

Sistem Penerjemah Bahasa Jawa-Aksara Jawa Berbasis *Finite State Automata*

Banu Wirawan Yohanes¹, Teofilus Robert², Saptadi Nugroho³

Abstract—Current Javanese script translators still have many shortcomings, both in completeness and procedure for their script writing. These are caused by the difficulty of applying the rules of writing in translating Javanese script. This paper proposes a hyphenated method for Javanese words into syllables using finite state automata. The Javanese to Javanese script and vice versa translator web application development was implemented using Unicode standard Javanese script based on Graphite feature. Translator testing was carried out by teachers who have Javanese expertise. The test results indicate that the translator is able to translate in most cases, which are 92% for the translation of Javanese to Javanese script and 93.8% for the translation of Javanese script to Javanese.

Intisari—Aplikasi penerjemah aksara Jawa yang telah ada masih memiliki banyak kekurangan, baik secara kelengkapan maupun tata cara penulisan aksara Jawa. Hal ini disebabkan oleh sulitnya menerapkan aturan penulisan dalam menerjemahkan aksara Jawa. Pada makalah ini, dikemukakan sebuah metode penerjemah bahasa Jawa ke aksara Jawa dengan metode pemenggalan kata berbasis *finite state automata*. Pembuatan sistem penerjemah bahasa Jawa ke aksara Jawa dan sebaliknya diimplementasikan menggunakan *unicode standard javanese scripts* berdasarkan fitur Graphite. Pengujian sistem penerjemah dilakukan oleh guru yang memiliki keahlian bahasa Jawa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem penerjemah dapat menerjemahkan dengan tepat pada kebanyakan kasus, yaitu 92% untuk penerjemahan dari bahasa Jawa ke aksara Jawa dan 93,8% untuk penerjemahan dari aksara Jawa ke bahasa Jawa.

Kata kunci—Penerjemah bahasa-aksara Jawa, FSA, *Unicode Standard*

I. PENDAHULUAN

Pada era informasi ini berbagai macam bahasa internasional dengan mudah diterjemahkan menggunakan media daring seperti Google Translate, seperti bahasa Inggris, Mandarin, Jepang, Jerman, dan sebagainya. Peneliti pemrosesan bahasa alamiah juga membuat penulisan huruf khusus, seperti Jepang dengan Katakana, Hiragana, dan Kanji atau huruf Mandarin. Akan tetapi pada Javanese Google Translate, huruf khusus untuk aksara Jawa tidak dapat ditemukan sampai pada saat makalah ini ditulis.

Oleh sebab itu, makalah ini membahas perancangan dan pengujian sistem penerjemahan aksara Jawa, supaya orang asing maupun orang yang tidak mengetahui aksara Jawa dapat

mengetahui arti aksara Jawa dalam bahasa Jawa dan sebaliknya dengan seutuhnya. Dengan aplikasi sistem penerjemah berbasis *web* diharapkan para wisatawan mancanegara dapat mengenal kekayaan seni budaya di Jawa dan menarik minat mereka untuk datang berkunjung demi peningkatan devisa. Selain itu, siswa sekolah dasar hingga sekolah menengah atas juga dapat terbantu untuk memahami penggunaan aksara Jawa dan dapat membentuk komunitas untuk melestarikan bahasa dan aksara Jawa.

Penelitian sebelumnya pada aplikasi *web* JawaTex menggunakan TeX sebagai proses transliterasi [1]. Akan tetapi penggunaan TeX sebagai antarmuka pengguna menjadikan pengguna awam kesulitan menggunakannya. Selain penelitian tersebut, terdapat juga aplikasi yang hasil keluarannya aksara Jawa berbasis grafis, seperti JawaML [2] dan Nulis Aksara Jawa berbasis Android [3]. Selain itu, sistem penerjemah ini merupakan kelanjutan dari penelitian grup II pada *Research Dive I*, tentang penerjemahan bahasa Inggris ke bahasa Indonesia, bahasa Jawa, dan Sunda [4].

Aksara Jawa telah distandardisasi menggunakan standar Unicode dengan blok dari U+A980 hingga U+A9DF [5]. *Unicode Standard Javanese Scripts* telah dikembangkan oleh Bennylin dalam aplikasi Nulis Aksara Jawa yang berbasis *web* [6]. Kelemahan sistem yang dikembangkan oleh Bennylin terletak pada hasil keluaran aksara *Sandangan* yang dapat berdiri sendiri tanpa dipasangkan dengan aksara dasar. Selain itu, masukan berupa karakter asing seperti (@#% ^&*) masih dihasilkan dalam keluaran terjemahan.

