firmanto, A. D., Stefanus, I., Ikhwanuddin, R., & Mandasari, M. I. Desain Perekaman Basis Data Suara Ucapan untuk Pengembangan Sistem Rekognisi Pengucap Otomatis Forensik Berbahasa Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Sistem, Instrumentasi, dan Kontrol 2017*. 2017.
- [3] Hébert, M. Text-Dependent Speaker Recognition. *Springer Handbook of Speech Processing Springer Handbooks*, 743–762. 2008. doi: 10.1007/978-3-540-49127-9\_37.
- [4] Stefanus, I. Perancangan sistem verifikasi otomatis untuk forensik suara ucapan berbahasa Indonesia menggunakan Gaussian Mixture Model. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung. 2017.
- [5] Firmanto, A.D. Pengembangan sistem verifikasi pengucap otomatis untuk kebutuhan forensik di Indonesia menggunakan model GMM-UBM. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung. 2018.
- [6] Dehak, N., Kenny, P. J., Dehak, R., Dumouchel, P., & Ouellet, P. Front-End Factor Analysis for Speaker Verification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 19(4), 788–798. 2011. doi: 10.1109/tasl.2010.2064307.
- [7] Jain, A., Ross, A., & Prabhakar, S. An Introduction to Biometric Recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 14(1), 4–20. 2004. doi: 10.1109/tcsvt.2003.818349.
- [8] Park, J., Kim, W., Han, D. K., & Ko, H. (2014). Voice Activity Detection in Noisy Environments Based on Double-Combined Fourier Transform and Line Fitting. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-12. doi:10.1155/2014/146040
- [9] Chamidy, T. Metode Mel Frequency Cepstral Coeffisients (MFCC) Pada klasifikasi Hidden Markov Model (HMM) Untuk Kata Arabic pada Penutur Indonesia. *Matics*, 8(1), 36. 2016. doi: 10.18860/mat.v8i1.3482.
- [10] Hossan, M. A., Memon, S., & Gregory, M. A. A novel approach for MFCC feature extraction. 2010 4th International Conference on Signal Processing and Communication Systems. 2010. doi: 10.1109/icspcs.2010.5709752.
- [11] Davis, S., & Mermelstein, P. Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 28(4), 357–366. 1980. doi: 10.1109/tassp.1980.1163420.
- [12] Reynolds, D. A., Quatieri, T. F., & Dunn, R. B. Speaker Verification Using Adapted Gaussian Mixture Models. *Digital Signal Processing*, 10(1-3), 19–41. 2000. doi: 10.1006/dspr.1999.0361.

- [13] Ajit, A. P., George, A., & Mary, L. I-Vectors for Forensic Automatic Speaker Recognition. 2018 International CET Conference on Control, Communication, and Computing (IC4). 2018. doi: 10.1109/cetic4.2018.8530898
- [14] Tsujikawa, M., Nishikawa, T., & Matsui, T. I-Vector-based speaker identification with extremely short utterances for both training and testing. 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). 2017. doi: 10.1109/gcce.2017.8229389.
- [15] Swart, A., & Brümmer, N. A Generative Model for Score Normalization in Speaker Recognition. Interspeech 2017. 2017. doi:10.21437/interspeech.2017-137
- [16] Auckenthaler, R., Carey, M., & Lloyd-Thomas, H. Score Normalization for Text-Independent Speaker Verification Systems. Digital Signal Processing, 10(1-3), 42-54. 2000. doi:10.1006/dspr.1999.0360
- [17] Vandyke, David & Wagner, Michael & Goecke, Roland. R-Norm: Improving Inter-Speaker Variability Modelling at the Score Level via Regression Score Normalisation. Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH. 2013.
- [18] Morrison, G. S., Rose, P., & Zhang, C. Protocol for the collection of databases of recordings for forensic-voice-comparisson research and practice, Australian Journal of Forensic Sciences, 44, 155-167. 2012.
- [19] Günther, M., Wallace, R., & Marcel, S. An Open Source Framework for Standardized Comparisons of Face Recognition Algorithms. Computer Vision – ECCV 2012. Workshops and Demonstrations Lecture Notes in Computer Science, 547–556. 2012. doi: 10.1007/978-3-642-33885-4\_55.
- [20] Ibrahim, N. S., & Ramli, D. A. (2018). I-vector Extraction for Speaker Recognition Based on Dimensionality Reduction. *Procedia Computer Science*, 126, 1534–1540. doi: 10.1016/j.procs.2018.08.126.

## Lampiran

### A.1 LAMPIRAN A Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 1)

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.872	0.104	0.504	0.605	0.060	0.002	0.812	0.088	0.037	0.081	0.493	0.150	0.309
UK-2	0.003	0.854	0.527	0.365	0.326	0.077	0.260	0.334	0.245	0.143	0.625	0.091	0.601
UK-3	0.432	0.521	0.899	0.808	0.336	0.044	0.664	0.197	0.136	0.193	0.829	0.296	0.240
UK-4	0.574	0.337	0.772	0.974	0.182	0.017	0.650	0.260	0.099	0.118	0.822	0.183	0.005
UK-5	0.067	0.365	0.410	0.254	0.839	0.041	0.315	0.212	0.046	0.297	0.345	0.519	0.228
UK-6	0.115	0.150	0.196	0.122	0.133	0.301	0.237	0.173	0.382	0.371	0.103	0.221	0.070
UK-7	0.793	0.261	0.578	0.593	0.139	0.037	0.931	0.159	0.096	0.158	0.558	0.157	0.127
UK-8	0.018	0.244	0.094	0.097	0.022	0.305	0.070	0.440	0.429	0.300	0.154	0.099	0.176
UK-9	0.140	0.234	0.006	0.091	0.042	0.002	0.009	0.188	0.388	0.177	0.008	0.068	0.284
UK-10	0.028	0.261	0.167	0.108	0.381	0.184	0.096	0.478	0.359	0.657	0.180	0.481	0.178
UK-11	0.344	0.639	0.699	0.766	0.279	0.068	0.546	0.226	0.143	0.108	0.863	0.171	0.387
UK-12	0.152	0.271	0.355	0.288	0.486	0.135	0.276	0.167	0.032	0.557	0.311	0.731	0.084
UK-13	0.447	0.711	0.173	0.005	0.337	0.054	0.122	0.190	0.208	0.209	0.328	0.100	0.777
UK-14	0.707	0.382	0.528	0.586	0.079	0.093	0.765	0.203	0.118	0.053	0.604	0.015	0.056
UK-15	0.018	0.198	0.217	0.152	0.619	0.123	0.142	0.121	0.095	0.569	0.229	0.769	0.176
UK-16	0.095	0.018	0.173	0.176	0.119	0.131	0.144	0.269	0.253	0.017	0.163	0.171	0.150
UK-17	0.855	0.035	0.494	0.578	0.033	0.016	0.875	0.127	0.047	0.032	0.443	0.102	0.266
UK-18	0.846	0.028	0.414	0.495	0.063	0.086	0.693	0.058	0.012	0.046	0.322	0.045	0.420
UK-19	0.656	0.328	0.285	0.393	0.135	0.022	0.565	0.107	0.118	0.125	0.152	0.026	0.427
UK-20	0.578	0.539	0.618	0.625	0.232	0.040	0.801	0.223	0.129	0.171	0.695	0.128	0.216
UK-21	0.105	0.000	0.068	0.032	0.061	0.432	0.115	0.065	0.205	0.177	0.119	0.071	0.014
UK-22	0.255	0.744	0.325	0.136	0.301	0.129	0.073	0.317	0.214	0.099	0.431	0.013	0.716
UK-23	0.498	0.375	0.713	0.862	0.125	0.043	0.550	0.193	0.086	0.027	0.771	0.122	0.054
UK-24	0.120	0.133	0.020	0.030	0.118	0.385	0.103	0.316	0.304	0.420	0.026	0.215	0.131
UK-25	0.302	0.447	0.442	0.410	0.632	0.105	0.404	0.296	0.049	0.361	0.454	0.577	0.202
UK-26	0.318	0.529	0.865	0.762	0.385	0.085	0.571	0.229	0.181	0.211	0.805	0.256	0.244
UK-27	0.127	0.345	0.366	0.266	0.604	0.144	0.275	0.308	0.039	0.654	0.393	0.711	0.346
UK-28	0.802	0.190	0.501	0.552	0.066	0.015	0.886	0.172	0.050	0.092	0.495	0.119	0.198
UK-29	0.084	0.153	0.153	0.131	0.383	0.259	0.132	0.301	0.090	0.692	0.178	0.753	0.109
UK-30	0.021	0.209	0.223	0.142	0.468	0.381	0.096	0.405	0.107	0.767	0.189	0.748	0.171
UK-31	0.485	0.245	0.423	0.559	0.117	0.017	0.592	0.266	0.098	0.022	0.485	0.060	0.045
UK-32	0.135	0.115	0.145	0.054	0.289	0.416	0.076	0.261	0.190	0.479	0.067	0.397	0.085
UK-33	0.293	0.350	0.402	0.105	0.287	0.052	0.006	0.027	0.127	0.161	0.287	0.206	0.313
UK-34	0.071	0.025	0.083	0.018	0.103	0.332	0.015	0.126	0.265	0.240	0.063	0.074	0.027
UK-35	0.022	0.354	0.179	0.135	0.175	0.080	0.070	0.645	0.476	0.401	0.243	0.167	0.220
UK-36	0.234	0.535	0.341	0.108	0.349	0.001	0.073	0.244	0.151	0.185	0.342	0.192	0.557
UK-37	0.121	0.384	0.376	0.274	0.771	0.097	0.316	0.145	0.000	0.376	0.364	0.634	0.315
UK-38	0.200	0.387	0.362	0.340	0.598	0.005	0.263	0.343	0.018	0.243	0.409	0.404	0.327
UK-39	0.120	0.367	0.368	0.370	0.472	0.014	0.317	0.081	0.123	0.395	0.432	0.594	0.331
UK-40	0.056	0.352	0.239	0.126	0.763	0.106	0.127	0.144	0.032	0.519	0.244	0.629	0.358
UK-41	0.660	0.393	0.663	0.702	0.144	0.044	0.865	0.131	0.135	0.116	0.683	0.115	0.033
UK-42	0.228	0.226	0.005	0.077	0.324	0.148	0.108	0.331	0.121	0.470	0.101	0.307	0.259
UK-43	0.783	0.085	0.493	0.594	0.010	0.027	0.804	0.011	0.040	0.012	0.459	0.095	0.334
UK-44	0.330	0.406	0.431	0.409	0.557	0.018	0.410	0.275	0.014	0.312	0.466	0.558	0.276
UK-45	0.634	0.219	0.439	0.591	0.095	0.102	0.720	0.088	0.097	0.026	0.508	0.002	0.120
UK-46	0.041	0.203	0.083	0.024	0.063	0.045	0.092	0.322	0.237	0.218	0.138	0.132	0.287
UK-47	0.120	0.344	0.330	0.240	0.660	0.137	0.276	0.209	0.039	0.442	0.306	0.625	0.283
UK-48	0.195	0.414	0.377	0.244	0.673	0.067	0.315	0.289	0.023	0.432	0.357	0.627	0.349
UK-49	0.128	0.338	0.375	0.293	0.653	0.123	0.285	0.352	0.057	0.467	0.344	0.598	0.259
UK-50	0.024	0.452	0.301	0.205	0.585	0.019	0.187	0.389	0.119	0.475	0.415	0.483	0.458
UK-51	0.331	0.463	0.341	0.458	0.262	0.082	0.540	0.245	0.147	0.222	0.548	0.206	0.243
UK-52	0.639	0.382	0.632	0.677	0.118	0.007	0.835	0.151	0.165	0.111	0.652	0.096	0.014

