



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PEMERINGKATAN TEKS BAHASA INDONESIA DENGAN BERT**

**SKRIPSI**

**CARLES OCTAVIANUS**

**2006568613**

**FAKULTAS FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGATAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**DEPOK**

**DESEMBER 2023**





**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PEMERINGKATAN TEKS BAHASA INDONESIA DENGAN BERT**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains**

**CARLES OCTAVIANUS**

**2006568613**

**FAKULTAS FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGATAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**DEPOK**

**DESEMBER 2023**



## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Carles Octavianus**

**NPM : 2006568613**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 2 Desember 2023**



## **HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Carles Octavianus

NPM : 2006568613

Program Studi : Matematika

Judul Skripsi : Pemeringkatan Teks Bahasa Indonesia Dengan BERT

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.**

## **DEWAN PENGUJI**

Pembimbing 1 : Sarini Abdullah S.Si., M.Stats., Ph.D. ( )

Penguji 1 : Penguji Pertama Anda ( )

Penguji 2 : Penguji Kedua Anda ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 2 Desember 2023





## KATA PENGANTAR

Template ini disediakan untuk orang-orang yang berencana menggunakan  $\text{\LaTeX}$  untuk membuat dokumen tugas akhir.

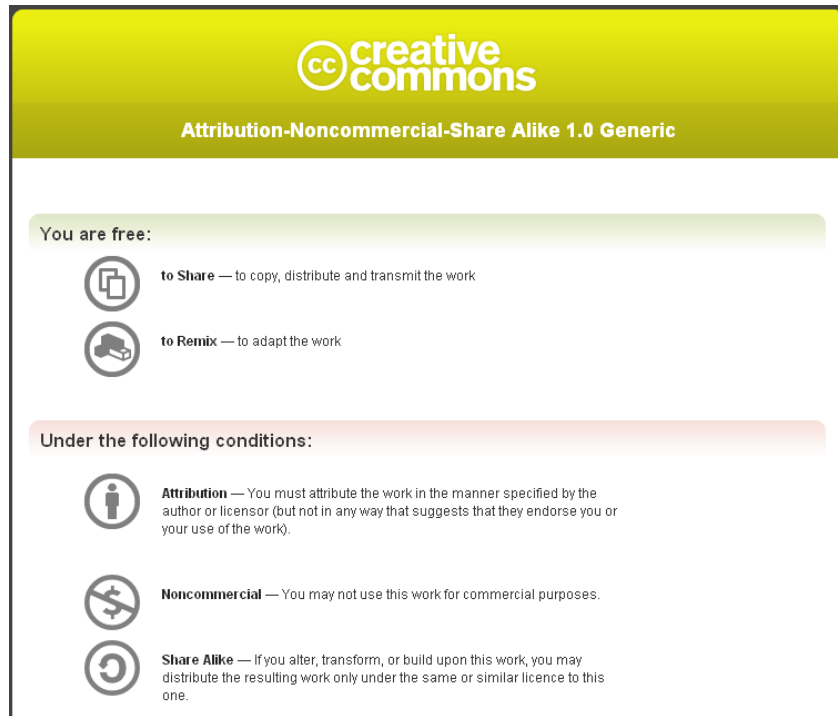
**@todo**

Silakan ganti pesan ini dengan pendahuluan kata pengantar Anda.

Ucapan Terima Kasih:

1. Pembimbing.
2. Dosen.
3. Instansi.
4. Orang tua.
5. Sahabat.
6. Teman.

Penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam laporan ini, Penulis memohon agar kritik dan saran bisa disampaikan langsung melalui *e-mail* `emailanda@mail.id`.



*Creative Common License 1.0 Generic*

Terkait template ini, gambar lisensi di atas diambil dari [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/1.0/deed.en\\_CA](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/1.0/deed.en_CA). Jika ingin mengetahui lebih lengkap mengenai *Creative Common License 1.0 Generic*, silahkan buka <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/1.0/legalcode>. Seluruh dokumen yang dibuat dengan menggunakan template ini sepenuhnya menjadi hak milik pembuat dokumen dan bebas didistribusikan sesuai dengan keperluan masing-masing. Lisensi hanya berlaku jika ada orang yang membuat template baru dengan menggunakan template ini sebagai dasarnya.

