

## Pengembangan Chatbot AI untuk Layanan Pelanggan PLN Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM)

<sup>1\*</sup>Afandi, <sup>2</sup>Wakhid Rokhayadi, <sup>3</sup>Edi Susanto

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Industri, Universitas Stikubank Semarang, Indonesia  
e-mail: [afandi0022@mhs.unisbank.ac.id](mailto:afandi0022@mhs.unisbank.ac.id)

### Abstrak

Transformasi digital menuntut layanan pelanggan yang cepat, responsif, dan selalu tersedia. Untuk menjawab tantangan ini, penelitian ini menyajikan pengembangan chatbot berbasis kecerdasan buatan (AI) menggunakan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) guna meningkatkan layanan pelanggan PLN. LSTM dipilih karena kemampuannya dalam memahami konteks percakapan dan pola bahasa alami. Proses pengembangan meliputi praprosesan data, pelatihan model, dan evaluasi performa menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil pengujian terhadap 133 data uji menunjukkan akurasi sebesar 82,71%, dengan precision rata-rata 82%, recall 77%, dan F1-score sebesar 77%, menandakan performa yang cukup andal. Chatbot ini dirancang untuk menangani pertanyaan umum pelanggan seperti tagihan listrik, gangguan layanan, dan informasi lainnya. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional PLN sekaligus menyediakan layanan pelanggan yang lebih cepat, personal, dan terpercaya di era digital.

**Kata kunci:** Algoritma LSTM, Chatbot AI, Layanan Pelanggan PLN, Pemrosesan Bahasa Alami, Transformasi Digital

### Abstract

*Digital transformation requires customer service to be fast, responsive, and continuously accessible. To address this demand, this study presents the development of an AI-based chatbot employing the Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm to enhance customer support for PLN. LSTM was chosen due to its effectiveness in capturing conversational context and understanding natural language patterns. The development process includes data preprocessing, model training, and performance evaluation using metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. Experimental results on 133 test samples demonstrate an accuracy of 82.71%, with an average precision of 82%, recall of 77%, and F1-score of 77%, indicating reliable model performance. The chatbot is designed to handle common customer inquiries, including billing information, service disruptions, and other general services. This innovation is expected to improve PLN's operational efficiency while delivering faster, more personalized, and dependable customer service, aligning with the demands of the digital era.*

**Keywords:** AI Chatbot, Digital Transformation, LSTM Algorithm, Natural Language Processing, PLN Customer Service

---

Diterima : Januari 2025  
Disetujui : Mei 2025  
Dipublikasi : Juni 2025

©2025 Afandi, Wakhid Rokhayadi, Edi Susanto  
Under the license CC BY-SA 4.0

---

### Pendahuluan

Di tengah perkembangan pesat era digital, tuntutan akan layanan pelanggan yang cepat tanggap dan efisien semakin meningkat. Perusahaan layanan publik seperti PLN menghadapi tantangan besar dalam menjaga kepuasan pelanggan, terutama ketika

mengelola volume pertanyaan dan laporan yang terus meningkat. Layanan pelanggan konvensional sering kali terbatas oleh jam operasional dan kapasitas sumber daya manusia, sehingga berdampak pada keterlambatan respons dan penurunan kepuasan pelanggan. Di sisi lain, pelanggan semakin mengharapkan layanan yang cepat, akurat, dan tersedia kapan saja. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi kecerdasan buatan (AI) menjadi solusi yang menjanjikan, khususnya melalui penerapan chatbot berbasis AI yang dirancang untuk memberikan respons otomatis, efisien, dan sesuai kebutuhan (Ghosh dkk., 2024). Chatbot berbasis AI mampu mengelola percakapan dengan pelanggan secara otomatis melalui teknologi pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing/NLP*).

Teknologi *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai algoritma inti digunakan karena keunggulannya dalam memahami dan mengolah pola data secara berurutan dan sekuensial. LSTM, sebagai bagian dari jaringan saraf tiruan, memungkinkan chatbot memahami konteks percakapan dan menghasilkan respons yang relevan dengan pertanyaan pelanggan (Hsueh & Chou, 2022). Dengan teknologi ini, chatbot tidak hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, tetapi juga memainkan peran sebagai solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi operasional PLN. Selain manfaat operasional, chatbot ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pelanggan secara signifikan. Layanan 24/7 memungkinkan pelanggan menerima bantuan kapan pun dibutuhkan tanpa terbatas oleh waktu operasional layanan konvensional. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa chatbot yang dirancang dengan mempertimbangkan elemen kepercayaan pengguna, seperti akurasi informasi, transparansi pengolahan data, dan responsivitas, dapat meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan dan loyalitas jangka panjang (Pillai & Sivathanu, 2020). Dalam konteks ini, chatbot PLN juga dirancang untuk menciptakan pengalaman yang personal dan relevan bagi setiap pelanggan.

