

**PENCARIAN NILAI k TERBAIK PADA k -NN MENGGUNAKAN
GENETIC ALGORITHM (GA) DALAM PENANGANAN MISSING
VALUE PADA KLASIFIKASI TUBERCULOSIS**

**Rusnia Dyah Wardani
(180411100018)**

Dosen Pembimbing I : Eka Mala Sari Rochman, S.Kom., M.Kom.

Dosen Pembimbing II : Dr. Bain Khusnul Khotimah, ST., M.Kom.

ABSTRAK

Tuberculosis atau tuberkulosis paru merupakan salah satu penyakit pernapasan yang berbahaya yang menyerang paru-paru. Selain itu bakteri TB juga dapat menyerang organ tubuh lain yang biasa disebut dengan TB ekstra paru. Upaya agar dapat mengetahui jenis TB yang diderita pasien adalah dengan melalui beberapa pemeriksaan, seperti pendataan umur pasien, jenis kelamin pasien, status HIV pasien, riwayat diabetes pasien, melakukan foto toraks, dan lainnya. Di era teknologi saat ini, proses pengklasifikasian untuk deteksi awal dalam menentukan jenis *tuberculosis* dapat dibantu dengan menggunakan pengenalan Algoritma *Long Short Term Memory* (LSTM). Kelemahan dari dataset adalah adanya kelengkapan data yang hilang dari suatu fitur sehingga mempengaruhi nilai dari hasil klasifikasi. Data yang hilang dapat diatasi dengan melakukan imputasi menggunakan k -Nearest Neighbor (k -NN). Namun, metode k -NN memiliki kelemahan dalam pemilihan nilai k yang dapat mempengaruhi kinerja klasifikasi. Peneliti menggunakan *Genetic Algorithm* (GA) sebagai optimasi dalam menentukan nilai k terbaik pada k -NN untuk penanganan *missing value* pada klasifikasi *tuberculosis*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai terbaik pada parameter GA adalah *crossover rate* 0.7, *mutation rate* 0.04, *population size* 120, dan *max generation* 1600, yang menghasilkan *fitness score* terbaik dalam waktu paling singkat. Sementara itu, kombinasi terbaik dari jumlah *neuron* dan *epoch* berbeda untuk setiap data imputasi k -NN. Klasifikasi LSTM dengan imputasi k -NN+GA

dianggap lebih baik daripada metode klasifikasi LSTM yang menggunakan imputasi k -NN tanpa optimasi GA, karena dapat mencapai akurasi tertinggi yaitu 98,5756% dengan waktu yang lebih singkat.

Kata kunci : *Tuberculosis, Missing Value, k-Nearest Neighbor (k -NN), Genetic Algorithm (GA), Long Short Term Memory (LSTM)*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	I
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR TABEL.....	VI
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR ALGORITMA.....	XI
DAFTAR KODE PROGRAM.....	XII
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Perumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.1 Permasalahan.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2 Metode Usulan	Error! Bookmark not defined.
1.2.3 Pertanyaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Dan Manfaat.....	Error! Bookmark not defined.
1.3.1 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.3.2 Manfaat	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan	Error! Bookmark not defined.
1.5 Sistematika Proposal	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Landasan Teori	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 <i>Tuberculosis</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 <i>Data Mining</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 <i>Missing Value</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 <i>Normalisasi Standard Scaling</i>	Error! Bookmark not defined.

2.1.5	Algoritma <i>k-Nearest Neighbor</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.6	<i>Genetic Algorithm</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.7	<i>Long Short Term Memory</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2	Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Data	Error! Bookmark not defined.
3.2	Arsitektur Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.3	<i>Preprocessing</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	<i>Cleaning Data</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Transformasi Data	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Normalisasi Data	Error! Bookmark not defined.
3.4	<i>Genetic Algorithm (GA)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Inisialisasi Populasi dan Kromosom	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Menghitung Nilai <i>Fitness</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Seleksi <i>Parents</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Crossover	Error! Bookmark not defined.
3.4.5	Mutasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.6	<i>Update</i> Populasi	Error! Bookmark not defined.
3.5	<i>k-Nearest Neighbor (k-NN)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Inisialisasi nilai <i>k</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Perhitungan Jarak <i>Euclidean</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.3	Pengurutan Jarak dan Menentukan <i>k</i> observasi terdekat.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.4	Imputasi <i>k -NN</i>	Error! Bookmark not defined.
3.6	Pembagian Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.7	<i>Long Short-Term Memory</i>	Error! Bookmark not defined.

