**SKRIPSI**

# DETEKSI *CYBERBULLYING* PADA MEDIA SOSIAL X MENGGUNAKAN INDOBERTWEET-BI-GRU

**FAJRIA ULUMIN NAFIAH**
NPM 22083010081

**DOSEN PEMBIMBING**
Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR**
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**
**PROGRAM STUDI SAINS DATA**
**SURABAYA**
**2026**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DETEKSI *CYBERBULLYING* PADA MEDIA SOSIAL X MENGGUNAKAN INDOBERTWEET-BI-GRU**

Oleh:
FAJRIA ULUMIN NAFIAH
NPM. 22083010081

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur pada tanggal 22 September 2026:

**Menyetujui,**

| | | |
|---|---|---|
| **Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.**<br>NIP. 19940802 202203 2 015 | ..... | **(Pembimbing I)** |
| **Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.**<br>NIP. 19920909 202203 2 009 | ..... | **(Pembimbing II)** |
| **Muhammad Nasrudin, M.Stat.**<br>NIP. 19960909 202406 1 002 | ..... | **(Ketua Penguji)** |
| **Shindi Shella May Wara, M.Stat.**<br>NIP. 19960518 202406 2 003 | ..... | **(Penguji I)** |

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Ilmu Komputer**

**Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.**
**NIP. 19681126 199403 2 001**

# LEMBAR PERSETUJUAN

**DETEKSI *CYBERBULLYING* PADA MEDIA SOSIAL X MENGGUNAKAN INDOBERTWEET-BI-GRU**

Oleh:
FAJRIA ULUMIN NAFIAH
NPM. 22083010081

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

**Menyetujui,**

**PLT Koordinator Program Studi Sains Data**
**Fakultas Ilmu Komputer**

**Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, S.T., M.T.**
**NIP. 19700619 202121 1 009**

# SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

| | | |
|---|---|---|
| Nama Mahasiswa | : | Fajria Ulumin Nafiah |
| NPM | : | 22083010081 |
| Program | : | Sarjana (S1) |
| Program Studi | : | Sains Data |
| Fakultas | : | Fakultas Ilmu Komputer |

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapa pun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 14 Oktober 2026
Yang Membuat Pernyataan,




FAJRIA ULUMIN NAFIAH
NPM. 22083010079

# ABSTRAK


| | | |
|---|---|---|
| Nama Mahasiswa / NPM | : | FAJRIA ULUMIN NAFIAH / 22083010081 |
| Judul Proposal Skripsi | : | Deteksi *Cyberbullying* pada Media Sosial X Menggunakan IndoBERTweet-Bi-GRU |



Pengguna media sosial di Indonesia pada awal tahun 2025 mencapai 143 juta orang, atau sekitar 50,2% dari total populasi. Angka ini meningkat dari 139 juta pengguna pada tahun sebelumnya menunjukkan bahwa media sosial semakin menjadi bagian penting dalam kehidupan masyarakat. Namun, peningkatan ini juga dapat memunculkan permasalahan baru, salah satunya adalah *cyberbullying* atau perundungan di dunia maya. Menurut laporan UNICEF Indonesia, sebanyak 45% remaja dan dewasa muda berusia 14–24 tahun pernah mengalami tindakan *cyberbullying*. Twitter (sekarang X) menjadi salah satu *platform* yang rentan terhadap perilaku ini karena karakteristiknya yang memungkinkan pengguna menyampaikan opini secara bebas dan impulsif, sehingga membuka ruang bagi komentar negatif, ujaran kebencian, hingga tindakan perundungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model deteksi *cyberbullying* dalam teks berbahasa Indonesia dengan pendekatan *Natural Language Processing* (NLP). Model yang diusulkan mengombinasikan IndoBERTweet yang merupakan model *pre-trained* berbasis *transformer* yang dioptimalkan untuk teks media sosial berbahasa Indonesia, dengan arsitektur *Bi-directional Gated Recurrent Unit* (Bi-GRU) yang efektif dalam menangkap konteks sekuensial. *Focal Loss* diterapkan untuk mengatasi ketidakseimbangan distribusi kelas dalam proses pelatihan. IndoBERTweet menghasilkan representasi kontekstual teks yang kemudian diproses oleh Bi-GRU untuk menangkap informasi dari arah maju dan mundur sebelum dilakukan klasifikasi ke dalam kategori *cyberbullying*. Hasil terbaik diperoleh melalui kombinasi *Focal Loss* dengan konfigurasi label empat kelas yang dimodifikasi, yaitu Kata Kasar, *Sexual Harassment* dan Kata Vulgar, *Body Shaming* dan *Hate Speech*, serta *Non-Cyberbullying*, dengan *accuracy* sebesar 0,93, *precision* 0,90, *recall* 0,90, dan *F1-score* 0,90.



