

PEMBANGKITAN PARAFRASA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMER

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Annisa Luthfi Fadillah
NIM : 09021282126049

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

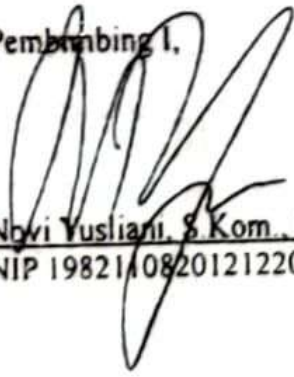
PEMBANGKITAN PARAFRASA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMER

Oleh :


Annisa Luthfi Fadilah
NIM : 09601362126049

Palembang, 27 Desember 2024

Pembimbing I,


Novi Yuliani, S.Kom., M.T.
NIP 198214082012122001

Pembimbing II,


Desty Rodiah, S.Kom., M.T.
NIP 198912212020122011

Mengerahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika


Hadipurnawan Satria, M.Sc., Ph.D.
NIP 198004182020121001

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Selasa tanggal 24 Desember 2024 telah dilaksanakan ujian sidang skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Annisa Luthfi Fadillah

NIM : 09021282126049

Judul : Pembangkitan Parafraza Menggunakan Metode Transformer

dan dinyatakan LULUS.

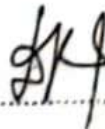
1. Ketua Penguji

Kanda Januar Miraswan, S.Kom., M.T.
NIP. 199001092019031012



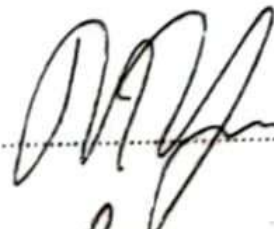
2. Penguji I

Dian Falupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002



3. Pembimbing I

Novi Yustiani, S.Kom., M.T.
NIP. 198211052012122001



4. Pembimbing II

Desty Rodiah, S.Kom., M.T.
NIP. 198912212020122011



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Luthfi Fadillah
NIM : 09021282126049
Program Studi : Teknik Informatika Reguler
Judul : Pembangkitan Parafrasa Menggunakan Metode Transformer

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 4%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 9 Desember 2024



Annisa Luthfi Fadillah
NIM 09021282126049

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Jangan takut dengan hasil, lakukan saja yang terbaik”

“Jangan kalah sebelum perang, jangan menyerah sebelum mencoba”

— Ibu

Kupersembahkan karya tulis ini kepada:

- Allah SWT
- Keluarga terkasih
- Fakultas Ilmu Komputer
- Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Paraphrase generation is a part of text generation or Natural Language Generation (NLG) that aims to create paraphrased sentences with a different words or structure from the input sentence without altering its original meaning. This research builds a paraphrase generation system using the Transformer method. The results of the study indicate that the paraphrase generation model was successfully built using the hyperparameter configuration num_layers = 4, d_model = 128, dff = 512, num_heads = 8, dropout rate = 0.2, with a total of 25 epochs. Based on the BLEU evaluation metric, the model achieved scores of 0.48 on BLEU-1, 0.36 on BLEU-2, 0.28 on BLEU-3, and 0.22 on BLEU-4. Additionally, the model achieves a score of 0.50 on the METEOR evaluation metric and a score of 0.55 on the ROUGE-L evaluation metric. This indicates that the model can provide different word structure variations while maintaining semantic similarity. However, the generated paraphrased sentences sometimes use synonyms that are less contextually accurate in Indonesian due to the dataset being derived from translated English paraphrase sentence pairs.

