

## **PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION**

### ***APPLICATION OF NATURAL LANGUAGE PROCESSING TO BUILD VOICE TRANSLATORS WITH THE HELP OF NEURAL MACHINE TRANSLATION***

Baja Prawira Bangun<sup>1</sup>, Khairuddin Nasution, ST, M.Kom<sup>2</sup>, Muhammad Zulfansyuri Siambaton, ST, M.Kom<sup>3</sup>

<sup>1),2),3)</sup>Program Studi Teknik Informatika, <sup>1),2),3)</sup>Universitas Islam Sumatera Utara

e-mail: [prawirabaja@gmail.com](mailto:prawirabaja@gmail.com), [khairuddin\\_nst@uisu.ac.id](mailto:khairuddin_nst@uisu.ac.id), [zulfansyuri@ft.uisu.ac.id](mailto:zulfansyuri@ft.uisu.ac.id)

#### **ABSTRAK**

Penerjemahan merupakan seperangkat pikiran baru yang ditransfer ke dalam bahasa berbeda namun tidak mengurangi makna sebenarnya yang diminta oleh penulis buku sumber. Namun pada kenyataannya, di dunia ini tidak ada 2 bahasa yang sama persis. Oleh karena itu, makna dari suatu bahasa dapat direpresentasikan dalam bentuk yang sangat berbeda pada bahasa lain. Sistem penerjemahan ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan menerapkan Natural Language Processing dengan bantuan Neural Machine Translation sebagai mesin penerjemah. Sistem ini dapat menerima inputan berupa suara dan memberikan output hasil terjemahan berupa suara. Dengan memanfaatkan Automatic Speech Recognition, sistem dapat memahami perintah pengguna berdasarkan bahasa Indonesia dan Inggris, sedangkan bahasa yang dapat diterjemahkan oleh sistem adalah bahasa Indonesia, Inggris, Spanyol, dan Prancis.

**Kata kunci:** Natural Language Processing, Automatic Speech Recognition, Neural Machine Translation

#### **ABSTRACT**

*Translation is a new set of thoughts that are transferred into a different language but does not diminish the true meaning demanded by the author of the source book. But in reality, in this world no two languages are exactly the same. Therefore, the meaning of one language can be represented in a very different form in another language. This translation system was built using the Python programming language by implementing Natural Language Processing with the help of Neural Machine Translation as a machine translator. This system can receive input in the form of sound and provide output in the form of voice translation. By utilizing Automatic Speech Recognition, the system can understand user commands based on Indonesian and English, while the languages that can be translated by the system are Indonesian, English, Spanish, and French.*

**Keywords:** Natural Language Processing, Automatic Speech Recognition, Neural Machine Translation

## **1. PENDAHULUAN**

Kegiatan Sharing atau pertukaran informasi merupakan poin penting dalam hal perkembangan. Hal ini dikarenakan kegiatan tersebut tidak memiliki batasan-batasan baik topik, manfaat, tujuan ataupun yang lainnya

Dalam kegiatan tersebut, bahasa mengambil peran penting sebagai media yang digunakan dalam pertukaran informasi. yang mana informasi yang diterima harus sesuai dengan maksud dari informasi yang disampaikan.

Seperti halnya ketika meeting, presentasi, seminar ataupun yang lainnya yang bersifat internasional maka dibutuhkan penyampaian informasi yang tepat karena adanya keterbatasan bahasa maupun penerjemahan.

Menurut Putra (2021 : 3) Penerjemahan merupakan seperangkat pikiran baru yang ditransfer ke dalam bahasa berbeda namun tidak mengurangi makna sebenarnya yang diminta oleh penulis buku sumber.

Jadi, penerjemahan sedikitnya melibatkan 2 bahasa yang dikenal dengan bahasa sumber (source language) dan bahasa sasaran (target language). Bahasa sumber dalam hal ini adalah bahasa yang dipergunakan dalam bahan (teks) yang akan diterjemahkan, sementara bahasa sasaran adalah bahasa yang dituju dalam penyampaian makna.