**Kata kunci** : *Cyberbullying, IndoBERTweet, Bi-GRU, Klasifikasi Teks, Natural Language Processing*

## *ABSTRACT*

| | | |
|---|---|---|
| *Student Name* / NPM | : | FAJRIA ULUMIN NAFIAH / 22083010081 |
| *Undergraduate thesis title* | : | *Cyberbullying Detection on Social Media X Using IndoBERTweet-BiGRU* |

*Social media users in Indonesia reached 143 million in early 2025, accounting for approximately 50.2% of the total population. This figure increased from 139 million users in the previous year, indicating that social media has become an increasingly important part of people's lives. However, the growing use of social media may also create new problems, one of which is cyberbullying. According to a report by UNICEF Indonesia, 45% of adolescents and young adults aged 14–24 years have experienced cyberbullying. Twitter (now X) is one of the platforms vulnerable to such behavior due to its characteristics that allow users to express opinions freely and impulsively, creating opportunities for negative comments, hate speech, and bullying. This study aims to develop a cyberbullying detection model for Indonesian-language text using a Natural Language Processing (NLP) approach. The proposed model combines IndoBERTweet, a pre-trained transformer-based model optimized for Indonesian social media text, with a Bi-directional Gated Recurrent Unit (Bi-GRU) architecture that is effective in capturing sequential context. Focal Loss is applied to address class imbalance during model training. IndoBERTweet generates contextual text representations, which are subsequently processed by Bi-GRU to capture information in both forward and backward directions before being classified into cyberbullying categories. The best performance was achieved by combining Focal Loss with a modified four-class label configuration, namely Rude and Vulgar Words, Sexual Harassment, Body Shaming and Hate Speech, and Non-Cyberbullying, achieving an accuracy of 0.93, precision of 0.90, recall of 0.90, and an F1-score of 0.90.*

***Keywords***: *Cyberbullying, IndoBERTweet, BiGRU, Text Classification, Natural Language Processing*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Deteksi *Cyberbullying* pada Media Sosial X Menggunakan IndoBERTweet-Bi-GRU"** dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Bapak Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S. selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Ibu Aviolla Terza Damaliana S.Si., M.Stat. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Kedua orang tua penulis tercinta yang meskipun telah berpulang, senantiasa menjadi sumber kekuatan dan motivasi bagi penulis. Segala kasih sayang, doa, pengorbanan, dan nilai-nilai kehidupan yang telah diberikan selalu menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini
6. Kakak dari penulis satu-satunya, Mas Rijal yang selalu menjadi teman berbagi cerita, bermain, dan menghabiskan waktu bersama, serta memberikan nasihat, dukungan, dan bantuan kepada penulis.

7. Sepupu penulis, khususnya Mas Syahid, Mbak Yeni, Mas Akbar, Mas Hasan, Mas Udin, Mbak Elok, Mbak Mida, dan Mbak Zilah yang senantiasa memberi arahan dan menjadi tempat bercerita bagi penulis selama menempuh bangku perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
8. Keluarga Surabaya, khususnya Budhe Eny, Budhe Yati, Budhe Malus, dan Om Syukron yang telah menjadi keluarga sekaligus sosok orang tua bagi penulis selama menjalani perkuliahan di Surabaya, serta senantiasa memberikan perhatian, kasih sayang, arahan, dan dukungan kepada penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai.
9. Teman-teman kuliah, khususnya Nasywa, Fiya, Talitha, Adel, dan Dinda yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis, baik sebagai teman bermain, berdiskusi, mengerjakan tugas bersama, berbagi cerita, maupun sebagai teman dalam menghadapi berbagai proses dan tantangan selama masa perkuliahan
10. Penulis sendiri yang telah berusaha untuk tetap bertahan, belajar, dan melangkah melewati berbagai tantangan selama menempuh pendidikan hingga akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, dengan segala keterbatasan yang dimiliki, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, khususnya bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, September 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