Key Word: Paraphrase Generation, Transformer, BLEU, METEOR, ROUGE-L

ABSTRAK

Pembangkitan parafrasa merupakan salah satu bagian dari *text generation* atau *Natural Language Generation* (NLG) yang bertujuan untuk membuat kalimat parafrasa dengan kata atau struktur yang berbeda dari kalimat masukan tanpa mengubah makna aslinya. Penelitian ini membangun sistem pembangkitan parafrasa menggunakan metode Transformer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembangkitan parafrasa berhasil dibangun menggunakan konfigurasi *hyperparameter* $num_layers = 4$, $d_model = 128$, $dff = 512$, $num_heads = 8$, $dropout\ rate = 0,2$ dengan jumlah *epoch* 25. Berdasarkan metrik evaluasi BLEU, nilai skor model adalah 0,48 pada BLEU-1, 0,36 pada BLEU-2, 0,28 pada BLEU-3, dan 0,22 pada BLEU-4. Selain itu, model menghasilkan skor 0,50 pada metrik evaluasi METEOR dan skor 0,55 pada ROUGE-L. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu memberikan variasi struktur kata yang berbeda dengan tetap mempertahankan kesamaan semantik. Meskipun begitu, kalimat parafrasa yang dihasilkan terkadang menggunakan sinonim yang kurang sesuai dalam bahasa Indonesia karena dataset berasal dari terjemahan pasangan kalimat parafrasa berbahasa Inggris.

Kata Kunci : Pembangkitan Parafrasa, Transformer, BLEU, METEOR, ROUGE-L

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjangkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pembangkitan Parafrasa Menggunakan Metode Transformer” dengan lancar dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan program Stratra-1 di jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* dan penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Keluarga terkasih Ibunda Fifin Kurniawati, Ayahanda Adhi Wibowo Fitriawan, S.T., serta adik-adik tersayang Ahmad Fadhil Rizqi, Alm. Alfinia Kanaya Atallah, dan Alfin Rizqi Alfatih yang selalu mendoakan, mendukung dan menjadi sumber semangat serta motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Hadipurnawan Satria M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Novi Yusliani, S.Kom., M.T. selaku pembimbing pertama Tugas Akhir penulis sekaligus pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir, serta mendukung penulis selama masa perkuliahan.
5. Ibu Desty Rodiah, S.Kom., M.T. selaku pembimbing kedua Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan motivasi dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen program studi jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Mbak Septy selaku Admin Jurusan Teknik Informatika Reguler, yang telah membantu dalam kelancaran administrasi selama masa perkuliahan.
8. Keluarga besar yang telah mendoakan dan mendukung penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman masa perkuliahan Widya Fitriani, Cindy Angreini, Henry Evandra, dan Ahmad Azhari yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Sahabatku tersayang Azzah Wardah Utami, Egsa Adinda Kirana, Fancy Pasya, Fira Dayana Yustian, dan Puteri Julaika Maharani yang selalu ada dalam setiap masa sulit dan senang penulis.
11. Rekan-rekan anggota *Google Developer Student Club* (GDSC) Universitas Sriwijaya angkatan 2021, *Fasilkom Science Community* (FASCO) Universitas Sriwijaya angkatan 2023, dan *Artificial Intelligence Research Laboratory* (AIRLab) Universitas Sriwijaya angkatan 2024 yang telah memberikan ilmu serta pengalaman berharga dalam kehidupan perkuliahan penulis.

12. Seluruh Staf Administrasi dan Pegawai Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu dalam urusan administrasi tugas akhir penulis.

13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan dalam membangun kemajuan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 9 Desember 2024
Penulis,

Annisa Luthfi Fadillah

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Batasan Masalah.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
1.8 Kesimpulan.....	I-6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1
2.2.1 <i>Text Generation</i>	II-1
2.2.1.1 <i>Paraphrase Generation</i>	II-3
2.2.2 <i>Text Preprocessing</i>	II-4
2.2.3 Transformer.....	II-7
2.2.3.1 <i>Encoder – Decoder</i>	II-9
2.2.3.2 <i>Self Attention</i>	II-11
2.2.3.3 <i>Feedforward Network</i>	II-13
2.2.3.4 <i>Embedding dan Softmax</i>	II-13
2.2.3.5 <i>Positional Encodings</i>	II-14
2.2.4 BLEU	II-15
2.2.5 METEOR	II-16
2.2.6 ROUGE-L	II-18
2.2.7 Metode <i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	II-20
2.3 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-21
2.4 Kesimpulan.....	II-23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Pendahuluan	III-1
3.2 Pengumpulan Data.....	III-1
3.2.1 Jenis dan Sumber Data.....	III-1
3.2.2 Metode Pengumpulan Data.....	III-1
3.3 Tahap Penelitian	III-1
3.3.1 Mengumpulkan Data.....	III-2
3.3.2 Membangun Sistem.....	III-2
3.3.3 Melakukan Pengujian.....	III-6
3.3.4 Analisis Hasil Pengujian	III-7
3.3.5 Membuat Laporan Penelitian.....	III-7
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-7
3.4.1 Fase Insepsi	III-8
3.4.2 Fase Elaborasi	III-8
3.4.3 Fase Konstruksi.....	III-8
3.4.4 Fase Transisi.....	III-9
3.5 Manajemen Proyek Perangkat Lunak.....	III-9
3.4 Kesimpulan.....	III-12