Pada proses penerjemahan bahasa Jawa menjadi aksara Jawa diperlukan pemenggalan kata bahasa Jawa. Proses pemenggalan kata bahasa Jawa dilakukan menggunakan *finite state automata* (FSA) untuk mengenali dan mencari pola suku kata. FSA menentukan jenis setiap huruf dalam bahasa Jawa sehingga mempermudah konfigurasi penyusunan aksara Jawa yang dihasilkan.

Demikian halnya pada proses penulisan aksara huruf Jawa, juga diperlukan penentuan urutan masukan menggunakan FSA. Hal ini diperlukan untuk menyesuaikan aturan atau penyusunan huruf Jawa yang didukung oleh fitur Graphite *Javanese Scripts*. Jika urutan penambahan aksara Jawa terbalik, maka penulisan aksara Jawa terpisah dengan aksara dasarnya. Sebelumnya, FSA telah digunakan pada pemenggalan suku kata bahasa Indonesia [7].

Sistematika makalah ini dimulai dengan bagian pertama tentang latar belakang perlunya sistem penerjemah bahasa dan aksara Jawa. Bagian kedua menjelaskan aksara Jawa dan representasi FSA pada proses pemenggalan suku kata bahasa Jawa dan urutan masukan bagi penulisan aksara Jawa. Bagian ketiga menjelaskan perancangan arsitektur sistem dan algoritme penerjemah bahasa Jawa ke aksara Jawa dan

^{1,2,3} Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Jln. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711 Jawa Tengah INDONESIA (e-mail: ¹banu.yohanes@staff.uksw.edu, ²teofilusrobert@gmail.com, ³saptadi_nugroho@yahoo.com)

sebaliknya. Bagian keempat menyajikan hasil pengujian penerjemahan pada beberapa kata dan paragraf, beserta analisisnya. Bagian kelima menyimpulkan hasil pengembangan algoritme penerjemah bahasa Jawa-aksara Jawa.

II. AKSARA JAWA DAN FINITE STATE AUTOMATA

A. Aksara Jawa

Aksara Jawa yang dikenal juga sebagai Hanacaraka dan Carakan merupakan salah satu aksara tradisional Nusantara yang digunakan untuk menulis bahasa Jawa dan sejumlah bahasa daerah Indonesia lainnya, seperti bahasa Sunda dan bahasa Sasak. Selain itu, aksara Jawa berkerabat dekat dengan aksara Bali [8].

Aksara Jawa merupakan penulisan *abugida* dari kiri ke kanan. Aksara Jawa terdiri atas 20 konsonan yang masing-masing memiliki sebuah inheren vokal 'a', dan lima diakritik vokal mewakili sembilan fonem lokal dari bahasa lisan. Walaupun beberapa diakritik hanya mewakili dua fonem, potensi ambiguitas dihilangkan menggunakan aturan mengenai vokal pengucapan dan konteks [6].

Aksara Jawa juga meliputi tanda baca seperti koma, petikan, titik dua, awal dan akhir kalimat, serta menandai awal, pertengahan, dan akhir sebuah puisi atau perubahan melodi dalam lagu. Angka Jawa dapat ditulis menggunakan aksara Jawa, Latin, atau *script* bahasa Arab [9].

B. Finite State Automata

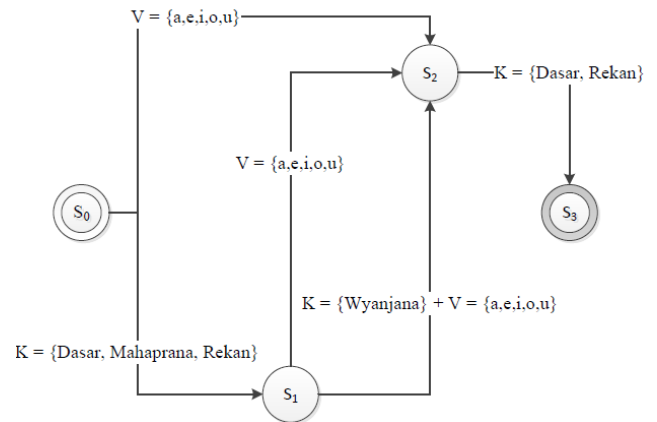
FSA merupakan pemodelan matematika dengan masukan berupa sejumlah himpunan terbatas. FSA juga memiliki sekumpulan *state* yang berhingga, sebuah *state* awal, dan fungsi transisi untuk berpindah *state*, serta himpunan bagian dari *state* untuk menerima hasil menjadi keluaran. FSA dipilih sebagai metode pemenggalan suku kata bahasa Jawa karena dapat membuat penelusuran suku kata bahasa Jawa menjadi spesifik, dengan adanya *state* yang diterima dan tidak.

