

Pengembangan Aplikasi *Text-to-Speech* Bahasa Indonesia Menggunakan Metode *Finite State Automata* Berbasis Android

Rieke Adriati W.¹, Herman Tolle², Onny Setyawati³

Abstract—In this paper, the development of Android-based Indonesian Text-to-Speech (TTS) utilizing API Google for English TTS as a data voice has been proposed. Using this approach, a lightweight and mobile Indonesian TTS application can be realized. The utilization of English data voice is carried out by cutting off (hyphenate) Indonesian words into syllables using Finite State Automata method, then searching for equivalent syllables in English which have similar pronunciation. Using FSA method, this system is able to hyphenate all Indonesian words up to 95.19%. This application has Mean Opinion Score (MOS) value of understanding the words criteria of 3.31 and MOS value of smoothness pronunciation criteria of 3.46 (in a scale of 5).

Intisari—*Text-To-Speech* Bahasa Indonesia yang telah banyak dikembangkan sebelumnya adalah berbasis komputer dan menggunakan *database* rekaman suara pribadi berbasis *diphone* maupun *phoneme*. Pada paper ini dikemukakan sebuah pengembangan aplikasi TTS Bahasa Indonesia berbasis Android yang dapat digunakan dimana saja (*mobile*) dan memanfaatkan API Google untuk TTS dalam Bahasa Inggris sebagai *data voice*-nya sehingga didapatkan aplikasi yang ringan. Pemanfaatan *data voice* Bahasa Inggris agar menjadi Bahasa Indonesia dilakukan dengan memenggal kata dalam Bahasa Indonesia menjadi suku kata sesuai dengan pola suku kata yang telah ditentukan menggunakan metode Finite State Automata (FSA), kemudian dicari padanan katanya dalam Bahasa Inggris yang mempunyai pengucapan mirip dengan Bahasa Indonesia. Hasil yang didapatkan yaitu aplikasi TTS Bahasa Indonesia dapat berjalan dengan baik. Metode FSA mampu memenggal kata, baik kata dasar maupun kata berimbuhan, dalam Bahasa Indonesia sebesar 95.19% serta mempunyai nilai *Mean Opinion Score* (MOS) untuk kriteria tingkat pemahaman *user* terhadap ucapan sebesar 3.31 dari 5, dan 3.46 dari 5 untuk kriteria kelancaran pengucapan.

Kata Kunci— Android, Bahasa Indonesia, FSA, Suku kata, TTS

I. PENDAHULUAN

Jumlah penyandang tuna netra di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 1.5% dari jumlah penduduk. Angka tersebut merupakan yang tertinggi di Asia. Sedangkan pada tahun

2010, angka kebutaan di Indonesia termasuk yang paling tinggi di dunia, yaitu nomor dua setelah Ethiopia [1]. Selain tuna netra, ada pula penderita penyakit lemah penglihatan (*low vision*) di Indonesia yang jumlahnya mencapai tiga kali lipat dari penderita tuna netra [2]. Banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk membantu mereka berkomunikasi dengan orang lain maupun *gadget*, salah satunya adalah *Text-To-Speech* (TTS) Bahasa Indonesia. TTS adalah sistem yang dapat mengubah suatu teks menjadi ucapan secara otomatis dengan cara fonetisasi (penyusunan fonem-fonem untuk membentuk ucapan) [3]. Dengan teknologi TTS, dimungkinkan sebuah komputer mampu berkomunikasi dan berinteraksi dengan manusia tidak hanya melalui tulisan, namun juga dalam bentuk lisan menggunakan bahasa yang digunakan sehari-hari.

TTS Bahasa Indonesia yang banyak dibuat dan dikembangkan saat ini berbasis komputer, yang memiliki beberapa kelemahan antara lain ukuran PC yang relatif besar dan berat, sehingga menjadikan kurang praktis untuk dibawa ke mana saja. Padahal dalam perkembangan teknologi, alat penunjang yang paling banyak digunakan untuk membantu menjalankan atau menyelesaikan pekerjaan manusia saat ini adalah *smartphone*. Salah satu *platform* pada *smartphone* yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia adalah *platform* Android, dikarenakan fitur-fitur yang tersedia dalam *smartphone* ini dapat memuaskan kebutuhan para konsumen [4].

TTS Bahasa Indonesia yang banyak dikembangkan saat ini menggunakan *database* suara dari kata-kata dalam Bahasa Indonesia yang direkam secara pribadi kemudian diolah untuk dapat menjadi *output* sebuah sistem. Di lain sisi, tersedianya API Google untuk TTS dalam Bahasa Inggris mampu dikonfigurasi menjadi Bahasa Indonesia, sehingga tidak dibutuhkan proses perekaman suara dari kata-kata dalam Bahasa Indonesia. Langkah ini dapat mengurangi penggunaan *memory* dan waktu yang diperlukan untuk membangun sistem TTS. Pemilihan Bahasa Inggris dikarenakan bahasa tersebut telah di-*support* oleh semua aplikasi TTS yang tersedia (Mary TTS dan Ivona TTS).