## A.2 LAMPIRAN B Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 2)

	K-14	K-15	K-16	K-17	K-18	K-19	K-20	K-21	K-22	K-23	K-24	K-25	K-26
UK-1	0.813	0.125	0.200	0.910	0.822	0.464	0.753	0.113	0.162	0.568	0.042	0.442	0.392
UK-2	0.293	0.219	0.226	0.118	0.077	0.315	0.428	0.033	0.674	0.328	0.084	0.415	0.521
UK-3	0.538	0.114	0.028	0.589	0.420	0.026	0.641	0.008	0.367	0.765	0.026	0.554	0.784
UK-4	0.617	0.081	0.009	0.641	0.550	0.241	0.661	0.020	0.188	0.793	0.049	0.504	0.738
UK-5	0.184	0.457	0.120	0.207	0.102	0.120	0.269	0.110	0.224	0.196	0.049	0.568	0.369
UK-6	0.073	0.062	0.059	0.154	0.130	0.060	0.112	0.334	0.017	0.110	0.348	0.063	0.238
UK-7	0.792	0.061	0.210	0.911	0.762	0.395	0.787	0.016	0.027	0.604	0.053	0.499	0.515
UK-8	0.173	0.064	0.543	0.003	0.012	0.124	0.236	0.401	0.163	0.033	0.510	0.120	0.142
UK-9	0.039	0.008	0.080	0.081	0.032	0.056	0.112	0.445	0.055	0.032	0.133	0.003	0.028
UK-10	0.050	0.264	0.219	0.093	0.083	0.257	0.145	0.176	0.154	0.084	0.270	0.186	0.309
UK-11	0.561	0.188	0.085	0.487	0.378	0.003	0.652	0.013	0.534	0.626	0.026	0.551	0.687
UK-12	0.133	0.486	0.137	0.265	0.177	0.133	0.181	0.234	0.142	0.241	0.034	0.472	0.382
UK-13	0.066	0.276	0.254	0.250	0.357	0.449	0.100	0.049	0.660	0.003	0.015	0.289	0.287
UK-14	0.905	0.168	0.066	0.787	0.680	0.378	0.835	0.092	0.060	0.564	0.018	0.525	0.425
UK-15	0.041	0.528	0.060	0.125	0.073	0.263	0.049	0.184	0.186	0.064	0.100	0.431	0.353
UK-16	0.109	0.198	0.224	0.189	0.083	0.011	0.039	0.503	0.069	0.140	0.372	0.160	0.119
UK-17	0.785	0.256	0.208	0.902	0.821	0.436	0.723	0.028	0.243	0.603	0.085	0.430	0.380
UK-18	0.740	0.219	0.223	0.793	0.797	0.509	0.561	0.103	0.281	0.537	0.048	0.230	0.219
UK-19	0.538	0.253	0.266	0.591	0.602	0.721	0.441	0.008	0.510	0.504	0.071	0.224	0.014
UK-20	0.789	0.042	0.043	0.697	0.531	0.370	0.927	0.047	0.299	0.597	0.064	0.656	0.534
UK-21	0.002	0.095	0.406	0.138	0.038	0.114	0.054	0.558	0.013	0.030	0.449	0.060	0.017
UK-22	0.116	0.224	0.253	0.153	0.183	0.303	0.292	0.007	0.736	0.151	0.080	0.381	0.251
UK-23	0.563	0.032	0.025	0.558	0.432	0.154	0.585	0.070	0.274	0.745	0.053	0.414	0.711
UK-24	0.079	0.045	0.335	0.155	0.047	0.152	0.111	0.433	0.099	0.064	0.599	0.054	0.057
UK-25	0.382	0.374	0.010	0.348	0.273	0.065	0.478	0.084	0.352	0.282	0.025	0.697	0.365
UK-26	0.470	0.190	0.009	0.516	0.339	0.002	0.560	0.011	0.323	0.689	0.045	0.524	0.874
UK-27	0.140	0.405	0.078	0.198	0.197	0.132	0.242	0.023	0.268	0.208	0.073	0.525	0.418
UK-28	0.770	0.101	0.227	0.874	0.769	0.461	0.773	0.020	0.103	0.556	0.052	0.435	0.425
UK-29	0.002	0.298	0.083	0.186	0.135	0.229	0.089	0.005	0.124	0.038	0.316	0.316	0.299
UK-30	0.034	0.325	0.149	0.103	0.036	0.195	0.091	0.121	0.146	0.105	0.292	0.374	0.313
UK-31	0.605	0.171	0.064	0.559	0.450	0.174	0.685	0.287	0.161	0.376	0.014	0.402	0.373
UK-32	0.098	0.172	0.233	0.048	0.059	0.272	0.118	0.253	0.105	0.092	0.422	0.159	0.128
UK-33	0.254	0.213	0.114	0.060	0.163	0.604	0.085	0.005	0.474	0.060	0.001	0.039	0.534
UK-34	0.045	0.143	0.269	0.042	0.010	0.056	0.028	0.369	0.044	0.006	0.600	0.009	0.031
UK-35	0.113	0.005	0.435	0.020	0.106	0.213	0.105	0.210	0.312	0.142	0.511	0.134	0.263
UK-36	0.108	0.168	0.244	0.111	0.128	0.499	0.064	0.156	0.582	0.070	0.125	0.207	0.490
UK-37	0.235	0.482	0.056	0.225	0.161	0.074	0.292	0.073	0.266	0.265	0.012	0.609	0.304
UK-38	0.212	0.357	0.024	0.188	0.178	0.078	0.262	0.084	0.233	0.285	0.082	0.523	0.300
UK-39	0.181	0.387	0.148	0.228	0.185	0.189	0.353	0.114	0.342	0.224	0.034	0.500	0.410
UK-40	0.011	0.529	0.039	0.001	0.051	0.154	0.065	0.145	0.297	0.127	0.040	0.490	0.251
UK-41	0.809	0.105	0.142	0.789	0.644	0.391	0.903	0.012	0.103	0.711	0.051	0.605	0.536
UK-42	0.200	0.332	0.360	0.199	0.087	0.198	0.158	0.001	0.243	0.085	0.189	0.141	0.107
UK-43	0.783	0.224	0.247	0.874	0.809	0.372	0.669	0.038	0.194	0.618	0.002	0.366	0.359
UK-44	0.329	0.292	0.072	0.366	0.313	0.102	0.428	0.024	0.326	0.334	0.008	0.613	0.368
UK-45	0.730	0.282	0.108	0.698	0.678	0.335	0.743	0.021	0.017	0.610	0.032	0.402	0.307
UK-46	0.038	0.028	0.326	0.014	0.106	0.168	0.009	0.216	0.274	0.070	0.376	0.060	0.069
UK-47	0.192	0.464	0.044	0.187	0.118	0.061	0.280	0.068	0.283	0.196	0.099	0.548	0.289
UK-48	0.216	0.486	0.067	0.225	0.226	0.094	0.324	0.127	0.314	0.246	0.012	0.580	0.285
UK-49	0.164	0.478	0.049	0.193	0.154	0.090	0.306	0.046	0.254	0.226	0.090	0.538	0.325
UK-50	0.116	0.308	0.222	0.083	0.141	0.174	0.216	0.017	0.393	0.174	0.110	0.469	0.365
UK-51	0.569	0.124	0.037	0.466	0.398	0.117	0.665	0.046	0.307	0.412	0.067	0.706	0.305
UK-52	0.810	0.117	0.106	0.776	0.629	0.363	0.874	0.054	0.111	0.674	0.075	0.554	0.508



### A.3 LAMPIRAN C Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 3)

	K-27	K-28	K-29	K-30	K-31	K-32	K-33	K-34	K-35	K-36	K-37	K-38	K-39
UK-1	0.134	0.825	0.041	0.034	0.531	0.014	0.274	0.078	0.029	0.231	0.150	0.238	0.328
UK-2	0.277	0.350	0.097	0.229	0.281	0.039	0.537	0.147	0.132	0.588	0.435	0.462	0.387
UK-3	0.348	0.731	0.187	0.191	0.422	0.092	0.253	0.100	0.088	0.349	0.439	0.386	0.482
UK-4	0.219	0.701	0.173	0.072	0.527	0.092	0.056	0.050	0.041	0.015	0.298	0.347	0.392
UK-5	0.550	0.216	0.326	0.333	0.176	0.134	0.392	0.142	0.155	0.431	0.759	0.559	0.543
UK-6	0.241	0.185	0.165	0.258	0.013	0.233	0.157	0.359	0.180	0.152	0.087	0.058	0.090
UK-7	0.177	0.832	0.107	0.016	0.609	0.003	0.123	0.076	0.100	0.032	0.274	0.296	0.360
UK-8	0.289	0.117	0.239	0.389	0.163	0.292	0.106	0.600	0.317	0.212	0.071	0.016	0.202
UK-9	0.087	0.027	0.000	0.257	0.136	0.153	0.138	0.173	0.044	0.112	0.034	0.096	0.044
UK-10	0.630	0.089	0.598	0.616	0.070	0.428	0.326	0.372	0.345	0.245	0.291	0.105	0.372
UK-11	0.280	0.639	0.164	0.136	0.534	0.080	0.178	0.023	0.015	0.289	0.409	0.481	0.392
UK-12	0.661	0.219	0.495	0.429	0.007	0.362	0.275	0.135	0.280	0.173	0.506	0.322	0.501
UK-13	0.223	0.111	0.155	0.282	0.097	0.071	0.683	0.019	0.108	0.566	0.398	0.416	0.243
UK-14	0.089	0.752	0.018	0.008	0.591	0.010	0.120	0.117	0.040	0.050	0.182	0.312	0.287
UK-15	0.784	0.114	0.647	0.581	0.020	0.332	0.346	0.157	0.300	0.286	0.578	0.307	0.487
UK-16	0.091	0.100	0.032	0.066	0.008	0.234	0.069	0.213	0.163	0.001	0.115	0.068	0.083
UK-17	0.095	0.836	0.006	0.079	0.573	0.034	0.277	0.074	0.011	0.212	0.154	0.187	0.254
UK-18	0.022	0.631	0.086	0.204	0.326	0.021	0.392	0.001	0.037	0.370	0.101	0.170	0.155
UK-19	0.163	0.504	0.093	0.270	0.286	0.052	0.578	0.060	0.120	0.603	0.050	0.018	0.070
UK-20	0.204	0.800	0.071	0.125	0.638	0.041	0.020	0.138	0.007	0.141	0.322	0.400	0.487
UK-21	0.094	0.021	0.040	0.291	0.017	0.341	0.081	0.450	0.086	0.112	0.064	0.098	0.055
UK-22	0.168	0.115	0.065	0.170	0.161	0.095	0.442	0.053	0.105	0.595	0.411	0.441	0.293
UK-23	0.206	0.624	0.054	0.039	0.385	0.065	0.015	0.067	0.002	0.136	0.228	0.262	0.347
UK-24	0.228	0.074	0.362	0.254	0.028	0.497	0.075	0.433	0.443	0.186	0.126	0.007	0.063
UK-25	0.537	0.443	0.337	0.322	0.271	0.292	0.146	0.086	0.101	0.278	0.631	0.619	0.594
UK-26	0.330	0.611	0.174	0.245	0.454	0.072	0.389	0.077	0.102	0.376	0.471	0.448	0.438
UK-27	0.878	0.216	0.661	0.589	0.129	0.334	0.377	0.157	0.389	0.387	0.701	0.523	0.739
UK-28	0.145	0.844	0.072	0.019	0.633	0.014	0.244	0.081	0.045	0.091	0.194	0.225	0.319
UK-29	0.697	0.113	0.841	0.577	0.038	0.480	0.219	0.386	0.394	0.212	0.410	0.191	0.467
UK-30	0.723	0.088	0.705	0.691	0.086	0.529	0.261	0.289	0.443	0.245	0.507	0.279	0.402
UK-31	0.110	0.613	0.048	0.087	0.551	0.076	0.085	0.058	0.128	0.094	0.238	0.328	0.419
UK-32	0.389	0.096	0.462	0.328	0.138	0.661	0.201	0.285	0.535	0.154	0.272	0.095	0.140
UK-33	0.285	0.016	0.173	0.244	0.180	0.009	0.751	0.075	0.181	0.679	0.315	0.103	0.327
UK-34	0.043	0.017	0.192	0.293	0.008	0.253	0.021	0.602	0.236	0.021	0.147	0.171	0.066
UK-35	0.381	0.080	0.388	0.295	0.017	0.490	0.273	0.460	0.656	0.297	0.338	0.143	0.202
UK-36	0.447	0.089	0.188	0.383	0.161	0.094	0.626	0.185	0.243	0.925	0.401	0.226	0.343
UK-37	0.618	0.257	0.393	0.344	0.147	0.246	0.341	0.071	0.246	0.320	0.922	0.775	0.619
UK-38	0.482	0.255	0.302	0.183	0.275	0.236	0.282	0.096	0.157	0.295	0.792	0.875	0.571
UK-39	0.785	0.276	0.499	0.547	0.143	0.172	0.269	0.120	0.127	0.343	0.576	0.460	0.772
UK-40	0.791	0.018	0.537	0.518	0.021	0.316	0.357	0.000	0.394	0.385	0.833	0.559	0.550
UK-41	0.115	0.863	0.068	0.042	0.633	0.028	0.140	0.117	0.004	0.062	0.280	0.355	0.420
UK-42	0.526	0.226	0.448	0.452	0.147	0.341	0.288	0.122	0.646	0.326	0.414	0.169	0.233
UK-43	0.024	0.776	0.004	0.142	0.439	0.026	0.330	0.006	0.014	0.368	0.141	0.195	0.216
UK-44	0.660	0.403	0.408	0.312	0.241	0.293	0.240	0.005	0.180	0.313	0.790	0.748	0.745
UK-45	0.033	0.725	0.014	0.128	0.460	0.004	0.342	0.061	0.024	0.283	0.062	0.177	0.224
UK-46	0.429	0.003	0.394	0.307	0.142	0.317	0.123	0.267	0.666	0.265	0.303	0.038	0.317
UK-47	0.631	0.228	0.463	0.370	0.086	0.322	0.292	0.052	0.301	0.310	0.833	0.711	0.723
UK-48	0.726	0.289	0.383	0.406	0.156	0.286	0.305	0.053	0.294	0.370	0.844	0.690	0.705
UK-49	0.602	0.293	0.470	0.361	0.124	0.290	0.310	0.070	0.294	0.306	0.754	0.636	0.747
UK-50	0.803	0.114	0.551	0.557	0.088	0.261	0.381	0.160	0.457	0.476	0.745	0.532	0.664
UK-51	0.235	0.548	0.219	0.058	0.503	0.149	0.018	0.051	0.095	0.093	0.444	0.515	0.371
UK-52	0.056	0.813	0.054	0.013	0.599	0.035	0.163	0.109	0.002	0.125	0.248	0.331	0.353

