

Laporan Hasil Eksperimen Machine Translation Seq2Seq vs Seq2Seq + Attention

Nama : Kartika Adhi Ning Wulan Satunggal

NIM : 23/519940/PA/22325

1. Pendahuluan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa dua arsitektur model penerjemahan otomatis, yaitu Sequence to Sequence (Seq2Seq) dan Seq2Seq dengan mekanisme Attention, dalam menerjemahkan kalimat dari bahasa Indonesia ke bahasa Jawa. Kedua model diimplementasikan menggunakan *encoder-decoder architecture* berbasis LSTM, dengan perbedaan utama pada adanya lapisan *attention* yang berfungsi membantu model fokus pada bagian-bagian penting dari kalimat sumber.

Dataset yang digunakan berasal dari korpus paralel bahasa Indonesia–Jawa yang diambil dari repositori GitHub. Tokenisasi dilakukan menggunakan SentencePiece, dengan ukuran kosakata sebanyak 2000 token untuk bahasa sumber dan target.

2. Arsitektur Model

a. Model Seq2Seq

Model Seq2Seq terdiri dari dua komponen utama, yaitu:

- **Encoder:** jaringan LSTM yang mengubah urutan kata bahasa sumber menjadi *context vector*.
- **Decoder:** jaringan LSTM yang menghasilkan urutan kata dalam bahasa target berdasarkan *context vector* dan kata yang dihasilkan sebelumnya.

Kelemahan utama arsitektur ini adalah ketergantungannya pada satu *context vector*, sehingga performanya menurun ketika kalimat sumber panjang.

b. Model Seq2Seq + Attention

Model ini menambahkan **mekanisme Attention (Bahdanau)** pada arsitektur Seq2Seq. Attention memungkinkan model untuk menghitung *weight* (bobot perhatian) pada setiap kata dalam kalimat sumber, sehingga decoder dapat fokus pada bagian tertentu yang relevan saat menghasilkan kata target.

3. Evaluasi Kuantitatif

Proses evaluasi dilakukan menggunakan metrik **BLEU** dan **ROUGE**, dengan hasil sebagai berikut:

Model	Blue Score	ROUGE-1	ROUGE-2	ROUGE-L
Seq2Seq	0.06	0.0000	0.0000	0.0000
Seq2Seq + Attention	0.38	0.0548	0.0017	0.0515

Dari hasil di atas terlihat bahwa penambahan mekanisme Attention meningkatkan kemampuan model dalam menghasilkan terjemahan yang lebih mendekati kalimat referensi. Nilai BLEU meningkat dari 0.06 menjadi 0.38, menandakan perbaikan signifikan pada kesamaan n-gram antara hasil prediksi dan ground truth. Nilai ROUGE juga menunjukkan peningkatan kecil namun konsisten, yang menandakan bahwa struktur kalimat hasil terjemahan lebih serupa dengan referensi.