Namun, pengembangan chatbot ini tidak terlepas dari tantangan. Salah satu elemen yang paling penting adalah kebutuhan untuk mengevaluasi serta meningkatkan performa chatbot secara berkala. Faktor-faktor seperti kecepatan respons, akurasi informasi, dan kepuasan pengguna menjadi metrik utama dalam menilai keberhasilan sistem (Hilmi, 2024). Selain itu, pembaruan model LSTM secara berkala dengan data terbaru sangat penting untuk memastikan chatbot tetap relevan dalam memahami perubahan pola bahasa dan kebutuhan pelanggan (Rocha dkk., 2021). Melalui langkah-langkah ini, chatbot dapat terus berkembang menjadi solusi yang adaptif dan efektif. Penelitian ini juga memiliki kontribusi signifikan dalam konteks transformasi digital di sektor utilitas. Dengan memanfaatkan teknologi chatbot berbasis AI, PLN tidak hanya

dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, tetapi juga membangun hubungan yang lebih erat dan langgeng dengan pelanggan melalui layanan yang konsisten, cepat, dan akurat. Chatbot ini diharapkan menjadi bagian dari strategi transformasi PLN untuk meningkatkan daya saing di era modern sekaligus memenuhi ekspektasi pelanggan terhadap layanan yang lebih maju. Penelitian sebelumnya Calderini dkk. (2022) menunjukkan bahwa chatbot yang dirancang dengan baik dapat memenuhi harapan pelanggan dan meningkatkan tingkat kepuasan serta loyalitas. Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan chatbot berbasis AI menggunakan algoritma LSTM sebagai solusi inovatif untuk layanan pelanggan PLN.

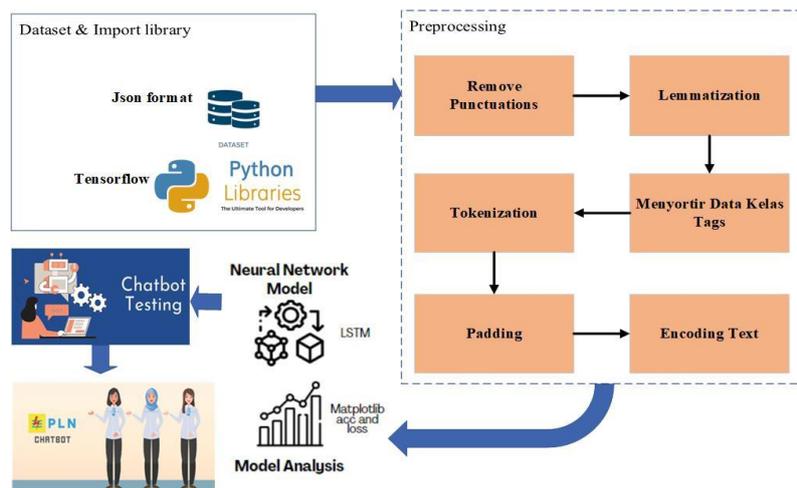
Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas implementasi chatbot berbasis AI dalam berbagai sektor. Adam dkk. (2021) menemukan bahwa chatbot dengan kemampuan real-time dapat mengoptimalkan efisiensi operasional perusahaan melalui otomatisasi tugas rutin, seperti menjawab pertanyaan pelanggan dan memberikan panduan layanan. Selain itu, desain chatbot dengan elemen antropomorfik, seperti empati dan percakapan ringan (small talk), mampu meningkatkan keterlibatan pelanggan dengan menciptakan rasa kehadiran sosial yang lebih kuat. Dalam konteks NLP, Inupakutika dkk. (2021) menunjukkan bahwa integrasi NLP memungkinkan chatbot memahami maksud (intent) dan entitas dari input pelanggan, sehingga menghasilkan respons yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Algoritma LSTM memiliki keunggulan signifikan dalam memahami pola bahasa alami dan konteks percakapan. Isa dkk. (2024) mengungkapkan bahwa algoritma ini unggul dalam tugas-tugas seperti slot filling, yang berperan penting untuk memahami maksud pelanggan secara lebih akurat. Selain itu, penelitian Attigeri dkk. (2024) menunjukkan bahwa LSTM yang diterapkan dalam chatbot untuk kebutuhan informasi institusi pendidikan mampu menangani data sekuensial dengan baik dan menghasilkan respons yang akurat serta kontekstual. Hal serupa ditemukan oleh Anki dkk. (2021), yang menyatakan bahwa parameter optimal dalam model RNN-LSTM dapat meningkatkan akurasi chatbot hingga 99,48%. Pendekatan BiLSTM yang dikembangkan oleh Anki dkk. (2020) bahkan mampu menangkap konteks percakapan dua arah dengan lebih presisi, menjadikannya solusi yang relevan untuk layanan berbasis percakapan yang kompleks.