#### A.4 LAMPIRAN D Tabel Skor Percakapan Perempuan (Bagian 4)

	K-40	K-41	K-42	K-43	K-44	K-45	K-46	K-47	K-48	K-49	K-50	K-51	K-52
UK-1	0.016	0.743	0.115	0.834	0.298	0.705	0.162	0.179	0.321	0.341	0.114	0.407	0.782
UK-2	0.279	0.348	0.135	0.103	0.281	0.243	0.205	0.390	0.424	0.413	0.359	0.385	0.360
UK-3	0.281	0.662	0.033	0.505	0.395	0.581	0.053	0.372	0.452	0.444	0.314	0.392	0.668
UK-4	0.129	0.747	0.057	0.577	0.373	0.646	0.030	0.305	0.368	0.351	0.265	0.404	0.689
UK-5	0.726	0.170	0.231	0.083	0.505	0.002	0.257	0.603	0.721	0.619	0.574	0.310	0.216
UK-6	0.115	0.147	0.130	0.168	0.072	0.077	0.164	0.035	0.058	0.144	0.035	0.103	0.137
UK-7	0.092	0.828	0.020	0.759	0.308	0.712	0.048	0.305	0.421	0.355	0.196	0.509	0.852
UK-8	0.091	0.156	0.186	0.030	0.085	0.080	0.335	0.092	0.029	0.125	0.274	0.060	0.090
UK-9	0.033	0.120	0.043	0.010	0.227	0.070	0.115	0.120	0.077	0.202	0.029	0.088	0.034
UK-10	0.435	0.119	0.313	0.035	0.247	0.038	0.449	0.270	0.258	0.345	0.465	0.050	0.067
UK-11	0.227	0.653	0.034	0.429	0.367	0.531	0.031	0.365	0.420	0.416	0.314	0.531	0.648
UK-12	0.558	0.174	0.329	0.250	0.470	0.168	0.353	0.397	0.452	0.554	0.411	0.246	0.213
UK-13	0.347	0.011	0.208	0.207	0.212	0.090	0.279	0.329	0.285	0.201	0.387	0.357	0.031
UK-14	0.019	0.746	0.067	0.758	0.202	0.714	0.059	0.175	0.291	0.282	0.186	0.551	0.783
UK-15	0.746	0.034	0.371	0.071	0.504	0.045	0.432	0.463	0.486	0.596	0.498	0.187	0.057
UK-16	0.155	0.014	0.039	0.108	0.100	0.129	0.055	0.033	0.097	0.126	0.058	0.123	0.114
UK-17	0.012	0.745	0.113	0.813	0.231	0.724	0.158	0.147	0.291	0.283	0.085	0.367	0.762
UK-18	0.051	0.630	0.068	0.726	0.129	0.611	0.145	0.123	0.207	0.200	0.004	0.274	0.630
UK-19	0.146	0.560	0.172	0.612	0.084	0.594	0.276	0.017	0.066	0.001	0.118	0.214	0.554
UK-20	0.140	0.855	0.031	0.604	0.354	0.676	0.056	0.394	0.488	0.366	0.274	0.566	0.822
UK-21	0.084	0.062	0.062	0.060	0.122	0.040	0.117	0.068	0.187	0.042	0.062	0.148	0.067
UK-22	0.264	0.178	0.153	0.137	0.217	0.108	0.214	0.386	0.397	0.324	0.304	0.445	0.175
UK-23	0.074	0.604	0.090	0.509	0.314	0.562	0.032	0.215	0.299	0.299	0.207	0.295	0.547
UK-24	0.068	0.074	0.356	0.152	0.031	0.182	0.430	0.164	0.026	0.001	0.132	0.117	0.137
UK-25	0.564	0.384	0.155	0.289	0.640	0.286	0.163	0.585	0.658	0.778	0.429	0.486	0.417
UK-26	0.313	0.571	0.037	0.374	0.363	0.405	0.063	0.432	0.481	0.442	0.364	0.351	0.570
UK-27	0.780	0.201	0.415	0.134	0.707	0.060	0.462	0.658	0.664	0.678	0.815	0.338	0.210
UK-28	0.023	0.809	0.056	0.760	0.271	0.717	0.120	0.238	0.382	0.320	0.116	0.434	0.818
UK-29	0.515	0.095	0.403	0.100	0.420	0.024	0.528	0.380	0.303	0.473	0.466	0.172	0.078
UK-30	0.620	0.070	0.447	0.001	0.408	0.026	0.496	0.398	0.345	0.451	0.586	0.155	0.051
UK-31	0.086	0.650	0.173	0.471	0.345	0.554	0.133	0.267	0.356	0.319	0.249	0.407	0.635
UK-32	0.304	0.045	0.442	0.056	0.182	0.034	0.520	0.239	0.109	0.165	0.238	0.074	0.007
UK-33	0.305	0.087	0.160	0.198	0.162	0.175	0.288	0.311	0.275	0.311	0.261	0.035	0.025
UK-34	0.131	0.011	0.065	0.020	0.165	0.003	0.165	0.009	0.205	0.086	0.110	0.099	0.010
UK-35	0.277	0.114	0.537	0.033	0.111	0.065	0.640	0.299	0.177	0.169	0.356	0.102	0.077
UK-36	0.379	0.036	0.277	0.227	0.213	0.151	0.354	0.313	0.331	0.292	0.404	0.068	0.026
UK-37	0.841	0.238	0.289	0.196	0.733	0.096	0.301	0.831	0.779	0.826	0.693	0.535	0.316
UK-38	0.583	0.247	0.151	0.155	0.763	0.118	0.123	0.779	0.724	0.706	0.562	0.477	0.270
UK-39	0.666	0.305	0.243	0.198	0.749	0.217	0.290	0.577	0.580	0.706	0.706	0.382	0.311
UK-40	0.936	0.054	0.580	0.002	0.572	0.057	0.561	0.653	0.630	0.620	0.743	0.330	0.081
UK-41	0.077	0.967	0.071	0.760	0.319	0.871	0.094	0.322	0.384	0.324	0.191	0.612	0.931
UK-42	0.522	0.166	0.853	0.186	0.164	0.227	0.843	0.334	0.268	0.204	0.573	0.128	0.145
UK-43	0.018	0.771	0.123	0.926	0.197	0.814	0.137	0.126	0.216	0.269	0.019	0.431	0.822
UK-44	0.647	0.384	0.233	0.299	0.880	0.300	0.252	0.758	0.768	0.819	0.663	0.561	0.413
UK-45	0.112	0.858	0.088	0.784	0.170	0.946	0.097	0.082	0.162	0.166	0.032	0.554	0.842
UK-46	0.337	0.074	0.743	0.015	0.161	0.097	0.743	0.231	0.173	0.175	0.403	0.098	0.052
UK-47	0.748	0.239	0.286	0.146	0.826	0.070	0.299	0.928	0.795	0.854	0.637	0.491	0.274
UK-48	0.796	0.242	0.353	0.153	0.748	0.107	0.327	0.809	0.857	0.892	0.670	0.465	0.278
UK-49	0.676	0.261	0.238	0.146	0.742	0.112	0.247	0.858	0.846	0.849	0.583	0.446	0.275
UK-50	0.800	0.171	0.629	0.035	0.544	0.023	0.658	0.613	0.623	0.570	0.864	0.350	0.142
UK-51	0.248	0.681	0.130	0.464	0.372	0.637	0.190	0.424	0.472	0.367	0.315	0.905	0.689
UK-52	0.033	0.945	0.081	0.787	0.281	0.875	0.091	0.283	0.346	0.306	0.132	0.611	0.946

## A.5 LAMPIRAN E Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 1)

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.881	0.464	0.393	0.388	0.145	0.406	0.074	0.012	0.199	0.826	0.286	0.378	0.447
UK-2	0.448	0.888	0.655	0.403	0.355	0.764	0.200	0.243	0.442	0.518	0.290	0.396	0.613
UK-3	0.429	0.599	0.946	0.680	0.345	0.858	0.139	0.248	0.444	0.446	0.292	0.277	0.677
UK-4	0.413	0.534	0.624	0.840	0.595	0.581	0.518	0.476	0.509	0.414	0.136	0.138	0.811
UK-5	0.089	0.326	0.414	0.401	0.822	0.308	0.553	0.669	0.534	0.206	0.017	0.104	0.501
UK-6	0.572	0.858	0.755	0.644	0.360	0.843	0.166	0.268	0.461	0.606	0.373	0.472	0.724
UK-7	0.063	0.128	0.020	0.247	0.435	0.021	0.825	0.592	0.281	0.024	0.124	0.175	0.275
UK-8	0.069	0.233	0.300	0.430	0.666	0.228	0.604	0.712	0.521	0.165	0.079	0.158	0.434
UK-9	0.163	0.474	0.406	0.478	0.598	0.411	0.380	0.441	0.869	0.234	0.170	0.303	0.510
UK-10	0.843	0.584	0.521	0.457	0.318	0.546	0.114	0.155	0.279	0.882	0.320	0.341	0.548
UK-11	0.357	0.498	0.283	0.139	0.063	0.453	0.076	0.061	0.266	0.406	0.816	0.779	0.272
UK-12	0.392	0.458	0.350	0.188	0.072	0.475	0.044	0.027	0.255	0.420	0.786	0.739	0.324
UK-13	0.404	0.588	0.707	0.688	0.666	0.638	0.411	0.480	0.460	0.467	0.214	0.141	0.836
UK-14	0.172	0.357	0.223	0.487	0.704	0.211	0.609	0.634	0.434	0.331	0.050	0.047	0.528
UK-15	0.638	0.538	0.360	0.360	0.269	0.497	0.024	0.129	0.364	0.764	0.369	0.382	0.400
UK-16	0.179	0.435	0.397	0.404	0.450	0.372	0.267	0.390	0.847	0.224	0.254	0.373	0.391
UK-17	0.336	0.046	0.049	0.203	0.297	0.052	0.632	0.513	0.357	0.184	0.219	0.253	0.144
UK-18	0.513	0.693	0.580	0.607	0.596	0.611	0.338	0.378	0.613	0.610	0.408	0.365	0.615
UK-19	0.144	0.336	0.460	0.413	0.489	0.387	0.323	0.499	0.725	0.296	0.073	0.123	0.477
UK-20	0.011	0.311	0.362	0.553	0.470	0.311	0.514	0.472	0.707	0.048	0.153	0.151	0.476
UK-21	0.440	0.716	0.714	0.657	0.459	0.729	0.299	0.377	0.497	0.484	0.254	0.333	0.725
UK-22	0.496	0.657	0.696	0.722	0.602	0.603	0.388	0.555	0.512	0.515	0.158	0.167	0.866
UK-23	0.518	0.883	0.781	0.583	0.423	0.881	0.236	0.305	0.469	0.586	0.378	0.459	0.743
UK-24	0.349	0.170	0.039	0.120	0.414	0.113	0.617	0.593	0.206	0.257	0.257	0.403	0.047
UK-25	0.437	0.663	0.391	0.518	0.482	0.489	0.135	0.275	0.385	0.501	0.269	0.347	0.612
UK-26	0.390	0.163	0.018	0.183	0.381	0.139	0.497	0.541	0.227	0.284	0.246	0.423	0.086
UK-27	0.038	0.427	0.368	0.550	0.539	0.346	0.452	0.483	0.764	0.118	0.134	0.148	0.495
UK-28	0.704	0.491	0.300	0.178	0.102	0.408	0.188	0.069	0.145	0.785	0.356	0.448	0.325
UK-29	0.626	0.382	0.151	0.029	0.166	0.267	0.378	0.385	0.083	0.573	0.239	0.452	0.159
UK-30	0.247	0.229	0.054	0.263	0.379	0.124	0.548	0.528	0.182	0.182	0.300	0.481	0.140
UK-31	0.430	0.324	0.009	0.093	0.245	0.144	0.449	0.436	0.148	0.332	0.237	0.395	0.102
UK-32	0.033	0.094	0.564	0.596	0.510	0.326	0.387	0.433	0.399	0.131	0.019	0.126	0.440
UK-33	0.387	0.537	0.507	0.577	0.610	0.476	0.404	0.435	0.718	0.485	0.271	0.283	0.503
UK-34	0.311	0.233	0.049	0.262	0.432	0.163	0.500	0.482	0.250	0.261	0.188	0.414	0.078
UK-35	0.846	0.567	0.476	0.409	0.292	0.521	0.086	0.125	0.291	0.905	0.279	0.369	0.501
UK-36	0.461	0.690	0.891	0.584	0.322	0.894	0.061	0.195	0.449	0.483	0.395	0.403	0.618
UK-37	0.694	0.442	0.250	0.072	0.101	0.380	0.237	0.222	0.056	0.670	0.301	0.414	0.233
UK-38	0.603	0.451	0.121	0.020	0.173	0.309	0.217	0.204	0.117	0.554	0.227	0.355	0.141
UK-39	0.383	0.344	0.004	0.119	0.274	0.208	0.478	0.398	0.096	0.334	0.336	0.474	0.001
UK-40	0.297	0.425	0.803	0.721	0.451	0.633	0.264	0.338	0.451	0.321	0.194	0.131	0.574
UK-41	0.204	0.115	0.127	0.318	0.563	0.071	0.580	0.632	0.316	0.132	0.256	0.409	0.186
UK-42	0.275	0.458	0.452	0.491	0.477	0.422	0.356	0.500	0.752	0.360	0.150	0.172	0.408
UK-43	0.464	0.605	0.426	0.465	0.568	0.479	0.268	0.360	0.530	0.598	0.343	0.283	0.506
UK-44	0.038	0.145	0.557	0.486	0.542	0.320	0.426	0.577	0.397	0.088	0.143	0.218	0.386
UK-45	0.571	0.564	0.460	0.332	0.392	0.539	0.036	0.229	0.436	0.719	0.337	0.357	0.411
UK-46	0.241	0.499	0.430	0.454	0.490	0.445	0.233	0.382	0.738	0.371	0.240	0.257	0.367