Sebenarnya teknologi-teknologi yang dibutuhkan untuk membantu penerjemahan dalam suatu kegiatan atau acara sudah ada diciptakan. Namun teknologi-teknologi tersebut masih menggunakan banyak komponen perangkat tambahan yang digunakan sebagai pendukung sehingga belum terkesan simpel dan mudah.

Untuk memberikan kemudahan dari sebelumnya, dibutuhkan alat yang minimalis, mudah digunakan, dapat berjalan pada satu perangkat dan kompetibel dengan perangkat-perangkat pendukung seperti microphone, speaker dan lainnya merupakan sebuah solusi yang cukup efektif untuk menutupi kekurangan dari teknologi-teknologi penerjemahan yang sudah ada sekarang.

Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mewujudkan solusi tersebut adalah dengan menerapkan kecerdasan buatan dalam pengembangan teknologi tersebut. Tujuan akhir dari penggunaan kecerdasan buatan sendiri adalah agar komputer mencapai pemahaman bahasa yang mirip manusia. Ketika ini tercapai, sistem komputer akan dapat memahami, menarik kesimpulan, meringkas, menerjemahkan dan menghasilkan teks dalam bahasa manusia yang akurat.

Sekarang ini sudah banyak dikembangkannya metode-metode yang dapat mendukung dalam kegiatan penerjemahan seperti Statistical Machine Translation dan Neural Machine Translation. Metode-metode tersebut telah mencapai kesuksesan yang luar biasa dan menjadi pilihan baru dalam praktik mesin penerjemah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka penulis melakukan sebuah penelitian dengan judul “PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION”

## **2. METODE PENELITIAN**

Studi kasus pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan opsi yang lebih mudah dalam kebutuhan penerjemahan di suatu acara ataupun kegiatan.

Penelitian ini dilakukan secara individual menggunakan perangkat pribadi sebagai alat yang digunakan untuk membangun sistem ini dan sekaligus sebagai media uji coba sistem. Spesifikasi dari perangkat yang digunakan dapat dilihat di bawah ini :

a. System

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 1) Operating System | : Windows 11 Home Single Language 64-bit     |
| 2) Processor        | : Intel(R) core(TM) i5 1035G1 CPU @ 1.00 GHz |

***Judul Artikel : PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION***

---

- b. Display
  - 1) Intel(R) UHD Graphics
  - 2) VRAM : 128MB
- c. Sound Device
  - 1) Speakers (Realtek(R) Audio)

Pada penelitian ini juga menggunakan API Google untuk memanfaatkan teknologi Text to Speech yang dimiliki oleh Google. Pemanfaatan ini berhubungan dengan metode pengambilan data suara yang akan digunakan sebagai output dari sistem ini.

Hal ini bertujuan untuk memberikan pronouncation yang lebih baik pada hasil suara yang dikeluarkan.

## **2.1 Pengumpulan Data**

Pembuatan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan metode kajian pustaka dengan membaca, mempelajari, memahami hal-hal yang berkaitan dengan translator, teknik penerapan Natural Language Processing, metode penggunaan Neural Machie Learning dan materi lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

### **2.1.1 Jenis Data**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data skunder. Yang mana data tersebut merupakan data yang diambil melalui perantara atau pihak yang telah mengumpulkan data tersebut sebelumnya, dengan kata lain penulis tidak langsung memiliki data itu sendiri.

Data yang ada pada penelitian ini terbagi dua yaitu data yang digunakan dalam korpus paralel sebagai referensi terjemahan dan data suara yang digunakan sebagai output dari system.

### **2.1.2 Waktu Pengambilan Data**

Jenis waktu dari pengambilan data berbeda berdasarkan data yang digunakan. Untuk data yang digunakan dalam korpus paralel sebagai referensi terjemahan menggunakan teknik Data Cross-Section, yang mana data tersebut dikumpulkan dalam satu waktu tertentu dan biasanya melibatkan banyak obyek data atau responden.