Hasil dari berbagai penelitian ini menegaskan bahwa algoritma LSTM sangat efektif untuk meningkatkan kualitas interaksi berbasis percakapan. Berdasarkan temuan ini, penelitian ini mengintegrasikan keunggulan teknologi LSTM dalam pengembangan chatbot untuk layanan pelanggan PLN, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi operasional sekaligus memberikan pengalaman yang lebih unggul bagi pelanggan.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan chatbot AI yang dirancang khusus untuk layanan pelanggan PLN, dengan fungsi utama membantu pelanggan dalam menangani pertanyaan umum seperti pembayaran tagihan, pelaporan gangguan, dan prosedur layanan lainnya. Tujuan pengembangan ini antara lain memberikan solusi inovatif dalam layanan pelanggan PLN dan berkontribusi nyata pada pengembangan teknologi berbasis AI di sektor utilitas. Implementasi chatbot ini diharapkan menjadi elemen kunci dalam strategi transformasi digital PLN, sekaligus memenuhi harapan pelanggan akan layanan modern yang responsif, personal, dan terpercaya.

## Metode

Metode pembuatan chatbot didukung oleh algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM), seperti ditunjukkan pada diagram alir (Gambar 1) untuk memberikan gambaran langkah-langkah proses. Metode ini melibatkan beberapa tahapan penting antara lain pengumpulan dataset, pemrosesan data, pelatihan model, dan implementasi chatbot.



Gambar 1. Tahapan Membuat Chatbot PLN

Chatbot dirancang untuk membantu pengguna mendapatkan informasi seputar layanan listrik dengan mudah dan cepat. Melalui chatbot, pengguna dapat bertanya tentang berbagai topik, seperti pengenalan PLN (Perusahaan Listrik Negara), jenis layanan yang tersedia, panduan mengecek dan membayar tagihan listrik, serta solusi atas berbagai permasalahan terkait kelistrikan, seperti gangguan listrik, pengaduan pelanggan, hingga pemasangan sambungan baru. Dengan pendekatan yang intuitif, chatbot ini mampu memberikan jawaban yang relevan secara instan, sehingga mempermudah pengguna untuk memenuhi kebutuhan informasi mereka tanpa harus menghubungi layanan pelanggan secara langsung.

Tabel 1. Bagian Chatbot dataset PLN

No	Patterns	Responses
1.	Hallo, hai, halo, hei, hi, pagi, siang, malam, selamat pagi, selamat siang, selamat malam	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Halo! Saya Bot PLN. Ada yang bisa saya bantu terkait listrik atau layanan PLN?</li> <li>- Hai! Selamat datang di layanan informasi PLN. Ada yang ingin Anda ketahui?</li> </ul>
2.	Apa itu PLN? Jelaskan tentang PLN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLN (Perusahaan Listrik Negara) merupakan perusahaan milik negara yang mengelola penyediaan listrik di Indonesia. Tugas PLN mencakup pembangkit, transmisi, distribusi, serta penyediaan layanan listrik kepada masyarakat di seluruh Indonesia.</li> </ul>
3.	Layanan apa saja yang disediakan oleh PLN? Apa saja layanan PLN?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLN menyediakan berbagai layanan, antara lain:\n1. <b>Layanan Sambungan Baru</b> (Pemasangan listrik baru)\n2. <b>Layanan Pembayaran Tagihan Listrik</b>\n3. <b>Layanan Gangguan Listrik</b>\n4. <b>Layanan Pengaduan dan Informasi</b>\n5. <b>Layanan Tarif Listrik</b>\n6. <b>Layanan Pelanggan</b>.</li> </ul>
4.	Bagaimana cara mengecek tagihan listrik? Berapa tagihan listrik saya bulan ini?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk mengecek tagihan listrik, Anda bisa menggunakan aplikasi PLN Mobile, mengunjungi situs web PLN, atau melalui layanan SMS dan WhatsApp dengan nomor yang sudah disediakan oleh PLN. Anda juga bisa mengecek tagihan melalui loket pembayaran seperti minimarket atau agen pembayaran.</li> </ul>
5.	Bagaimana cara membayar tagihan listrik? Apa saja cara pembayaran tagihan listrik?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anda bisa membayar tagihan listrik melalui berbagai metode, seperti:\n1. <b>Pembayaran melalui Bank</b> (transfer atau auto-debit)\n2. <b>Aplikasi PLN Mobile</b>\n3. <b>Minimarket dan agen pembayaran</b> (Indomaret, Alfamart, dll.)\n4. <b>Pembayaran melalui Internet Banking atau Mobile Banking</b>\n5. <b>ATM atau e-wallet</b>.</li> </ul>
.....dst		