Perancangan algoritme penerjemah bahasa Jawa menjadi aksara Jawa dibangun dengan dua FSA sederhana. Masukan FSA untuk pemenggalan suku kata bahasa Jawa berupa jenis huruf dalam bahasa Jawa, yaitu vokal (V) atau konsonan (K). FSA pemenggalan suku kata ditampilkan pada Gbr. 1. Terdapat tiga pembagian lokasi sebuah huruf dari suatu suku kata yang direpresentasikan oleh transisi antar *state* pada FSA, yaitu karakter -awal, tengah, dan akhir dari -suku kata.

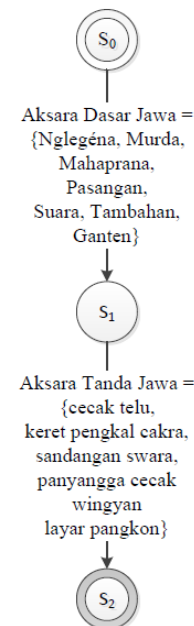
Dari *state* awal S_0 , jika karakter awal suku kata berupa V, maka akan berpindah ke *state* S_2 . Tetapi jika dari S_0 karakter awal suku kata berupa konsonan *Dasar*, *Mahaprana*, atau *Rekan*, maka akan berpindah ke *state* S_1 . Dari S_1 , jika karakter tengah suku kata berupa V atau kombinasi konsonan *Wyanjana* dengan V, maka akan berpindah ke *state* S_2 . Keluarannya akan diterima ke *state* S_3 apabila pada *state* S_2 ditemukan karakter akhir suku kata berupa konsonan *Dasar* atau *Rekan*.

FSA kedua yang ditampilkan pada Gbr. 2 digunakan untuk menentukan urutan penulisan aksara Jawa berdasarkan fitur *Graphite Javanese Scripts*. Terdapat aturan yang berurutan ketika menambahkan karakter aksara Jawa, terutama pada

aksara tanda Jawa. Masukan FSA berupa jenis aksara Jawa. Dari *state* awal S_0 , jika yang pertama dijumpai berupa aksara dasar Jawa, maka akan berpindah ke *state* S_1 . Kemudian dari *state* S_1 , jika yang berikutnya berupa aksara tanda Jawa, maka akan diterima ke *state* S_2 untuk menghasilkan keluaran aksara Jawa.



Gbr. 1 FSA pemenggalan suku kata bahasa Jawa.



Gbr. 2 FSA urutan penulisan aksara huruf Jawa.

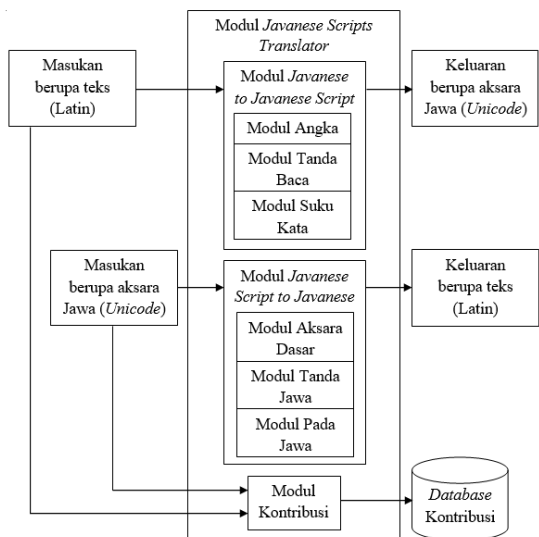
III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan meliputi studi literatur, analisis persyaratan sistem perangkat lunak, perancangan dan implementasi sistem, serta pengujian sistem.

Pengembangan sistem-sistem translasi bahasa Jawa ke aksara Jawa dan sebaliknya, selanjutnya ditulis JwSTran, dititikberatkan pada penyelesaian aturan khusus dalam penulisan aksara Jawa yang terdapat pada buku pedoman penulisan aksara Jawa oleh Darusuprpta [10].