Sedangkan untuk data suara diakses melalui API Google menggunakan teknologi Text to Speech yang mana berarti data ini hanya diambil ketika sistem mulai menggunakan teknologi tersebut.

## **2.2 Analisis Kebutuhan Sistem**

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan sebuah analisis yang ditujukan untuk memperoleh hal-hal yang dibutuhkan oleh sebuah sistem yang akan dibangun.

- a. Translator
  - 1) Indonesia – Inggris
  - 2) Inggris – Indonesai
  - 3) Indonesia – Prancis
  - 4) Prancis – Indonesia
  - 5) Indonesia- Spanyol
  - 6) Spanyol – Indonesia

- 7) Inggris – Spanyol
  - 8) Spanyol – Inggris
  - 9) Inggris – Prancis
  - 10) Prancis – Inggris
  - 11) Prancis – Spanyol
  - 12) Spanyol – Prancis
- b. Input Language (Speech to Text)
- 1) Bahasa Indonesia
  - 2) Bahasa Inggris
  - 3) Bahasa Jepang
  - 4) Bahasa Prancis
- c. System Language
- 1) Bahasa Indonesia
  - 2) Bahasa Inggris
- d. Korpus Paralel
- 1) Indonesia – Inggris
  - 2) Inggris – Indonesai
  - 3) Indonesia – Prancis
  - 4) Prancis – Indonesia
  - 5) Indonesia- Spanyol
  - 6) Spanyol – Indonesia
  - 7) Inggris – Spanyol
  - 8) Spanyol – Inggris
  - 9) Inggris – Prancis
  - 10) Prancis – Inggris
  - 11) Prancis – Spanyol
  - 12) Spanyol – Prancis

### 2.3 Penyiapan Korpus Paralel

Untuk data korpusnya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.1 Data Korpus

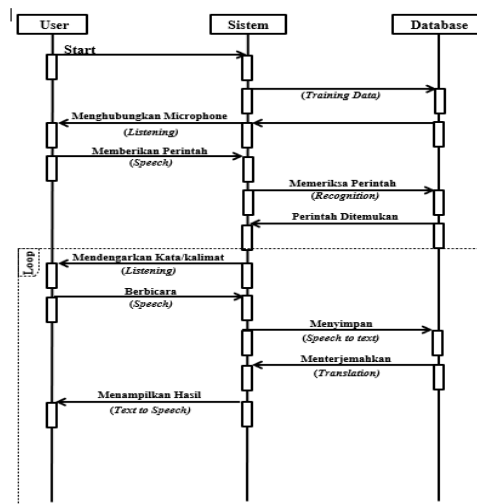
No	Korpus	Jumlah Kata ( <i>Source Language</i> )	Jumlah Kata ( <i>Target Language</i> )	Total
1	Indonesia-Inggris	140 kata	186 kata	226 kata
2	Inggris-Indonesia	186 kata	140 kata	226 kata
3	Indonesia-Prancis	140 kata	226 kata	366 kata
4	Prancis-Indonesia	226 kata	140 kata	366 kata
5	Indonesia-Spanyol	140 kata	216 kata	356 kata
6	Spanyol-Indonesia	216 kata	140 kata	356 kata
7	Inggris-Spanyol	176 kata	214 kata	390 kata

**Judul Artikel : PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION**

8	Spanyol-Inggris	214 kata	176 kata	390 kata
9	Inggris-Prancis	179 kata	220 kata	399 kata
10	Prancis-Inggris	220 kata	179 kata	399 kata
12	Prancis-Spanyol	224 kata	216 kata	440 kata
11	Spanyol-Prancis	216 kata	224 kata	440 kata

**2.4 Perancangan Sistem**

Perancangan sistem ini berguna untuk memberikan gambaran tentang fungsionalitas sistem yang dibangun dan diharapkan dapat membantu dalam penyelesaian masalah. Perancangan sistem ini akan digambarkan melalui desain sequence diagram.