Untuk memudahkan proses konfigurasi Bahasa Inggris menjadi Bahasa Indonesia, diperlukan pemenggalan kata dalam Bahasa Indonesia menjadi suku kata, sehingga konfigurasi dilakukan berdasarkan suku kata. Hal ini juga bertujuan agar suara yang dihasilkan dapat terdengar mirip dengan Bahasa Indonesia. Proses pemenggalan kata menjadi suku kata dilakukan dengan metode *Finite State Automata* (FSA), yaitu metode yang mampu mengenali dan mengolah bahasa dengan membentuk pola-pola suku kata. Metode FSA

¹Mahasiswa, Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Jln. MT Haryono 167 Malang 65145 INDONESIA (e-mail: rieke.adriati@gmail.com)

²Dosen, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya, Jln. Veteran 8 Malang 65145 INDONESIA (telp: 0341-577-911)

³Dosen, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Jln. MT Haryono 167 Malang 65145 INDONESIA (telp: 0341-551430)

menentukan huruf-huruf masukan berdasarkan fonem kata, yang kemudian menjadi dasar sebagai pembentukan pola suku kata dalam Bahasa Indonesia [5].

Beberapa penelitian berkaitan dengan pengembangan aplikasi TTS Bahasa Indonesia antara lain penelitian yang dikembangkan menggunakan metode *syllable concatenation* atau penyambungan suku kata. Pengembangan TTS ini ditujukan untuk membantu masyarakat yang mempunyai kelainan penglihatan berupa penyakit lemah penglihatan (*low vision aid*) dalam hal membaca tulisan di komputer. Pembuatan *database* suara untuk semua suku kata dalam Bahasa Indonesia dibuat secara manual karena tidak tersedianya kamus KBBI berbentuk digital pada saat itu. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah proses normalisasi kata dapat dilakukan dengan benar. Kemudian proses pemenggalan suku kata juga dapat dilakukan sesuai dengan 11 pola suku kata yang ditentukan. Apabila ditemukan kata yang tidak dapat dipenggal sesuai pola suku katanya, maka digunakan algoritma *Brute Force* untuk melakukan proses pemenggalan katanya [6].

Penelitian mengenai FSA dilakukan [7] untuk memenggal kata-kata dalam Bahasa Indonesia. Penelitian ini membandingkan metode Aryanata dengan metode FSA untuk memenggal kata dalam Bahasa Indonesia. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa metode FSA mampu memenggal suku kata pada kata dasar Bahasa Indonesia sebesar 96.67% dan suku kata pada kata berimbuhan sebesar 98.81%. Hasil ini jauh lebih besar daripada metode Aryanata yaitu sebesar 92.22% untuk suku kata pada kata dasar dan suku kata pada kata berimbuhan sebesar 88.68%.

Aplikasi yang dikembangkan pada paper ini adalah perangkat lunak TTS Bahasa Indonesia berbasis *platform* Android yang dikembangkan menggunakan metode FSA dan memanfaatkan *speech synthesizer* dengan *data voice* Bahasa Inggris sehingga dapat digunakan di mana saja tanpa tergantung pada PC maupun komputer.

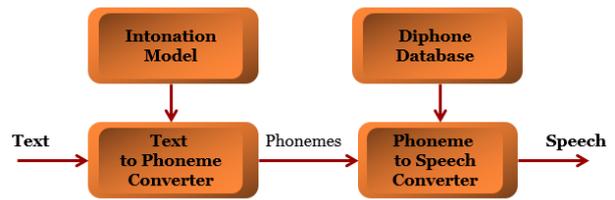
II. TEXT-TO-SPEECH DAN FINITE STATE AUTOMATA

A. Text-To-Speech (TTS)

Secara umum pengertian *Text-To-Speech* adalah sebuah sistem yang mengubah suatu teks menjadi bentuk ucapan. Menurut beberapa literatur, pengertian TTS adalah sebagai produksi ucapan secara otomatis melalui transkripsi *grapheme to phoneme* dari sebuah kalimat [8].

Pada prinsipnya, TTS terdiri atas dua sub sistem, yaitu *converter* teks ke fonem (*text to phoneme*) dan *converter* fonem ke ucapan (*phoneme to speech*). Bagian *converter* teks ke fonem berfungsi untuk mengubah kalimat masukan dalam suatu bahasa tertentu yang berbentuk teks menjadi rangkaian kode-kode bunyi yang biasanya direpresentasikan dengan kode fonem, durasi, serta *pitch*-nya. Bagian ini bersifat sangat *language dependant*. Untuk suatu bahasa baru, bagian ini harus dikembangkan secara lengkap khusus untuk bahasa tersebut.

Pada Gbr. 1 dijelaskan *input*, proses, dan *output* dari sistem *Text-To-Speech* secara umum.