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK	IV-1
4.1 Pendahuluan	IV-1
4.2 Fase Insepsi	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2 Kebutuhan Sistem	IV-2
4.2.3 Analisis dan Desain.....	IV-2
4.2.3.1 Analisis Perangkat Lunak.....	IV-3
4.2.3.2 Analisis Data	IV-3
4.2.3.3 Analisis <i>Text Pre-processing</i>	IV-4
4.2.3.4 Analisis Metode Transformer.....	IV-7
4.2.3.5 Analisis Metrik Evaluasi BLEU.....	IV-32
4.2.3.6 Analisis Metrik Evaluasi METEOR.....	IV-36
4.2.3.7 Analisis Metrik Evaluasi ROUGE-L.....	IV-40
4.2.3.8 Desain Perangkat Lunak.....	IV-42
4.3 Fase Elaborasi.....	IV-45
4.3.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-45
4.3.1.1 Perancangan Data	IV-45
4.3.1.2 Desain Antarmuka	IV-46
4.3.2 Kebutuhan Sistem	IV-47
4.3.3 Analisis dan Perancangan	IV-47
4.3.3.1 Diagram <i>Activity</i>	IV-47
4.3.3.2 Diagram <i>Sequence</i>	IV-48
4.4 Fase Konstruksi	IV-49
4.4.1 Kebutuhan Sistem	IV-49
4.4.2 Implementasi.....	IV-50
4.4.2.1 Implementasi Kelas	IV-50

4.4.2.2	Implementasi Antarmuka.....	IV-51
4.5	Fase Transisi	IV-52
4.5.1	Pemodelan Bisnis	IV-52
4.5.2	Rencana Pengujian.....	IV-52
4.5.3	Implementasi.....	IV-54
4.6	Kesimpulan.....	IV-55
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	V-1
5.1	Pendahuluan	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan	V-1
5.2.2	Data Hasil Konfigurasi 1.....	V-5
5.2.3	Data Hasil Konfigurasi 2.....	V-8
5.2.4	Data Hasil Konfigurasi 3.....	V-10
5.2.5	Data Hasil Konfigurasi 4.....	V-13
5.3	Analisis Hasil Pengujian.....	V-16
5.4	Kesimpulan.....	V-22
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1	Pendahuluan	VI-1
6.2	Kesimpulan.....	VI-1
6.3	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		vii
LAMPIRAN		x