Penyusun template ingin berterima kasih kepada Andreas Febrian, Lia Sadita, Fahrur-rozi Rahman, Andre Tampubolon, dan Erik Dominikus atas kontribusinya dalam template yang menjadi pendahulu template ini. Penyusun template juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Azhar Kurnia atas kontribusinya dalam template yang menjadi pendahulu template ini.

Semoga template ini dapat membantu orang-orang yang ingin mencoba menggunakan  $\text{\LaTeX}$ . Semoga template ini juga tidak berhenti disini dengan ada kontribusi dari para penggunanya. Jika Anda memiliki perubahan yang dirasa penting untuk disertakan dalam template, silakan lakukan *fork* repositori Git template ini di <https://gitlab.com/ichlaffterlalu/latex-skripsi-ui-2017>, lalu lakukan *merge request*

perubahan Anda terhadap *branch* master. Kami berharap agar *template* ini dapat terus diperbarui mengikuti perubahan ketentuan dari pihak Rektorat Universitas Indonesia, dan hal itu tidak mungkin terjadi tanpa kontribusi dari teman-teman sekalian.

Depok, 2 Desember 2023

Carles Octavianus



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Carles Octavianus

NPM : 2006568613

Program Studi : Matematika

**Jenis Karya** : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pemeringkatan Teks Bahasa Indonesia Dengan BERT

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 2 Desember 2023

Yang menyatakan

(Carles Octavianus)



## **ABSTRAK**

Nama : Carles Octavianus  
Program Studi : Matematika  
Judul : Pemeringkatan Teks Bahasa Indonesia Dengan BERT  
Pembimbing : Sarini Abdullah S.Si., M.Stats., Ph.D.

Isi abstrak.

Kata kunci:

*Keyword* satu, kata kunci dua

## **ABSTRACT**

Name : Carles Octavianus  
Study Program : Mathematics  
Title : Text Ranking in Indonesian Using BERT  
Counselor : Sarini Abdullah S.Si., M.Stats., Ph.D.

Abstract content.

Key words:

Keyword one, keyword two



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . .	i
LEMBAR PENGESAHAN . . . . .	ii
KATA PENGANTAR . . . . .	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH . . . . .	vi
ABSTRAK . . . . .	vii
DAFTAR ISI . . . . .	ix
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xi
DAFTAR TABEL . . . . .	xii
DAFTAR KODE PROGRAM . . . . .	xiii
DAFTAR LAMPIRAN . . . . .	xiv
<b>1 PENDAHULUAN . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>2 LANDASAN TEORI . . . . .</b>	<b>2</b>
2.1 Masalah Pemeringkatan Teks . . . . .	2
2.1.1 Pemeringkatan Teks . . . . .	2
<b>3 BIDIRECTIONAL ENCODER REPRESENTATION FROM TRANS-</b>	
<b>FORMER (BERT) UNTUK PEMERINGKATAN TEKS . . . . .</b>	<b>3</b>
3.1 <i>Transformer</i> . . . . .	4
3.1.1 <i>Attention</i> . . . . .	5
3.1.1.1 <i>Self-Attention</i> . . . . .	7
3.1.1.2 <i>Multi-Head Attention</i> . . . . .	7
3.1.2 <i>Positional Encoding</i> . . . . .	7
3.1.3 <i>Feed Forward Network</i> . . . . .	7
3.1.4 <i>Arsitektur Transformer</i> Enkoder . . . . .	7
3.2 <i>Bidirectional Encoder Representation from Transformer (BERT)</i> . . . . .	7
3.2.1 model pralatih BERT . . . . .	7
3.2.1.1 Tugas <i>Masked Language Model (MLM)</i> . . . . .	7
3.2.1.2 Tugas <i>Next Sentence Prediction (NSP)</i> . . . . .	7
3.2.2 IndoBERT . . . . .	7
3.3 <i>Arsitektur BERT<sub>CAT</sub> Untuk Pemeringkatan Teks</i> . . . . .	7
3.4 <i>Arsitektur BERT<sub>DOT</sub> Untuk Pemeringkatan Teks</i> . . . . .	7