JwSTran terdiri atas tiga subsistem, seperti ditunjukkan pada Gbr. 3, yaitu modul penerjemahan bahasa Jawa ke aksara

Jawa, modul penerjemahan aksara Jawa ke bahasa Jawa, dan modul kontribusi. Modul penerjemahan bahasa Jawa ke aksara Jawa terdiri atas tiga submodul berdasarkan urutan prioritas pemrosesan, yaitu modul angka, tanda baca, dan suku kata. Sedangkan modul penerjemahan aksara Jawa ke bahasa Jawa terdiri atas tiga submodul, yaitu modul aksara dasar, tanda Jawa, dan pada Jawa.



Gbr. 3 Diagram blok sistem translasi JwSTran.

A. Translasi bahasa Jawa ke aksara Jawa

Tahapan untuk menentukan aksara Jawa berdasarkan lokasi karakter sebuah suku kata dari Tabel I adalah sebagai berikut.

1. Pemeriksaan pertama menentukan jenis karakter awal suku kata. Jika V, maka ditambahkan aksara *Swara* kepada hasil keluaran dan dilanjutkan ke tahap 6.
2. Jika karakter awal merupakan K, diperiksa lagi merupakan aksara *Mahaprana* atau *Rekan* atau bukan. Jika bukan aksara *Mahaprana* atau *Rekan*, maka K merupakan aksara *Dasar*, dan dilanjutkan ke tahap 4.
3. Jika karakter awal bukan V maupun K, maka karakter tersebut merupakan karakter asing dalam bahasa Jawa dan dilanjutkan ke tahap 7.
4. Pemeriksaan kedua dilakukan terhadap karakter tengah suku kata. Terdapat dua kemungkinan, yaitu huruf konsonan *Wyanjana* berupa 'r' dan 'y', atau V. Jika huruf tersebut adalah konsonan *Wyanjana*, maka ditambahkan aksara *Wyanjana* pada keluaran dan dilanjutkan ke tahap 5.
5. Jika karakter tersebut V, maka ditambahkan aksara *Sandangan Swara* pada keluaran dan dilanjutkan ke tahap 6.
6. Pemeriksaan terakhir adalah untuk karakter akhir suku kata. Tidak semua suku kata berakhiran K, melainkan hanya sampai V saja. Untuk mengetahui apakah K tersebut milik suku kata berikutnya, pertama harus dilihat huruf setelah K merupakan V atau konsonan *Wyanjana* atau bukan. Jika benar, maka K tersebut milik suku kata berikutnya, dan jika bukan, maka K tersebut merupakan akhir dari suku kata tersebut dan proses selesai.

7. Jika karakter masukan merupakan karakter asing dan tidak dikenali, maka ditambahkan aksara *Pada Tirta Tumetes* pada hasil keluaran sebagai tanda karakter *error* dan proses selesai.

TABEL I
SUSUNAN SUKU KATA BAHASA JAWA

Karakter Awal Suku Kata	Karakter Tengah Suku Kata	Karakter Akhir Suku Kata
Vokal: a, i, u, e, o		Konsonan Dasar: b, c, d, dh, g, h, j, k, l, m, n, ng, ny, p, r, s, t, w, y Konsonan Mahaprana: ḍ, ḍh, ṅ, ṣ, ṭ, bh, ph, Konsonan Rekan: dz, gh, kh, f, q, v, x, z
Konsonan Dasar: b, c, d, dh, g, h, j, k, l, m, n, ng, ny, p, r, s, t, w, y Konsonan Mahaprana: ḍ, ḍh, ṅ, ṣ, ṭ, bh, ph, Konsonan Rekan: dz, gh, kh, f, q, v, x, z	Vokal: a, i, u, e, o	
	Konsonan Wyanjana: r, y	

TABEL II
URUTAN PENULISAN AKSARA JAWA

Aksara Dasar Jawa	Aksara Tanda Jawa			
Aksara <i>Nglegéna</i> , Aksara <i>Murda</i> , Aksara <i>Mahaprana</i> , Aksara <i>Swara</i> , Aksara <i>Pasangan</i> , Aksara <i>Tambahan</i> , Aksara <i>Ganten</i>	<i>Cecak Telu</i> ¹	<i>Keret, Pengkal, Cakra</i>	<i>Sandangan Swara</i>	<i>Panyangga, Cecak, Winyan, Layar, Pangkon,</i>
¹ <i>Cecak Telu</i> umumnya hanya digunakan untuk Aksara <i>Nglegéna</i>				

B. Penerjemahan Aksara Jawa ke Bahasa Jawa

Ketika menyusun aksara Jawa, terdapat aturan urutan atau susunan yang harus diikuti [10]. Jika penulisan aksara Jawa tidak mengikuti urutan tersebut, khususnya aksara *Sandangan*, maka penulisan aksara terpisah dengan aksara dasarnya.