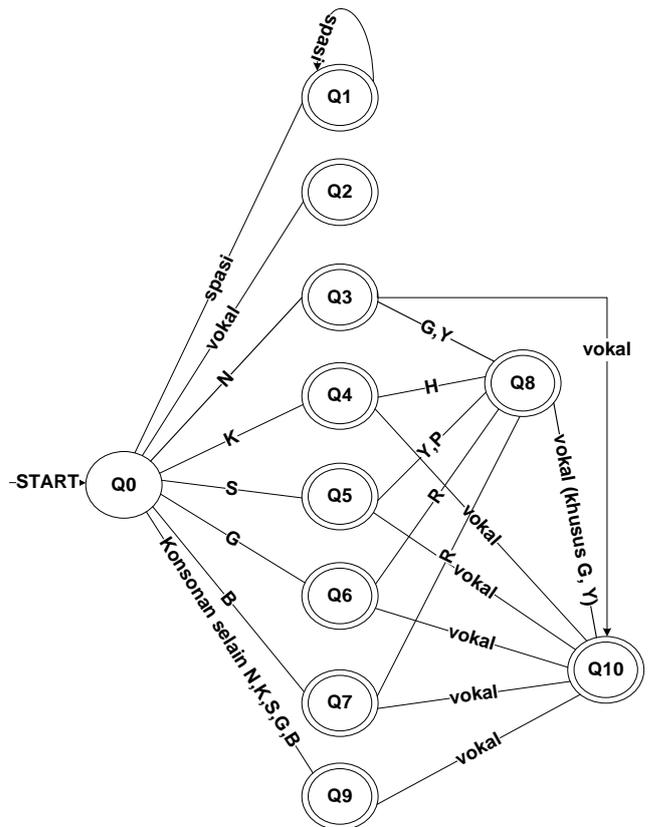
Gbr. 1 Sistem *Text-To-Speech* [9].

Bagian *converter* fonem ke ucapan menerima masukan berupa kode-kode fonem serta *pitch* dan durasi yang dihasilkan oleh bagian sebelumnya. Berdasarkan kode-kode tersebut, bagian *converter* fonem ke ucapan menghasilkan bunyi atau sinyal ucapan yang sesuai dengan kalimat yang ingin diucapkan [9].

B. Finite State Automata (FSA)

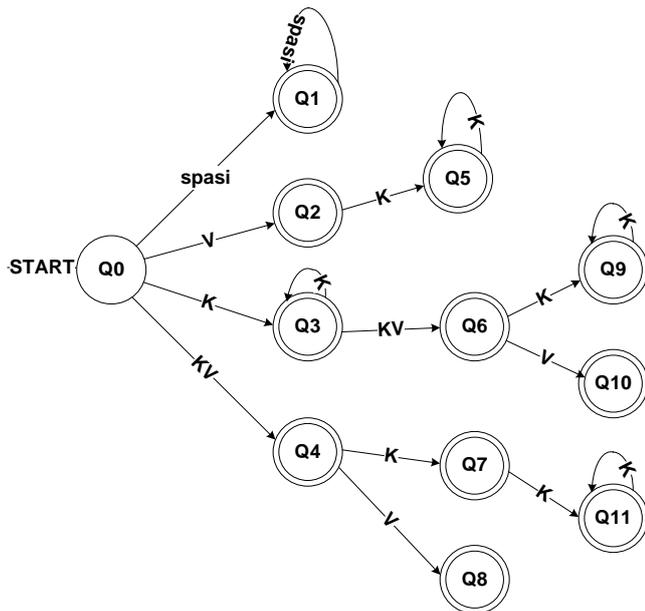
FSA adalah model matematika yang dapat menerima *input* dan mengeluarkan *output*. FSA memiliki *state* yang berhingga banyaknya dan dapat berpindah dari satu *state* ke *state* lainnya berdasar *input* dan fungsi transisi. FSA tidak memiliki tempat penyimpanan atau *memory*, hanya bisa mengingat *state* terkini [10].

Terdapat dua tingkatan FSA yang digunakan pada penelitian ini. Pada tingkatan pertama yang dikenali adalah pola V, K, dan KV. Hasil pengenalan FSA pada suatu tingkatan menjadi masukan bagi FSA tingkatan berikutnya. Dalam Gbr. 2 digambarkan diagram transisi FSA tingkatan pertama.



Gbr. 2 Diagram transisi FSA tingkatan pertama.

Pada tingkatan kedua FSA dapat mengenali 12 suku kata dengan pola V, VK, KV, VKK, KVK, KKV, KVKK, KKVK, KKKV, KKVKK, KKKVK, dan KVKKK. Dalam Gbr. 3 digambarkan diagram transisi FSA tingkatan kedua.



Gbr. 3 Diagram transisi FSA tingkatan kedua.

III. PERANCANGAN SISTEM

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan TTS Bahasa Indonesia ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan baik kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, hasil, dan pengambilan kesimpulan serta diskusi mengenai perbaikan atau saran yang dapat diambil untuk pengembangan aplikasi.

Adapun langkah-langkah proses pembuatan TTS Bahasa Indonesia dijelaskan sebagai berikut.

1) *Memasukkan teks*: Teks yang dimasukkan ke dalam kolom yang telah disediakan adalah dalam Bahasa Indonesia.