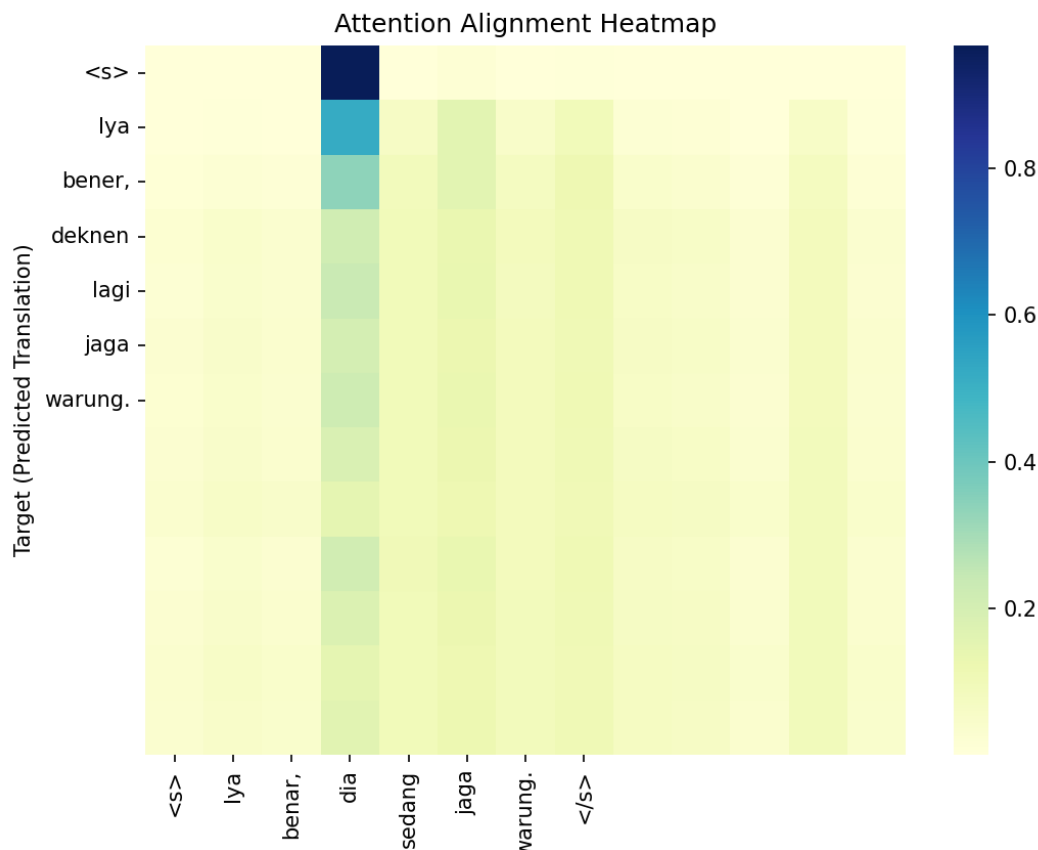
4. Analisis Soft Alignment (Visualisasi Attention)

Selain evaluasi numerik menggunakan BLEU dan ROUGE, dilakukan analisis visual terhadap distribusi *attention* untuk memahami bagaimana model melakukan *alignment* antar kata sumber (bahasa Indonesia) dan kata target (bahasa Jawa).

Gambar berikut menunjukkan peta panas (heatmap) hasil mekanisme attention pada kalimat :

- Sumber (Bahasa Indonesia): *"Iya benar, dia sedang jaga warung."*
- Terjemahan Model (Bahasa Jawa): *"Iya bener, deknen lagi jaga warung."*

(Gambar Visualisasi Attention Alignment)



Dari visualisasi terlihat bahwa :

- Kata “dia” pada bahasa Indonesia memiliki intensitas warna tertinggi terhadap kata “deknen” pada bahasa Jawa. Hal ini menunjukkan bahwa model berhasil mempelajari hubungan semantik yang benar antara kata tersebut.
- Begitu pula dengan pasangan “sedang” dengan “lagi”, yang memiliki nilai *attention* menengah, menandakan keterkaitan konteks yang dipahami model.
- Warna pada kolom dan baris awal yang lebih gelap menunjukkan bahwa *decoder* awalnya lebih banyak memperhatikan token BOS (<s>) sebelum menghasilkan kata pertama.

Visualisasi ini membuktikan bahwa mekanisme attention membantu model fokus pada bagian input yang relevan saat menghasilkan terjemahan, meningkatkan kualitas dan kesesuaian hasil keluaran.

5. Kesimpulan

Dari hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan mekanisme Attention secara signifikan meningkatkan kualitas terjemahan.
2. Hasil visualisasi attention (*soft alignment*) menunjukkan model mampu mengidentifikasi hubungan semantik antar kata sumber dan target.
3. Model Seq2Seq + Attention menghasilkan nilai BLEU dan ROUGE yang lebih tinggi, membuktikan performa yang lebih baik dalam penerjemahan bahasa Indonesia ke bahasa Jawa.