<b>4</b>	<b>HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN . . . . .</b>	<b>8</b>
4.1	Spesifikasi Mesin dan Perangkat Lunak . . . . .	8
4.2	Tahapan Simulasi . . . . .	8
4.3	Dataset Latih dan Uji . . . . .	9
4.3.1	Dataset Latih . . . . .	9
4.3.1.1	Mmarco Indonesia Train Set . . . . .	9
4.3.2	Dataset Uji . . . . .	9
4.3.2.1	Mmarco Indonesia DEV Set . . . . .	9
4.3.2.2	Mrtydi Indonesia TEST Set . . . . .	9
4.3.2.3	Miracl Indonesia TEST Set . . . . .	9
4.4	Metriks Evaluasi . . . . .	9
4.5	Fine Tuning BERT . . . . .	9
4.5.1	IndoBERT <sub>CAT</sub> . . . . .	9
4.5.2	IndoBERT <sub>DOT</sub> . . . . .	9
4.5.3	IndoBERT <sub>DOTHardnegs</sub> . . . . .	9
4.5.4	IndoBERT <sub>DOTMargin</sub> . . . . .	9
4.5.5	IndoBERT <sub>KD</sub> . . . . .	9
4.6	Hasil Fine Tuning dan Evaluasi . . . . .	9
4.6.1	Evaluasi BM25 . . . . .	9
4.6.2	Evaluasi IndoBERT <sub>MEAN</sub> . . . . .	10
4.6.3	Evaluasi IndoBERT <sub>CAT</sub> . . . . .	10
4.6.4	Evaluasi IndoBERT <sub>DOT</sub> . . . . .	10
4.6.5	Evaluasi IndoBERT <sub>DOTHardnegs</sub> . . . . .	10
4.6.6	Evaluasi IndoBERT <sub>DOTMargin</sub> . . . . .	11
4.6.7	Evaluasi IndoBERT <sub>KD</sub> . . . . .	11
4.6.8	Perbandingan Hasil Evaluasi . . . . .	11
<b>5</b>	<b>PENUTUP . . . . .</b>	<b>13</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	13
5.2	Saran . . . . .	13
	<b>DAFTAR REFERENSI . . . . .</b>	<b>14</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Arsitektur <i>transformer</i> untuk mesin translasi neural. Arsitektur terdiri dari <i>encoder</i> dan <i>decoder</i> yang terdiri dari beberapa blok (Vaswani et al., 2017). . . . .	4
Gambar 3.2.	Mekanisme <i>attention</i> (Lippe, 2022). . . . .	5

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Caption . . . . .	9
Tabel 4.2.	Caption . . . . .	10
Tabel 4.3.	Caption . . . . .	10
Tabel 4.4.	Caption . . . . .	10
Tabel 4.5.	Caption . . . . .	10
Tabel 4.6.	Caption . . . . .	11
Tabel 4.7.	Caption . . . . .	11
Tabel 4.8.	Caption . . . . .	11
Tabel 4.9.	Caption . . . . .	12

## **DAFTAR KODE PROGRAM**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. CHANGELOG . . . . .	16
Lampiran 2. Judul Lampiran 2 . . . . .	18