2) *Memeriksa teks yang telah dimasukkan*: Apabila terdapat angka, satuan mata uang, satuan waktu (jam dan tanggal), suhu, satuan berat dan panjang, dan singkatan umum di dalam teks, maka dilakukan proses normalisasi yang berfungsi untuk mengubah semua teks menjadi teks yang secara lengkap memperlihatkan cara pengucapannya agar kemudian dapat dipenggal oleh pemenggal suku kata.

3) *Melakukan pemenggalan suku kata menggunakan metode FSA*: Proses ini berfungsi untuk memenggal kata menjadi suku kata yang dikenali oleh dua tahapan mesin FSA sesuai dengan 12 pola suku kata untuk Bahasa Indonesia. Hasil dari proses ini adalah sekumpulan variabel yang berisi semua suku kata yang telah terpenggal.

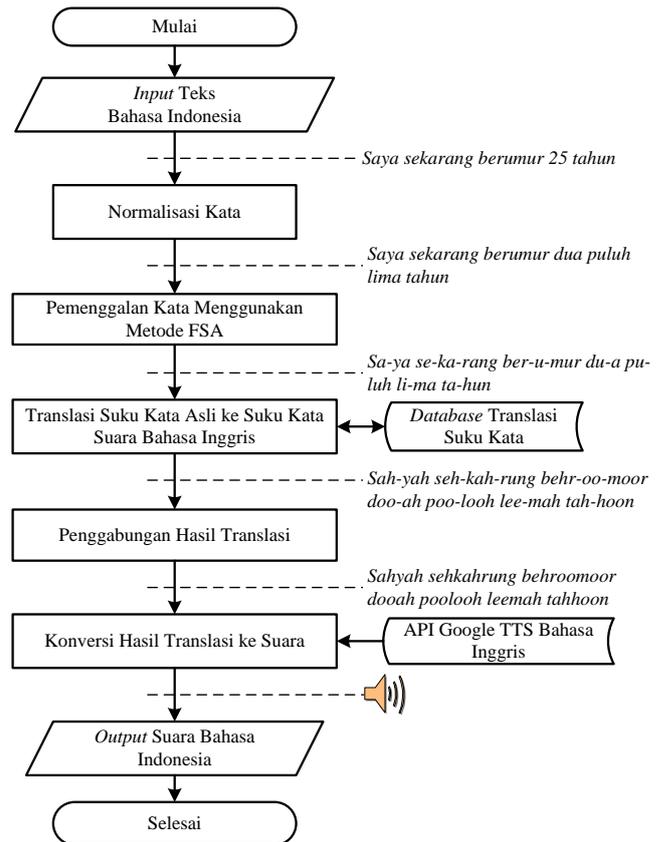
4) *Melakukan translasi suku kata asli ke dalam suku kata suara Bahasa Inggris*: Proses ini berfungsi untuk mengganti suku kata Bahasa Indonesia menjadi suku kata Bahasa Inggris yang akan dibaca oleh API Google TTS Bahasa Inggris, sehingga *user* dapat mendengarkan *output* suara dalam Bahasa

Indonesia walaupun *data voice* yang digunakan adalah Bahasa Inggris. Hasil translasi ini disimpan di dalam *database* translasi suku kata.

5) *Melakukan penggabungan hasil translasi*: Proses ini berfungsi untuk menggabungkan suku kata hasil translasi yang menjadi produk akhir sebelum dikirim ke API Google TTS.

6) *Melakukan konversi atau pembacaan suku kata hasil translasi oleh API Google TTS*: Hasil dari proses ini adalah suara dalam Bahasa Inggris yang terdengar seperti Bahasa Indonesia sesuai dengan teks yang diberikan pada kolom *input*.

Adapun proses pembuatan TTS Bahasa Indonesia tersebut dapat digambarkan sesuai dengan Gbr. 4 berikut.



Gbr. 4 Proses pembuatan TTS Bahasa Indonesia.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Normalisasi Teks

Terhadap setiap teks kalimat yang mengandung angka, satuan mata uang, waktu dan tanggal, suhu, satuan, dan singkatan dilakukan proses normalisasi teks terlebih dahulu. Dalam Tabel I ditunjukkan hasil proses normalisasi yang dilakukan oleh sistem TTS sebelum melakukan proses pemenggalan kata.

B. Pengujian Pemenggalan Suku Kata Menggunakan FSA

Pengujian dilakukan untuk semua pola suku kata yang telah ditentukan untuk Bahasa Indonesia. Hasil pemenggalan yang

ditampilkan dalam Tabel II adalah hasil akhir dari metode FSA dua tingkat (kata yang diujikan diberikan secara acak dan tidak ditampilkan semua di dalam tabel).