Gambar 2.3 Sequence Diagram Voice Translator

**2.5 Penyesuaian Automatic Speech Recognition**

Pada bagian ini, Automatic Speech Recognition berfungsi untuk melakukan pencocokan pola kalimat perintah yang diucapkan oleh user dengan yang telah diinputkan kedalam database system.

Terdapat 4 tahapan sistem ketika melakukan Pencocokan pola :

- a. Trigger Word Detection
  - Input : “Change Language” (user)
  - Change Language = 1
  - Output : 1 (Mengganti Bahasa) (Mendengarkan/Listening)
  - 0 (Tidak melakukan apa-apa)
- b. Speech Recognition
  - Input : “translate from indonesia to english...” (user)
  - Output : t-r-a-n-s-l-a-t-e f-r-o-m i-n-d-o-n-e-s-i-a t-o e-n-g-l-i-s-h
- c. Intent Recognition
  - Input : “...indonesia to english...” (user)
  - Output : Mencocokkan dengan perintah yang telah ada indonesia to english

indonesia to japan  
 france to english  
 japan to indonesia

d. Executed Command

Machine Translation; Speech Synthesis;

Untuk data “Trigger Word” dapat dilihat dibawah ini

Tabel 2.2 Data Perintah

No	Speech	Keterangan
1	....indonesia ke inggris....	Terjemahkan dari bahasa indonesia ke bahasa inggris
2	....indonesia to english....	
3	....indonesia ke spanyol....	Terjemahkan dari bahasa indonesia ke bahasa spanyol
4	...indonesia to spanish...	
5	....indonesia ke prancis....	Terjemahkan dari bahasa indonesia ke bahasa prancis
6	....indonesia to french....	
7	....inggris ke indonesia....	Terjemahkan dari bahasa inggris ke bahasa indonesia
8	....english to indonesia....	
9	....inggris ke spanyol....	Terjemahkan dari bahasa inggris ke bahasa spanyol
10	....english to spanish....	
11	....inggris ke prancis....	Terjemahkan dari bahasa inggris ke bahasa prancis
12	....english to french....	
13	.... spanyol ke indonesia....	Terjemahkan dari bahasa spanyol ke bahasa indonesia
14	... spanish to indonesia...	
15	.... spanyol ke inggris....	Terjemahkan dari bahasa spanyol ke bahasa inggris
16	... spanish to english...	
17	.... spanyol ke prancis....	Terjemahkan dari bahasa spanyol ke bahasa prancis
18	... spanish to french...	
19	....prancis ke indonesia....	Terjemahkan dari bahasa prancis ke bahasa indonesia
20	....french to indonesia....	
21	....prancis ke inggris....	Terjemahkan dari bahasa prancis ke bahasa inggris
22	....french to english....	
23	....prancis ke spanyol....	Terjemahkan dari bahasa prancis ke bahasa spanyol
24	....french to spanish....	
25	ganti bahasa	Ganti bahasa
26	switch	
27	selesai	Matikan sistem