# BAB 1

## PENDAHULUAN

@todo

wew





## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

**@todo**

#### **2.1 Masalah Pemeringkatan Teks**

##### **2.1.1 Pemeringkatan Teks**



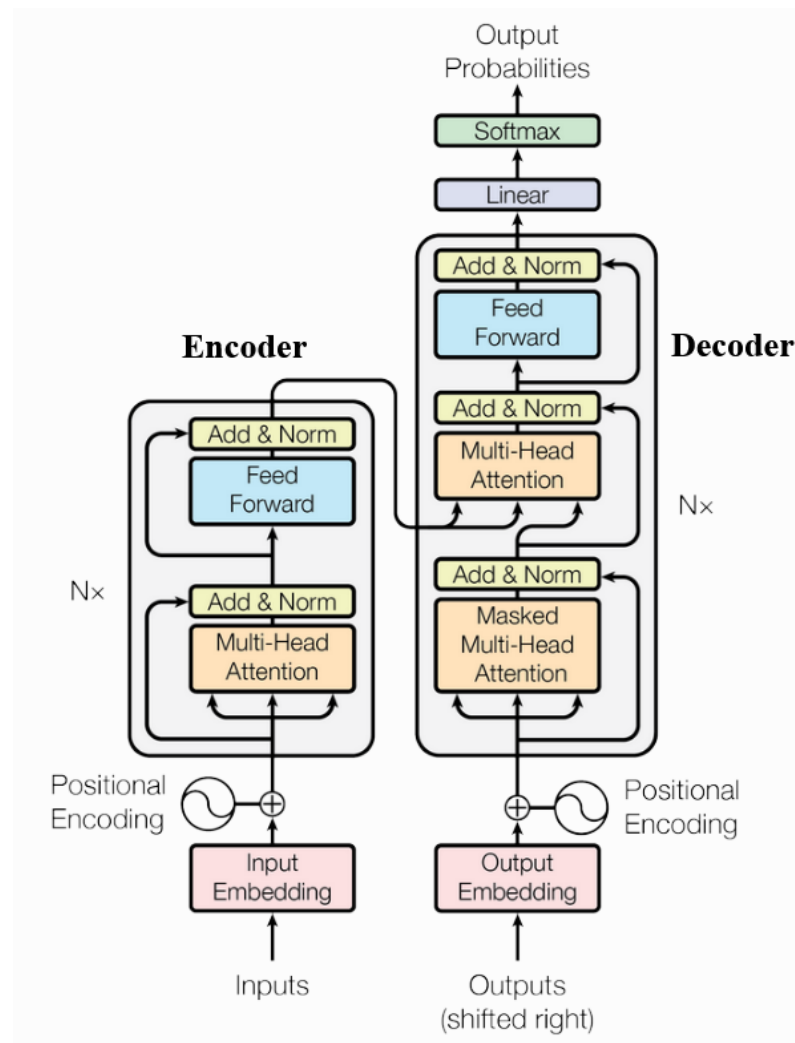
### BAB 3

## BIDIRECTIONAL ENCODER REPRESENTATION FROM TRANSFORMER (BERT) UNTUK PEMERINGKATAN TEKS

@todo

jabarin sih isinya mau gmna

### 3.1 Transformer



**Gambar 3.1:** Arsitektur *transformer* untuk mesin translasi neural. Arsitektur terdiri dari *encoder* dan *decoder* yang terdiri dari beberapa blok (Vaswani et al., 2017).

*Transformers* merupakan Arsitektur *deep learning* yang pertama kali diperkenalkan oleh Vaswani et al. (2017). Awalnya *Transformers* merupakan model *sequence to sequence* yang diperuntukkan untuk permasalahan mesin translasi neural (*neural machine translation*). Namun, sekarang *transformers* juga digunakan untuk permasalahan pemrosesan bahasa alami lainnya. model-model yang menjadi *state of the art* permasalahan pemrosesan bahasa alami biasanya menggunakan arsitektur *transformers*.

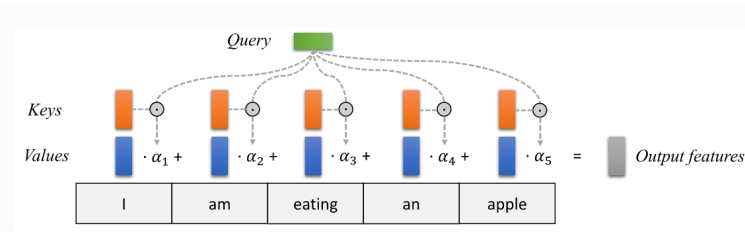
Berbeda dengan arsitektur mesin translasi terdahulu (Sutskever, Vinyals, & Le, 2014), *transformers* tidak menggunakan *recurrent neural network* (RNN) atau *convolutional neural network* (CNN), melainkan *transformers* adalah model *feed forward network* yang

dapat memproses seluruh *input* pada barisan secara paralel. Untuk menggantikan kemampuan RNN dalam mempelajari ketergantungan antar *input* yang berurutan dan kemampuan CNN dalam mempelajari fitur lokal, transformers bergantung pada mekanisme *attention*.