## A.6 LAMPIRAN F Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 2)

	K-14	K-15	K-16	K-17	K-18	K-19	K-20	K-21	K-22	K-23	K-24	K-25	K-26
UK-1	0.054	0.687	0.073	0.195	0.474	0.137	0.035	0.470	0.396	0.361	0.375	0.318	0.520
UK-2	0.344	0.449	0.272	0.018	0.561	0.317	0.312	0.697	0.670	0.743	0.207	0.674	0.358
UK-3	0.224	0.434	0.246	0.051	0.510	0.478	0.433	0.693	0.737	0.758	0.042	0.590	0.028
UK-4	0.556	0.385	0.358	0.291	0.503	0.418	0.578	0.762	0.721	0.515	0.090	0.626	0.076
UK-5	0.635	0.163	0.360	0.396	0.365	0.497	0.550	0.470	0.554	0.318	0.403	0.532	0.380
UK-6	0.387	0.615	0.315	0.010	0.676	0.386	0.345	0.788	0.693	0.792	0.279	0.732	0.367
UK-7	0.392	0.219	0.249	0.667	0.104	0.188	0.444	0.224	0.230	0.064	0.504	0.107	0.361
UK-8	0.546	0.081	0.312	0.388	0.345	0.445	0.494	0.298	0.367	0.175	0.407	0.371	0.346
UK-9	0.458	0.265	0.784	0.355	0.538	0.769	0.783	0.499	0.512	0.464	0.218	0.480	0.152
UK-10	0.290	0.713	0.084	0.045	0.588	0.222	0.090	0.558	0.584	0.515	0.318	0.503	0.437
UK-11	0.122	0.426	0.193	0.091	0.453	0.214	0.077	0.393	0.274	0.436	0.315	0.285	0.351
UK-12	0.161	0.418	0.192	0.079	0.451	0.209	0.074	0.397	0.282	0.468	0.342	0.215	0.363
UK-13	0.549	0.482	0.218	0.239	0.560	0.464	0.522	0.703	0.803	0.663	0.023	0.661	0.032
UK-14	0.740	0.323	0.259	0.293	0.371	0.341	0.448	0.473	0.413	0.178	0.240	0.461	0.222
UK-15	0.258	0.866	0.094	0.152	0.619	0.290	0.099	0.435	0.398	0.482	0.392	0.413	0.440
UK-16	0.402	0.202	0.889	0.296	0.493	0.745	0.708	0.417	0.414	0.372	0.164	0.425	0.110
UK-17	0.358	0.296	0.355	0.760	0.030	0.290	0.465	0.117	0.098	0.041	0.689	0.040	0.537
UK-18	0.471	0.605	0.333	0.130	0.923	0.560	0.503	0.658	0.571	0.639	0.015	0.602	0.075
UK-19	0.426	0.271	0.670	0.345	0.451	0.798	0.642	0.444	0.423	0.332	0.336	0.368	0.294
UK-20	0.386	0.122	0.633	0.542	0.397	0.688	0.946	0.382	0.423	0.362	0.316	0.290	0.322
UK-21	0.278	0.426	0.241	0.048	0.584	0.452	0.496	0.799	0.781	0.724	0.075	0.581	0.085
UK-22	0.452	0.454	0.321	0.169	0.559	0.441	0.551	0.736	0.797	0.598	0.025	0.710	0.026
UK-23	0.350	0.573	0.277	0.088	0.677	0.405	0.377	0.847	0.784	0.895	0.150	0.714	0.273
UK-24	0.376	0.348	0.261	0.742	0.053	0.245	0.350	0.003	0.023	0.147	0.886	0.020	0.771
UK-25	0.430	0.592	0.228	0.025	0.497	0.292	0.241	0.669	0.527	0.485	0.115	0.729	0.194
UK-26	0.348	0.304	0.242	0.625	0.104	0.301	0.361	0.039	0.055	0.216	0.842	0.030	0.906
UK-27	0.439	0.261	0.640	0.440	0.551	0.694	0.888	0.426	0.449	0.392	0.274	0.429	0.224
UK-28	0.123	0.806	0.011	0.389	0.509	0.053	0.104	0.371	0.341	0.399	0.623	0.387	0.729
UK-29	0.169	0.556	0.136	0.581	0.249	0.153	0.284	0.227	0.169	0.317	0.803	0.218	0.883
UK-30	0.286	0.293	0.134	0.689	0.101	0.278	0.378	0.008	0.073	0.156	0.808	0.054	0.852
UK-31	0.290	0.375	0.197	0.664	0.132	0.318	0.289	0.099	0.113	0.223	0.845	0.160	0.880
UK-32	0.308	0.015	0.246	0.335	0.216	0.506	0.489	0.391	0.418	0.243	0.467	0.261	0.609
UK-33	0.592	0.527	0.556	0.254	0.781	0.771	0.607	0.555	0.499	0.491	0.164	0.537	0.071
UK-34	0.376	0.291	0.228	0.536	0.055	0.319	0.397	0.029	0.055	0.219	0.758	0.027	0.861
UK-35	0.267	0.783	0.069	0.121	0.592	0.216	0.107	0.560	0.491	0.478	0.318	0.450	0.446
UK-36	0.240	0.522	0.234	0.004	0.606	0.476	0.345	0.669	0.702	0.807	0.148	0.643	0.160
UK-37	0.091	0.568	0.197	0.400	0.310	0.183	0.176	0.330	0.301	0.372	0.706	0.259	0.817
UK-38	0.163	0.485	0.233	0.383	0.297	0.259	0.237	0.255	0.232	0.337	0.666	0.229	0.832
UK-39	0.204	0.491	0.106	0.585	0.240	0.235	0.302	0.085	0.062	0.257	0.797	0.158	0.895
UK-40	0.310	0.266	0.267	0.168	0.500	0.526	0.464	0.642	0.633	0.560	0.166	0.539	0.211
UK-41	0.499	0.187	0.262	0.623	0.058	0.348	0.439	0.092	0.130	0.096	0.727	0.153	0.743
UK-42	0.486	0.395	0.741	0.354	0.631	0.749	0.650	0.484	0.416	0.311	0.261	0.434	0.127
UK-43	0.608	0.668	0.316	0.156	0.830	0.510	0.380	0.553	0.486	0.528	0.009	0.617	0.087
UK-44	0.448	0.005	0.332	0.412	0.180	0.481	0.446	0.374	0.452	0.219	0.475	0.390	0.518
UK-45	0.432	0.763	0.193	0.156	0.717	0.346	0.179	0.526	0.502	0.447	0.285	0.543	0.388
UK-46	0.520	0.514	0.643	0.245	0.725	0.731	0.579	0.438	0.418	0.390	0.109	0.509	0.020

## A.7 LAMPIRAN G Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 3)

	K-27	K-28	K-29	K-30	K-31	K-32	K-33	K-34	K-35	K-36	K-37	K-38	K-39
UK-1	0.056	0.719	0.540	0.391	0.425	0.049	0.402	0.353	0.814	0.432	0.783	0.726	0.433
UK-2	0.368	0.502	0.322	0.245	0.335	0.173	0.530	0.140	0.459	0.688	0.387	0.443	0.325
UK-3	0.404	0.323	0.101	0.061	0.044	0.594	0.509	0.139	0.388	0.893	0.183	0.212	0.072
UK-4	0.499	0.141	0.107	0.214	0.135	0.657	0.538	0.304	0.379	0.596	0.131	0.173	0.151
UK-5	0.538	0.089	0.348	0.489	0.456	0.644	0.482	0.587	0.176	0.298	0.205	0.116	0.406
UK-6	0.428	0.593	0.380	0.290	0.361	0.298	0.600	0.165	0.527	0.855	0.421	0.468	0.349
UK-7	0.323	0.271	0.449	0.452	0.499	0.299	0.225	0.340	0.011	0.076	0.111	0.115	0.504
UK-8	0.528	0.067	0.339	0.390	0.418	0.539	0.503	0.532	0.158	0.212	0.152	0.223	0.393
UK-9	0.842	0.061	0.168	0.243	0.200	0.369	0.709	0.295	0.220	0.376	0.092	0.045	0.176
UK-10	0.106	0.739	0.483	0.273	0.365	0.175	0.500	0.275	0.858	0.592	0.707	0.666	0.390
UK-11	0.147	0.395	0.328	0.347	0.335	0.051	0.332	0.287	0.373	0.381	0.315	0.342	0.446
UK-12	0.145	0.457	0.364	0.321	0.359	0.012	0.337	0.277	0.417	0.427	0.348	0.327	0.421
UK-13	0.528	0.324	0.026	0.162	0.021	0.609	0.642	0.201	0.455	0.688	0.176	0.190	0.043
UK-14	0.445	0.103	0.191	0.213	0.253	0.458	0.489	0.388	0.241	0.175	0.083	0.088	0.147
UK-15	0.238	0.794	0.510	0.412	0.400	0.007	0.479	0.281	0.691	0.540	0.570	0.555	0.479
UK-16	0.752	0.077	0.138	0.187	0.158	0.281	0.651	0.254	0.171	0.352	0.084	0.086	0.116
UK-17	0.385	0.450	0.624	0.662	0.653	0.324	0.169	0.509	0.243	0.083	0.425	0.470	0.611
UK-18	0.604	0.421	0.163	0.095	0.082	0.370	0.860	0.055	0.592	0.652	0.243	0.221	0.110
UK-19	0.639	0.010	0.215	0.318	0.313	0.452	0.618	0.341	0.208	0.355	0.160	0.091	0.221
UK-20	0.899	0.104	0.370	0.386	0.359	0.443	0.592	0.404	0.018	0.318	0.223	0.223	0.344
UK-21	0.482	0.331	0.167	0.026	0.083	0.489	0.605	0.047	0.483	0.731	0.241	0.281	0.095
UK-22	0.506	0.289	0.004	0.108	0.029	0.571	0.639	0.176	0.487	0.674	0.238	0.262	0.059
UK-23	0.416	0.486	0.291	0.183	0.250	0.304	0.606	0.141	0.530	0.856	0.378	0.459	0.255
UK-24	0.298	0.654	0.842	0.814	0.908	0.454	0.079	0.737	0.301	0.178	0.627	0.629	0.813
UK-25	0.369	0.433	0.255	0.251	0.224	0.227	0.523	0.021	0.452	0.546	0.251	0.270	0.197
UK-26	0.287	0.711	0.870	0.840	0.909	0.531	0.063	0.854	0.386	0.102	0.770	0.716	0.857
UK-27	0.985	0.033	0.251	0.238	0.244	0.371	0.725	0.319	0.087	0.367	0.180	0.161	0.220
UK-28	0.032	0.920	0.764	0.651	0.690	0.140	0.358	0.552	0.781	0.441	0.802	0.818	0.734
UK-29	0.191	0.857	0.935	0.837	0.890	0.382	0.139	0.780	0.606	0.265	0.842	0.853	0.846
UK-30	0.264	0.614	0.812	0.899	0.909	0.594	0.073	0.783	0.242	0.077	0.575	0.605	0.916
UK-31	0.198	0.748	0.822	0.905	0.935	0.504	0.031	0.795	0.390	0.162	0.753	0.704	0.897
UK-32	0.372	0.290	0.443	0.646	0.603	0.889	0.345	0.705	0.093	0.376	0.353	0.346	0.539
UK-33	0.732	0.296	0.033	0.108	0.102	0.384	0.947	0.220	0.490	0.502	0.049	0.105	0.071
UK-34	0.309	0.657	0.821	0.836	0.879	0.638	0.085	0.918	0.320	0.087	0.710	0.700	0.844
UK-35	0.139	0.767	0.534	0.339	0.395	0.139	0.525	0.264	0.928	0.538	0.720	0.698	0.446
UK-36	0.377	0.420	0.218	0.087	0.195	0.411	0.511	0.015	0.415	0.957	0.229	0.289	0.206
UK-37	0.159	0.840	0.797	0.685	0.763	0.210	0.122	0.692	0.700	0.353	0.930	0.904	0.756
UK-38	0.178	0.772	0.772	0.731	0.774	0.390	0.118	0.759	0.571	0.299	0.873	0.880	0.723
UK-39	0.146	0.742	0.774	0.869	0.891	0.567	0.017	0.796	0.371	0.194	0.681	0.658	0.937
UK-40	0.401	0.034	0.107	0.320	0.247	0.755	0.517	0.415	0.271	0.699	0.039	0.001	0.238
UK-41	0.380	0.492	0.697	0.813	0.816	0.663	0.221	0.863	0.170	0.005	0.554	0.516	0.819
UK-42	0.779	0.191	0.109	0.131	0.184	0.359	0.757	0.231	0.301	0.411	0.010	0.025	0.079
UK-43	0.544	0.438	0.172	0.084	0.103	0.231	0.818	0.033	0.614	0.541	0.213	0.241	0.104
UK-44	0.370	0.279	0.464	0.712	0.611	0.833	0.315	0.720	0.038	0.371	0.347	0.224	0.588
UK-45	0.364	0.677	0.437	0.320	0.349	0.176	0.596	0.149	0.708	0.553	0.438	0.529	0.475
UK-46	0.786	0.279	0.009	0.068	0.065	0.290	0.776	0.187	0.317	0.464	0.006	0.085	0.005

## A.8 LAMPIRAN H Tabel Skor Percakapan Laki-laki (Bagian 4)

	K-40	K-41	K-42	K-43	K-44	K-45	K-46
UK-1	0.238	0.381	0.275	0.389	0.030	0.571	0.260
UK-2	0.377	0.244	0.432	0.482	0.247	0.457	0.432
UK-3	0.784	0.051	0.416	0.479	0.598	0.517	0.437
UK-4	0.669	0.238	0.509	0.401	0.573	0.404	0.461
UK-5	0.490	0.607	0.554	0.385	0.699	0.284	0.467
UK-6	0.548	0.252	0.496	0.611	0.294	0.587	0.569
UK-7	0.106	0.442	0.298	0.132	0.305	0.060	0.119
UK-8	0.434	0.529	0.492	0.443	0.603	0.257	0.423
UK-9	0.447	0.265	0.753	0.452	0.458	0.295	0.720
UK-10	0.329	0.281	0.359	0.588	0.176	0.635	0.385
UK-11	0.139	0.304	0.242	0.273	0.084	0.371	0.317
UK-12	0.166	0.299	0.281	0.339	0.003	0.417	0.323
UK-13	0.590	0.127	0.488	0.576	0.524	0.484	0.525
UK-14	0.321	0.307	0.502	0.438	0.318	0.371	0.450
UK-15	0.222	0.353	0.332	0.609	0.016	0.739	0.520
UK-16	0.428	0.232	0.780	0.412	0.403	0.278	0.699
UK-17	0.211	0.518	0.308	0.059	0.408	0.094	0.183
UK-18	0.515	0.054	0.666	0.845	0.356	0.647	0.721
UK-19	0.488	0.306	0.690	0.430	0.481	0.306	0.614
UK-20	0.478	0.382	0.645	0.313	0.479	0.182	0.603
UK-21	0.568	0.026	0.466	0.509	0.432	0.516	0.431
UK-22	0.589	0.119	0.509	0.498	0.542	0.438	0.438
UK-23	0.521	0.193	0.474	0.575	0.333	0.530	0.486
UK-24	0.249	0.815	0.268	0.002	0.502	0.196	0.100
UK-25	0.351	0.121	0.440	0.491	0.185	0.392	0.455
UK-26	0.283	0.820	0.267	0.038	0.523	0.196	0.109
UK-27	0.458	0.305	0.772	0.498	0.414	0.324	0.764
UK-28	0.029	0.574	0.180	0.518	0.174	0.694	0.364
UK-29	0.119	0.794	0.059	0.200	0.388	0.359	0.059
UK-30	0.334	0.817	0.187	0.021	0.596	0.194	0.055
UK-31	0.314	0.865	0.198	0.059	0.559	0.220	0.068
UK-32	0.788	0.671	0.372	0.228	0.839	0.164	0.283
UK-33	0.539	0.231	0.849	0.776	0.450	0.594	0.860
UK-34	0.384	0.911	0.247	0.022	0.623	0.168	0.147
UK-35	0.273	0.323	0.343	0.603	0.082	0.713	0.389
UK-36	0.662	0.086	0.413	0.558	0.454	0.529	0.496
UK-37	0.056	0.692	0.044	0.247	0.275	0.486	0.032
UK-38	0.151	0.725	0.078	0.214	0.386	0.413	0.017
UK-39	0.265	0.843	0.087	0.150	0.586	0.353	0.077
UK-40	0.898	0.421	0.443	0.404	0.810	0.348	0.415
UK-41	0.429	0.934	0.361	0.112	0.723	0.046	0.244
UK-42	0.543	0.249	0.972	0.620	0.433	0.566	0.865
UK-43	0.314	0.025	0.699	0.924	0.250	0.608	0.748
UK-44	0.727	0.759	0.420	0.198	0.904	0.164	0.322
UK-45	0.273	0.181	0.560	0.774	0.144	0.882	0.674
UK-46	0.469	0.166	0.899	0.726	0.354	0.645	0.960