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III- 1. Format Hasil Evaluasi BLEU, METEOR, dan ROUGE-L	III-6
Tabel III- 2. Format Hasil Parafrasa dari Model.....	III-6
Tabel III- 3. Perencanaan Aktivitas Penelitian dalam bentuk WBS	III-9
Tabel IV - 1. Tabel Kebutuhan Fungsional.....	IV-2
Tabel IV - 2. Tabel Kebutuhan Non-Fungsional	IV-2
Tabel IV - 3. Data Pasangan Kalimat Pertanyaan	IV-4
Tabel IV - 4. Data Setelah Proses Lowercasing	IV-4
Tabel IV - 5. Hasil dari Proses Removal Punctuation.....	IV-5
Tabel IV - 6. Hasil dari Proses Penambahan Token	IV-5
Tabel IV - 7. Hasil dari proses Sentence Tokenization.....	IV-5
Tabel IV - 8. Hasil dari Kamus Kata berdasarkan Gabungan Token	IV-6
Tabel IV - 9. Hasil Proses Text Vectorization	IV-6
Tabel IV - 10. Hasil Persiapan Data	IV-7
Tabel IV - 11. Contoh Proses Padding.....	IV-7
Tabel IV - 12. Inisialisasi Bobot Embedding	IV-8
Tabel IV - 13. Hasil Proses Embedding Input.....	IV-9
Tabel IV - 14. Hasil Perkalian Bobot Embedding dengan <i>dmodel</i>	IV-10
Tabel IV - 15. Nilai Positional Encoding	IV-11
Tabel IV - 16. Nilai Masukan Encoder dan Decoder	IV-12
Tabel IV - 17. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 1	IV-13
Tabel IV - 18. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 2.....	IV-13
Tabel IV - 19. Query, Key, dan Value pada head 1.....	IV-14
Tabel IV - 20. Query, Key, dan Value pada head 2.....	IV-15
Tabel IV - 21. Hasil Attention pada masing-masing head.....	IV-16
Tabel IV - 22. Keluaran Multi-Head Attention setelah Add & Norm	IV-18
Tabel IV - 23. Hasil Add & Norm	IV-20
Tabel IV - 24. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 1	IV-21
Tabel IV - 25. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 2.....	IV-21
Tabel IV - 26. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 1	IV-22
Tabel IV - 27. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 2.....	IV-22
Tabel IV - 28. Hasil Nilai Attention	IV-23
Tabel IV - 29. Hasil Add & Norm	IV-24
Tabel IV - 30. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 1	IV-25
Tabel IV - 31. Bobot Query, Key, dan Value pada Head 2.....	IV-25
Tabel IV - 32. Query, Key, dan Value pada Head 1.....	IV-26
Tabel IV - 33. Query, Key, dan Value untuk Head 2	IV-26
Tabel IV - 34. Hasil Nilai Attention	IV-28
Tabel IV - 35. Hasil Add & Norm	IV-29
Tabel IV - 36. Bobot Feed-Forward Netwok.....	IV-29

Tabel IV - 37.	Hasil FFN dan Add & Norm	IV-30
Tabel IV - 38.	Hasil Prediksi dan Target	IV-32
Tabel IV - 39.	Contoh n-gram kalimat	IV-33
Tabel IV - 40.	Nilai parameter perhitungan skor BLEU yang digunakan.....	IV-34
Tabel IV - 41.	Hasil skor BLEU	IV-36
Tabel IV - 42.	Sampel Kalimat.....	IV-36
Tabel IV - 43.	Pembagian jenis kata.....	IV-37
Tabel IV - 44.	Contoh Unigram Matches	IV-37
Tabel IV - 45.	Parameter yang Digunakan	IV-37
Tabel IV - 46.	Tabel Definisi Aktor.....	IV-43
Tabel IV - 47.	Tabel Definisi Use Case	IV-44
Tabel IV - 48.	Tabel Skenario Use Case.....	IV-44
Tabel IV - 49.	Tabel Implementasi Kelas	IV-51
Tabel IV - 50.	Tabel Skenario Pengujian.....	IV-53
Tabel IV - 51.	Tabel Hasil Pengujian	IV-54
Tabel V - 1.	Hyperparameter yang Digunakan.....	V-2
Tabel V - 2.	Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 1	V-5
Tabel V - 3.	Tabel Nilai BLEU dan METEOR Model Konfigurasi 1	V-6
Tabel V - 4.	Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 2	V-8
Tabel V - 5.	Tabel Nilai BLEU dan METEOR Model Konfigurasi 2	V-9
Tabel V - 6.	Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 3	V-11
Tabel V - 7.	Tabel Nilai BLEU dan METEOR Model Konfigurasi 3	V-12
Tabel V - 8.	Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 4	V-14
Tabel V - 9.	Tabel Nilai BLEU dan METEOR Model Konfigurasi 4	V-15
Tabel V - 10.	Nilai BLEU dan METEOR.....	V-16
Tabel V - 11.	Hasil Parafrasa Model Konfigurasi 1.....	V-18
Tabel V - 12.	Hasil Parafrasa Model Konfigurasi 2	V-19
Tabel V - 13.	Hasil Parafrasa Model Konfigurasi 3	V-20
Tabel V - 14.	Hasil Parafrasa Model Konfigurasi 4	V-21

