

SEGMENTASI SUKU KATA BAHASA INDONESIA BERBASIS ATURAN UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM TEXT-TO-AUDIOVISUAL

Arifin^{1*}, Hanny Haryanto¹, Bayu Pratama²

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Jl. Imam Bonjol No. 207 Semarang 50131

² Fakultas Bahasa dan Seni, Universitas Negeri Semarang Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

*Email: arifin@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Dalam pengembangan sistem Text-To-Audiovisual Bahasa Indonesia yang realistik, segmentasi suku kata memegang peranan penting. Proses segmentasi suku kata dilakukan dengan menerapkan aturan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan segmentasi suku kata berbasis aturan untuk mengubah teks bahasa Indonesia menjadi suku kata. Aturan segmentasi suku kata diwakili dalam bentuk Finite State Machine (FSM). Model FSM tergantung pada kombinasi vokal dan konsonan. Puncak suku kata ditunjukkan oleh suara vokal, sedangkan suara konsonan mewakili lembah suku kata. Dalam suku kata, hanya ada satu puncak suku kata, tetapi lembah suku kata bisa lebih dari satu. Oleh karena itu, jumlah suku kata dapat ditentukan dengan melihat vokal yang ada dalam sebuah kata. Aturan dapat dirumuskan dengan melihat pola suku kata. Polanya hanya dapat berupa suara vokal, vokal dengan suara konsonan, dan vokal dengan dua suara konsonan dan lainnya. Evaluasi dilakukan dengan memasukkan teks Indonesia ke model FSM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model FSM dapat menentukan suku kata dengan benar.

Kata kunci: berbasis aturan, , sistem Text-To-Audiovisual, suku kata Bahasa Indonesia

1. PENDAHULUAN

Bahasa Indonesia adalah bahasa resmi Bangsa Indonesia, yang merupakan negara terpadat keempat di dunia [1]. Oleh karena itu, Bahasa Indonesia sangat berpotensi menjadi bahasa internasional. Kebutuhan penggunaan Bahasa Indonesia semakin meningkat, ini didasarkan oleh adanya peningkatan jumlah wisatawan [2] yang mengunjungi Indonesia dan berdasarkan berita Warta Kota (2018) bahwa ekspatriat yang tinggal dan bekerja di Indonesia. Bahasa Indonesia juga telah menjadi salah satu bahasa resmi ASEAN [3]. Pemerintah Indonesia telah menyatakan niatnya untuk menjadikan bahasa Indonesia sebagai bahasa internasional, dan telah melakukan berbagai upaya melalui Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan (Badan Bahasa) [4]. Untuk mendukung dan mendorong pembelajaran bahasa Indonesia, Badan Bahasa meluncurkan program pembelajaran bahasa Indonesia untuk penutur asing (BIPA) diikuti oleh 110 negara dari lima benua Asia, Afrika, Australia, Eropa, dan Amerika. Kesulitan yang sering dialami oleh orang asing dalam belajar bahasa Indonesia adalah masalah pelafalan, aksent, tata bahasa, dan kosakata [5].

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan memberikan pemahaman mengenai visualisasi gerakan mulut saat pelafalan fonem-fonem Bahasa Indonesia. Fonem merupakan satuan bunyi bahasa terkecil yang dapat membedakan arti. Visualisasi pelafalan fonem-fonem ini sangat berkaitan dengan penelitian mengenai pendefinisian viseme (*visual phoneme*) Bahasa Indonesia. Penelitian tentang pendefinisian viseme bahasa Indonesia masih jarang, namun Kami telah melakukan penelitian tentang viseme untuk bahasa Indonesia dan sintesis teks-ke-audiovisual untuk bahasa Indonesia [6][7][8][9]. Viseme adalah visualisasi pengucapan fonem, yang dapat mendukung orang asing untuk belajar pengucapan [10]. Implementasi viseme sering ditemukan dalam produksi animasi, terutama animasi berbicara (*talking head animation*), sehingga cocok untuk visualisasi pengucapan untuk mendukung pembelajaran bahasa Indonesia.