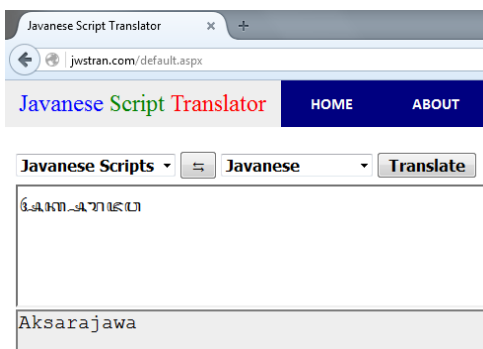
Kombinasi penulisan aksara Jawa dapat dituliskan hanya berupa aksara dasarnya saja, tanpa menggunakan aksara tanda Jawa. Tahapan untuk menentukan bahasa Jawa berdasarkan Tabel II adalah sebagai berikut.

1. Pemeriksaan tahap pertama dilakukan terhadap aksara *Dasar* Jawa. Jika suku kata aksara Jawa tidak diawali oleh aksara *Dasar* atau *Pada* (tanda baca) Jawa, maka dilakukan penanganan *error* dengan cara menambahkan karakter asterisk, '*' dan proses selesai.

2. Jika dimulai dengan sebuah aksara *Dasar*, maka sebelum menambahkan bahasa Jawa perlu diperiksa karakter berikutnya merupakan aksara *Cecak Telu* atau bukan, untuk mengetahui bahasa Jawa tersebut adalah konsonan *Rekan*. Jika bukan aksara *Cecak Telu*, maka ditambahkan konsonan *Dasar* atau *Mahaprana*.
3. Pemeriksaan kedua dilakukan secara bertahap untuk mengetahui kemunculan salah satu dari ketiga jenis aksara *Tanda Jawa* yaitu aksara *Keret*, *Pengkal* atau *Cakra*. Jika ditemukan, maka ditambahkan 're', 'y', atau 'r' pada hasil keluaran.
4. Jika karakter berikutnya merupakan aksara *Sandangan Swara*, maka ditambahkan V sesuai susunan aksara tersebut.
5. Jika karakter berikutnya merupakan aksara *Panyangga*, *Cecak*, *Wingyan*, *Layar*, atau *Pangkon*, maka ditambahkan K sebagai penutup sesuai aksara tersebut.
6. Jika karakter berikutnya bukan aksara *Dasar* lagi, maka proses selesai.



Gbr. 4 Tampilan web JwStran.



Gbr. 5 Penerjemahan aksara Jawa ke bahasa Jawa.

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan oleh beberapa pengguna, yaitu guru yang memiliki keahlian bahasa Jawa. Gbr. 4 dan Gbr. 5 menampilkan antarmuka pengguna sistem. Kasus yang diujikan meliputi penulisan aksara *Dasar*, *Rekan*, atau *Murda* dan pasangannya, aksara *Swara*, kata turunan, singkatan, dan aksara *Angka*. Diperoleh hasil yang diterjemahkan benar sebanyak 46 kasus dari 50 pengujian, seperti pada Tabel III, sehingga ketepatan hasil penerjemahan adalah sebesar 92%. Tabel IV menunjukkan beberapa kata bahasa Jawa yang diterjemahkan kurang tepat. Terlihat bahwa sistem tidak dapat menerjemahkan kata yang memiliki pelafalan berbeda dengan penulisan kata aslinya, misalkan kata turunan bahasa Jawa. Seperti pada kata 'takonana', ketika dibaca lafalnya menjadi 'ta-kon-na-na', bukan 'ta-ko-na-na'.