## A.9 LAMPIRAN I Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 1)

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.936	0.244	0.167	0.183	0.064	0.325	0.413	0.145	0.387	0.324	0.146	0.134	0.168
UK-2	0.157	0.829	0.627	0.250	0.011	0.202	0.030	0.059	0.207	0.162	0.240	0.029	0.725
UK-3	0.128	0.488	0.882	0.194	0.007	0.287	0.041	0.234	0.241	0.171	0.364	0.186	0.736
UK-4	0.175	0.321	0.348	0.925	0.028	0.116	0.086	0.202	0.102	0.083	0.868	0.002	0.416
UK-5	0.153	0.027	0.049	0.039	0.709	0.130	0.523	0.070	0.233	0.072	0.030	0.220	0.116
UK-6	0.156	0.180	0.312	0.012	0.097	0.668	0.161	0.434	0.379	0.230	0.034	0.403	0.335
UK-7	0.571	0.091	0.118	0.170	0.389	0.387	0.749	0.131	0.296	0.028	0.115	0.152	0.066
UK-8	0.165	0.052	0.149	0.135	0.120	0.359	0.028	0.804	0.473	0.538	0.175	0.079	0.212
UK-9	0.232	0.183	0.337	0.236	0.116	0.408	0.090	0.508	0.587	0.492	0.222	0.237	0.309
UK-10	0.236	0.190	0.256	0.051	0.076	0.407	0.008	0.544	0.687	0.777	0.072	0.076	0.259
UK-11	0.110	0.249	0.452	0.908	0.019	0.164	0.057	0.214	0.077	0.019	0.942	0.070	0.504
UK-12	0.088	0.131	0.188	0.070	0.511	0.313	0.353	0.068	0.123	0.127	0.146	0.751	0.190
UK-13	0.152	0.585	0.775	0.267	0.045	0.404	0.103	0.236	0.229	0.125	0.359	0.175	0.867
UK-14	0.818	0.257	0.195	0.230	0.012	0.353	0.407	0.129	0.421	0.247	0.212	0.167	0.161
UK-15	0.231	0.779	0.644	0.042	0.029	0.261	0.091	0.060	0.240	0.245	0.001	0.140	0.648
UK-16	0.268	0.168	0.105	0.135	0.013	0.354	0.150	0.404	0.086	0.199	0.135	0.041	0.108
UK-17	0.143	0.283	0.362	0.866	0.041	0.124	0.044	0.160	0.061	0.019	0.799	0.031	0.399
UK-18	0.427	0.131	0.079	0.136	0.127	0.208	0.170	0.038	0.451	0.282	0.186	0.111	0.024
UK-19	0.447	0.372	0.258	0.065	0.313	0.178	0.140	0.022	0.046	0.222	0.022	0.252	0.351
UK-20	0.774	0.326	0.167	0.148	0.165	0.365	0.242	0.157	0.338	0.332	0.144	0.221	0.195
UK-21	0.128	0.164	0.231	0.061	0.117	0.615	0.152	0.263	0.146	0.152	0.008	0.382	0.201
UK-22	0.037	0.439	0.715	0.543	0.058	0.329	0.013	0.186	0.157	0.027	0.657	0.177	0.770
UK-23	0.157	0.379	0.756	0.227	0.057	0.398	0.145	0.252	0.245	0.017	0.385	0.187	0.755
UK-24	0.220	0.008	0.021	0.132	0.620	0.306	0.733	0.076	0.271	0.014	0.174	0.230	0.079
UK-25	0.082	0.292	0.380	0.780	0.054	0.137	0.053	0.152	0.021	0.041	0.738	0.039	0.379
UK-26	0.137	0.190	0.557	0.064	0.113	0.361	0.087	0.198	0.183	0.051	0.207	0.190	0.698
UK-27	0.133	0.067	0.031	0.114	0.511	0.134	0.502	0.004	0.146	0.000	0.144	0.317	0.108
UK-28	0.172	0.764	0.598	0.159	0.086	0.244	0.043	0.114	0.241	0.234	0.188	0.059	0.755
UK-29	0.542	0.015	0.017	0.212	0.360	0.277	0.559	0.160	0.278	0.081	0.217	0.124	0.015
UK-30	0.169	0.075	0.005	0.207	0.093	0.048	0.003	0.356	0.210	0.100	0.157	0.112	0.025
UK-31	0.093	0.483	0.484	0.307	0.089	0.192	0.052	0.010	0.084	0.047	0.269	0.045	0.393
UK-32	0.236	0.113	0.239	0.151	0.104	0.485	0.108	0.268	0.383	0.351	0.082	0.421	0.270
UK-33	0.143	0.506	0.582	0.104	0.157	0.343	0.002	0.137	0.171	0.175	0.007	0.165	0.728
UK-34	0.238	0.132	0.049	0.155	0.197	0.292	0.012	0.410	0.274	0.304	0.156	0.137	0.034
UK-35	0.122	0.003	0.048	0.180	0.093	0.371	0.114	0.564	0.356	0.528	0.153	0.065	0.076
UK-36	0.146	0.353	0.726	0.212	0.046	0.375	0.128	0.281	0.218	0.127	0.340	0.190	0.798
UK-37	0.728	0.197	0.154	0.093	0.061	0.235	0.337	0.098	0.387	0.218	0.115	0.082	0.123
UK-38	0.123	0.157	0.274	0.097	0.297	0.477	0.077	0.329	0.193	0.362	0.168	0.460	0.263
UK-39	0.134	0.137	0.222	0.174	0.174	0.416	0.039	0.689	0.430	0.340	0.216	0.245	0.295
UK-40	0.118	0.088	0.124	0.031	0.355	0.328	0.129	0.320	0.396	0.275	0.115	0.664	0.125
UK-41	0.641	0.085	0.014	0.101	0.218	0.260	0.232	0.186	0.442	0.408	0.130	0.115	0.008
UK-42	0.131	0.085	0.087	0.090	0.362	0.255	0.165	0.068	0.224	0.151	0.128	0.801	0.083
UK-43	0.225	0.560	0.401	0.109	0.221	0.148	0.116	0.022	0.156	0.120	0.100	0.165	0.503
UK-44	0.036	0.046	0.127	0.075	0.562	0.083	0.491	0.019	0.007	0.117	0.127	0.456	0.102
UK-45	0.858	0.262	0.140	0.198	0.099	0.351	0.307	0.137	0.346	0.283	0.200	0.188	0.146
UK-46	0.257	0.074	0.322	0.099	0.115	0.586	0.119	0.575	0.552	0.443	0.179	0.444	0.235
UK-47	0.293	0.013	0.051	0.030	0.557	0.276	0.559	0.134	0.327	0.103	0.030	0.149	0.016
UK-48	0.292	0.051	0.251	0.003	0.161	0.607	0.055	0.366	0.409	0.281	0.052	0.568	0.249
UK-49	0.182	0.157	0.103	0.125	0.501	0.126	0.308	0.099	0.111	0.184	0.196	0.532	0.193
UK-50	0.171	0.092	0.101	0.104	0.185	0.432	0.052	0.702	0.360	0.471	0.086	0.132	0.161
UK-51	0.212	0.271	0.292	0.082	0.070	0.473	0.089	0.242	0.088	0.318	0.088	0.219	0.217
UK-52	0.087	0.640	0.593	0.286	0.113	0.150	0.068	0.046	0.142	0.006	0.217	0.062	0.538

## A.10 LAMPIRAN J Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 2)

	K-14	K-15	K-16	K-17	K-18	K-19	K-20	K-21	K-22	K-23	K-24	K-25	K-26
UK-1	0.752	0.237	0.165	0.129	0.670	0.509	0.705	0.021	0.013	0.092	0.341	0.140	0.128
UK-2	0.069	0.786	0.012	0.170	0.090	0.360	0.252	0.100	0.511	0.535	0.046	0.256	0.314
UK-3	0.114	0.593	0.123	0.286	0.064	0.288	0.122	0.181	0.648	0.710	0.030	0.293	0.520
UK-4	0.149	0.093	0.062	0.807	0.098	0.031	0.106	0.183	0.592	0.291	0.164	0.763	0.077
UK-5	0.157	0.105	0.150	0.018	0.233	0.112	0.051	0.060	0.046	0.077	0.416	0.049	0.176
UK-6	0.202	0.234	0.188	0.089	0.225	0.044	0.183	0.540	0.230	0.374	0.257	0.093	0.353
UK-7	0.524	0.104	0.283	0.050	0.392	0.117	0.311	0.043	0.025	0.112	0.651	0.117	0.130
UK-8	0.185	0.100	0.162	0.097	0.161	0.202	0.177	0.087	0.160	0.160	0.142	0.073	0.116
UK-9	0.318	0.161	0.024	0.171	0.322	0.217	0.346	0.314	0.266	0.287	0.167	0.173	0.197
UK-10	0.246	0.230	0.016	0.011	0.241	0.166	0.184	0.233	0.238	0.216	0.079	0.031	0.153
UK-11	0.177	0.070	0.095	0.839	0.054	0.014	0.091	0.204	0.672	0.355	0.133	0.719	0.163
UK-12	0.156	0.114	0.177	0.094	0.086	0.305	0.298	0.330	0.230	0.203	0.270	0.048	0.245
UK-13	0.164	0.644	0.033	0.349	0.092	0.261	0.233	0.279	0.746	0.758	0.032	0.371	0.639
UK-14	0.846	0.269	0.062	0.181	0.689	0.576	0.798	0.023	0.014	0.172	0.479	0.191	0.178
UK-15	0.153	0.830	0.096	0.074	0.113	0.386	0.305	0.190	0.330	0.478	0.082	0.147	0.311
UK-16	0.292	0.097	0.593	0.093	0.151	0.169	0.196	0.173	0.128	0.075	0.183	0.067	0.018
UK-17	0.140	0.139	0.070	0.841	0.033	0.085	0.088	0.268	0.558	0.329	0.052	0.889	0.098
UK-18	0.432	0.102	0.035	0.120	0.734	0.161	0.445	0.081	0.111	0.046	0.417	0.005	0.022
UK-19	0.435	0.393	0.105	0.128	0.202	0.826	0.606	0.133	0.154	0.128	0.200	0.110	0.204
UK-20	0.736	0.292	0.027	0.152	0.638	0.726	0.882	0.075	0.005	0.129	0.289	0.148	0.157
UK-21	0.151	0.197	0.179	0.007	0.082	0.125	0.161	0.567	0.123	0.240	0.131	0.064	0.169
UK-22	0.031	0.369	0.063	0.607	0.020	0.125	0.127	0.218	0.970	0.760	0.063	0.495	0.598
UK-23	0.178	0.472	0.033	0.432	0.087	0.097	0.184	0.122	0.769	0.873	0.165	0.350	0.801
UK-24	0.304	0.043	0.226	0.062	0.267	0.143	0.088	0.078	0.139	0.022	0.861	0.078	0.042
UK-25	0.140	0.120	0.016	0.809	0.045	0.112	0.112	0.257	0.572	0.404	0.050	0.913	0.122
UK-26	0.128	0.329	0.044	0.313	0.081	0.131	0.151	0.001	0.506	0.679	0.036	0.139	0.932
UK-27	0.141	0.125	0.110	0.072	0.191	0.219	0.017	0.053	0.095	0.022	0.665	0.044	0.154
UK-28	0.080	0.797	0.024	0.174	0.124	0.311	0.238	0.242	0.434	0.538	0.007	0.265	0.371
UK-29	0.496	0.063	0.096	0.094	0.420	0.086	0.266	0.171	0.064	0.041	0.641	0.129	0.014
UK-30	0.124	0.030	0.533	0.107	0.097	0.016	0.099	0.274	0.039	0.061	0.187	0.093	0.089
UK-31	0.049	0.399	0.073	0.407	0.056	0.006	0.120	0.159	0.511	0.582	0.118	0.678	0.236
UK-32	0.312	0.185	0.009	0.123	0.267	0.291	0.316	0.275	0.054	0.231	0.004	0.173	0.298
UK-33	0.102	0.715	0.165	0.047	0.061	0.345	0.271	0.123	0.423	0.635	0.047	0.081	0.692
UK-34	0.260	0.004	0.209	0.105	0.252	0.055	0.239	0.087	0.083	0.055	0.169	0.206	0.162
UK-35	0.207	0.035	0.397	0.123	0.225	0.085	0.104	0.296	0.021	0.004	0.147	0.074	0.044
UK-36	0.166	0.447	0.013	0.347	0.028	0.208	0.195	0.161	0.728	0.796	0.006	0.215	0.812
UK-37	0.593	0.194	0.056	0.056	0.580	0.275	0.556	0.032	0.066	0.101	0.326	0.057	0.129
UK-38	0.177	0.212	0.045	0.094	0.082	0.266	0.234	0.585	0.219	0.234	0.084	0.088	0.180
UK-39	0.260	0.171	0.208	0.134	0.139	0.205	0.221	0.239	0.235	0.251	0.111	0.054	0.234
UK-40	0.258	0.011	0.061	0.057	0.244	0.137	0.241	0.208	0.095	0.181	0.076	0.050	0.183
UK-41	0.493	0.079	0.010	0.066	0.643	0.224	0.367	0.009	0.081	0.100	0.292	0.029	0.053
UK-42	0.286	0.090	0.048	0.092	0.110	0.156	0.245	0.242	0.079	0.110	0.119	0.052	0.200
UK-43	0.218	0.565	0.167	0.086	0.092	0.495	0.393	0.036	0.257	0.365	0.006	0.056	0.395
UK-44	0.064	0.015	0.115	0.083	0.158	0.184	0.172	0.036	0.085	0.061	0.374	0.049	0.118
UK-45	0.763	0.271	0.037	0.137	0.657	0.551	0.836	0.054	0.005	0.152	0.370	0.080	0.155
UK-46	0.342	0.123	0.035	0.128	0.313	0.167	0.257	0.502	0.216	0.306	0.232	0.046	0.236
UK-47	0.193	0.003	0.145	0.013	0.252	0.123	0.023	0.019	0.060	0.059	0.502	0.017	0.033
UK-48	0.393	0.117	0.104	0.074	0.224	0.159	0.347	0.402	0.184	0.355	0.196	0.025	0.393
UK-49	0.173	0.066	0.162	0.106	0.163	0.369	0.316	0.068	0.200	0.088	0.390	0.024	0.123
UK-50	0.221	0.109	0.197	0.038	0.138	0.093	0.115	0.431	0.136	0.062	0.021	0.001	0.067
UK-51	0.296	0.163	0.108	0.009	0.106	0.314	0.270	0.476	0.197	0.226	0.030	0.104	0.073
UK-52	0.118	0.528	0.035	0.282	0.029	0.118	0.171	0.107	0.532	0.655	0.044	0.476	0.314