**Judul Artikel : PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION**

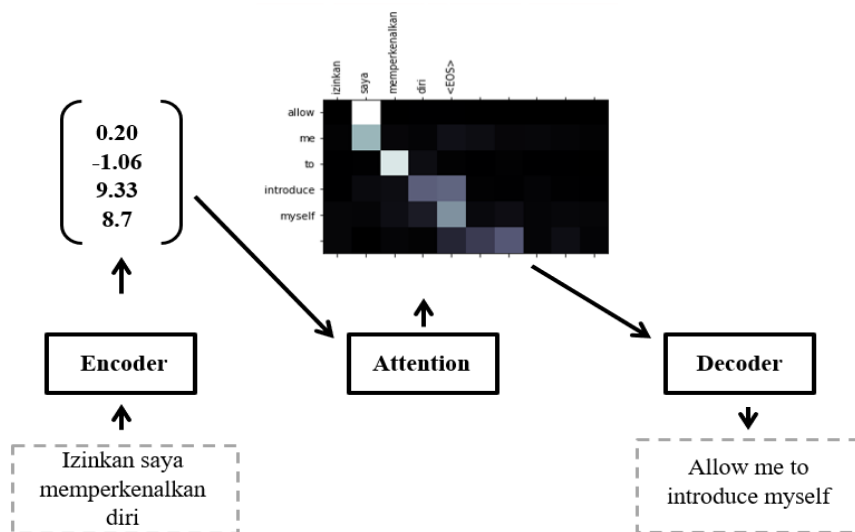
28	Turn off	
----	----------	--

2.6 Membangun Neural Machine Translation



Gambar 2.4 Alur proses Machine Translator

Secara sederhana proses translation dapat dilihat seperti pada Gambar 2.4 dimana bahasa sumber (Source Language) akan di proses oleh Machine Translator yaitu menggunakan Neural Machine Translation berbasis Attention yang kemudian akan diterjemahkan ke bahasa sasaran (Target Language).



Gambar 2.5 Proses Penerjemahan Neural Machine Translation Berbasis Attention

2.7 Training and Evaluating

2.7.1 Training Data

Untuk melakukan training data untuk setiap pasangan kata/kalimat yang tersedia dari masing-masing korpus, maka diperlukan tensor input (indeks kata dalam kalimat input) dan tensor target (indeks kata dalam kalimat target) untuk membuat vektor nantinya.

Kalimat input akan diproses melalui encoder, dan melacak setiap output dan hidden state terbaru. Kemudian decoder akan diberi token sebagai input pertamanya, dan hidden state terakhir dari encoder sebagai hidden state pertamanya.

### 2.7.2 Evaluating

Proses evaluating atau evaluasi hampir mirip dengan training data, tetapi tidak ada kalimat target jadi cukup memasukkan prediksi decoder kembali ke dirinya sendiri untuk setiap langkah ketika setiap kali memprediksi kata.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pembahasan

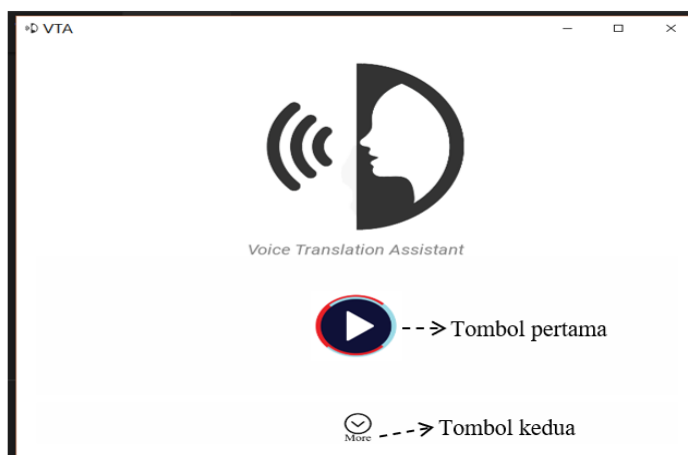
Aplikasi ini dijalankan pada IDE Python yaitu menggunakan PyCharm Community Edition 2022.1.2 yang mana merupakan versi terbaru saat ini yang di release pada juni 2022.

Pengujian ini dilakukan dengan menguji setiap tampilan dari aplikasi yang telah di rancang dan dibuat untuk mengetahui apakah tampilan tersebut telah sesuai dan dapat dijalankan dengan baik atau tidak.

### 3.2 Halaman Utama

Halaman Utama merupakan halaman yang akan ditampilkan kepada user sebagai tampilan awal saat menjalankan aplikasi ini.