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II - 1. Arsitektur <i>Text Generation</i> (Godbole, 2015).....	II-2
Gambar II - 2. Tahap <i>text preprocessing</i> secara umum (Vajjala et al., 2020) ...	II-5
Gambar II - 3. Arsitektur Model Transformer (Vaswani et al., 2017).....	II-9
Gambar II - 4. Arsitektur <i>Encoder-Decoder</i> (Alammar, 2018).....	II-9
Gambar II - 5. Arsitektur RUP (Rahardjo, 2017).....	II-21
Gambar III - 1. Rincian Kegiatan Penelitian.....	III-2
Gambar III - 2. Arsitektur Sistem Pembangkit Parafrasa Menggunakan Metode Transformer.....	III-3
Gambar IV - 1. Positional Encoding pada posisi ganjil.....	IV-11
Gambar IV - 2. Positional Encoding pada posisi genap.....	IV-11
Gambar IV - 3. Perhitungan manual input embedding.....	IV-12
Gambar IV - 4. Perhitungan manual perkalian query head 1	IV-14
Gambar IV - 5. Perhitungan Manual Attention	IV-15
Gambar IV - 6. Perhitungan Multi-head Attention.....	IV-16
Gambar IV - 7. Perhitungan Manual Residual Connection.....	IV-17
Gambar IV - 8. Perhitungan pada Layer Normalization	IV-17
Gambar IV - 9. Perhitungan manual bobot dan bias	IV-19
Gambar IV - 10. Kalkulasi Nilai ReLU.....	IV-19
Gambar IV - 11. Perhitungan Feed-Forward Network.....	IV-20
Gambar IV - 12. Perhitungan Attention	IV-23
Gambar IV - 13. Perhitungan Masked Multi-Head Attention	IV-24
Gambar IV - 14. Perhitungan Attention pada Head 1	IV-27
Gambar IV - 15. Perhitungan Multi-Head Attention.....	IV-28
Gambar IV - 16. Perkalian Keluaran Decoder dengan Bobot.....	IV-30
Gambar IV - 17. Perhitungan Manual Linear Layer	IV-31
Gambar IV - 18. Perhitungan nilai softmax dimensi 1.....	IV-31
Gambar IV - 19. Perhitungan Brevity Penalty	IV-34
Gambar IV - 20. Perhitungan BLEU-1.....	IV-35
Gambar IV - 21. Perhitungan skor BLEU-1 dengan domain logaritma.....	IV-35
Gambar IV - 22. Perhitungan precision pada METEOR.....	IV-38
Gambar IV - 23. Perhitungan nilai Recall pada METEOR.....	IV-39
Gambar IV - 24. Perhitungan Fmean pada METEOR	IV-39
Gambar IV - 25. Perhitungan Nilai Penalty pada METEOR	IV-40
Gambar IV - 26. Perhitungan Skor Akhir METEOR	IV-40
Gambar IV - 27. Perhitungan Nilai Recall ROUGE-L.....	IV-41
Gambar IV - 28. Perhitungan Nilai Precision ROUGE-L.....	IV-41
Gambar IV - 29. Perhitungan Nilai F-Measure ROUGE-L	IV-42
Gambar IV - 30. Diagram Use Case.....	IV-43
Gambar IV - 31. Desain Antarmuka.....	IV-46

Gambar IV - 32. Diagram Activity	IV-48
Gambar IV - 33. Diagram Sequence	IV-49
Gambar IV - 34. Diagram Class	IV-50
Gambar IV - 35. Implementasi Antarmuka	IV-52
Gambar V - 1. Nilai <i>learning rate</i> untuk $dmodel = 128$	V-3
Gambar V - 2. Nilai <i>learning rate</i> untuk $dmodel = 256$	V-4
Gambar V - 3. Grafik Nilai Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 1	V-6
Gambar V - 4. Grafik Nilai Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 2	V-9
Gambar V - 5. Grafik Nilai Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 3	V-12
Gambar V - 6. Grafik Nilai Hasil Pelatihan Model Konfigurasi 4.....	V-15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab Pendahuluan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini juga akan memuat gambaran umum mengenai keseluruhan penelitian, terutama mengenai objek penelitian serta penggunaan metode Transformer sebagai alat penyelesaian masalah.