Terdapat tiga jenis *attention* yang digunakan dalam model *transformers* (Vaswani et al., 2017):

1. *Encoder self-attention* menggunakan barisan *input* yang berupa kalimat sebagai masukan untuk menghasilkan barisan representasi kontekstual (vektor) dari *input*. Setiap representasi token tersebut memiliki ketergantungan dengan token lainnya dalam urutan masukan.
2. *Decoder self-attention* menggunakan barisan *target* yang berupa kalimat terjemahan parsial sebagai masukan untuk menghasilkan barisan representasi kontekstual (vektor) dari *target*. Setiap representasi token tersebut memiliki ketergantungan dengan token sebelumnya dalam urutan masukan.
3. *Decoder-encoder attention* menggunakan barisan representasi kontekstual dari *input*, dan barisan representasi kontekstual dari *target* untuk menghasilkan token berikutnya yang merupakan hasil prediksi dari model. barisan *target* yang digabung dengan token hasil prediksi tersebut akan menjadi barisan *target* untuk prediksi selanjutnya.

### 3.1.1 Attention



**Gambar 3.2:** Mekanisme *attention* (Lippe, 2022).

Mekanisme *attention* menggambarkan rata-rata terbobot dari barisan elemen dengan bobot yang dihitung secara dinamis berdasarkan kueri masukan dan Kunci elemen. Tujuannya adalah untuk mengambil rata-rata dari fitur beberapa elemen. Namun, daripada

memberi bobot setiap elemen secara merata, kita ingin memberi bobot tergantung pada "nilai" elemen tersebut. Dengan kata lain, kita ingin secara dinamis memutuskan elemen masukan mana yang ingin kita perhatikan lebih dari yang lain. Mekanisme *attention* biasanya memiliki empat bagian yang perlu ditentukan:

1. Kueri (**q**): Kueri adalah vektor yang merepresentasikan apa yang ingin dicari dalam barisan elemen.
2. Kunci (**k**): Untuk setiap elemen dalam barisan, terdapat vektor yang disebut kunci. Vektor fitur ini secara kasar merepresentasikan apa yang ditawarkan elemen tersebut, atau kapan elemen tersebut menjadi penting. Kunci harus dirancang sedemikian rupa sehingga kita dapat mengidentifikasi elemen yang ingin kita perhatikan berdasarkan kueri.
3. Nilai (**v**): Untuk setiap elemen dalam barisan, terdapat vektor yang disebut nilai. vektor nilai ini yang ingin dirata-ratakan.
4. Fungsi skor ( $f_{\text{attn}}(\mathbf{q}, \mathbf{k})$ ): Fungsi skor memberikan bobot-bobot pada nilai berdasarkan kueri dan kunci. Fungsi skor dapat dihitung dengan berbagai cara, seperti cara sederhana berupa perkalian skalar atau jarak kosinus, dan dapat juga dihitung menggunakan fungsi skor yang lebih kompleks seperti *multi-layer perceptron* (MLP). Gambar 3.2 memberikan gambaran dari mekanisme *attention*.

$$\alpha_i = \frac{\exp(f_{\text{attn}}(\mathbf{q}, \mathbf{k}_i))}{\sum_{j=1} \exp(f_{\text{attn}}(\mathbf{q}, \mathbf{k}_j))} \quad (3.1)$$

$$\text{Output} = \sum_{i=1} \alpha_i \mathbf{v}_i \quad (3.2)$$

Biasanya, hasil fungsi skor diterapkan pada fungsi softmax untuk mendapatkan bobot yang dinormalisasi. Bobot tersebut kemudian digunakan untuk menghitung rata-rata terbobot dari nilai. Persamaan 3.1 menunjukkan bagaimana bobot dihitung, dan Persamaan 3.2 menunjukkan proses perhitungan rata-rata terbobot.