Halaman utama memiliki antar muka yang sederhana dengan terdiri dari 2 tombol. Tombol pertama berfungsi untuk menjalankan sistem terjemahan secara keseluruhan, dimana berarti akan mengakses seluruh bahasa yang ada. Sedangkan tombol kedua yang berukuran lebih kecil berbentuk navigasi dan terletak di bawah tombol pertama berfungsi untuk berpindah halaman(window) dari halaman utama ke halaman kedua (second window).

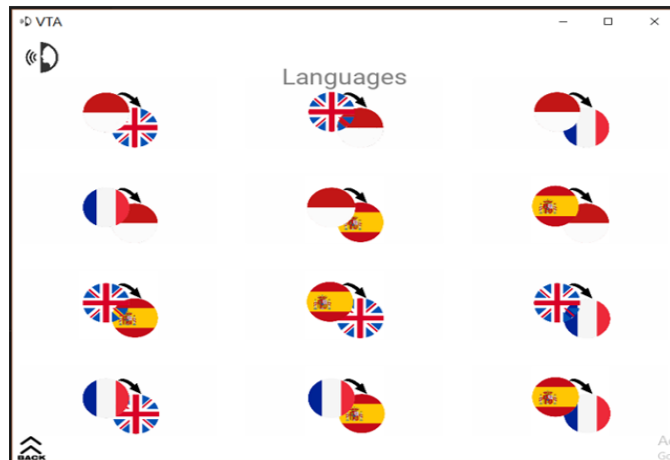


Gambar 3.1 Tampilan Halaman Utama

### 3.3 Halaman Bahasa ( Language Page)

Halaman Bahasa atau Language Page merupakan halaman yang berisi kumpulan fitur translator yang ada pada aplikasi ini.

**Judul Artikel : PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE TRANSLATION**



Untuk memberikan kemudahan kepada pengguna, setiap tombol translator digambarkan dengan bendera dari source language dan target language itu sendiri.

Dan ketika salah satu tombol translator dipilih(ditekan) maka sistem akan langsung menjalankan perintah penerjemahan sesuai translator yang diilih.

**3.5 Perbandingan Hasil**

Berikut akan ditampilkan perbandingan hasil terjemahan akhir yang didapat oleh sistem yang telah dibangun dengan hasil terjemahan dari 5 translator berbeda yakni Google Translate, PONS Text Translation, MyMemory Translated, Microsoft Bing Translator dan Yandex Translate

**Tabel 3.1 Perbandingan Hasil Terjemahan Indonesia-Inggris**

No	Bahasa Awal	Hasil Terjemahan (epoch 4000)	Google	PONS	MyMemory	Microsoft	Yandex
1	Semua ini kesalahanku	it's all my fault	All of this is my fault	it's all my fault	it's all my fault	it's all my fault	It's all my fault
2	Tolong maafkan saya	i hope you can forgive me	Please forgive me	Please forgive me	Please forgive me	Please forgive me	Please forgive me
3	gak usah dipikirkan	Never mind	don't think about it	don't think about it	don't think about it	don't think about it	don't think about it
4	Jangan gangguku	don't bother me	don't bother me	don't bother me	don't bother me	don't bother me	don't bother me
5	Jangan putus asa	keep your spirit	Don't give up	Don't despair	Don't despair	Don't despair	Don't despair