## Langkah penting dalam pengembangan chatbot PLN

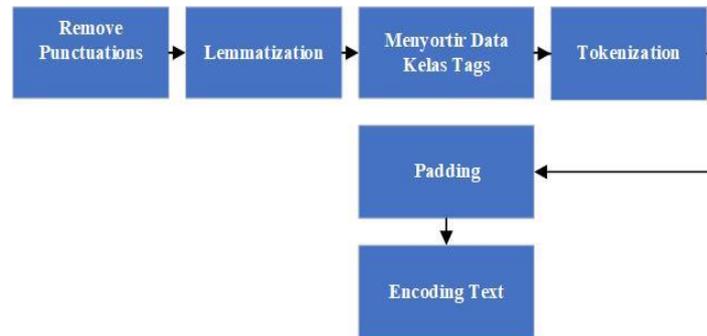
### 1. Dataset & Import Library

Tahap awal melibatkan pengumpulan dataset yang berisi pasangan pertanyaan dan jawaban atau percakapan yang mencerminkan interaksi yang diharapkan dengan pengguna (Anbiyani dkk., 2023). Data ini kemudian diimpor ke dalam lingkungan pemrograman menggunakan pustaka seperti TensorFlow dan NLTK.

### 2. Preprocessing Data

Preprocessing data merupakan langkah penting dalam pengembangan chatbot untuk mengubah data mentah menjadi format yang bisa dimengerti oleh model. Proses ini meliputi *Remove Punctuations* untuk membersihkan teks, *Lemmatization* untuk mengubah kata ke bentuk dasarnya, dan *Menyortir Data Kelas (Tags)* untuk mengelompokkan data sesuai kategori atau intent. Selanjutnya, *Tokenization* memecah

teks menjadi unit kecil, *Padding* menyamakan panjang data untuk pemrosesan batch, dan *Encoding* Text mengubah teks menjadi representasi numerik.



Gambar 2. Diagram Preprocessing Data

### 2.1 Remove Punctuations

Tahapan praproses pada data teks yang pertama adalah menghapus punctuasi atau tanda baca seperti karakter khusus yaitu '!' (tanda seru), ',' (tanda koma), '?' (tanda tanya), '.' (tanda titik sebagai penghenti kalimat), dan tanda baca lainnya. Penghapusan tanda baca (*remove punctuations*) merupakan salah satu tahapan penting dalam praproses teks yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sebelum digunakan dalam analisis atau klasifikasi teks. Pentingnya penghapusan tanda baca sebagai bagian integral dari strategi praproses dalam pemrosesan bahasa alami Natural Language Processing (HaCohen-Kerner dkk., 2020). Pada *Coding 2.1*, proses yang dilakukan adalah menghapus tanda baca untuk mempermudah analisis teks lebih lanjut.

```

# Removing Punctuations (Menghilangkan Punctuasi) tanda baca.
data['patterns'] = data['patterns'].apply(lambda wrd:[ltrs.lower() for
ltrs in wrd if ltrs not in string.punctuation])
data['patterns'] = data['patterns'].apply(lambda wrd: ' '.join(wrd))
  
```

Tabel 2. Remove Punctuations

No	Before	After
1.	Halo, apa kabar?	halo apa kabar
2.	Selamat pagi! Bagaimana layanan PLN?	selamat pagi bagaimana layanan pln
3.	Tagihan listrik saya berapa?	tagihan listrik saya berapa
4.	Gangguan listrik di daerah saya! .....dst	gangguan listrik di daerah saya

### 2.2 Lemmatization (Lematisasi)

Penggunaan lemmatisasi dimaksudkan untuk membersihkan dan mempersiapkan data teks sebelum dilatih menggunakan model deep neural network. Dengan

menggunakan lemmatisasi, chatbot mampu memahami konteks kalimat dengan lebih baik, yang pada akhirnya meningkatkan akurasi dalam memberikan respons yang relevan terhadap pertanyaan atau pernyataan pengguna (Srivastava dkk., 2020).