TABEL I
HASIL NORMALISASI TEKS

Teks	Hasil normalisasi
11	Sebelas
12.500	Dua belas ribu lima ratus
12,56	Dua belas koma lima puluh enam
RP	Rupiah
USD	Dolar amerika
19:37	Pukul sembilan belas lewat tiga puluh tujuh menit
11/02/2011	Tanggal sebelas bulan dua tahun dua ribu sebelas
°C	Derajat celsius
kW	Kilo Watt
Dll	Dan lain lain

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PEMENGGALAN DUA TINGKAT

Pola Suku Kata	Teks	Hasil Pemenggalan	Hasil Pengujian
V	Ibu	I-bu-	Benar
	Bau	Bau- (diftong)	Benar
VK	Antar	An-tar-	Benar
	Berbuat	Ber-bu-at-	Benar
KV	Pusing	Pu-sing-	Benar
	Melakukan	Me-la-ku-kan-	Benar
VKK	Ons	Ons-	Benar
	Ekspor	Eks-por-	Salah
KVK	Sumber	Sum-ber-	Benar
	Terbawa	Ter-ba-wa-	Benar
KKV	Slogan	Slo-gan-	Benar
	Gratis	Gra-tis-	Benar
KKVK	Praktik	Prak-tik-	Benar
	Traktor	Trak-tor-	Benar
KKVKK	Kompleks	Kom-pleks-	Benar
	Transportasi	Tran-spor-ta-si-	Salah
KVKK	Banguku	Bang-ku-	Benar
	Modern	Mo-der-	Benar
KVKKK	Korps	Korps-	Benar
KKKV	Strategi	Stra-te-gi-	Benar
	Instrumen	Inst-ru-men-	Salah
KKKVK	Instruksi	Inst-ruk-si-	Salah
	Stres	Stres-	Benar

Dari 12 pola suku kata yang diujikan pada Tabel II di atas, terdapat delapan pola suku kata yang semua contoh katanya dapat dipenggal dengan benar, yaitu V, VK, KV, KVK, KKV, KVKK, KKVK, dan KVKKK. Sedangkan empat pola suku kata yaitu VKK, KKKV, KKVKK, dan KKKVK belum dapat dipenggal semuanya dengan benar. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti berikut.

- Pada FSA tingkat pertama, dilakukan penggabungan untuk huruf 's' dan 'p', sehingga dapat menghasilkan pembacaan yang tidak terpenggal. Hal ini tetap dilakukan pada FSA tingkat kedua, sehingga beberapa kata yang mengandung huruf 's' dan 'p' tidak dapat

dipenggal sesuai dengan pola suku katanya (seperti pada kata 'ekspor', 'transportasi').

- Pedoman pemenggalan kata yang berbunyi bahwa "Jika di tengah kata terdapat tiga huruf konsonan atau lebih, pemenggalan dilakukan diantara huruf konsonan pertama dan kedua, contoh: in-struk-si, ab-strak-si dan in-strumen." belum dapat diaplikasikan ke seluruh kata dalam Bahasa Indonesia, sehingga menghasilkan *output* penggalan kata yang tidak sesuai dengan pola suku kata untuk Bahasa Indonesia.

Adapun metode FSA dua tingkatan yang diterapkan pada penelitian ini dapat memenggal 104 kata dalam Bahasa Indonesia dengan benar sebesar 95.19%, baik untuk kata dasar maupun kata berimbuhan.

C. Pengujian Pembacaan Hasil Translasi Menggunakan API Google TTS Bahasa Inggris

Pengujian ini melibatkan 35 responden (jenis kelamin bebas dan tidak ada batasan usia) untuk menilai kualitas suara yang dihasilkan oleh aplikasi TTS Bahasa Indonesia. Jumlah ini dipilih karena dianggap dapat memberikan hasil penelitian yang lebih valid [11].

Beberapa responden yang terlibat dalam penelitian ini merupakan penderita penyakit *low vision*, sehingga diharapkan penelitian ini dapat tepat guna untuk membantu mereka dalam berkomunikasi baik dengan orang lain maupun dengan *gadget*. Pengujian dilakukan dengan cara memperdengarkan 20 kata dengan masing-masing kata diulang sebanyak tiga kali kepada responden. Setelah responden selesai melakukan pengujian tersebut, dilanjutkan dengan responden memberikan kriteria penilaian terhadap aplikasi TTS Bahasa Indonesia.

Adapun kriteria yang dijadikan penilaian melalui kuesioner tersebut ditampilkan dalam Tabel III dan Tabel IV [12].

TABEL III
PENILAIAN TINGKAT PEMAHAMAN USER TERHADAP UCAPAN

Nilai	Keterangan
1	Ucapan tidak dapat dipahami, perangkaian ucapan tidak jelas
2	Ucapan tidak dapat dipahami, perangkaian ucapan kurang jelas
3	Ucapan dapat dipahami, perangkaian ucapan kurang jelas
4	Ucapan dapat dipahami, perangkaian ucapan jelas
5	Ucapan dapat dipahami, perangkaian ucapan sangat jelas

Nilai *Mean Opinion Score* (MOS) untuk kriteria tingkat pemahaman *user* terhadap ucapan adalah sebesar 3.31 dari 5, atau bernilai cukup.

Nilai MOS (*Mean Opinion Score*) untuk kriteria kelancaran pengucapan adalah sebesar 3.46 dari 5 atau bernilai cukup. Sedangkan hasil penulisan kembali suara hasil *output* sistem TTS yang telah didengarkan ke responden bernilai 71%. Dari 20 kata yang diperdengarkan kepada masing-masing responden, rata-rata terdapat 11 kata yang dapat dituliskan kembali dengan benar.