3.8	Metode Evaluasi	Error! Bookmark not defined.
3.9	Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Lingkungan Ujicoba	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pembuatan Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	<i>Preprocessing</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	<i>Genetic Algorithm (GA)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	<i>k-Nearest Neighbor (k-NN)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i> ..	Error! Bookmark not defined.
4.3	Hasil Implementasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Hasil Implementasi Skenario 1	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Hasil Implementasi Skenario 2	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Hasil Implementasi Skenario 3	Error! Bookmark not defined.
4.3.4	Hasil Implementasi Skenario 4	Error! Bookmark not defined.
4.3.5	Hasil Implementasi Skenario 5	Error! Bookmark not defined.
4.3.6	Hasil Implementasi Skenario 6	Error! Bookmark not defined.
4.3.7	Hasil Implementasi Skenario 7	Error! Bookmark not defined.
4.3.8	Hasil Implementasi Skenario 8	Error! Bookmark not defined.
4.3.9	Hasil Implementasi <i>User Interface</i> ..	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
REFERENSI		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Transformasi Data Atribut Umur.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Transformasi Data Atribut Jenis Kelamin.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Transformasi Data Atribut Foto Toraks.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4 Transformasi Data Atribut Status HIV..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.5 Transformasi Data Atribut Riwayat Diabetes.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6 Transformasi Data Lokasi Anatomi.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.7 Normalisasi <i>Standard Scaller</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.8 Contoh Perhitungan <i>Euclidean Distance</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.9 <i>Confusion Matrix</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.10 Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Lingkungan Ujicoba	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Nilai Parameter LSTM.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Hasil Uji Coba Skenario 1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Skenario 2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Skenario 3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Hasil Uji Coba Skenario 4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Performa LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Skenario 7.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Performa LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Varian <i>Neuron</i> 18.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Skenario 7.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Varian <i>Neuron</i> 18.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Skenario 7....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4.12 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Varian *Neuron* 12.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.13 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Skenario 7.... **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.14 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Varian *Neuron* 30.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.15 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Skenario 7.... **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.16 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Varian *Neuron* 30.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Skenario 7.. **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.18 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Varian *Neuron* 30.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.19 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Skenario 7.. **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.20 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Varian *Neuron* 24.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.21 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Skenario 7.. **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.22 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Varian *Neuron* 18.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.23 Perbandingan Akurasi Skenario 7.**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.24 Performa LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Skenario 8.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.25 Performa LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Varian *Epoch* 50.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.26 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Skenario 8.... **Error!**
Bookmark not defined.

