

Nama : Rizki Ramadhan

NIM : 1103213091

## **1. *Natural Language Processing dan Transformer models***

### **A. *Natural Language Processing***

#### ***Natural Language Processing***

*Natural Language Processing* (NLP) merupakan salah satu cabang dari Artificial Intelligence (AI) yang berfokus pada bagaimana manusia dan komputer dapat berkomunikasi menggunakan bahasa alami. Tujuan utamanya adalah membuat komputer mampu memahami, menganalisis, dan menghasilkan bahasa manusia dengan lebih efisien dan alami [1] [2].

#### **Sejarah dan Perkembangan NLP**

Pengembangan NLP dimulai melalui eksperimen awal dalam bidang penerjemahan mesin dan analisis teks. Kala itu, fokus utama adalah mengonversi bahasa manusia menjadi format yang dapat dipahami oleh komputer. Walaupun hasilnya terbatas, perkembangan di bidang komputasi dan linguistik kemudian membuka jalan bagi kemajuan NLP yang lebih signifikan [3].

Pendekatan awal dalam NLP mengandalkan aturan bahasa dan pola tetap. Namun, dengan perkembangan teknologi, pendekatan ini berkembang ke arah metode berbasis statistik dan pembelajaran mesin, sehingga komputer dapat memahami bahasa manusia secara lebih kontekstual dan fleksibel [3].

#### **Komponen Utama NLP**

NLP memiliki sejumlah komponen yang bekerja bersama untuk memungkinkan komputer memahami bahasa manusia, di antaranya [1]:

- Analisis Teks: Melibatkan proses seperti tokenisasi, analisis sintaksis, dan analisis semantik untuk menguraikan teks menjadi struktur yang dapat diproses komputer.
- *Natural Language Understanding* (NLU): Fokus pada pemrosesan bahasa manusia untuk diubah menjadi format yang dapat dimengerti mesin.
- *Natural Language Generation* (NLG): Proses di mana komputer menghasilkan teks atau narasi dari data terstruktur, seperti laporan atau ringkasan.

#### **Aplikasi NLP**

Penerapan NLP sangat luas dan melibatkan berbagai aktivitas sehari-hari, seperti [4]:

- Asisten Virtual: Contohnya Siri dan Google Assistant yang memahami perintah suara dan memberikan respons yang relevan.
- Penerjemahan Otomatis: Seperti Google Translate, yang dapat menerjemahkan teks antar bahasa secara otomatis.

- Analisis Sentimen: Menilai emosi atau opini dalam teks, misalnya dari ulasan produk atau media sosial.

## **Tahapan Proses NLP**

Proses NLP melibatkan beberapa langkah penting, yaitu [4]:

- Pengumpulan Data: Mengumpulkan teks atau suara untuk digunakan sebagai bahan pelatihan.
- Pemrosesan Data: Mengidentifikasi dan menganalisis pola dalam data.
- Pelatihan Model: Menggunakan algoritma pembelajaran mesin untuk melatih sistem agar dapat memahami bahasa.
- Pengoptimalan: Menyesuaikan model dengan data baru agar performanya semakin akurat.

Dengan perkembangan teknologi yang terus berjalan, NLP diharapkan akan membawa lebih banyak inovasi dalam interaksi manusia dengan komputer menggunakan bahasa alami.

## **B. Transformers**

### ***Transformers***

*Transformers* merupakan arsitektur jaringan saraf atau *neural network* yang sangat berpengaruh dalam *Natural Language Processing* (NLP), dirancang untuk menangani data sekuensial dengan efisiensi tinggi. Berikut adalah penjelasan cara kerja library *Transformers* dalam konteks NLP [4].

### **Arsitektur Transformer**

Arsitektur Transformer terdiri dari dua bagian utama: encoder dan decoder.

- *Encoder*: Bertugas menerima input berupa urutan kata, mengubahnya menjadi representasi matematis yang kompak, dan menghasilkan vektor konteks yang mencerminkan informasi penting dari input. Proses ini melibatkan mekanisme self-attention yang memungkinkan model mengevaluasi relevansi antar kata dalam satu kalimat.
- *Decoder*: Mengolah output dari encoder untuk menghasilkan keluaran berupa urutan, seperti terjemahan atau ringkasan. Pada tahap ini, decoder juga menggunakan mekanisme perhatian untuk memahami konteks dan menghasilkan kata yang sesuai secara berurutan.

### **Proses Pelatihan Model *Transformers***

Proses pelatihan model *Transformer* melibatkan beberapa langkah, dimulai dari pra-pemrosesan data hingga pelatihan model:

- Pengumpulan Data: Menyusun kumpulan data teks yang akan digunakan sebagai bahan pelatihan.