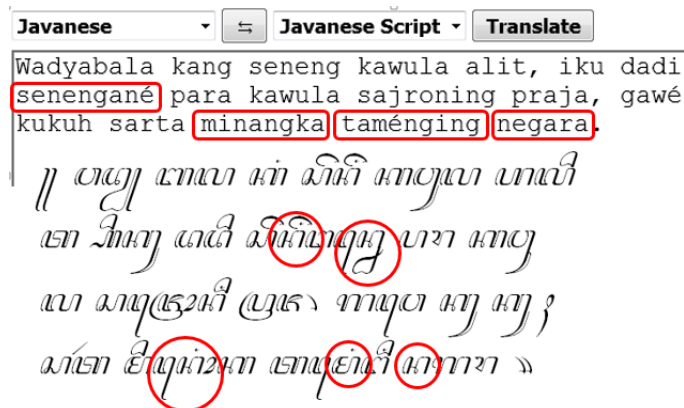
TABEL III
KATA BAHASA JAWA YANG DITERJEMAHKAN DENGAN TEPAT

Masukan (Latin Jawa)	Keluaran (Aksara Jawa)	Keterangan
arék-arék		Aksara "ha" dan pasangan-nya
Nabi Nuh		Aksara Murda "Na" dan pasangan-nya
wulan Oktober		Aksara Swara 'O'
sanityasa		Aksara Pengkal
pancing, blanja		Kasus sisipan K "nc" atau "nj" yang menggunakan aksara "nya" bukan aksara "na"
8 Juli 1996		Aksara angka
sapiné, saténé		Kata turunan yang bentuk dasarnya berakhir V dan mendapatkan akhiran "-né"

Sedangkan pada penerjemahan dari aksara Jawa ke bahasa Jawa, yang meliputi aksara *Dasar*, *Murda*, *Mahaprana*, *Ganten*, *Rekan*, penutup konsonan, *Pangkon*, *Swara*, *Sandangan*, *Angka*, dan *Pada*. Beberapa kesalahan terjadi seperti pada Tabel V. Hasil terjemahan benar sebanyak 30 kasus dari 32 pengujian seperti ditampilkan pada Tabel VI, sehingga hasil penerjemahannya sebesar 93,8%. Kesalahan yang terjadi disebabkan oleh perbedaan aturan penulisan aksara Jawa pada fitur Graphite *Javanese Scripts*. Aksara Jawa juga tidak memiliki aturan penulisan tanda spasi, sehingga menyebabkan sistem tidak dapat memisahkan kata dalam suatu kalimat.

Pengujian dilanjutkan terhadap masukan berupa paragraf seperti pada Gbr. 6. Terjadi kesalahan pada empat kata dari

sejumlah 18 kata pada paragraf tersebut. Selain itu, sistem juga tidak dapat memberikan alternatif penerjemahan untuk aksara Jawa yang memiliki dua terjemahan berbeda.



Gbr. 6 Hasil penerjemahan sebuah paragraf.

TABEL IV
KATA BAHASA JAWA YANG DITERJEMAHKAN KURANG TEPAT

Masukan (Latin Jawa)	Keluaran (Aksara Jawa)	Keterangan
<i>adusa, kacangé</i>		Kata turunan yang bentuk dasarnya berakhir K
<i>nakoni, takonana</i>		Kata turunan yang bentuk dasarnya berakhir V atau K 'n' yang berakhir "-i" atau "-ana"
<i>nirokaké, gawanen</i>		Kata turunan yang bentuk dasarnya berakhir V dan mendapatkan akhiran selain "-i" atau "-ana"
G.B.P.H. Puger		singkatan

TABEL V
AKSARA JAWA YANG DITERJEMAHKAN KURANG TEPAT

Masukan (Aksara Jawa)	Keluaran (Latin)	Keterangan
	<i>htajthak</i>	Uji aksara Pangkon dan aksara Pasangan*
	<i>hinucéreko</i>	Uji aksara Sandangan Swara**

* Aksara 'ha' seharusnya tidak dapat diberi aksara *Pasangan*.
** Aksara 'ra+pepet' seharusnya diganti dengan aksara *Ganten 're'*.