Segmentasi suku kata adalah proses penting dalam pengembangan Sistem Text-To-Audiovisual bahasa Indonesia yang realistik. Prosesnya adalah menentukan suku kata dalam teks

Bahasa Indonesia dengan menerapkan aturan tertentu. Suku kata adalah elemen penting dalam sistem ucapan. Meskipun penelitian segmentasi suku kata dalam bahasa Indonesia masih jarang, berbagai penelitian telah dilakukan dalam bahasa lain. Ada dua pendekatan umum untuk melakukan segmentasi suku kata, berbasis aturan dan berbasis data [11]. Metode berbasis aturan bekerja dengan

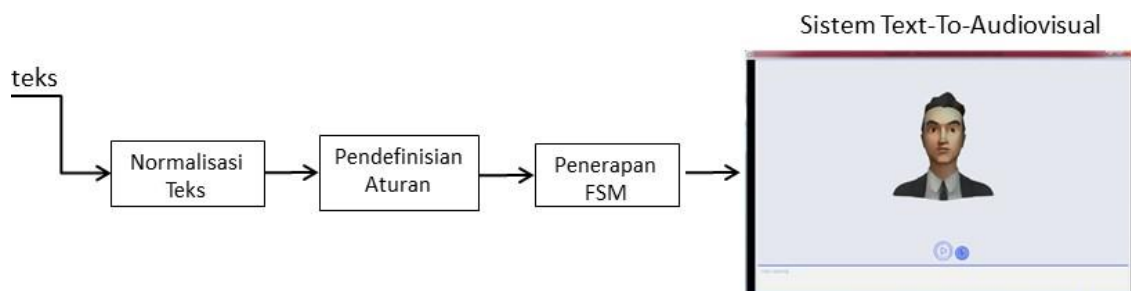
baik untuk menentukan suku kata berdasarkan posisi teoritis mengenai suku kata, sedangkan pendekatan berbasis data mencoba untuk mencapai segmentasi suku kata otomatis. Pendekatan yang digerakkan oleh data ini bekerja dengan belajar dari contoh-contoh yang diasumsikan memiliki suku kata yang benar dan kemudian mencoba untuk memprediksi segmentasi suku kata dari teks-teks baru.

Penelitian sebelumnya tentang pendekatan berbasis data yang dilakukan oleh [12], yang membahas segmentasi suku kata menggunakan kombinasi *Support Vector Machine* dan *Hidden Markov Model*. Hasil percobaan menunjukkan akurasi yang sangat tinggi dalam menentukan suku kata untuk bahasa Inggris, Jerman dan Belanda. Namun, pendekatan ini memang membutuhkan banyak pekerjaan untuk memberi label contoh pelatihan, sehingga tidak terlalu efisien untuk menentukan suku kata. Oleh karena itu, pendekatan berbasis aturan lebih banyak digunakan untuk menentukan suku kata. *Finite State Machine (FSM)* atau *Finite State Automata (FSA)* [13] telah banyak digunakan dalam segmentasi suku kata berbasis aturan. FSM adalah sistem model matematika yang memproses input dan output, terdiri dari beberapa *state* (keadaan), *event* (kejadian) dan *action* (aksi). Pada waktu tertentu, sistem akan berada disalah satu *state* yang sedang aktif. Selanjutnya, sistem dapat berpindah (bertransisi) ke *state* lainnya jika terdapat masukan ataupun *event* tertentu. Transisi keadaan tersebut dapat berupa *action* (aksi) sederhana atau rangkaian proses. Fungsi transisi menentukan transisi antar *state*. Penggunaan FSM untuk menentukan suku kata telah dilakukan dalam berbagai penelitian, seperti segmentasi suku kata dari teks-teks Myanmar [14][15]. Menggunakan pendekatan berbasis aturan, penelitian menunjukkan akurasi tinggi untuk menentukan suku kata. Hasil yang baik dari metode ini juga ditunjukkan dalam modul perangkat lunak untuk mengkonversi Akshara ke Prosodeme (urutan fonem dengan spesifikasi batas suku kata dan label prosodik) dalam bahasa Hindi [16]. Metode ini juga berhasil menentukan suku kata dalam Bahasa Polandia [17] dan menjadi metode inti untuk membangun model segmentasi suku kata multibahasa [18]. FSM juga digunakan untuk menentukan suku kata dalam pengenalan lirik Lagu Bali “Pupuh” [19].