**HALAMAN SAMPUL** ..... **i**
**LEMBAR PENGESAHAN** ..... **ii**
**LEMBAR PERSETUJUAN** ..... **iii**
**SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI** ..... **iv**
**ABSTRAK** ..... **v**
***ABSTRACT*** ..... **vi**
**KATA PENGANTAR** ..... **vii**
**DAFTAR ISI** ..... **ix**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **xii**
**DAFTAR TABEL** ..... **xiii**
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... **xiv**
**DAFTAR NOTASI** ..... **xv**
**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**
1.1. Latar Belakang ..... 1
1.2. Rumusan Masalah ..... 7
1.3. Batasan Masalah ..... 8
1.4. Tujuan Penelitian ..... 8
1.5. Manfaat Penelitian ..... 8
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... **11**
2.1. Penelitian Terdahulu ..... 11
2.2. Kerangka Teori ..... 18
*2.2.1. Cyberbullying* ..... 18
2.2.2. X (Twitter) ..... 20
2.2.3. *Natural Language Processing* ..... 21
2.2.4. Klasifikasi Teks ..... 21
2.2.5. IndoBERTweet ..... 22
2.2.6. *Bi-Directional Gated Recurrent Unit* (Bi-GRU) ..... 33
*2.2.7. Dense Layer* ..... 38
*2.2.8. Focal Loss* ..... 38

2.2.9. Evaluasi Model ..... 39
2.2.10. Flask ..... 41
**BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... 43**
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data ..... 43
3.2. Langkah Analisis ..... 45
3.2.1. Pengumpulan Data dan Pemilihan Kolom ..... 47
3.2.2. *Data Pre-Processing* ..... 47
3.2.3. Menerapkan Proses Pemberian Label ..... 48
3.2.5. Menerapkan *Data Splitting* ..... 50
3.2.6. Menerapkan *Label Encoding* ..... 50
3.2.7. Menerapkan Pemodelan IndoBERTweet-BiGRU dengan *Focal Loss* ..... 50
3.2.8. Mengevaluasi model ..... 51
3.2.9. Membuat *Graphical User Interface* (GUI) ..... 52
3.3. Desain Sistem ..... 52
**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 57**
4.1. Pengumpulan Data ..... 57
4.2. Pemuatan Data dan Pemilihan Kolom ..... 58
*4.2. Pre-Processing* ..... 60
4.2.1. Pembersihan Teks ..... 60
4.2.2. Pemeriksaan Data Duplikat ..... 70
4.2.3. Pemeriksaan *Missing Values* ..... 71
4.3. Pemberian Label ..... 71
4.3.1. Persiapan Data ..... 72
4.3.2. Penerapan *Multi-Stage Labeling* ..... 75
4.3.3. Validasi Label ..... 78
4.3.4. Penanganan Ketimpangan Label ..... 79
*4.4. Data Splitting* ..... 85
*4.5.* Penerapan *Label Encoding* ..... 86
4.6. Pemodelan IndoBERTweet-BiGRU dengan *Focal Loss* ..... 87
4.6.1. Tokenisasi Menggunakan Model IndoBERTweet ..... 87

4.6.2. Penerapan Model IndoBERTweet-BiGRU dengan *Focal Loss*.... 89
4.6.3. Proses Pelatihan Model ..... 92
4.6.4. Implementasi Perhitungan Manual IndoBERTweet-BiGRU dengan *Focal Loss* ..... 97
4.7. Evaluasi Model .....127
4.7.1. Hasil Evaluasi Eksperimen Pembersihan Teks ..... 128
4.7.2. Hasil Evaluasi Eksperimen Modifikasi Kategori Label..... 132
4.7.3. Evaluasi Performa pada *Focal Loss* dan Tanpa *Focal Loss* ..... 136
4.7.4. Evaluasi Performa Model pada Data Baru..... 137
4.7.5. Perbandingan Evaluasi Model Usulan dengan Model Lain..... 139
4.7.6. Rangkuman Performa Model dengan Hasil Terbaik..... 141
4.8. Pembuatan GUI.....143
4.8.1. Halaman *Home*..... 143
4.8.2. Halaman *Tweet*..... 144
4.8.3. Halaman *Method*..... 146
4.8.4. Halaman *Analysis*..... 147
4.8.5. Halaman *About Us* ..... 148
**BAB V PENUTUP.....149**
5.1. Kesimpulan .....149
5.2. Saran Pengembangan .....151
**DAFTAR PUSTAKA.....153**
**DAFTAR LAMPIRAN.....163**

## DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1.** Arsitektur BERT [56] ..... 23
**Gambar 2.2.** Contoh Tokenisasi pada BERT [58] ..... 24
**Gambar 2.3** Struktur Lapisan *Embedding* pada BERT [55] ..... 25
**Gambar 2.4** Arsitektur Transformer *Encoder* [64] ..... 28
**Gambar 2.5.** Arsitektur GRU [68] ..... 33
**Gambar 2.6** Arsitektur BiGRU ..... 37
**Gambar 3.1.** *Workflow* Penelitian ..... 46
**Gambar 3.2.** *Wireframe Website* ..... 53
**Gambar 3.3.** *User Flow* Sistem Deteksi *Cyberbullying* ..... 54
**Gambar 4.1** Tampilan Struktur pada File JSONL ..... 74
**Gambar 4.2** Distribusi Penanganan Label Eksperimen 1 ..... 82
**Gambar 4.3** Distribusi Penanganan Label Eksperimen 2 ..... 84
**Gambar 4.4** *Output* Urutan *Label Encoding* ..... 87
**Gambar 4.5** Grafik Akurasi dan *Loss* pada Pelatihan Model ..... 96
**Gambar 4.6** *Confusion Matrix* Eksperimen 1 Pembersihan Teks ..... 129
**Gambar 4.7** *Confusion Matrix* Eksperimen 2 Pembersihan Teks ..... 129
**Gambar 4.8** *Confusion Matrix* Eksperimen 3 Pembersihan Teks ..... 130
**Gambar 4.9** *Confusion Matrix* Label Tanpa Eksperimen ..... 133
**Gambar 4.10** *Confusion Matrix* Eksperimen 1 Modifikasi Kategori Label ..... 134
**Gambar 4.11** *Confusion Matrix* Eksperimen 2 Modifikasi Kategori Label ..... 135
**Gambar 4.12** Halaman *Home* ..... 144
**Gambar 4.13** Tampilan Utama Halaman *Tweet* ..... 144
**Gambar 4.14** Tampilan *Box* untuk Menulis *Tweet* ..... 145
**Gambar 4.15** Tampilan *Tweet* Setelah Dikirim ..... 145
**Gambar 4.16** Tampilan *Tweet* yang Terdeteksi *Cyberbullying* ..... 146
**Gambar 4.17** Halaman *Method* ..... 147
**Gambar 4.18** Halaman *Analysis* ..... 147
**Gambar 4.19** Halaman *About Us* ..... 148

## DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Penelitian Tedahulu ..... 11
**Tabel 2.2** *Confusion Matrix* [55] ..... 40
**Tabel 3.1.** Deskripsi Kolom *Metadata* ..... 43
**Tabel 3.2.** Struktur Contoh Tampilan *Dataset* ..... 44
**Tabel 3.3** Struktur Data Penelitian ..... 45
**Tabel 3.4** Skema Eksperimen Modifikasi Distribusi Label ..... 49
**Tabel 4.1** Tampilan Awal Data ..... 59
**Tabel 4.2** Skema Eksperimen Pembersihan Teks ..... 61
**Tabel 4.3** Perbandingan Teks Mentah dengan Eksperimen 1 ..... 64
**Tabel 4.4** Perbandingan Teks Mentah dengan Eksperimen 2 ..... 66
**Tabel 4.5** Perbandingan Teks Mentah dengan Eksperimen 3 ..... 68
**Tabel 4.6** Perbandingan Pembersihan Teks Eksperimen 1, 2, dan 3 ..... 69
**Tabel 4.7** Tampilan Dataframe Setelah *Labeling* ..... 75
**Tabel 4.8** Tampilan Data Setelah *Multi-Stage Labeling* ..... 76
**Tabel 4.9** Perbandingan Distribusi Label Antar Model ..... 77
**Tabel 4.10** Perbandingan Hasil Label LLM dan Validasi ..... 78
**Tabel 4.11** Penilaian Hasil Validasi ..... 79
**Tabel 4.12** Skema Eksperimen Penanganan Ketimpangan Label ..... 80
**Tabel 4.13** Distribusi Penanganan Label Eksperimen 1 ..... 81
**Tabel 4.14** Distribusi Penanganan Label Eksperimen 2 ..... 84
**Tabel 4.15** Jumlah Baris pada Setiap *Subset* Data ..... 86
**Tabel 4.16** *Hyperparameter* yang Digunakan ..... 93
**Tabel 4.17** *Output* pada Proses Pelatihan Model ..... 95
**Tabel 4.18** Performa Model pada Eksperimen Pembersihan Teks ..... 128
**Tabel 4.19** Performa Model pada Eksperimen Modifikasi Kategori Label ..... 132
**Tabel 4.20** Perbandingan *Focal Loss* dan Tanpa *Focal Loss* ..... 136
**Tabel 4.21** Perbandingan Performa Modifikasi Label pada Data Baru ..... 137
**Tabel 4.22** Perbandingan Performa Antar Model ..... 139
**Tabel 4.23** Rekapitulasi Performa Hasil Eksperimen ..... 141