TABEL IV
PENILAIAN KELANCARAN PENGUCAPAN

Nilai	Keterangan
1	Pengucapan tidak lancar, transisi antar suku kata sangat mengganggu
2	Pengucapan tidak lancar, transisi antar suku kata sedikit mengganggu
3	Pengucapan lancar, transisi antar suku kata sedikit mengganggu
4	Pengucapan lancar, transisi antar suku kata nyaman
5	Pengucapan lancar, transisi antar suku kata sangat nyaman

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa secara garis besar ucapan dari aplikasi TTS Bahasa Indonesia ini dapat dipahami oleh *user*. Namun ada beberapa kondisi yang mengakibatkan pengucapan sulit dipahami, yaitu sebagai berikut.

- Perbedaan vokal antara Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris yang menyebabkan aplikasi TTS tidak selalu dapat menyuarakan kata-kata sesuai dengan vokal Bahasa Indonesia, walaupun hasil translasi telah disesuaikan dengan teks *input*. Sebagai contoh kata ‘kompor’ mempunyai hasil translasi ‘kom’ dan ‘poor’ yang dilafalkan menjadi ‘kômpôr’.
- Tidak disuarakan dengan jelas kata-kata dalam Bahasa Indonesia yang berakhir huruf ‘r’, seperti ‘ular’, ‘kompor’ atau ‘besar’. Kata-kata tersebut cenderung berdengung ketika disuarakan, berbeda dengan Bahasa Indonesia yang selalu melafalkan huruf ‘r’ di akhir kata dengan jelas.
- Ketika kata-kata dalam teks *input* mengandung huruf NY + vokal seperti ‘ternyata’, ‘bunyi’ atau ‘menyani’, aplikasi TTS tidak dapat menyuarakan seperti suara asli, namun menjadi ‘ternaiyata’, ‘bunai’ dan ‘menaiyanai’.
- Pada beberapa kata terdengar adanya perbedaan penempatan antara huruf e pepet dan e taling. Sebagai contoh kata ‘kesempatan’ mempunyai pelafalan menggunakan e pepet, namun aplikasi TTS melafalkan menggunakan e taling.
- Kesalahan dalam pemenggalan kata mempengaruhi hasil translasi sehingga menghasilkan pelafalan yang tidak sesuai dengan suara asli.

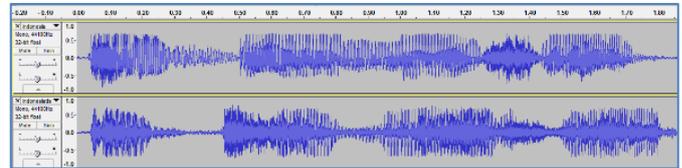
D. Pengujian Kualitatif Gelombang Suara Output

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan bentuk gelombang suara yang dihasilkan oleh aplikasi TTS dengan suara asli. Suara dari aplikasi TTS dan suara asli direkam menggunakan perangkat keras yang sama dan dilakukan pada kondisi ruang yang sama. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan perbedaan sinyal yang dihasilkan. Berikut dalam Gbr. 5 hingga Gbr. 8 ditampilkan bentuk gelombang suara asli dan suara hasil aplikasi TTS dari kata “Indonesia”, “Selamat”, “Teknik”, dan “Tujuh” (gelombang atas adalah suara asli, gelombang bawah adalah suara hasil aplikasi TTS).

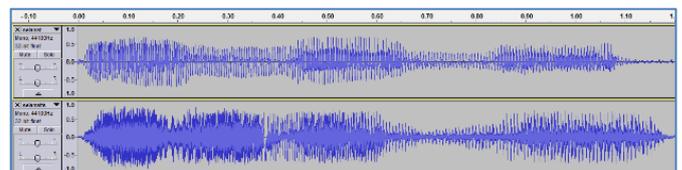
Adapun hasil yang didapatkan dari bentuk gelombang suara tersebut ditampilkan dalam Tabel V.

Keempat kata tersebut rata-rata mempunyai nilai amplitudo dan periode waktu yang sama. Sedangkan dalam hal kesamaan bentuk gelombang, terdapat tiga kata yang

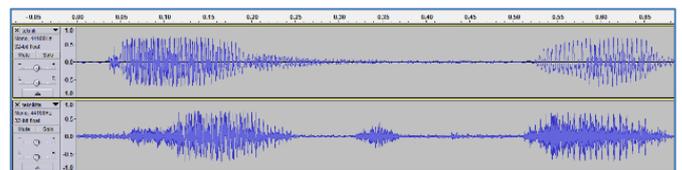
mempunyai bentuk gelombang suara hampir mirip antara suara asli dengan suara hasil aplikasi TTS yaitu kata ‘Indonesia’, ‘Selamat’, dan ‘Teknik’. Kemiripan terlihat saat masing-masing suku kata diucapkan. Sedangkan perbedaan bentuk gelombang terjadi saat proses penyambungan suku kata atau transisi antar suku kata. Hal ini mungkin terjadi karena proses penyambungan menyebabkan suara yang dihasilkan kurang terdengar natural.