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan segmentasi suku kata berbasis aturan untuk mengubah teks Bahasa Indonesia menjadi suku kata. Aturan diwakili dalam bentuk Finite State Machine (FSM). Model FSM tergantung pada kombinasi vokal dan konsonan. Konsonan merupakan bunyi ujaran yang dihasilkan dari para-paru dan mengalami rintangan saat keluarnya (misalnya p, m, b, w, v, f, d, t, c, n, g, j, k, h). Sedangkan vokal merupakan bunyi yang tidak disertai hambatan pada alat bicara dan semua vokal dihasilkan dengan bergetarnya pita suara (misalnya a, i, u, e, o). Puncak suku kata ditunjukkan oleh suara vokal, sedangkan suara konsonan mewakili lembah suku kata. Dalam suku kata, hanya ada puncak suku kata, tetapi lembah suku kata bisa lebih dari satu. Oleh karena itu, jumlah suku kata dapat ditentukan dengan melihat vokal yang ada dalam sebuah kata. Aturan dapat dirumuskan dengan melihat pola suku kata. Polanya hanya dapat berupa suara vokal, vokal dengan suara konsonan, dan vokal dengan dua suara konsonan dan lainnya.

2. METODOLOGI

Beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah normalisasi teks, pendefinisian aturan pemisahan suku kata, penerapan FSM, implementasi dalam *Sistem Text-To-Audiovisual Bahasa Indonesia* dan evaluasi. Secara garis besar urutan langkah-langkah tersebut tersaji seperti Gambar 1.



Gambar 1. Overview Sistem

A. Normalisasi Teks Bahasa Indonesia

Langkah pertama yang perlu dilakukan sebelum teks tersebut diproses dengan menggunakan FSM adalah normalisasi teks. Proses ini terdiri dari *case folding* yaitu mengubah semua huruf besar menjadi huruf kecil dan menghilangkan karakter khusus seperti koma, tanda seru serta tanda baca lainnya.

B. Aturan Pemisahan Suku Kata Bahasa Indonesia

Sistem Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan (EYD), adalah sistem ejaan resmi Bahasa Indonesia sejak tahun 1972. Pada tahun 2015, menurut Permendikbud No. 50/2015, EYD digantikan oleh Pedoman Ejaan Umum Indonesia (PUEBI).

Bahasa Indonesia terdiri dari bahasa lisan dan tulisan. Fonem adalah bagian dari bahasa lisan yang merupakan satuan bahasa terkecil yang dapat membedakan makna [9]. Bagian dari fonem adalah vokal dan konsonan. Konsonan adalah bunyi bahasa yang dihasilkan dengan menggerakkan udara keluar dengan rintangan, sedangkan vokal adalah suara bahasa yang dihasilkan dengan memindahkan udara tanpa hambatan. Fonem-fonem Indonesia terdiri dari 21 konsonan, 5 vokal, 4 diftong, dan gabungan konsonan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 [20].

Tabel 1. Fonem-Fonem Bahasa Indonesia

Konsonan	Vokal	Diftong	Kombinasi Konsonan
'b', 'c', 'd', 'f', 'g', 'h', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n', 'p', 'q', 'r', 's', 't', 'v', 'w', 'x', 'y', 'z'	'a', 'e', 'i', 'o', 'u'	'ai', 'au', 'ei', 'oi'	'kh', 'ng', 'ny', 'sy'

Suku kata adalah struktur yang terdiri dari satu atau urutan fonem yang merupakan bagian dari kata, dan ditandai oleh vokal (notasi : V) dan beberapa konsonan (notasi : K). Ada beberapa pola suku kata dalam bahasa Indonesia, yaitu V, VK, KV, KVK, KKV, KKKV, KKKVK. Aturan segmentasi suku kata untuk kata-kata dasar adalah sebagai berikut [20] :

- Jika di tengah kata ada vokal berturut-turut, segmentasi dilakukan antara dua vokal. Sebagai contoh: bu-ah, ma-in.
- Huruf-huruf diphthong ai, au, ei, dan oi tidak tersegmentasi. Sebagai contoh: pan-dai, au-la, sau- da-ra.
- Jika di tengah kata dasar adalah konsonan (termasuk kombinasi konsonan) antara dua vokal, segmentasi dilakukan sebelum konsonan. Sebagai contoh: ba-pak, de-ngan, ke-nyang.
- Jika ada dua huruf konsonan di tengah kata dasar, segmentasi dilakukan antara dua konsonan. Sebagai contoh: man-di, sang-gup, makh-luk.
- Jika di tengah kata dasar ada tiga atau lebih huruf konsonan yang masing-masing mewakili satu bunyi, segmentasi dilakukan antara konsonan pertama dan konsonan kedua. Sebagai contoh: ul- tra, in-fra, in-stru-men.
- Konsonan kombinasi yang mewakili satu suara tidak tersegmentasi. Sebagai contoh: bang-krut, bang-sa, ikh-las, masy-hur.