Tabel 4.27 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Varian *Epoch* 50
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.28 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Skenario 8.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.29 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Varian *Epoch* 150**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.30 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Skenario 8.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.31 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Varian *Epoch* 100**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.32 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Skenario 8.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.33 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Varian *Epoch* 25**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.34 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Skenario 8.. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.35 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Varian *Epoch* 50**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.36 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Skenario 8.. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.37 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Varian *Epoch* 25**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.38 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Skenario 8.. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.39 Performa LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Varian *Epoch*
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.40 Perbandingan Akurasi Skenario 8.**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Hasil Skenario 6.**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahap Operasi <i>Genetic Algorithm</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Proses <i>Crossover</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Proses Mutasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Modul Pengulangan LSTM Empat <i>Layer</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Contoh Data <i>Tuberculosis</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Atribut Kategorikal pada Data <i>Tuberculosis</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Diagram Alur Arsitektur Sistem	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Transformasi Data.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 Normalisasi Data.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Alur <i>Long Short-Term Memory</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Struktur Model LSTM	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Varian <i>Neuron 18</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Varian <i>Neuron 18</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Varian <i>Neuron 12</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Varian <i>Neuron 30</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Varian <i>Neuron 30</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Varian <i>Neuron 30</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Varian <i>Neuron 24</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Varian <i>Neuron 18</i>	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.10 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN+GA, $k = 3$ pada Varian 50 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 3$ pada Varian 50 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 5$ pada Varian 150 Epoch**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 7$ pada Varian 100 Epoch**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 9$ pada Varian 25 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 11$ pada Varian 50 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 13$ pada Varian 25 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Hasil Pembelajaran LSTM Menggunakan k -NN, $k = 15$ pada Varian 50 Epoch.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.18 Tampilan Dashboard.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.19 Tampilan *Real Dataset***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.20 Tampilan *Data Transform***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.21 Tampilan *Data Normalization*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.22 Tampilan *Data Missing Value***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.23 Tampilan *Modal Hasil Imputasi Missing Value***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.24 Tampilan *Genetic Algorithm : Crossover Rate***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.25 Tampilan *Genetic Algorithm : Mutation Rate***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.26 Tampilan *Genetic Algorithm : Population Size***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.27 Tampilan *Genetic Algorithm : Maximum Generation* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.28 Tampilan *Genetic Algorithm : k-NN+GA Imputation*..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.29 Tampilan *k - Nearest Neighbor : k-NN Imputation*..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar 4.30 Tampilan *Long Short-Term Memory : Neuron***Error!** **Bookmark**
not defined.

Gambar 4.31 Tampilan *Long Short-Term Memory : Epoch***Error!** **Bookmark not**
defined.

Gambar 4.32 Tampilan *Long Short-Term Memory Perbandingan Kinerja*.. **Error!**
Bookmark not defined.

DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 3.1	<i>Genetic Algorithm (GA)</i>	Error! Bookmark not defined.
Algoritma 3.2	<i>K-Nearest Neighbor</i>	Error! Bookmark not defined.
Algoritma 3.3	<i>Training LSTM</i>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4.1 Membaca Dataset pada Transformasi Data **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.2 Mengambil Data dari Dataset pada Transformasi Data. **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.3 *Encoding* Kolom pada Transformasi Data **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.4 Menyimpan Hasil Transformasi Data **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.5 Membaca data pada Normalisasi Data. **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.6 Melakukan Normalisasi Data. **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.7 Menggabungkan Hasil Normalisasi dengan Data Target.
..... **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.8 Menyimpan Hasil Normalisasi. **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.9 Membaca Dataset pada GA ... **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.10 Inisialisasi Populasi dan Kromosom pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.11 Penentuan Nilai Fitness pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.12 Seleksi *Parent* pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.13 Konversi Individu Desimal ke Biner pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.14 *Crossover* pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.15 Mutasi pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.16 Konversi Individu Biner ke Desimal pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.17 Update Populasi pada GA **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.18 Membaca Dataset pada *k*-NN **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.19 Mencari *Missing value* pada *k-NN***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.20 Inisialisasi Nilai *k* pada *k-NN***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.21 Menentukan Jarak *Euclidean Distance* pada *k-NN*..... **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.22 Pengurutan Jarak dan Menentukan *k* Observasi Terdekat pada *k-NN***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.23 Imputasi pada *k-NN***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.24 Menyimpan Dataset yang Telah Melalui Imputasi *k-NN***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.25 Membaca *Dataset* pada *LSTM***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.26 Pembagian Data**Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.27 Membuat *LSTM Model***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.28 Membuat *LSTM Model Plot***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.29 Melatih Model pada *LSTM* .**Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.30 Menentukan Akurasi dan *Loss* Setiap Model pada *LSTM***Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.31 Evaluasi dan Prediksi *Testing Data* pada *LSTM*..... **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.32 Menentukan *Global* Akurasi dan *Loss* pada *LSTM* **Error! Bookmark not defined.**

Kode Program 4.33 Menentukan *Global Confusion Matrix* pada *LSTM*.... **Error! Bookmark not defined.**