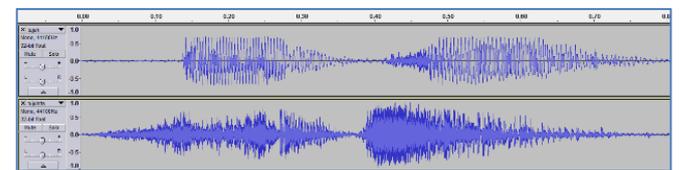
Gbr. 5 Bentuk gelombang suara kata “Indonesia”.



Gbr. 6 Bentuk gelombang suara kata “Selamat”.



Gbr. 7 Bentuk gelombang suara kata “Teknik”.



Gbr. 8 Bentuk gelombang suara kata “Tujuh”.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN BENTUK GELOMBANG SUARA

Kata	Amplitudo	Periode (s)	Kesamaan Bentuk Gelombang Suara
Indonesia (Asli)	0.9	1.80	Hampir sama
Indonesia (TTS)	0.9	1.85	
Selamat (Asli)	0.8	1.10	Hampir sama
Selamat (TTS)	0.9	1.20	
Teknik (Asli)	0.8	0.70	Hampir sama
Teknik (TTS)	0.8	0.70	
Tujuh (Asli)	0.8	0.80	Tidak sama
Tujuh (TTS)	>1	0.80	

Pada kata ‘Tujuh’ perbedaan terlihat jelas dalam hal besarnya nilai amplitudo dan bentuk gelombang suaranya. Hal ini dikarenakan suara pelafalan hasil aplikasi TTS berbeda jauh dari suara aslinya. Bila dilafalkan, kata ‘Tujuh’ hasil aplikasi TTS berbunyi ‘tyu-juw’, sehingga mempengaruhi bentuk gelombang suara dan nilai amplitudo yang dihasilkan.

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa kata yang dihasilkan oleh aplikasi TTS secara umum mempunyai

kesamaan bentuk gelombang, nilai amplitude, dan periode dengan suara asli.

E. Pengujian Database Parse

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data di dalam *database* Parse dapat diubah melalui aplikasi TTS Bahasa Indonesia. Dalam Gbr. 9 ditampilkan *default* hasil translasi dari kata ‘Status’ saat aplikasi dijalankan, dan dalam Gbr. 10 ditampilkan kondisi awal data hasil translasi yang tersimpan di dalam *database*.



Gbr. 9 Default hasil translasi dari kata ‘Status’.

data String	key String	updatedAt Date
thoos	tus	Nov 26, 2015, 23:42
sthah	sta	Nov 26, 2015, 23:42
theh	te	Nov 26, 2015, 23:37

Gbr. 10 Tampilan kondisi awal data hasil translasi yang tersimpan di dalam *database* untuk kata ‘Status’.

Hasil translasi dari kata ‘Status’ yang menunjukkan ‘sthah’ dan ‘thoos’ dianggap kurang sesuai dengan hasil ucapan dari kata aslinya, sehingga diubah dengan suku kata yang dianggap mendekati suara asli yaitu ‘staa’ dan ‘toos’. Dalam Gbr. 11 ditampilkan proses perbaikan hasil translasi melalui aplikasi TTS dan dalam Gbr. 12 ditampilkan hasil perubahan data di dalam *database* Parse.



Gbr. 11 Proses perbaikan hasil translasi melalui aplikasi TTS.

data String	key String	updatedAt Date
toos	tus	Nov 26, 2015, 23:44
staa	sta	Nov 26, 2015, 23:44
theh	te	Nov 26, 2015, 23:37

Gbr. 12 Tampilan perubahan data dalam *database* setelah dilakukan perbaikan hasil translasi.

Hasil pengujian *database* yang ditunjukkan dalam Gbr. 12 menunjukkan bahwa data di dalam *database* Parse dapat diubah dengan benar melalui aplikasi TTS Bahasa Indonesia.

F. Pengujian Kompatibilitas Terhadap Berbagai Spesifikasi Perangkat Keras dan Level Android

Aplikasi TTS Bahasa Indonesia ini dibuat agar dapat berjalan dengan baik pada level Android API 15 (Android 4.0.3) atau lebih. Pada pengujian ini digunakan kompatibilitas sistem dengan perbedaan perangkat keras dan level Android untuk mengetahui kinerja aplikasi. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel VI.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN KOMPATIBILITAS

Perangkat Keras	Lenovo S880 (Android 4.0.3)	Andromax U2 (Android 4.1.1)	Xiaomi Redmi 2 (Android 4.4.4)
Hasil diharapkan	Tampilan antarmuka sesuai dengan implementasi dan semua menu TTS dapat berjalan dengan baik.		
Hasil yang didapatkan	Tampilan sesuai rancangan dan semua menu TTS berjalan dengan baik.	Tampilan sesuai rancangan dan semua menu TTS berjalan dengan baik.	Tampilan sesuai rancangan dan semua menu TTS berjalan dengan baik.