1.2 Latar Belakang

Parafrasa dapat diartikan sebagai penyajian ide atau buah pikir dari suatu kalimat menggunakan kata-kata atau ungkapan yang berbeda tanpa mengubah makna inti yang sesungguhnya (Zhou & Bhat, 2021). Parafrasa sebagian besar digunakan oleh editor buku, penulis, dan jurnalis dalam menyajikan laporan atau berita yang di dalamnya terdapat data atau sumber informasi yang harus ditulis ulang. Selain itu, dalam kegiatan akademik, parafrasa telah menjadi hal yang melekat dalam proses pembuatan karya tulis penelitian untuk menurunkan tingkat plagiasi dalam menyadur sumber referensi yang berasal dari penelitian sebelumnya.

Dalam praktiknya, proses parafrasa membutuhkan pemahaman terhadap struktur kalimat serta variasi kata atau kalimat yang sepadan. Hal ini bertujuan agar kalimat yang ditulis ulang tidak berubah maknanya dengan sumber referensi yang dikutip. Perkembangan teknologi khususnya pada bidang pemrosesan bahasa alami

telah memberikan kontribusi dalam bidang parafrasa, yakni sistem pembangkit parafrasa. Sistem ini dapat diklasifikasikan sebagai bagian dari pembangkit teks seperti ringkasan teks dan mesin penerjemah (Zou et al., 2024).

Sistem pembangkit parafrasa pada penelitian sebelumnya dibangun dengan metode Transformer dan GRU-RNN menggunakan arsitektur *sequence to sequence* (Egonmwan & Chali, 2019). *Self-attention* dalam metode Transformer digunakan sebagai lapisan pertama dalam proses *encoding* dengan tujuan untuk mempelajari representasi yang lebih kaya dalam menangani ketergantungan jangka panjang serta menangkap sifat sintaksis dan semantis sebelum diterjemahkan ke kalimat keluaran. Parafrasa yang dihasilkan dari kerangka kerja ini memiliki struktur yang baik, abstraktif, mampu melakukan manipulasi sintaksis, serta memberikan kalimat yang lebih singkat namun tetap mempertahankan makna sebenarnya. Penelitian ini menghasilkan pembangkitan parafrasa yang memberikan skor terbaik dalam berbagai metrik evaluasi.

Selain itu, model Transformer juga digunakan dalam membangun sistem Pembangkit Pertanyaan (Kriangchaivech & Wangperawong, 2019). Dataset yang digunakan adalah kalimat tanya-jawab berbahasa inggris dari *Stanford Question Answering Dataset* (SQuAD). Model Transformer yang dihasilkan pada penelitian ini mampu memberikan pertanyaan dengan tata bahasa yang sesuai dan memiliki relevansi dengan konteks teks serta jawaban yang diberikan. Jika dibandingkan dengan RNN, Transformer membuat pelatihan serta inferensi pada urutan yang lebih panjang menjadi lebih mudah, serta dapat mencapai kinerja yang lebih baik dengan biaya pelatihan yang lebih rendah.

Kemudian, pada penelitian lainnya, sistem pembangkit parafrasa dibangun menggunakan metode Transformer yang diintegrasikan dengan SLING pada lapisan *encoder* (Wang et al., 2018). Dataset yang digunakan pada proses latihan dan evaluasi model berasal dari WikiAnswer dan MSCOCO. Penelitian ini menunjukkan bahwa Transformer cepat dan efektif dalam pembuatan parafrasa. Selain itu, meskipun memiliki skor BLEU yang sama, hasil evaluasi manusia menunjukkan bahwa Transformer 9,2% lebih unggul dibandingkan LSTM.

Arsitektur Transformer memiliki komponen penting *self-attention* yang memungkinkan model untuk memperhatikan hubungan antara bagian-bagian dari masukan. *Self-attention* merupakan salah satu jenis dari *attention mechanism* yang berfungsi untuk memberikan bobot yang berbeda pada bagian-bagian tertentu dari data masukan ketika membangun representasi atau melakukan prediksi. *Self-attention* telah berhasil digunakan dalam berbagai tugas seperti ringkasan abstraktif, pemahaman bacaan, kesimpulan tekstual, serta representasi kalimat dalam tugas pembelajaran mandiri (Vaswani et al., 2017).