**4. KESIMPULAN**

1. Sistem dapat menerima inputan suara, dan mampu memberikan output berupa suara.

2. Dengan peneraan Natural Language Processing memungkinkan sistem untuk menerima inputan dalam bentuk suara dengan dua bahasa yang mana bahasa tersebut adalah Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris
3. Sistem dapat melakukan penerjemahan pada 4 bahasa yaitu Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Bahasa Spanyol, Bahasa Prancis.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, Z., Sucipto, A., Budiman, A., Teknik, F., & Komputer, D. I. (2018). Penerjemahan Kalimat Bahasa Lampung-Indonesia Dengan Pendekatan Neural Machine Translation Berbasis Attention Translation of Sentence Lampung-Indonesian Languages With Neural Machine Translation Attention Based Approach. *Inovasi Pembangunan*, 6(02), 191–206. <https://translate.google.com>.
- C.V. ANDI OFFSET (Penerbit ANDI). 2002. *Kamus LENGKAP Dunia Komputer*. Yogyakarta : C.V. ANDI OFFSET (Penerbit ANDI)
- Dinata, C., Puspitaningrum, D., & Erna, E. (2018). Implementasi Teknik Dynamic Time Warping (Dtw) Pada Aplikasi Speech To Text. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 49–58. <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6816>
- Eros Fikri Syahram. (2021). Sun Position Forecasting Menggunakan Metode RNN – LSTM Sebagai Referensi Pengendalian Daya Solar Cell. *Jurnal JEETech*, 2(2), 65–77. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v2i2.169>
- Gunawan, W., Sujaini, H., & Tursina, T. (2021). Analisis Perbandingan Nilai Akurasi Mekanisme Attention Bahdanau dan Luong pada Neural Machine Translation Bahasa Indonesia ke Bahasa Melayu Ketapang dengan Arsitektur Recurrent Neural Network. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 7(3), 488. <https://doi.org/10.26418/jp.v7i3.50287>
- Kostadinov, Simeon. 2018. *Recurrent Neural Networks with Python Quick Start Guide*. Birmingham: Packt Publishing Ltd
- Manu, G. A., & Masan, P. L. (2020). Aplikasi Text To Speech Untuk Meningkatkan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 3(2), 17–26.
- Mardiyantoro, N. (2018). Penerapan Metode Probabilistic Parsing Sebagai Pendeteksi Pola Kalimat Headline Copywriting Dalam Aplikasi Natural Language Processing. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 5(1), 82–88. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v5i1.452>
- Melangi, S. (2018). Text To Speech Bahasa Indonesia Menggunakan Synthesizer Concatenation Berbasis Fonem. *Jurnal Teknik Elektro CosPhi*, 2(2), 2597–9329.
- Mulyatun, S., Utama, H., & Mustopa, A. (2021). PENDEKATAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING PADA APLIKASI Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta Abstraksi Keywords : Pendahuluan. *Jurnal of Information System Management*, 2(1), 12–17.
- Niratama, F., & Wagino, W. (2021). Studi Literatur Efektivitas Teknologi Asistif Automatic Speech Recognition (Asr) Dalam Bahasa Reseptif Anak Tunarungu. *Jurnal Pendidikan Khusus*. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/38/article/view/36578>
- Putra, Pebri Prandika. 2021. *Teknik dan Ideologi Penerjemahan Bahasa Inggris (Teori dan praktik)*. Yogyakarta: Samudra Biru
- Rachman, Fika Hastarita. 2020. *Komutasi Bahasa Alami*. Malang: Media Nusa Creative
- Santiago, Felipe. dkk. 2017. *Building Cognitive Application with IBM Watson Serive: Volume 6 Speech to Text and Text to Speech*. New york: RedBooks
- Sari, I. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Inggris Dilengkapi Dengan Fasilitas Teknologi Text To Speech Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 1(1), 28–30. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v1i1.316>

***Judul Artikel* : PENERAPAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK  
MEMBANGUN VOICE TRANSLATOR DENGAN BANTUAN NEURAL MACHINE  
TRANSLATION**

---

Susanti, M., Susilo, B., & Andreswari, D. (2018). Aplikasi Speech-To-Text Dengan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficient ( Mfcc ) Dan Hidden Markov Model ( Hmm ) Dalam Pencarian Kode. *Jurnal Rekursif*, 6(1), 48–58.

Syahputra, Leo & Cindy Amalia. KAMUS LENGKAP 1 MILYAR. Binjai: CV. CAHAYA AGENCY

White, Elecia. 2012. *Making Embedded System*. Gravenstein Highway North: O'Reilly Media, Inc.

Yu, Dong & Li Deng. 2015. *Automatic Speech Recognition A Deep Learning Approach*. New York: Springer