#### **3.1.1.1 *Self-Attention***

#### **3.1.1.2 *Multi-Head Attention***

#### **3.1.2 *Positional Encoding***

#### **3.1.3 *Feed Forward Network***

#### **3.1.4 *Arsitektur Transformer Enkoder***

### **3.2 *Bidirectional Encoder Representation from Transformer (BERT)***

#### **3.2.1 *model pralatih BERT***

##### **3.2.1.1 *Tugas Masked Language Model (MLM)***

##### **3.2.1.2 *Tugas Next Sentence Prediction (NSP)***

#### **3.2.2 *IndoBERT***

### **3.3 *Arsitektur BERT<sub>CAT</sub> Untuk Pemeringkatan Teks***

### **3.4 *Arsitektur BERT<sub>DOT</sub> Untuk Pemeringkatan Teks***





## BAB 4

### HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai proses fine tuning model Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) untuk mendapatkan model yang dapat digunakan untuk masalah pemeringkatan teks. Subbab 4.1 menjelaskan mengenai spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, Subbab 4.2 menjelaskan mengenai tahapan simulasi yang dilakukan dalam penelitian. Dataset latih (train) dan uji (validation) dijelaskan pada Subbab 4.3. Subbab 4.5 menjelaskan lebih detail mengenai arsitektur model BERT, fungsi loss, serta konfigurasi hyperparameter yang digunakan dalam proses fine tuning model BERT. Subbab 4.4 menjelaskan kembali mengenai metrik evaluasi yang digunakan pada setiap dataset uji yang digunakan. Terakhir, Subbab 4.6 menjelaskan mengenai hasil fine tuning model BERT dan evaluasi dari model-model yang dihasilkan.

#### 4.1 Spesifikasi Mesin dan Perangkat Lunak

**@todo**

banyak sih :’D, tambahin tabel isi qid, pid, label buat mmarco train tambahin tabel isi qid, pid, label buat miracl test, tunjukkin ini lebih dense dari mrtydi dan mmarco dev/ mrtydi test

Proses fine tuning model BERT untuk pemeringkatan teks dilakukan menggunakan mesin dan perangkat lunak yang tertera pada berikut.

#### 4.2 Tahapan Simulasi

menunjukkan tahapan simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini.

### 4.3 Dataset Latih dan Uji

#### 4.3.1 Dataset Latih

##### 4.3.1.1 Mmarco Indonesia Train Set

#### 4.3.2 Dataset Uji

##### 4.3.2.1 Mmarco Indonesia DEV Set

##### 4.3.2.2 Mrtydi Indonesia TEST Set

##### 4.3.2.3 Miracl Indonesia TEST Set

### 4.4 Metriks Evaluasi

### 4.5 Fine Tuning BERT

#### 4.5.1 IndoBERT<sub>CAT</sub>

#### 4.5.2 IndoBERT<sub>DOT</sub>

#### 4.5.3 IndoBERT<sub>DOTHardnegs</sub>

#### 4.5.4 IndoBERT<sub>DOTMargin</sub>

#### 4.5.5 IndoBERT<sub>KD</sub>

### 4.6 Hasil Fine Tuning dan Evaluasi

#### 4.6.1 Evaluasi BM25

**Tabel 4.1:** Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971

**Tabel 4.2:** Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>MEAN</sub>	.000	.000	.000	.000	.000	.000

#### 4.6.2 Evaluasi IndoBERT<sub>MEAN</sub>

#### 4.6.3 Evaluasi IndoBERT<sub>CAT</sub>

**Tabel 4.3:** Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>CAT</sub>	.181	.642	.447	.858	.455	.971

#### 4.6.4 Evaluasi IndoBERT<sub>DOT</sub>

**Tabel 4.4:** Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>DOT</sub>	.192	.847	.378	.936	.355	.920

#### 4.6.5 Evaluasi IndoBERT<sub>DOTHardnegs</sub>

**Tabel 4.5:** Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>DOTHardnegs</sub>	.232	.847	.471	.921	.397	.898

#### 4.6.6 Evaluasi IndoBERT<sub>DOTMargin</sub>

Tabel 4.6: Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>DOTMargin</sub>	.207	.799	.446	.929	.387	.899