### A.11 LAMPIRAN K Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 3)

	K-27	K-28	K-29	K-30	K-31	K-32	K-33	K-34	K-35	K-36	K-37	K-38	K-39
UK-1	0.157	0.243	0.609	0.126	0.021	0.252	0.135	0.268	0.321	0.153	0.852	0.207	0.196
UK-2	0.100	0.800	0.096	0.178	0.507	0.128	0.517	0.157	0.178	0.470	0.127	0.197	0.004
UK-3	0.140	0.549	0.045	0.296	0.482	0.279	0.510	0.193	0.174	0.695	0.053	0.212	0.202
UK-4	0.144	0.231	0.120	0.197	0.446	0.008	0.042	0.203	0.233	0.278	0.138	0.111	0.144
UK-5	0.377	0.109	0.433	0.102	0.060	0.252	0.107	0.176	0.151	0.087	0.181	0.105	0.102
UK-6	0.203	0.296	0.144	0.422	0.162	0.542	0.385	0.387	0.394	0.359	0.146	0.418	0.565
UK-7	0.459	0.087	0.712	0.065	0.021	0.089	0.079	0.073	0.242	0.131	0.520	0.001	0.224
UK-8	0.013	0.024	0.203	0.445	0.131	0.312	0.120	0.400	0.463	0.243	0.171	0.323	0.662
UK-9	0.141	0.187	0.157	0.432	0.111	0.443	0.185	0.585	0.561	0.340	0.274	0.351	0.649
UK-10	0.028	0.243	0.196	0.381	0.088	0.356	0.217	0.207	0.488	0.252	0.265	0.386	0.539
UK-11	0.167	0.169	0.113	0.269	0.416	0.057	0.013	0.135	0.148	0.371	0.111	0.053	0.150
UK-12	0.311	0.192	0.108	0.311	0.074	0.542	0.142	0.265	0.000	0.129	0.027	0.431	0.156
UK-13	0.042	0.792	0.042	0.285	0.523	0.323	0.750	0.303	0.289	0.811	0.097	0.269	0.319
UK-14	0.259	0.252	0.557	0.104	0.036	0.243	0.179	0.308	0.333	0.177	0.778	0.166	0.269
UK-15	0.010	0.877	0.087	0.184	0.405	0.275	0.683	0.127	0.247	0.411	0.159	0.209	0.133
UK-16	0.192	0.104	0.172	0.294	0.060	0.058	0.019	0.422	0.666	0.167	0.279	0.246	0.373
UK-17	0.010	0.235	0.113	0.183	0.618	0.094	0.058	0.168	0.236	0.296	0.100	0.101	0.120
UK-18	0.335	0.126	0.380	0.003	0.142	0.062	0.042	0.131	0.150	0.060	0.480	0.139	0.215
UK-19	0.303	0.370	0.070	0.139	0.011	0.265	0.270	0.227	0.170	0.227	0.364	0.340	0.053
UK-20	0.056	0.253	0.387	0.155	0.015	0.317	0.165	0.350	0.365	0.134	0.668	0.330	0.250
UK-21	0.193	0.188	0.068	0.376	0.161	0.470	0.274	0.413	0.512	0.220	0.156	0.428	0.365
UK-22	0.146	0.505	0.049	0.338	0.594	0.272	0.411	0.278	0.214	0.786	0.003	0.156	0.228
UK-23	0.044	0.570	0.118	0.328	0.517	0.329	0.660	0.275	0.177	0.807	0.075	0.141	0.337
UK-24	0.753	0.046	0.564	0.000	0.049	0.099	0.076	0.028	0.137	0.034	0.250	0.119	0.185
UK-25	0.069	0.221	0.074	0.203	0.715	0.043	0.040	0.159	0.218	0.224	0.075	0.097	0.090
UK-26	0.098	0.404	0.023	0.259	0.201	0.325	0.690	0.373	0.118	0.835	0.079	0.114	0.312
UK-27	0.840	0.066	0.422	0.116	0.194	0.163	0.038	0.130	0.116	0.089	0.275	0.076	0.120
UK-28	0.060	0.911	0.044	0.239	0.444	0.247	0.683	0.170	0.208	0.500	0.115	0.265	0.145
UK-29	0.438	0.029	0.754	0.019	0.040	0.112	0.045	0.010	0.054	0.010	0.505	0.001	0.153
UK-30	0.171	0.031	0.139	0.413	0.058	0.075	0.061	0.074	0.432	0.018	0.182	0.199	0.427
UK-31	0.099	0.499	0.095	0.079	0.933	0.064	0.297	0.073	0.187	0.261	0.049	0.110	0.012
UK-32	0.081	0.185	0.074	0.286	0.098	0.655	0.347	0.383	0.176	0.241	0.217	0.379	0.357
UK-33	0.150	0.710	0.030	0.241	0.320	0.374	0.893	0.281	0.138	0.685	0.040	0.290	0.226
UK-34	0.091	0.044	0.128	0.242	0.256	0.480	0.171	0.602	0.294	0.125	0.224	0.335	0.413
UK-35	0.107	0.005	0.120	0.240	0.086	0.220	0.036	0.463	0.682	0.134	0.163	0.273	0.485
UK-36	0.048	0.574	0.004	0.278	0.347	0.360	0.698	0.349	0.265	0.937	0.113	0.178	0.361
UK-37	0.253	0.170	0.555	0.013	0.101	0.161	0.068	0.126	0.212	0.144	0.857	0.143	0.209
UK-38	0.071	0.166	0.046	0.486	0.066	0.533	0.242	0.467	0.510	0.263	0.183	0.723	0.432
UK-39	0.057	0.138	0.123	0.477	0.044	0.447	0.246	0.540	0.595	0.369	0.142	0.326	0.773
UK-40	0.038	0.044	0.067	0.343	0.114	0.474	0.141	0.349	0.244	0.207	0.141	0.244	0.456
UK-41	0.191	0.066	0.574	0.065	0.038	0.104	0.002	0.094	0.243	0.035	0.725	0.229	0.195
UK-42	0.112	0.028	0.022	0.319	0.110	0.509	0.031	0.257	0.011	0.116	0.096	0.250	0.175
UK-43	0.147	0.658	0.005	0.152	0.318	0.159	0.585	0.193	0.108	0.355	0.100	0.157	0.046
UK-44	0.369	0.006	0.285	0.125	0.053	0.257	0.011	0.259	0.005	0.118	0.089	0.144	0.029
UK-45	0.196	0.241	0.515	0.138	0.118	0.262	0.187	0.320	0.357	0.112	0.782	0.262	0.238
UK-46	0.159	0.124	0.225	0.556	0.014	0.553	0.191	0.348	0.470	0.287	0.301	0.499	0.709
UK-47	0.495	0.006	0.691	0.025	0.028	0.065	0.028	0.108	0.156	0.015	0.382	0.006	0.153
UK-48	0.107	0.154	0.168	0.482	0.021	0.698	0.301	0.487	0.283	0.316	0.281	0.457	0.495
UK-49	0.487	0.161	0.137	0.240	0.027	0.411	0.009	0.263	0.057	0.062	0.122	0.263	0.074
UK-50	0.003	0.025	0.122	0.500	0.073	0.373	0.095	0.532	0.647	0.206	0.242	0.558	0.608
UK-51	0.064	0.152	0.016	0.457	0.173	0.341	0.090	0.418	0.555	0.168	0.243	0.516	0.320
UK-52	0.033	0.646	0.060	0.062	0.784	0.010	0.388	0.088	0.160	0.412	0.074	0.058	0.027

## A.12 LAMPIRAN L Tabel Skor Wawancara Perempuan (Bagian 4)

	K-40	K-41	K-42	K-43	K-44	K-45	K-46	K-47	K-48	K-49	K-50	K-51	K-52
UK-1	0.131	0.687	0.143	0.192	0.012	0.858	0.118	0.099	0.309	0.140	0.120	0.059	0.123
UK-2	0.148	0.116	0.070	0.552	0.054	0.155	0.068	0.026	0.130	0.135	0.248	0.108	0.687
UK-3	0.344	0.189	0.219	0.346	0.166	0.074	0.405	0.027	0.169	0.214	0.173	0.201	0.612
UK-4	0.148	0.101	0.099	0.086	0.034	0.150	0.170	0.001	0.068	0.033	0.170	0.114	0.466
UK-5	0.221	0.302	0.294	0.224	0.620	0.113	0.067	0.582	0.149	0.481	0.070	0.096	0.050
UK-6	0.380	0.098	0.241	0.189	0.065	0.173	0.634	0.063	0.540	0.039	0.270	0.290	0.164
UK-7	0.083	0.319	0.197	0.013	0.422	0.581	0.122	0.463	0.157	0.274	0.011	0.006	0.063
UK-8	0.170	0.239	0.029	0.030	0.082	0.247	0.403	0.064	0.308	0.062	0.253	0.247	0.001
UK-9	0.407	0.280	0.191	0.110	0.108	0.284	0.581	0.068	0.468	0.141	0.310	0.319	0.152
UK-10	0.273	0.286	0.079	0.093	0.013	0.240	0.466	0.073	0.362	0.069	0.383	0.448	0.173
UK-11	0.210	0.022	0.153	0.155	0.068	0.132	0.257	0.021	0.057	0.082	0.082	0.046	0.426
UK-12	0.628	0.032	0.628	0.225	0.554	0.134	0.440	0.331	0.468	0.655	0.126	0.206	0.045
UK-13	0.380	0.073	0.162	0.533	0.008	0.128	0.377	0.002	0.229	0.063	0.207	0.188	0.659
UK-14	0.174	0.608	0.181	0.305	0.064	0.833	0.173	0.037	0.394	0.142	0.080	0.057	0.122
UK-15	0.232	0.124	0.155	0.656	0.057	0.216	0.292	0.035	0.220	0.137	0.155	0.234	0.521
UK-16	0.178	0.094	0.112	0.003	0.063	0.318	0.225	0.040	0.006	0.120	0.263	0.015	0.162
UK-17	0.093	0.037	0.049	0.064	0.012	0.134	0.156	0.041	0.096	0.068	0.147	0.092	0.542
UK-18	0.123	0.584	0.262	0.192	0.141	0.406	0.137	0.171	0.353	0.160	0.062	0.038	0.064
UK-19	0.251	0.223	0.238	0.490	0.343	0.480	0.147	0.215	0.159	0.320	0.191	0.133	0.176
UK-20	0.153	0.511	0.201	0.387	0.195	0.851	0.223	0.037	0.379	0.263	0.214	0.163	0.082
UK-21	0.252	0.050	0.137	0.094	0.070	0.191	0.557	0.027	0.429	0.002	0.286	0.467	0.113
UK-22	0.410	0.023	0.230	0.290	0.109	0.015	0.325	0.036	0.152	0.184	0.174	0.199	0.676
UK-23	0.389	0.089	0.156	0.374	0.066	0.089	0.308	0.028	0.293	0.113	0.092	0.133	0.599
UK-24	0.147	0.235	0.262	0.027	0.615	0.198	0.051	0.614	0.134	0.452	0.135	0.098	0.045
UK-25	0.067	0.003	0.041	0.098	0.017	0.125	0.147	0.068	0.055	0.021	0.185	0.124	0.544
UK-26	0.366	0.087	0.239	0.434	0.081	0.096	0.190	0.014	0.211	0.101	0.043	0.072	0.368
UK-27	0.255	0.286	0.338	0.063	0.495	0.150	0.009	0.613	0.042	0.424	0.069	0.143	0.130
UK-28	0.259	0.109	0.077	0.557	0.039	0.127	0.236	0.037	0.244	0.125	0.255	0.158	0.568
UK-29	0.085	0.469	0.063	0.034	0.312	0.505	0.083	0.453	0.072	0.295	0.038	0.019	0.078
UK-30	0.095	0.063	0.018	0.180	0.016	0.151	0.278	0.015	0.014	0.000	0.157	0.099	0.016
UK-31	0.073	0.069	0.041	0.321	0.050	0.035	0.098	0.053	0.060	0.012	0.140	0.145	0.769
UK-32	0.418	0.204	0.396	0.236	0.152	0.233	0.475	0.043	0.652	0.379	0.223	0.403	0.018
UK-33	0.358	0.054	0.168	0.671	0.136	0.136	0.224	0.087	0.256	0.138	0.209	0.140	0.461
UK-34	0.062	0.196	0.054	0.005	0.058	0.202	0.187	0.184	0.478	0.081	0.177	0.093	0.195
UK-35	0.094	0.170	0.025	0.130	0.051	0.201	0.403	0.003	0.232	0.071	0.323	0.291	0.012
UK-36	0.396	0.032	0.209	0.426	0.034	0.129	0.345	0.017	0.191	0.065	0.130	0.175	0.605
UK-37	0.087	0.716	0.146	0.101	0.036	0.651	0.004	0.241	0.315	0.123	0.086	0.072	0.174
UK-38	0.393	0.142	0.195	0.040	0.207	0.205	0.564	0.186	0.487	0.254	0.464	0.436	0.057
UK-39	0.321	0.087	0.104	0.067	0.116	0.224	0.589	0.057	0.340	0.071	0.266	0.332	0.084
UK-40	0.679	0.169	0.543	0.003	0.328	0.151	0.567	0.265	0.415	0.410	0.062	0.176	0.058
UK-41	0.061	0.826	0.159	0.006	0.015	0.569	0.024	0.317	0.210	0.092	0.083	0.024	0.074
UK-42	0.745	0.058	0.787	0.074	0.381	0.131	0.450	0.266	0.384	0.656	0.024	0.124	0.030
UK-43	0.226	0.072	0.191	0.921	0.258	0.212	0.135	0.214	0.163	0.271	0.082	0.142	0.428
UK-44	0.394	0.174	0.506	0.027	0.703	0.032	0.177	0.553	0.180	0.664	0.011	0.063	0.036
UK-45	0.158	0.629	0.149	0.296	0.103	0.883	0.153	0.022	0.395	0.179	0.158	0.126	0.104
UK-46	0.475	0.294	0.274	0.039	0.078	0.321	0.803	0.068	0.563	0.219	0.257	0.329	0.074
UK-47	0.083	0.486	0.223	0.131	0.548	0.219	0.011	0.657	0.064	0.314	0.006	0.098	0.069
UK-48	0.641	0.202	0.411	0.128	0.139	0.297	0.610	0.073	0.711	0.356	0.174	0.248	0.088
UK-49	0.563	0.082	0.644	0.240	0.595	0.225	0.196	0.449	0.319	0.844	0.127	0.169	0.008
UK-50	0.088	0.181	0.068	0.152	0.038	0.279	0.392	0.092	0.306	0.008	0.523	0.369	0.009
UK-51	0.151	0.116	0.212	0.124	0.059	0.334	0.468	0.012	0.348	0.186	0.543	0.633	0.181
UK-52	0.116	0.029	0.090	0.422	0.056	0.079	0.113	0.056	0.055	0.036	0.100	0.175	0.889