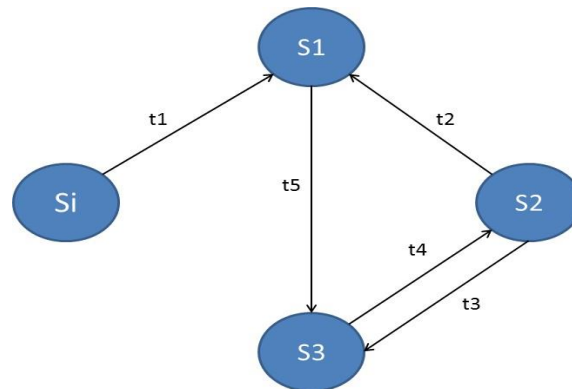
Dalam penelitian ini, FSM tidak menentukan segmentasi untuk kata-kata turunan, tetapi hanya menentukan segmentasi dalam kata-kata dasar.

C. Finite State Machine (FSM)

Metode FSM memiliki beberapa *state* (S). Dari satu *state* dapat bergerak ke *state* yang lain [21]. FSM akan mendefinisikan kondisi yang harus dipenuhi untuk mengubah status. Kondisi ini dinamakan *transition* (T). Berdasarkan aturan-aturan yang telah didefinisikan, FSM dapat dimodelkan untuk segmentasi suku kata Bahasa Indonesia. Contoh model umum FSM tersaji di Gambar 2.

State diilustrasikan oleh lingkaran yang mewakili perilaku sistem. Dalam contoh ini, ada empat *state*, yaitu S_i , S_1 , S_2 , dan S_3 . Transisi antar perilaku diilustrasikan sebagai panah yang dilambangkan dengan (t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , dan t_5). S_i adalah kondisi awal. Jika kondisi t_1 terjadi, maka S_i *state* akan pindah ke *state* S_1 . Transisi t_2 menyebabkan perilaku berpindah dari S_2 ke S_1 , t_3 adalah kondisi untuk transisi perilaku S_2 ke S_3 , t_4 dari S_3 ke S_2 , dan t_5 menyebabkan pergeseran dari S_1 ke S_3 .

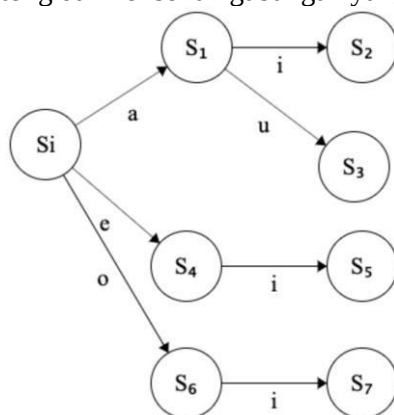
Dalam penelitian ini, *state* (S) dalam FSM mewakili perilaku sistem. Ada dua perilaku utama dalam sistem, mengenali dan melakukan segmentasi. Transisi (T) mewakili input string. Jadi, secara umum, input string akan menjadi pemicu perilaku sistem.



Gambar 2. Model Umum FSM

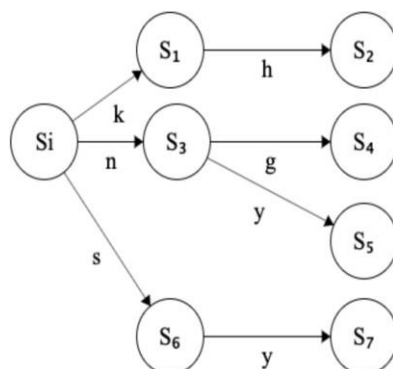
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama, sistem harus mengenali vokal, konsonan, diftong, dan konsonan gabungan. Sementara vokal dan konsonan reguler hanya terdiri dari satu karakter, diftong dan konsonan gabungan terdiri dari lebih dari satu karakter. Kedua, sistem akan menentukan pola suku kata berdasarkan aturan segmentasi suku kata. Sistem hanya menentukan suku kata dalam kata dasar. Kami memisahkan model FSM menjadi beberapa FSM tertentu. Pertama, FSM untuk mengenali diftong dan konsonan gabungan yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Si = state awal
 S1 = mengenali 'a'
 S2 = mengenai diftong 'ai' S3 = mengenali diftong 'au'
 S4 = mengenali 'e'
 S5 = mengenali diftong 'ei' S6 = mengenali 'o'
 S7 = mengenali diftong 'oi'