Berdasarkan uraian penelitian di atas, metode Transformer mampu melakukan manipulasi sintaksis dalam pembangkitan teks serta dapat mencapai kinerja yang baik dengan biaya pelatihan yang lebih rendah. Oleh karena itu, penelitian ini akan membangun sistem pembangkit parafrasa untuk teks berbahasa Indonesia menggunakan metode Transformer.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun sistem Pembangkit Parafrasa menggunakan metode Transformer?
2. Bagaimana tingkat akurasi metode Transformer dalam Pembangkitan Parafrasa berdasarkan metrik evaluasi BLEU, METEOR, dan ROUGE-L?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah :

1. Menghasilkan sistem pembangkit parafrasa menggunakan metode Transformer.
2. Mengetahui tingkat akurasi metode Transformer dalam melakukan pembangkitan parafrasa berdasarkan metrik evaluasi BLEU, METEOR, dan ROUGE-L.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan alat bantu untuk melakukan parafrasa.
2. Hasil penelitian dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian terkait di masa yang akan datang.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia.

2. Dataset yang digunakan ialah pasangan kalimat pertanyaan berbahasa Indonesia.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab pendahuluan menjabarkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah. Pokok-pokok pikiran pada bab ini akan menjadi pedoman utama pada bab selanjutnya.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab kajian literatur akan menerangkan tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian, antara lain *Text Generation*, Transformer, BLEU, METEOR, ROUGE-L, RUP, serta pembahasan mengenai penelitian sebelumnya yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian membahas tentang proses pengumpulan data, rancangan perangkat lunak, dan tahapan-tahapan penelitian yang dibahas secara rinci dan sistematis.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini akan membahas mengenai proses pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP) yang terdiri dari proses insepisi, elaborasi, konstruksi, dan transisi.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan langkah dan metode yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil penelitian tersebut akan digunakan sebagai bahan analisa untuk dasar kesimpulan yang akan diambil dari penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menguraikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan penjelasan dari bab-bab sebelumnya dan memuat saran untuk penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Bab pendahuluan telah membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alammar, J. (2018). *The Illustrated Transformer*. Retrieved July 16, 2024, from <https://jalammar.github.io/illustrated-transformer/>
- Amatriain, X., Sankar, A., Bing, J., Bodigutla, P. K., Hazen, T. J., and Kazi, M. (2023). *Transformer models: An introduction and catalog* (Version 4). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2302.07730>
- Camacho-Collados, J., and Pilehvar, M. T. (2018). On the Role of Text Preprocessing in Neural Network Architectures: An Evaluation Study on Text Categorization and Sentiment Analysis. In T. Linzen, G. Chrupała, & A. Alishahi (Eds.), *Proceedings of the 2018 EMNLP Workshop BlackboxNLP: Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP* (pp. 40–46). Association for Computational Linguistics.
- Chollet, F. (2021). *Deep learning with Python* (Second edition). Manning Publications.
- Denkowski, M., and Lavie, A. (2014). Meteor Universal: Language Specific Translation Evaluation for Any Target Language. In O. Bojar, C. Buck, C. Federmann, B. Haddow, P. Koehn, C. Monz, M. Post, & L. Specia (Eds.), *Proceedings of the Ninth Workshop on Statistical Machine Translation* (pp. 376–380). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.3115/v1/W14-3348>
- Egonmwan, E., and Chali, Y. (2019). Transformer and seq2seq model for Paraphrase Generation. *Proceedings of the 3rd Workshop on Neural Generation and Translation*, 249–255. <https://doi.org/10.18653/v1/D19-5627>
- Fatima, N., Imran, A. S., Kastrati, Z., Daudpota, S. M., and Soomro, A. (2022). A Systematic Literature Review on Text Generation Using Deep Neural Network Models. *IEEE Access*, 10, 53490–53503. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174108>
- Gatt, A., and Krahmer, E. (2017). *Survey of the State of the Art in Natural Language Generation: Core tasks, applications and evaluation*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1703.09902>
- Godbole, G. (2015). *Natural Language Generation*. 3(2).
- Gupta, A., Agarwal, A., Singh, P., and Rai, P. (2017). *A Deep Generative Framework for Paraphrase Generation* (arXiv:1709.05074). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1709.05074>
- Hakimin, K., Kom, M., Subandri, M. A., and Kom, M. (2021). *Penerapan Metode Rational Unified Process (Rup) Pada Pembuatan Aplikasi Public Speaking*. 250–259.
- Indurkha, N., and Damerau, F. J. (2010). *Handbook of natural language processing*. Chapman & Hall/CRC.
- Januarahman, F., and Romadhony, A. (2023). Paraphrase Generation For Reading Comprehension. *Sinkron*, 8(4), 2018–2026.
- Kriangchaivech, K., and Wangperawong, A. (2019). *Question Generation by Transformers* (Version 2). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1909.05017>