### A.13 LAMPIRAN M Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 1)

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
UK-1	0.818	0.553	0.198	0.085	0.076	0.121	0.583	0.061	0.096	0.696	0.255	0.318	0.124
UK-2	0.648	0.777	0.122	0.186	0.080	0.310	0.593	0.258	0.304	0.633	0.020	0.260	0.006
UK-3	0.281	0.002	0.701	0.232	0.103	0.103	0.209	0.152	0.210	0.148	0.229	0.046	0.227
UK-4	0.045	0.064	0.012	0.945	0.672	0.716	0.057	0.699	0.525	0.206	0.425	0.335	0.743
UK-5	0.059	0.007	0.080	0.625	0.835	0.699	0.101	0.664	0.527	0.131	0.386	0.239	0.621
UK-6	0.092	0.136	0.041	0.736	0.779	0.928	0.041	0.784	0.699	0.232	0.546	0.391	0.712
UK-7	0.548	0.377	0.458	0.042	0.031	0.131	0.790	0.029	0.087	0.506	0.204	0.243	0.158
UK-8	0.005	0.233	0.042	0.708	0.605	0.799	0.108	0.900	0.562	0.133	0.459	0.236	0.753
UK-9	0.114	0.235	0.052	0.480	0.563	0.677	0.127	0.521	0.959	0.066	0.451	0.308	0.517
UK-10	0.648	0.624	0.003	0.129	0.204	0.193	0.466	0.129	0.127	0.919	0.355	0.469	0.276
UK-11	0.251	0.056	0.239	0.385	0.373	0.502	0.249	0.493	0.521	0.362	0.933	0.551	0.564
UK-12	0.083	0.030	0.063	0.700	0.632	0.716	0.060	0.712	0.532	0.337	0.664	0.443	0.836
UK-13	0.083	0.141	0.111	0.564	0.442	0.498	0.142	0.569	0.518	0.337	0.725	0.698	0.632
UK-14	0.156	0.407	0.000	0.535	0.298	0.447	0.243	0.501	0.282	0.158	0.090	0.025	0.414
UK-15	0.682	0.630	0.050	0.024	0.099	0.003	0.529	0.046	0.043	0.727	0.279	0.287	0.101
UK-16	0.002	0.265	0.208	0.314	0.544	0.472	0.046	0.510	0.484	0.079	0.269	0.023	0.498
UK-17	0.122	0.067	0.157	0.643	0.560	0.743	0.098	0.758	0.523	0.272	0.658	0.322	0.858
UK-18	0.598	0.235	0.217	0.396	0.358	0.410	0.332	0.340	0.441	0.669	0.491	0.492	0.400
UK-19	0.278	0.390	0.218	0.176	0.369	0.222	0.150	0.028	0.275	0.496	0.218	0.315	0.183
UK-20	0.172	0.071	0.134	0.289	0.432	0.286	0.206	0.236	0.201	0.090	0.186	0.019	0.426
UK-21	0.590	0.644	0.185	0.162	0.102	0.253	0.721	0.192	0.192	0.638	0.215	0.353	0.007
UK-22	0.576	0.493	0.202	0.242	0.128	0.109	0.412	0.136	0.048	0.618	0.384	0.350	0.011
UK-23	0.005	0.344	0.036	0.563	0.684	0.741	0.145	0.689	0.590	0.006	0.347	0.075	0.627
UK-24	0.597	0.655	0.253	0.077	0.080	0.210	0.694	0.132	0.232	0.703	0.124	0.345	0.080
UK-25	0.053	0.134	0.146	0.761	0.520	0.668	0.077	0.753	0.445	0.020	0.463	0.232	0.836
UK-26	0.145	0.073	0.084	0.843	0.626	0.803	0.055	0.798	0.535	0.311	0.688	0.506	0.862
UK-27	0.185	0.200	0.170	0.214	0.463	0.304	0.229	0.198	0.364	0.095	0.248	0.005	0.284
UK-28	0.433	0.549	0.326	0.096	0.012	0.057	0.665	0.008	0.078	0.516	0.200	0.351	0.259
UK-29	0.610	0.361	0.164	0.303	0.369	0.287	0.502	0.182	0.327	0.631	0.380	0.316	0.355
UK-30	0.025	0.180	0.073	0.830	0.584	0.780	0.014	0.857	0.469	0.125	0.460	0.224	0.768
UK-31	0.145	0.475	0.146	0.467	0.390	0.696	0.409	0.517	0.623	0.140	0.225	0.039	0.303
UK-32	0.439	0.463	0.182	0.473	0.444	0.427	0.427	0.320	0.351	0.345	0.014	0.028	0.130
UK-33	0.468	0.189	0.252	0.481	0.333	0.556	0.429	0.562	0.505	0.618	0.591	0.422	0.568
UK-34	0.091	0.107	0.121	0.628	0.641	0.614	0.024	0.657	0.445	0.197	0.410	0.272	0.698
UK-35	0.424	0.133	0.197	0.437	0.377	0.543	0.326	0.536	0.587	0.585	0.560	0.434	0.560
UK-36	0.071	0.091	0.194	0.567	0.497	0.644	0.136	0.761	0.452	0.221	0.566	0.223	0.750
UK-37	0.417	0.626	0.072	0.135	0.143	0.272	0.336	0.327	0.193	0.567	0.006	0.272	0.142
UK-38	0.056	0.050	0.092	0.823	0.627	0.780	0.046	0.778	0.497	0.129	0.523	0.314	0.826
UK-39	0.013	0.221	0.086	0.707	0.635	0.691	0.020	0.756	0.494	0.112	0.476	0.224	0.736
UK-40	0.115	0.524	0.060	0.480	0.522	0.654	0.304	0.449	0.635	0.014	0.277	0.163	0.394
UK-41	0.033	0.273	0.005	0.516	0.495	0.581	0.182	0.510	0.528	0.078	0.161	0.106	0.427
UK-42	0.546	0.328	0.211	0.272	0.229	0.380	0.405	0.415	0.370	0.688	0.510	0.356	0.462
UK-43	0.174	0.132	0.110	0.551	0.397	0.542	0.286	0.500	0.507	0.356	0.435	0.397	0.541
UK-44	0.120	0.057	0.010	0.715	0.755	0.762	0.101	0.687	0.527	0.338	0.618	0.395	0.841
UK-45	0.496	0.467	0.124	0.114	0.224	0.203	0.502	0.073	0.337	0.468	0.058	0.171	0.002
UK-46	0.437	0.580	0.169	0.124	0.174	0.189	0.635	0.094	0.218	0.591	0.169	0.214	0.137

#### A.14 LAMPIRAN N Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 2)

	K-14	K-15	K-16	K-17	K-18	K-19	K-20	K-21	K-22	K-23	K-24	K-25	K-26
UK-1	0.175	0.679	0.049	0.082	0.541	0.440	0.184	0.604	0.571	0.057	0.475	0.019	0.159
UK-2	0.467	0.610	0.242	0.075	0.254	0.311	0.111	0.705	0.628	0.359	0.728	0.214	0.036
UK-3	0.051	0.235	0.189	0.218	0.322	0.139	0.202	0.112	0.075	0.157	0.072	0.321	0.264
UK-4	0.520	0.039	0.481	0.542	0.446	0.419	0.358	0.186	0.175	0.612	0.112	0.719	0.763
UK-5	0.521	0.265	0.530	0.485	0.361	0.343	0.384	0.109	0.320	0.656	0.139	0.491	0.548
UK-6	0.381	0.000	0.544	0.678	0.454	0.397	0.279	0.169	0.111	0.642	0.062	0.698	0.754
UK-7	0.349	0.513	0.073	0.185	0.284	0.306	0.112	0.576	0.556	0.208	0.669	0.144	0.160
UK-8	0.415	0.052	0.725	0.682	0.375	0.127	0.312	0.299	0.268	0.702	0.113	0.750	0.735
UK-9	0.305	0.119	0.465	0.529	0.414	0.277	0.135	0.225	0.134	0.518	0.225	0.482	0.482
UK-10	0.203	0.706	0.020	0.215	0.587	0.603	0.108	0.580	0.667	0.068	0.551	0.088	0.295
UK-11	0.010	0.259	0.291	0.662	0.423	0.225	0.027	0.247	0.231	0.329	0.103	0.465	0.596
UK-12	0.242	0.065	0.469	0.762	0.413	0.334	0.298	0.002	0.000	0.607	0.050	0.727	0.857
UK-13	0.160	0.243	0.291	0.579	0.466	0.435	0.128	0.200	0.118	0.334	0.091	0.515	0.575
UK-14	0.764	0.186	0.394	0.283	0.091	0.169	0.259	0.420	0.561	0.559	0.392	0.455	0.448
UK-15	0.239	0.808	0.066	0.086	0.466	0.311	0.213	0.624	0.624	0.028	0.489	0.057	0.114
UK-16	0.308	0.199	0.741	0.505	0.247	0.017	0.275	0.156	0.284	0.517	0.118	0.469	0.371
UK-17	0.151	0.079	0.611	0.949	0.445	0.276	0.261	0.097	0.033	0.588	0.157	0.819	0.866
UK-18	0.013	0.544	0.225	0.361	0.877	0.626	0.014	0.270	0.361	0.288	0.242	0.323	0.458
UK-19	0.185	0.258	0.145	0.133	0.426	0.807	0.043	0.406	0.392	0.028	0.359	0.029	0.186
UK-20	0.146	0.115	0.228	0.333	0.001	0.046	0.965	0.132	0.207	0.224	0.037	0.279	0.372
UK-21	0.419	0.690	0.207	0.058	0.278	0.350	0.156	0.874	0.613	0.383	0.691	0.191	0.049
UK-22	0.650	0.612	0.155	0.087	0.318	0.349	0.291	0.600	0.833	0.312	0.481	0.068	0.013
UK-23	0.477	0.257	0.695	0.656	0.311	0.071	0.322	0.427	0.381	0.822	0.231	0.664	0.645
UK-24	0.427	0.679	0.149	0.049	0.389	0.449	0.111	0.707	0.653	0.273	0.819	0.016	0.081
UK-25	0.322	0.073	0.637	0.803	0.334	0.195	0.281	0.231	0.216	0.645	0.061	0.931	0.806
UK-26	0.416	0.152	0.535	0.727	0.567	0.375	0.259	0.014	0.027	0.633	0.011	0.784	0.879
UK-27	0.166	0.187	0.257	0.303	0.051	0.065	0.680	0.121	0.184	0.268	0.202	0.217	0.301
UK-28	0.238	0.508	0.025	0.237	0.461	0.467	0.066	0.584	0.459	0.003	0.721	0.244	0.209
UK-29	0.127	0.446	0.151	0.348	0.669	0.607	0.061	0.336	0.351	0.211	0.443	0.285	0.404
UK-30	0.510	0.026	0.719	0.693	0.372	0.183	0.255	0.230	0.210	0.679	0.050	0.797	0.810
UK-31	0.510	0.245	0.394	0.304	0.176	0.049	0.171	0.541	0.364	0.527	0.592	0.389	0.411
UK-32	0.612	0.523	0.104	0.095	0.095	0.042	0.148	0.439	0.592	0.372	0.509	0.251	0.201
UK-33	0.132	0.471	0.473	0.560	0.837	0.486	0.019	0.196	0.230	0.493	0.212	0.551	0.618
UK-34	0.330	0.043	0.475	0.561	0.350	0.256	0.366	0.098	0.197	0.551	0.105	0.611	0.644
UK-35	0.175	0.392	0.475	0.518	0.795	0.433	0.011	0.150	0.172	0.530	0.111	0.458	0.561
UK-36	0.351	0.005	0.732	0.740	0.440	0.135	0.322	0.057	0.099	0.637	0.078	0.715	0.745
UK-37	0.295	0.519	0.488	0.270	0.221	0.506	0.183	0.645	0.559	0.367	0.320	0.369	0.163
UK-38	0.337	0.046	0.567	0.710	0.413	0.252	0.421	0.217	0.179	0.567	0.021	0.827	0.862
UK-39	0.592	0.100	0.706	0.627	0.321	0.083	0.396	0.193	0.356	0.698	0.155	0.665	0.723
UK-40	0.411	0.181	0.421	0.390	0.248	0.202	0.279	0.448	0.257	0.578	0.469	0.478	0.449
UK-41	0.493	0.236	0.519	0.332	0.187	0.058	0.279	0.445	0.351	0.648	0.342	0.521	0.434
UK-42	0.019	0.586	0.396	0.406	0.786	0.404	0.056	0.281	0.345	0.412	0.276	0.349	0.473
UK-43	0.276	0.110	0.330	0.496	0.694	0.561	0.078	0.066	0.016	0.504	0.162	0.544	0.562
UK-44	0.230	0.047	0.523	0.790	0.438	0.407	0.382	0.042	0.039	0.608	0.121	0.731	0.831
UK-45	0.282	0.619	0.127	0.028	0.266	0.153	0.219	0.553	0.459	0.304	0.627	0.086	0.005
UK-46	0.458	0.643	0.078	0.186	0.247	0.326	0.143	0.629	0.705	0.256	0.816	0.010	0.031