TABEL VI
AKSARA JAWA YANG DITERJEMAHKAN DENGAN TEPAT

Masukan (Aksara Jawa)	Keluaran (Latin)	Keterangan
	<i>harékharék</i>	Aksara "ha" dan pasangan
	<i>NabiNuh.</i>	Aksara Murda "Na" dan pasangan
	<i>hinucéreko</i>	Uji aksara Sandangan Swara
	<i>grana, krupuk.</i>	Aksara Cakra
	<i>sanityasa.</i>	Aksara Pengkal
	<i>panjing, blanja.</i>	Kasus sisipan K "nc" atau "nj" yang menggunakan aksara "nya," bukan aksara "na"
	<i>sapiéné, saténé.</i>	Kata turunan yang bentuk dasarnya berakhir V dan mendapatkan akhiran "-ne"
	8 juli 1996.	Aksara angka
	.."(0)^	Uji aksara Pada
	AIUEO	Uji aksara Swara
	<i>hrecyakra</i>	Uji aksara Sandangan Wyanjana

Seperti analisis dari hasil pengujian modul penerjemah bahasa Jawa ke Aksara Jawa, kesalahan terjemahan disebabkan oleh perbedaan pelafalan kata terhadap penulisan kata. Untuk mengoreksi hasil terjemahan tersebut, perlu dilakukan perubahan kata masukan, misalnya dari kata

“*senengané*” menjadi “*senengngané*”, dari kata “*minangka*” menjadi “*minongka*”, dari kata “*taménging*” menjadi “*taméngnging*”, dan dari kata “*negara*” menjadi “*nagara*”, sesuai dengan pelafalannya.

V. KESIMPULAN

Sistem penerjemah bahasa Jawa ke aksara Jawa dan sebaliknya dapat bekerja dengan baik. Ditandai dengan hasil penerjemahan bahasa Jawa ke aksara Jawa yang mencapai tingkat keberhasilan 92% untuk penerjemahan bahasa Jawa ke aksara Jawa. Meskipun demikian, terdapat persoalan utama pada penulisan masukan kata yang berbeda dengan cara pelafalannya, seperti pada kata turunan bahasa Jawa. Solusinya adalah dengan memberikan masukan berupa kata yang mengikuti cara pelafalannya. Contoh kata masukan yang seharusnya ‘*takonana*’, arti dalam bahasa Indonesia: tanyailah, perlu diubah masukannya menjadi ‘*takonngana*’ sebelum diterjemahkan menjadi aksara Jawa.

Sedangkan pada penerjemahan aksara Jawa ke Latin Jawa diperoleh tingkat keberhasilan 93,8%. Permasalahan yang dihadapi adalah sistem tidak dapat memberikan alternatif terjemahan untuk aksara Jawa yang memiliki dua terjemahan berbeda, seperti pada aksara *Rekan* “*kha*” yang juga dapat diterjemahkan menjadi “*xa*”. Penerjemahan dari aksara Jawa ke bahasa Jawa juga tidak dapat mencetak spasi, hal ini

disebabkan dalam aksara Jawa tidak dikenal karakter spasi sebagai pemisah kata dalam suatu kalimat.

REFERENSI

- [1] E. Utami, “JawaTeX Web: Web Based Latin to Javanese Characters Transliteration System,” *International Journal of Computer Science & Emerging Technologies (IJCSSET)*, vol. 1 issue 1, hal. 60-67, Juni 2010.
- [2] Buyung, “JawaML, Bahasa Penanda Untuk Merepresentasikan Aksara Jawa,” Skripsi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 2005.
- [3] M. Fauzan, “Nulis Aksara Jawa”, Google Play Store, [Online], <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.muhaun.nulisjawa&hl=en>, 2017.
- [4] A. A. Suryani et al., “Enriching English into Sundanese and Javanese Translation List Using Pivot Language,” *International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, 2016.
- [5] Anonim, “The Unicode Standard: A Technical Introduction,” 2016. [Online], <http://www.unicode.org/standard/principles.html>
- [6] Bennylin, “Javanese Transliterator: Cara termudah untuk menulis Aksara Jawa” [Online], <http://bennylin.github.io/transliterasijawa/>
- [7] R. W. Adriati, H. Tolle, O. Setyawati, “Pengembangan Aplikasi Text-to-Speech Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Finite State Automata Berbasis Android,” *JNTETI*, vol. 5 no. 1, Februari 2016.
- [8] S. Riyadi, “*HA-NA-CA-RA-KA (Kelahiran, Penyusunan, Fungsi, dan Makna)*”, Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta, 1996.
- [9] H. Stephanie, “Script Source: Script Javanese Java,” SIL International, Dallas, Texas, 2015. [Online], <http://www.scriptsource.org/scri/Java>
- [10] Darusuprta, dkk, *Pedoman Penulisan Aksara Jawa*, Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta, 1995.