- Li, Z., Jiang, X., Shang, L., and Li, H. (2018). Paraphrase Generation with Deep Reinforcement Learning. In E. Riloff, D. Chiang, J. Hockenmaier, & J. Tsujii (Eds.), *Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 3865–3878). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/D18-1421>
- Lin, C. (2004). ROUGE: A Package for Automatic Evaluation of Summaries. *Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*.
- Palivela, H. (2021). Optimization of paraphrase generation and identification using language models in natural language processing. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(2), 100025. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100025>
- Papineni, K., Roukos, S., Ward, T., and Zhu, W.-J. (2002). Bleu: A Method for Automatic Evaluation of Machine Translation. In P. Isabelle, E. Charniak, & D. Lin (Eds.), *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 311–318). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.3115/1073083.1073135>
- Perwitasari, R., Afawani, R., dan Anjarwani, S.E. (2020). Penerapan Metode Rational Unified Process (RUP) Dalam Pengembangan Sistem Informasi Medical Check Up Pada Citra Medical Centre. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)*, 2(1), 76–88.
- Prakash, A., Hasan, S. A., Lee, K., Datla, V., Qadir, A., Liu, J., and Farri, O. (2016). Neural Paraphrase Generation with Stacked Residual LSTM Networks. In Y. Matsumoto & R. Prasad (Eds.), *Proceedings of COLING 2016, the 26th International Conference on Computational Linguistics: Technical Papers* (pp. 2923–2934). The COLING 2016 Organizing Committee. <https://aclanthology.org/C16-1275>
- Rahardjo, A. (2018). Pengertian RUP (Rational Unified Process). *Medium*. Retrieved July 18, 2024, from <https://medium.com/@andrerahardjo/pengertian-rup-rational-unified-process-1bec9c664458>
- Sajun, A. R., Zualkernan, I., and Sankalpa, D. (2024). A Historical Survey of Advances in Transformer Architectures. *Applied Sciences*, 14(10), 4316. <https://doi.org/10.3390/app14104316>
- Siino, M., Tinnirello, I., and Cascia, M.L. (2024). Is text preprocessing still worth the time? A comparative survey on the influence of popular preprocessing methods on Transformers and traditional classifiers. *Information Systems*, 121, 102342. <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102342>
- Tia, T., and Nuryasin, I. (2024). Model Simulasi Rational Unified Process (RUP) Pada Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Repositor*, 2. <https://doi.org/10.22219/repositor.v2i4.30511>
- Tsai, Y. and Lin, F. (2023). Paraphrase Generation Model Integrating Transformer Architecture, Part-of-Speech Features, and Pointer Generator Network. *IEEE Access*, 11, 30109–30117.

- Tunstall, L., Werra, L. von, and Wolf, T. (2022). *Natural language processing with transformers: Building language applications with Hugging Face* (First edition). O'Reilly Media.
- Vajjala, S., Majumder, B., Gupta, A., and Surana, H. (2020). *Practical natural language processing: A comprehensive guide to building real-world NLP systems* (First edition). O'Reilly.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., and Polosukhin, I. (2017). *Attention Is All You Need* (Version 7). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1706.03762>
- Wang, S., Gupta, R., Chang, N., and Baldridge, J. (2018). *A task in a suit and a tie: Paraphrase generation with semantic augmentation*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1811.00119>
- Zeng, D., Zhang, H., Xiang, L., Wang, J., and Ji, G. (2019). User-Oriented Paraphrase Generation With Keywords Controlled Network. *IEEE Access*, 7, 80542–80551. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2923057>
- Zhou, J., and Bhat, S. (2021). Paraphrase Generation: A Survey of the State of the Art. *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 5075–5086.
- Zou, W., Zhuang, Z., Huang, S., Liu, J., and Chen, J. (2024). *Enforcing Paraphrase Generation via Controllable Latent Diffusion* (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2404.08938>