#### 4.6.7 Evaluasi IndoBERT<sub>KD</sub>

Tabel 4.7: Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>KD</sub>	-	.803	.300	.761	-	-

#### 4.6.8 Perbandingan Hasil Evaluasi

Tabel 4.8: Caption

Model	Mmarco Dev		MrTyDi Test		Miracl Dev	
	MRR@10	R@1000	MRR@10	R@1000	NCDG@10	R@1K
BM25 (Elastic Search)	.114	.642	.279	.858	.391	.971
IndoBERT <sub>MEAN</sub>	.000	.000	.000	.000	.000	.000
IndoBERT <sub>CAT</sub>	.181	.642	.447	.858	.455	.971
IndoBERT <sub>DOT</sub>	.192	.847	.378	.936	.355	.920
IndoBERT <sub>DOTdnegs</sub>	.232	.847	.471	.921	.397	.898
IndoBERT <sub>DOTMargin</sub>	.207	.799	.446	.929	.387	.899
IndoBERT <sub>KD</sub>	-	.803	.300	.761	-	-

**Tabel 4.9:** Caption

Model	Latensi (ms)	Memori(MB)
BM25 (Elastic Search)	6.55	800
IndoBERT <sub>DOT</sub>	9.9	3072
IndoBERT <sub>CAT</sub>	242	800



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

Pada bab ini, Penulis akan memaparkan kesimpulan penelitian dan saran untuk penelitian berikutnya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berikut ini adalah kesimpulan terkait pekerjaan yang dilakukan dalam penelitian ini:

- 1. Poin pertama**

Penjelasan poin pertama.

- 2. Poin kedua**

Penjelasan poin kedua.

Tulis kalimat penutup di sini.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, berikut ini adalah saran untuk pengembangan penelitian berikutnya:

1. Saran 1.

2. Saran 2.





## DAFTAR REFERENSI

- Lippe, P. (2022). *UvA Deep Learning Tutorials*. <https://uvadlc-notebooks.readthedocs.io/en/latest/>.
- Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014). Sequence to sequence learning with neural networks. *CoRR*, *abs/1409.3215*. Diakses dari <http://arxiv.org/abs/1409.3215>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In *Proceedings of the 31st international conference on neural information processing systems* (p. 6000–6010). Red Hook, NY, USA: Curran Associates Inc.



# LAMPIRAN



## LAMPIRAN 1: CHANGELOG

### @todo

Silakan hapus lampiran ini ketika Anda mulai menggunakan *template*.

*Template* versi terbaru bisa didapatkan di <https://gitlab.com/ichlafterlalu/latex-skripsi-ui-2017>. Daftar perubahan pada *template* hingga versi ini:

- versi 1.0.3 (3 Desember 2010):
  - *Template* Skripsi/Tesis sesuai ketentuan *formatting* tahun 2008.
  - Bisa diakses di <https://github.com/edom/uistyle>.
- versi 2.0.0 (29 Januari 2020):
  - *Template* Skripsi/Tesis sesuai ketentuan *formatting* tahun 2017.
  - Menggunakan BibTeX untuk sitasi, dengan format *default* sitasi IEEE.
  - *Template* kini bisa ditambahkan kode sumber dengan *code highlighting* untuk bahasa pemrograman populer seperti Java atau Python.
- versi 2.0.1 (8 Mei 2020):
  - Menambahkan dan menyesuaikan tutorial dari versi 1.0.3, beserta cara kontribusi ke *template*.
- versi 2.0.2 (14 September 2020):
  - Versi ini merupakan hasil *feedback* dari peserta skripsi di lab *Reliable Software Engineering* (RSE) Fasilkom UI, semester genap 2019/2020.
  - BibTeX kini menggunakan format sitasi APA secara *default*.
  - Penambahan tutorial untuk `longtable`, agar tabel bisa lebih dari 1 halaman dan header muncul di setiap halaman.
  - Menambahkan tutorial terkait penggunaan BibTeX dan konfigurasi *header/footer* untuk pencetakan bolak-balik.