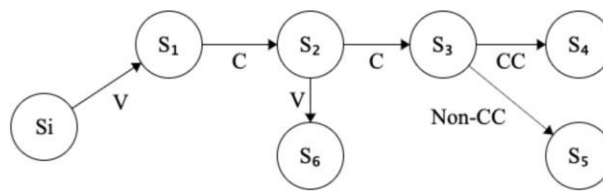
(a)



Si = state awal
 S1 = mengenali 'k'
 S2 = mengenai konsonan 'kh' S3 = mengenali 'n'
 S4 = mengenali konsonan 'ng' S5 = mengenali konsonan 'ny' S6 = mengenali 's'
 S7 = mengenali konsonan 'sy'

(b)

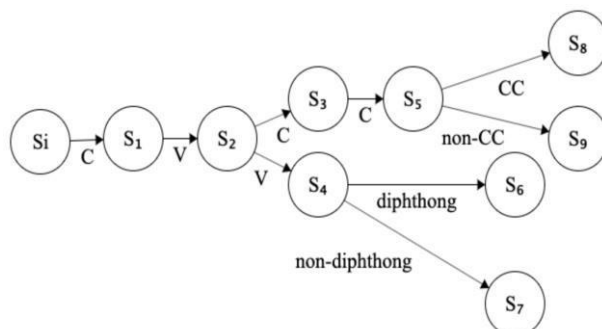
Gambar 3. a) FSM untuk Mengenali Diftong, b) FSM untuk Mengenai Kombinasi Konsonan



Si = state awal
 S1 = mengenali V
 S2 = mengenai K
 S3 = model FSM untuk mengenali kombinasi konsonan
 S4 = mengenali suku kata pola VKK
 S5 = mengenali suku kata VK
 S6 = mengenali suku kata V

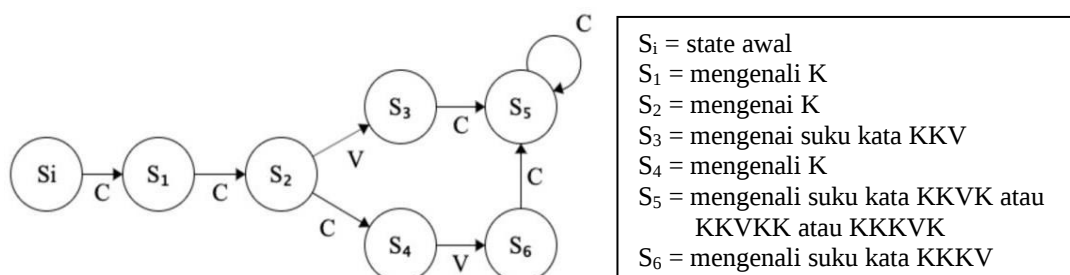
Gambar 4. FSM untuk Menentukan Suku Kata V, VK dan VKK

FSM pada Gambar 3 akan digunakan untuk mengenali diftong dan konsonan gabungan yang penting untuk menentukan suku kata. FSM akan digabungkan ke dalam model FSM utama. FSM utama pertama untuk menentukan pola suku kata V, VK, dan VKK ditunjukkan pada Gambar 4. FSM dimulai dengan input V. FSM berikutnya adalah untuk menentukan pola suku kata dari KV, KVV, KVK, dan KVKK seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. FSM ini dimulai dengan input K, diikuti oleh V. Dimulai dengan dua atau tiga konsonan berturut-turut, FSM terakhir adalah untuk menentukan pola suku kata KKV, KKVK, KKVKK, KKKV, dan KKKVK. FSM ditunjukkan pada Gambar 6.