- Pra-pemrosesan: Membersihkan teks dari elemen yang tidak relevan dan mempersiapkannya dengan cara tokenisasi menjadi unit-unit kecil.
- Representasi Numerik: Mengonversi teks menjadi bentuk vektor melalui teknik seperti word embeddings.
- Pelatihan Model: Menggunakan data yang telah diproses untuk melatih model sesuai tujuan spesifik, misalnya untuk memprediksi kata berikutnya atau menerjemahkan kalimat.

Transformers menjadi revolusioner dalam NLP karena kemampuan efisiennya dalam memproses data sekuensial dan menangkap konteks dengan akurasi tinggi, menjadikannya fondasi untuk berbagai aplikasi NLP modern.

### C. Encoder dan Decoder dalam Arsitektur Transformer

Encoder dan decoder adalah dua komponen utama dalam arsitektur Transformer yang digunakan untuk berbagai tugas *Natural Language Processing* (NLP). Berikut adalah penjelasan masing-masing komponen [1]:

#### Encoder Model

Encoder bertugas menerima input berupa urutan kata dan mengubahnya menjadi representasi numerik yang dapat diproses oleh mesin. Dalam Transformer, encoder terdiri dari beberapa lapisan, masing-masing memiliki dua sub-lapisan utama [1]:

- Mekanisme *Self-Attention*: Sub-lapisan ini memungkinkan model memahami hubungan antara kata-kata dalam kalimat secara bersamaan. Mekanisme ini membantu encoder menangkap konteks dari keseluruhan urutan input, bukan hanya kata-kata yang berdekatan.
- Jaringan *Feedforward*: Output dari mekanisme self-attention kemudian diproses melalui jaringan feedforward fully connected. Langkah ini memperkuat informasi yang relevan dan menghasilkan representasi akhir dari input.

Selain itu, encoder juga menggunakan pengkodean posisi untuk menambahkan informasi tentang urutan kata dalam kalimat, karena Transformer tidak bekerja secara sekuensial seperti model tradisional.

#### Decoder Model

Decoder berfungsi menghasilkan output berdasarkan representasi yang dibuat oleh encoder. Sama seperti encoder, decoder memiliki beberapa lapisan, tetapi dilengkapi dengan mekanisme tambahan untuk meningkatkan pemahaman konteks. Komponen utama dalam decoder meliputi [1]:

- Mekanisme Attention: Selain self-attention, decoder juga menggunakan mekanisme perhatian untuk mengakses informasi dari output encoder. Hal ini memungkinkan model menghasilkan output yang relevan berdasarkan konteks input.

- Masking: Teknik masking diterapkan untuk memastikan model tidak melihat kata-kata masa depan saat menghasilkan keluaran. Masking ini penting untuk menjaga sifat autoregresif dalam pembuatan urutan.

Dengan mekanisme ini, decoder dapat menghasilkan teks yang koheren dan sesuai konteks berdasarkan representasi dari encoder.

### **Model Encoder-Decoder**

Model encoder-decoder mengintegrasikan kedua komponen ini untuk menyelesaikan tugas seperti penerjemahan bahasa dan ringkasan teks. Tahapan kerja model ini biasanya meliputi [1]:

- Proses Input: Encoder memproses teks masukan untuk menghasilkan representasi numerik.
- Output Generation: Representasi tersebut digunakan oleh decoder untuk menghasilkan teks keluaran, seperti terjemahan atau ringkasan.
- Pelatihan: Model dilatih menggunakan data berlabel agar dapat meningkatkan akurasi dalam menghasilkan output yang sesuai.

Model encoder-decoder terbukti sangat efektif untuk tugas NLP yang kompleks karena kemampuannya dalam memahami konteks secara menyeluruh dan menghasilkan output yang relevan.

### **REFERENSI**

- [1] J. R. M. J. K. Daniel W. Otter, "A Survey of the Usages of Deep Learning for Natural Language Processing," *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 32, no. 2, pp. 604 - 624, 2021.
- [2] D. S. C. F. Indra Kharisma Raharjana, "User Stories and Natural Language Processing: A Systematic Literature Review," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 53811 - 53826, 2021.
- [3] B. W. Erik Cambria, "Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research [Review Article]," *IEEE Computational Intelligence Magazine*, vol. 9, no. 2, pp. 48 - 57, 2014.
- [4] W. F. G. R. d. O. A. L. J. G. V. Fillipe Barros Rodrigues, "Natural Language Processing Applied to Forensics Information Extraction With Transformers and Graph Visualization," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 11, no. 4, pp. 4727- 4743, 2024.