- Label "Universitas Indonesia" kini berhasil muncul di halaman pertama tiap bab dan di bagian abstrak - daftar kode program.
- *Hyphenation* kini menggunakan babel Bahasa Indonesia. Aktivasi dilakukan di `hype-indonesia.tex`.
- Minor adjustment untuk konsistensi *license* dari template.
- versi 2.0.3 (15 September 2020):
  - Menambahkan kemampuan orientasi *landscape* beserta tutorialnya.
  - `\captionsource` telah diperbaiki agar bisa dipakai untuk `longtable`.
  - Daftar lampiran kini telah tersedia, lampiran sudah tidak masuk daftar isi lagi.
  - Nomor halaman pada lampiran dilanjutkan dari halaman terakhir konten (daftar referensi).
  - Kini sudah bisa menambahkan daftar isi baru untuk jenis objek tertentu (*custom*), seperti: "Daftar Aturan Transformasi". Sudah termasuk mekanisme *captioning* dan tutorialnya.
  - Perbaiki minor pada tutorial.
- versi 2.1.0 (8 September 2021):
  - Versi ini merupakan hasil *feedback* dari peserta skripsi dan tesis di lab *Reliable Software Engineering* (RSE) Fasilkom UI, semester genap 2020/2021.
  - Minor edit: "Lembar Pengesahan", dsb. di daftar isi menjadi all caps.
  - Experimental multi-language support (Chinese, Japanese, Korean).
  - Support untuk justifikasi dan word-wrapping pada tabel.
  - Penggunaan suffix "(sambungan)" untuk tabel lintas halaman. Tambahan support suffix untuk `\captionsource`.
- versi 2.1.1 (7 Februari 2022):
  - Update struktur mengikuti fork template versi 1.0.3 di <https://github.com/rkkautsar/edom/ui-thesis-template>.
  - Support untuk simbol matematis `amsfonts`.

- Kontribusi komunitas terkait improvement GitLab CI, atribusi, dan format sitasi APA bahasa Indonesia.
- Perbaikan tutorial berdasarkan perubahan terbaru pada versi 2.1.0 dan 2.1.1.
- versi 2.1.2 (13 Agustus 2022):
  - Modifikasi penamaan beberapa berkas.
  - Perbaikan beberapa halaman depan (halaman persetujuan, halaman orisinalitas, dsb.).
  - Support untuk lembar pengesahan yang berbeda dengan format standar, seperti Laporan Kerja Praktik dan Disertasi.
  - Kontribusi komunitas terkait kesesuaian dengan format Tugas Akhir UI, kelengkapan dokumen, perbaikan format sitasi, dan *quality-of-life*.
  - Perbaikan tutorial.
- versi 2.1.3 (22 Februari 2023):
  - Dukungan untuk format Tugas Akhir Kelompok di Fasilkom UI.
  - Dukungan untuk format laporan Kampus Merdeka Mandiri di Fasilkom UI.
  - Minor bugfix: Perbaikan kapitalisasi variabel.
  - Quality-of-Life: Pengaturan kembali `config/settings.tex`.
  - Tutorial untuk beberapa *use case*.

## LAMPIRAN 2: JUDUL LAMPIRAN 2

Lampiran hadir untuk menampung hal-hal yang dapat menunjang pemahaman terkait tugas akhir, namun akan mengganggu *flow* bacaan sekiranya dimasukkan ke dalam bacaan. Lampiran bisa saja berisi data-data tambahan, analisis tambahan, penjelasan istilah, tahapan-tahapan antara yang bukan menjadi fokus utama, atau pranala menuju halaman luar yang penting.

### Subbab dari Lampiran 2

#### @todo

Isi subbab ini sesuai keperluan Anda. Anda bisa membuat lebih dari satu judul lampiran, dan tentunya lebih dari satu subbab.