Si = state awal
 S1 = mengenali K
 S2 = mengenai V
 S3 = mengenai C
 S4 = model FSM untuk mengenali diftong
 S5 = model FSM untuk mengenali kombinasi konsonan
 S6 = mengenali suku kata KVV
 S7 = mengenali KV
 S8 = mengenali suku kata KVKK

Gambar 5. FSM untuk Mengenali Suku Kata KV, KVV, KVK dan KVKK



Si = state awal
 S1 = mengenali K
 S2 = mengenai K
 S3 = mengenai suku kata KKV
 S4 = mengenali K
 S5 = mengenali suku kata KKKV atau KKKVK atau KKKVK
 S6 = mengenali suku kata KKKV

Gambar 6. FSM untuk Mengenali Suku Kata KKV, KKVK, KKKV dan KKKVK

Kami melakukan percobaan menggunakan 20 kata dasar bahasa Indonesia yang dimasukkan ke dalam Sistem *Text-To-Audiovisual* Bahasa Indonesia yang mengimplementasikan metode FSM untuk melaksanakan segmentasi suku kata seperti tersaji di Gambar 7. Percobaan ini digunakan untuk menguji kinerja model FSM dalam menentukan suku kata. Kata-kata dan hasil FSM tercantum dalam Tabel 2.



Gambar 7. Sistem Text-To-Audiovisual Bahasa

Indonesia Tabel 2. Sample Words and The FSM

Contoh Kata	Hasil FSM	
	Penentuan Suku Kata	Pola Suku Kata
anak	a-nak	V-KVK
daun	da-un	KV-VK
bapak	ba-pak	KV-KVK
kursi	kur-si	KVK-KV
andai	an-dai	VK-KVV
sastra	sas-tra	KVK-KKV
kontrak	kon-trak	KVK-KKVK
ekstra	eks-tra	VKK-KKV
tekstil	teks-til	KVKK-KVK
kompleks	kom-pleks	KVK-KKVKK
strategi	stra-te-gi	KKKV-KV-KV
struktur	struk-tur	KKVK-KVK
mau	Mau	KVV
saudara	sau-da-ra	KVV-KV-KV
buah	bu-ah	KV-VK
survei	sur-vei	KVK-KVV
boikot	boi-kot	KVV-KVK
contoh	con-toh	KVK-KVK
semua	se-mu-a	KV-KV-V
ahli	ah-li	VK-KV
sutradara	su-tra-da-ra	KV-KKV-KV-KV

Results

Dari percobaan, kami mendapat satu kesalahan yang dilakukan oleh FSM. Kata “mau” seharusnya disegmentasi ke “ma-u”. Ini karena FSM mengenali karakter berturut-turut “a” dan kemudian “u” dalam kata dan menetapkan sebagai diftong. Secara keseluruhan, model FSM bekerja dengan baik untuk menentukan suku kata dalam kata dasar bahasa Indonesia.

4. KESIMPULAN

Model FSM untuk menentukan suku kata teks Indonesia berfungsi dengan baik dalam menentukan sebagian besar suku kata. Ada beberapa masalah yang terjadi jika karakter dalam kata

menyerupai diftong tertentu, tetapi sebenarnya bukan diftong. FSM akan mengenalinya sebagai diftong, sehingga menghasilkan kesalahan dalam menentukan suku kata. Ini bukan masalah jika diikuti oleh satu konsonan, karena FSM akan mengenalinya sebagai KV-VK, tetapi ketika tidak ada konsonan setelah dua vokal, maka FSM akan langsung mengenalinya sebagai diftong.