### A.15 LAMPIRAN O Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 3)

	K-27	K-28	K-29	K-30	K-31	K-32	K-33	K-34	K-35	K-36	K-37	K-38	K-39
UK-1	0.151	0.488	0.567	0.068	0.147	0.460	0.549	0.110	0.413	0.146	0.456	0.108	0.115
UK-2	0.180	0.663	0.407	0.190	0.650	0.644	0.210	0.120	0.031	0.027	0.593	0.088	0.178
UK-3	0.227	0.260	0.332	0.267	0.029	0.011	0.369	0.182	0.346	0.288	0.081	0.273	0.177
UK-4	0.348	0.002	0.426	0.832	0.403	0.517	0.442	0.650	0.505	0.452	0.071	0.819	0.690
UK-5	0.378	0.027	0.282	0.627	0.458	0.478	0.320	0.631	0.447	0.406	0.257	0.626	0.667
UK-6	0.349	0.014	0.384	0.754	0.531	0.473	0.503	0.640	0.579	0.469	0.139	0.737	0.646
UK-7	0.191	0.661	0.431	0.104	0.560	0.437	0.395	0.032	0.249	0.273	0.397	0.085	0.008
UK-8	0.289	0.020	0.272	0.831	0.362	0.451	0.543	0.735	0.596	0.608	0.433	0.791	0.649
UK-9	0.370	0.123	0.221	0.465	0.514	0.424	0.448	0.361	0.616	0.335	0.204	0.480	0.498
UK-10	0.068	0.552	0.673	0.145	0.195	0.390	0.562	0.147	0.462	0.312	0.538	0.200	0.179
UK-11	0.188	0.145	0.401	0.400	0.150	0.089	0.555	0.290	0.565	0.478	0.019	0.457	0.315
UK-12	0.343	0.170	0.389	0.751	0.287	0.286	0.535	0.661	0.565	0.573	0.075	0.763	0.585
UK-13	0.214	0.156	0.359	0.503	0.202	0.136	0.499	0.436	0.542	0.542	0.090	0.544	0.428
UK-14	0.223	0.170	0.018	0.541	0.500	0.592	0.166	0.483	0.253	0.331	0.486	0.457	0.664
UK-15	0.169	0.508	0.521	0.056	0.283	0.584	0.502	0.020	0.368	0.157	0.518	0.047	0.012
UK-16	0.340	0.041	0.027	0.467	0.247	0.214	0.361	0.408	0.474	0.544	0.474	0.399	0.471
UK-17	0.269	0.222	0.388	0.763	0.165	0.258	0.581	0.610	0.594	0.676	0.178	0.781	0.515
UK-18	0.069	0.373	0.806	0.362	0.062	0.032	0.799	0.394	0.724	0.383	0.289	0.402	0.309
UK-19	0.095	0.284	0.535	0.054	0.010	0.013	0.226	0.019	0.210	0.002	0.539	0.091	0.088
UK-20	0.753	0.060	0.010	0.327	0.120	0.202	0.040	0.173	0.069	0.229	0.186	0.420	0.298
UK-21	0.157	0.600	0.423	0.136	0.532	0.557	0.266	0.130	0.127	0.044	0.604	0.141	0.115
UK-22	0.227	0.426	0.402	0.148	0.373	0.590	0.315	0.184	0.155	0.086	0.578	0.090	0.344
UK-23	0.413	0.073	0.197	0.684	0.439	0.537	0.437	0.615	0.539	0.475	0.558	0.649	0.602
UK-24	0.201	0.788	0.588	0.063	0.640	0.529	0.362	0.010	0.193	0.203	0.547	0.008	0.058
UK-25	0.234	0.213	0.283	0.803	0.134	0.421	0.433	0.685	0.495	0.673	0.322	0.837	0.533
UK-26	0.266	0.181	0.469	0.828	0.316	0.362	0.595	0.684	0.648	0.665	0.116	0.848	0.703
UK-27	0.978	0.133	0.046	0.306	0.294	0.298	0.111	0.156	0.209	0.137	0.171	0.308	0.277
UK-28	0.109	0.902	0.607	0.088	0.543	0.333	0.396	0.154	0.317	0.360	0.361	0.153	0.112
UK-29	0.022	0.491	0.826	0.259	0.162	0.064	0.681	0.309	0.575	0.261	0.351	0.346	0.227
UK-30	0.210	0.005	0.276	0.908	0.380	0.434	0.500	0.741	0.535	0.630	0.263	0.823	0.705
UK-31	0.295	0.468	0.020	0.488	0.900	0.577	0.195	0.375	0.341	0.181	0.309	0.420	0.517
UK-32	0.262	0.430	0.050	0.374	0.608	0.883	0.155	0.258	0.023	0.046	0.296	0.277	0.426
UK-33	0.119	0.424	0.725	0.518	0.115	0.008	0.964	0.524	0.927	0.575	0.003	0.567	0.481
UK-34	0.382	0.009	0.311	0.745	0.252	0.375	0.416	0.673	0.431	0.514	0.222	0.663	0.536
UK-35	0.140	0.344	0.640	0.464	0.187	0.012	0.925	0.450	0.953	0.573	0.040	0.503	0.533
UK-36	0.300	0.257	0.253	0.736	0.200	0.192	0.583	0.630	0.638	0.823	0.364	0.699	0.619
UK-37	0.179	0.324	0.359	0.320	0.209	0.455	0.067	0.215	0.019	0.236	0.827	0.255	0.110
UK-38	0.309	0.066	0.316	0.872	0.284	0.456	0.456	0.688	0.498	0.549	0.269	0.942	0.585
UK-39	0.376	0.014	0.203	0.789	0.455	0.473	0.468	0.610	0.563	0.647	0.376	0.716	0.833
UK-40	0.439	0.259	0.146	0.508	0.707	0.586	0.300	0.356	0.418	0.351	0.271	0.420	0.543
UK-41	0.273	0.237	0.141	0.568	0.535	0.566	0.258	0.423	0.363	0.383	0.386	0.527	0.571
UK-42	0.082	0.455	0.629	0.309	0.010	0.303	0.899	0.350	0.850	0.560	0.085	0.416	0.391
UK-43	0.131	0.411	0.693	0.463	0.192	0.305	0.697	0.539	0.728	0.440	0.021	0.546	0.555
UK-44	0.384	0.204	0.450	0.732	0.183	0.261	0.538	0.674	0.559	0.568	0.058	0.799	0.526
UK-45	0.245	0.552	0.386	0.071	0.505	0.413	0.240	0.021	0.059	0.054	0.338	0.066	0.145
UK-46	0.225	0.662	0.355	0.105	0.621	0.639	0.317	0.090	0.154	0.211	0.509	0.033	0.132

## A.16 LAMPIRAN P Tabel Skor Wawancara Laki-laki (Bagian 4)

	K-40	K-41	K-42	K-43	K-44	K-45	K-46
UK-1	0.120	0.036	0.565	0.184	0.204	0.543	0.552
UK-2	0.549	0.373	0.318	0.041	0.014	0.490	0.669
UK-3	0.157	0.179	0.271	0.222	0.239	0.218	0.073
UK-4	0.628	0.660	0.292	0.591	0.738	0.102	0.145
UK-5	0.518	0.574	0.213	0.527	0.724	0.176	0.269
UK-6	0.725	0.670	0.393	0.555	0.797	0.056	0.129
UK-7	0.284	0.111	0.394	0.235	0.152	0.604	0.647
UK-8	0.582	0.714	0.418	0.550	0.634	0.001	0.182
UK-9	0.664	0.654	0.345	0.553	0.533	0.200	0.292
UK-10	0.041	0.101	0.625	0.248	0.355	0.395	0.660
UK-11	0.281	0.260	0.454	0.415	0.524	0.274	0.189
UK-12	0.523	0.529	0.442	0.512	0.820	0.075	0.068
UK-13	0.281	0.275	0.424	0.493	0.693	0.204	0.186
UK-14	0.599	0.559	0.062	0.298	0.279	0.142	0.459
UK-15	0.238	0.178	0.584	0.003	0.112	0.583	0.720
UK-16	0.434	0.515	0.347	0.393	0.482	0.088	0.201
UK-17	0.487	0.541	0.483	0.537	0.771	0.157	0.093
UK-18	0.223	0.274	0.674	0.652	0.468	0.224	0.285
UK-19	0.079	0.037	0.180	0.366	0.385	0.012	0.234
UK-20	0.305	0.286	0.117	0.090	0.340	0.223	0.162
UK-21	0.453	0.406	0.345	0.013	0.074	0.677	0.650
UK-22	0.318	0.339	0.397	0.061	0.027	0.477	0.644
UK-23	0.694	0.726	0.366	0.500	0.601	0.261	0.338
UK-24	0.470	0.321	0.418	0.187	0.102	0.603	0.743
UK-25	0.517	0.620	0.337	0.563	0.758	0.091	0.067
UK-26	0.560	0.618	0.496	0.616	0.803	0.126	0.007
UK-27	0.399	0.303	0.082	0.170	0.344	0.301	0.245
UK-28	0.202	0.119	0.403	0.396	0.271	0.618	0.577
UK-29	0.114	0.218	0.541	0.632	0.420	0.221	0.312
UK-30	0.576	0.743	0.374	0.562	0.682	0.060	0.115
UK-31	0.818	0.695	0.096	0.255	0.297	0.317	0.515
UK-32	0.566	0.420	0.382	0.292	0.271	0.448	0.655
UK-33	0.381	0.446	0.843	0.721	0.538	0.340	0.304
UK-34	0.495	0.470	0.314	0.485	0.688	0.100	0.135
UK-35	0.414	0.478	0.857	0.703	0.528	0.195	0.257
UK-36	0.440	0.639	0.520	0.544	0.635	0.180	0.024
UK-37	0.315	0.401	0.132	0.055	0.050	0.284	0.525
UK-38	0.520	0.697	0.356	0.548	0.714	0.000	0.175
UK-39	0.622	0.759	0.397	0.520	0.618	0.020	0.259
UK-40	0.937	0.652	0.224	0.407	0.436	0.373	0.407
UK-41	0.744	0.770	0.225	0.378	0.315	0.292	0.455
UK-42	0.196	0.304	0.977	0.493	0.398	0.322	0.463
UK-43	0.425	0.516	0.501	0.908	0.524	0.163	0.037
UK-44	0.516	0.486	0.447	0.553	0.933	0.018	0.070
UK-45	0.451	0.318	0.281	0.054	0.067	0.657	0.513
UK-46	0.413	0.346	0.389	0.067	0.085	0.598	0.867

## A.17 LAMPIRAN Q Kode Phyton

### A.17.1 Ekstraksi fitur VAD dan MFCC

```
import bob.bio.base
import bob.bio.spear
import numpy as np
import scipy.io.wavfile

#parameter voice activity detection
vad_proc = bob.bio.spear.preprocessor.Energy_2Gauss(win_length_ms=20,
                                                    win_shift_ms=10)

#parameter MFCC
cep_extr = bob.bio.spear.extractor.Cepstral(win_length_ms=20,
                                             win_shift_ms=10,
                                             n_filters=24,
                                             f_min=200,
                                             f_max=3800,
                                             with_energy=True,
                                             with_delta=True,
                                             with_delta_delta=True,
                                             n_ceps=19,
                                             pre_emphasis_coef=0.97,
                                             normalize_flag=True,
                                             features_mask=np.arange(0,60))

for i in range (1,46+1):
    file_in = str(i) + '_M_Percakapan_Mic.wav'
    print(file_in)
    rate, audio = scipy.io.wavfile.read(file_in)
    data = np.cast['float'](audio)
    #ekstraksi vad
    rate, signal, vad_labels = vad_proc((rate, data))
    #ekstraksi MFCC
    ceps = cep_extr((rate, signal, vad_labels))
    #penyimpanan hasil ekstraksi
    np.set_printoptions(threshold=np.Infinity)
    file_ceps = str(i) + '_M_Percakapan_Mic_ceps.txt'
    bob.io.base.save(ceps, file_ceps)
```

### A.17.2 Training I-Vector

```
import bob.bio.gmm
import bob.learn.em
import numpy as np
import bob.bio.base

data = np.empty([0,60])

#loading data hasil MFCC
print('loading data . . .')
for i in range (1,20+1):
    file_ceps = str(i) + '_M_Percakapan_Mic_ceps.txt'
    data_ceps = bob.bio.base.load(file_ceps)
    data = np.vstack((data,data_ceps))

print(data.shape)
background_data = np.vsplit(data,data.shape[0])

#parameter i-vector yang digunakan
print('Training i-vector')
ivec = bob.bio.gmm.algorithm.IVector(
    #i-vector parameter
    subspace_dimension_of_t=100,
    tv_training_iterations=25,
    update_sigma=True,
    use_whitening=True,
    #gmm parameter
    number_of_gaussians=32,
    use_lda=False,
    use_wccn=False,
    use_plda=False,
    lda_dim=None,
    lda_strip_to_rank=True,
    plda_dim_F=50,
    plda_dim_G=50,
    plda_training_iterations=100,
) #

#pelatihan matriks tv dan ubm kemudian disimpan
ivec.train_projector([background_data], 'projector_file200128.hdf5')
```



### A.17.3 *Skoring I-Vector*

```
import bob.bio.gmm
import bob.learn.em
import numpy as np
import bob.bio.base

#parameter i-vector
ivec = bob.bio.gmm.algorithm.IVector(
    #i-vector parameter
    subspace_dimension_of_t=100,
    tv_training_iterations=25,
    update_sigma=True,
    use_whitening=True,
    #gmm parameter
    number_of_gaussians=32,
    training_threshold = 0.0,
    use_lda=False,
    use_wccn=False,
    use_plda=False,
    lda_dim=None,
    lda_strip_to_rank=True,
    plda_dim_F=50,
    plda_dim_G=50,
    plda_training_iterations=100,
)

#loading matriks tv dan ubm hasil latihan
ivec.load_projector('projector_file.hdf5')

for i in range (1,46+1):
    #penyimpanan skor
    fileout = open('LOG_run_ivec_' + str(i) + '.txt', 'w')

    for iprobe in range (1,46+1):
        #pembagian data untuk sampel K
        f_read_model = bob.bio.base.load(str(i) +
            '_M_Percakapan_Mic_ceps.txt')
        Nhalf = int(f_read_model.shape[0]/2)
        f_model = f_read_model[0:Nhalf,:]

        #pembagian data untuk sampel UK
        f_read_probe = bob.bio.base.load(str(iprobe) +
            '_M_Percakapan_Mic_ceps.txt')
        Nhalf = int(f_read_probe.shape[0]/2)
        f_probe = f_read_probe[Nhalf:,:]

        print('Client = %4d, probe = %4d' % (i,iprobe),file=fileout)
        print('Client = %4d, probe = %4d' % (i,iprobe))

        #skoring K dan UK dengan cosine distance
```

```
iv_model = ivec.project(f_model)
iv_probe = ivec.project(f_probe)
score = ivec.score(iv_model, iv_probe)
print(score, file=fileout)
print('Score %18.10f' % score )

fileout.close()
```