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** *Prompt* pada Proses Pemberian Label ..... 163
**Lampiran 2.** *Dataset* Penelitian ..... 164
**Lampiran 3.** Kode *Script* Penelitian ..... 165
**Lampiran 4.** Kode *Script* GUI ..... 166
**Lampiran 5.** LoA Artikel ..... 167
**Lampiran 6.** Daftar Hadir Peserta Seminar Hasil Skripsi ..... 168

# DAFTAR NOTASI

| | | |
|---|---|---|
| $T_i$ | : | Vektor *token embedding* hasil *lookup* untuk token ke-*i* |
| $E_t$ | : | Matriks *token embedding* |
| $I_i$ | : | Input ID untuk token ke-*i* |
| $S_i$ | : | Vektor *segment embedding* untuk token ke-*i* |
| $E_s$ | : | Mattiks *segment embedding* |
| $G_i$ | : | *Segment* ID untuk token ke-*i* |
| $P_i$ | : | Vektor *position embedding* untuk token ke-*i* |
| $E_p$ | : | Matriks *position embedding* |
| $F_i$ | : | *Position* ID untuk token ke-*i* |
| $H$ | : | Vektor atau matriks representasi akhir dari lapisan *embedding* |
| $Q, K, V$ | : | Matriks *Query*, *Key*, dan *Value* dalam mekanisme *attention* |
| $W_Q, W_K, W_V$ | : | Matriks bobot (*weight*) parameter untuk *Query*, *Key*, dan *Value* |
| $d_k$ | : | Dimensi dari vektor *Key* |
| $W_O$ | : | Matriks bobot (*weight*) parameter untuk menggabungkan *head* pada proses *Multi-Head Attention* |
| $x_i, x_j$ | : | Nilai elemen ke-*i* atau ke-*j* pada matriks/vektor |
| $n$ | : | Jumlah elemen yang diproses |
| $R$ | : | Hasil dari *residual connection* |
| $\mu$ | : | Nilai rata-rata (*mean*) |
| $\sigma^2$ | : | Nilai varians (*variance*) |
| $d$ | : | Jumlah elemen setiap baris pada matriks |
| $\hat{x}_i$ | : | Hasil nilai setelah proses normalisasi |
| $\epsilon$ | : | Konstanta kecil untuk stabilitas numerik |
| $\gamma$ | : | Parameter *trainable* pada LayerNorm |
| $W_1, W_2$ | : | Matriks bobot (*weight*) pada tahap *Feed Forward Network* (FFN) |
| $b_1, b_2$ | : | Vektor bias pada *Feed Forward Network* (FFN) |
| $r_t$ | : | Nilai *reset gate* pada langkah wakru ke-*t* |
| $z_t$ | : | Nilai *update gate* pada langkah waktu ke-*t* |
| $g_t$ | : | *Candidate hidden state* baru pada langkah waktu ke-*t* |
| $h_t$ | : | Vektor *hidden state* baru pada langkah waktu ke-*t* |

| | | |
|---|---|---|
| $h_{t-1}$ | : | Vektor *hidden state* dari langkah waktu sebelumnya |
| $x_t$ | : | Vektor *input* pada langkah waktu ke-t |
| $W_r, U_r$ | : | Matriks bobot (*weight*) pada perhitungan *reset gate* |
| $W_z, U_z$ | : | Matriks bobot (*weight*) pada perhitungan *update gate* |
| $W_g, U_g$ | : | Matriks bobot (*weight*) pada perhitungan *candidate hidden state* |
| $\sigma$ | : | Fungsi aktivasi Sigmoid |
| $\otimes$ | : | Operasi perkalian elemen demi elemen (*element wise multiplication*) |
| $\vec{h}_t$ | : | *Hidden state* dari arah maju (*forward*) pada BiGRU |
| $\overleftarrow{h}_t$ | : | *Hidden state* dari arah mundur (*backward*) pada BiGRU |
| $y$ | : | *Output* dari *dense layer* |
| $W$ | : | Matriks bobot (*weight*) |
| $b$ | : | Vektor bias |
| $FL(p_t)$ | : | Nilai *Focal Loss* |
| $p_t$ | : | Probabilitas prediksi terhadap kelas yang benar |
| $\gamma$ | : | *Focusing parameter* untuk pengurangan kontribusi loss |
| $TP$ | : | *True Positive* (data positif diprediksi benar sebagai positif) |
| $FP$ | : | *False Positive* (data negatif salah diprediksi sebagai positif) |
| $FN$ | : | *False Negative* (data positif salah diprediksi sebagai negatif) |
| $TN$ | : | *True Negative* (data negatif diprediksi benar sebaai negatif) |
| $P$ | : | *Precision* |
| $R$ | : | *Recall* |
| $F1$ | : | *F1-Score* (rata-rata harmonik dari *precision* dan *recall*) |