Hasil pengujian kompatibilitas tersebut menunjukkan bahwa aplikasi dapat dijalankan dengan baik pada Android versi 4.0.3 sesuai dengan spesifikasi kebutuhan perangkat lunak dan versi 4.1.1 serta versi 4.4.4 yang merupakan versi Android lebih tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa proses normalisasi teks dapat dilakukan dengan baik terhadap *input* teks yang mengandung angka, satuan mata uang, satuan waktu (jam dan tanggal), suhu, satuan berat dan panjang, serta singkatan umum. Metode FSA dua tingkat dapat diaplikasikan untuk memenggal kata menjadi suku kata sesuai dengan 12 pola suku kata yang ditentukan untuk Bahasa Indonesia sebesar 95.19%, baik untuk kata dasar maupun kata berimbuhan. Kemudian, *data voice* Bahasa Inggris dapat dikonfigurasi agar terdengar seperti Bahasa Indonesia dengan nilai MOS untuk kriteria tingkat pemahaman *user* terhadap

ucapan adalah sebesar 3.31 dari 5, dan untuk kriteria kelancaran pengucapan sebesar 3.46 dari 5. Sedangkan hasil penulisan kembali kata yang telah diperdengarkan kepada user bernilai 71% (rata-rata terdapat sebelas kata yang benar dari 20 kata yang diperdengarkan melalui aplikasi TTS). Kata yang dihasilkan oleh aplikasi TTS secara umum mempunyai kualitas yang hampir sama dengan suara asli, dilihat dari nilai amplitudo, periode, dan bentuk gelombangnya. Selain itu, *database* Parse dapat berjalan dengan baik pada *platform* Android dan dapat digunakan untuk menyimpan data hasil perubahan yang dilakukan melalui aplikasi TTS Bahasa Indonesia. Aplikasi TTS Bahasa Indonesia ini dapat dijalankan dengan baik pada *platform* Android dengan versi API 4.0.3 atau yang lebih tinggi.

Beberapa saran dan perbaikan yang dapat dilakukan untuk pengembangan lebih lanjut, di antaranya adalah mengembangkan metode FSA yang dapat digunakan untuk memenggal semua kata dengan benar sesuai dengan pola suku kata dan dapat mengenali diftong, sehingga semua kata yang mengandung huruf ai, au, dan oi baik diftong maupun non-diftong dapat dipenggal dengan benar. Selain itu mengubah *data voice* Bahasa Inggris ke bahasa lain yang lebih mirip pengucapannya dengan Bahasa Indonesia, sehingga ucapan yang dihasilkan aplikasi TTS lebih mudah dipahami oleh pengguna.

REFERENSI

- [1] A. Hendriyana. *Angka Kebutaan di Indonesia Tertinggi Kedua Dunia Setelah Ethiopia*. 2012, [Online], <http://news.unpad.ac.id/?p=52709>.
- [2] WHO, *Prevention of Blindness and Visual Impairment*, 2015, [Online], <http://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index4.html>.
- [3] A.A. Arman, *Definisi Text-To-Speech*, 2008, [Online], <https://teknologibahasa.wordpress.com/2008/03/14/definisi-Text-To-Speech/>.
- [4] T. Wijaya, S. Samuel, A. G. Salman, *Speech Recognition Bahasa Indonesia Untuk Android*, Tugas Akhir Universitas Bina Nusantara, 2013.
- [5] E. Sari, *Perancangan Aplikasi Pengucapan Jam Berbahasa Inggris Dengan Metode Finite State Automata*, Medan, Jurnal Pelita Informatika Budi Darma Volume V Nomer 2, 2013.
- [6] S. D. H. Soedirdjo, H. Zakaria, R. Mengko, "Indonesian Text-To-Speech Using Syllable Concatenation For PC-Based Low vision Aid", *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, 2011.
- [7] G. A. Aryanata, A. Novianty, A. B. Osmon, "Implementasi Sistem Pesan Via Suara: Konversi Teks ke Suara Pada Aplikasi Penerimaan Pesan Berbahasa Indonesia", *Jurnal Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom*, 2014.
- [8] T. Dutoit, *A Short Introduction to Text-To-Speech Synthesis*, 1999, [Online], http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/introtts_old.html.
- [9] A. A. Arman, *Konversi Teks ke Ucapan*, 2008, [Online], <https://teknologibahasa.wordpress.com/2008/03/14/konversi-teks-ke-ucapan/>.
- [10] F. Said, *Teori Bahasa dan Otomata – Finite State Automata*, 2011, [Online], <https://fairuzelsaid.wordpress.com/2011/05/01/teori-bahasa-dan-otomata-finite-State-Automata/>.
- [11] R. Hill, "What Sample Size Is "Enough" In Internet Survey Research?", *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century Volume 6 No 3-4*, 2012.
- [12] I. I. Tritasmoro, "Text-To-Speech Bahasa Indonesia Menggunakan Concatenation Synthesizer Berbasis Fonem", *Jurnal Seminar Nasional Sistem dan Informatika*, 2006.