Untuk mengatasi masalah ini dalam penelitian masa depan, kata-kata tertentu dapat ditambahkan ke database yang nantinya akan ditambahkan sebagai aturan untuk FSM. Pendekatan berbasis data juga dapat digunakan untuk mempelajari kata-kata spesifik yang memiliki pola tidak teratur. Dalam penelitian selanjutnya, model FSM dapat dikembangkan untuk menentukan suku kata dengan kata-kata turunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana karena dukungan dana oleh Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek DIKTI) Republik Indonesia melalui hibah Penelitian pada skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) Tahun Anggaran 2019 dan 2020. Penelitian ini juga dapat terlaksana atas bantuan penggunaan Laboratorium Sistem Cerdas Program Studi Teknik Informatika – S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro Semarang. Oleh karena itu, Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini seperti yang telah disebutkan diatas dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Nations, "World Population Prospects 2017," *Population Division*, 2017.
- [2] B. P. Statistik, "Jumlah kunjungan wisman ke Indonesia Agustus 2018 mencapai 1,51 juta kunjungan," *Perkembangan Wisatawan Mancanegara Agustus 2018*, 2018. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2018/10/01/1476/jumlah-kunjungan-wisman-ke-indonesia-agustus-2018-mencapai-1-51-juta-kunjungan-.html>.
- [3] A. of S. E. A. Nations, "THE ASEAN CHARTER," Jakarta, 2012.
- [4] D. Maulipaksi, *Tiga Strategi Kemendikbud Tingkatkan Fungsi Bahasa Indonesia Jadi Bahasa Internasional Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*. 2016.
- [5] and I. L. F. Azizah, W. Hs, "Pembelajaran Bahasa Indonesia bagi Penutur Asing (BIPA) Program CLS (Critical Language Scholarship) di Fakultas Sastra Universitas Negeri Malang tahun 2012," vol. 1, pp. 1–13, 2013.
- [6] and M. H. Arifin, Muljono, S. Sumpeno, "Towards Building Indonesian Viseme: A Clustering-Based Approach," *IEEE Int. Conf. Comput. Intell. Cybern.*, pp. 57–61, 2013.
- [7] and H. H. Arifin, S. Sumpeno, M. Hariadi, "A text-to-audiovisual synthesizer for Indonesian by morphing Viseme," *Int. Rev. Comput. Softw.*, vol. 10, no. 11, 2015.
- [8] and M. H. Arifin, S. Sumpeno, Muljono, "A Model of Indonesian Dynamic Visemes From Facial Motion Capture Database Using," *IAENG Int. J. Comput. Sci.*, vol. 44, no. 1, pp. 41–51, 2017.
- [9] and S. S. Arifin, H. Haryanto, "A Realistic Visual Speech Synthesis for Indonesian Using a Combination of Morphing Viseme and Syllable Concatenation Approach to Support Pronunciation Learning," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 13, no. 8, pp. 19–37, 2018.
- [10] M. and R. Bausys, "Translingual visemes mapping for lithuanian speech animation," *Elektron. ir Elektrotechnika*, vol. 5, no. 5, pp. 95–98, 2011.
- [11] and R. I. D. Marchand, C. R. Adsett, "Automatic syllabification in english: A comparison of different algorithms," *Lang. Speech*, vol. 52, pp. 1–27, 2009.
- [12] and C. C. Bartlett, G. Kondrak, "On the syllabification of phonemes," in *The 2009 Annual Conference of the North American Chapter of the ACL*, 2009, pp. 308–316.
- [13] M. Buckland, *Programming Game AI by Example*. 2005.
- [14] M. M. and Y. Mikami, "A Rule-based Syllable Segmentation of Myanmar Text," in *Proceedings of the IJCNLP-08 Workshop on NLP for Less Privileged Languages*, 2008, pp. 51–58.
- [15] H. H. and Y. Mikami, "Automatic Syllable Segmentation of Myanmar Texts using Finite State Transducer," *Int. J. Adv. ICT Emerg. Reg.*, vol. 6, no. 2, pp. 2–9, 2014.

- [16] Roy, "A Finite State and Rule-based Akshara to Prosodeme (A2P) Converter in Hindi," in *arXiv*, 2017.
- [17] B. and K. Klessa, "Automatic Syllabification of Polish," *HAL*, no. 014553, pp. 262–266, 2015.
- [18] G. A. K. and M. Bernd, "Multilingual syllabification using weighted finite-state transducers," in *Proceedings of the Third ESCA/COCOSDA Workshop on Speech Synthesis*, 1998, pp. 59–64.
- [19] and T. W. A. K. O. Sudana, P. W. Buana, "Web-based Implementation of Finite State Automata Method on Lyrics Recognition System of Balinese Song 'Pupuh,'" *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 149, no. 4, pp. 32–37, 2016.
- [20] K. P. dan Kebudayaan, *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia*. 2015.
- [21] and S. Hanny Haryanto, R. Haryanto, "Action Recognition System Using Finite State Machine for Support of Adaptive Reward System in an Elementary Student Education Game," in *Sustainable Design in Creative Industry Towards Better Human Life International Conference on Creative Industry 2011*, 2011.