Menggunakan (Kata Imbuhan) -> Guna (Kata Dasar)

Pada *Coding 2.2*, Lemmatisasi proses yang dilakukan adalah menyederhanakan analisis teks dengan mengubah kata menjadi bentuk dasarnya.

```
lemmatizer = WordNetLemmatizer()
words = [lemmatizer.lemmatize(w.lower()) for w in words if w not in
ignore_words]
words = sorted(list(set(words)))
```

Tabel 3. Lemmatization (Lematisasi)

No	Before	After
1.	Ada	ada
2.	Apa	apa
3.	Apakah	apakah
4.	Bagaimana	bagaimana
5.	Bantuan	bantuan
6.	Baru	baru
	.....dst	

### 2.3 Menyortir Data Kelas Tags

Menyortir data kelas tags merupakan proses untuk mengatur data tags (label kelas) secara terurut, baik secara ascending (menaik) atau descending (menurun). Proses ini dilakukan untuk mempermudah analisis, eksplorasi data, atau persiapan data untuk pelatihan model pembelajaran mesin. Data yang telah diproses kemudian diklasifikasikan menjadi entitas tertentu, yang berguna untuk mengenali pola masukan (pattern matching) dari pengguna (Affandes & Pizaini, 2022).

Pada *Coding 2.3*, Menyortir data kelas tags untuk mempermudah analisis, deteksi distribusi data, dan persiapan untuk pelatihan model.

```
# sorting pada data class
classes = sorted(list(set(classes)))
print (len(classes), "classes", classes)
```

Tabel 4. Menyortir Data Kelas Tags Urutan Leksikografis

No	Before	After
1.	gangguan_listrik	cara_bayar_tagihan
2.	goodbye	gangguan_listrik
3.	greeting	goodbye
4.	cara_bayar_tagihan	greeting
5.	layanan_pln	meteran_listrik
6.	meteran_listrik	layanan_pln
	.....dst	

## 2.4 Tokenization (Tokenisasi)

Tokenisasi adalah proses yang melibatkan pemberian urutan karakter dan unit dokumen yang terdefinisi. Proses ini mencakup pemecahan kalimat menjadi bagian-bagian kecil yang disebut 'Token' sekaligus menghapus elemen tertentu, seperti tanda baca yang dapat diproses lebih lanjut oleh model bahasa (Schmidt dkk., 2024). Contohnya : "Berapa jumlah tagihan listrik bulan ini di rumah saya?", "hallo", "hai", "halo", "hei", "hi", "pagi", "siang", "malam", "selamat pagi", "?"]

Pada *Coding 2.4*, Tokenisasi adalah pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing* atau NLP) untuk memecah teks menjadi unit-unit kecil.

```
# Tokenize the data (Tokenisasi Data)
tokenizer = Tokenizer(num_words=2000)
tokenizer.fit_on_texts(data['patterns'])
train = tokenizer.texts_to_sequences(data['patterns'])
train
```

Tabel 5. Tokenization (Tokenisasi)

Before	After
hallo	[31]
hai	[32]
halo	[33]
hei	[34]
hi	[35]
.....dst	

## 2.5 Padding

Proses padding digunakan untuk memotong sequence yang terlalu panjang agar sesuai dengan panjang maksimum yang diinginkan. Dengan demikian, padding tidak hanya membantu menyelaraskan dimensi input untuk model machine learning atau deep learning, tetapi juga memastikan bahwa data sekuensial dengan berbagai panjang dapat diproses secara seragam tanpa kehilangan konteks. Langkah ini sangat penting dalam model seperti LSTM atau RNN, di mana dimensi tetap diperlukan untuk pelatihan yang efisien. Modul padding yang dapat dilatih dalam jaringan saraf dalam, memungkinkan model untuk mengoptimalkan padding secara otomatis tanpa mempengaruhi fungsi kerugian keseluruhan (Alrasheedi dkk., 2023). Pada *Coding 2.5*, Padding digunakan untuk menjamin bahwa semua data memiliki panjang yang seragam.

```
# Melakukan proses padding pada data
x_train = pad_sequences(train)
# Menampilkan hasil padding
print(x_train)
```

Tabel 6. *Padding* (dengan panjang maksimum = 9)

Before	After
[1],	[ 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ]
[4, 5, 6, 7],	[ 0 0 0 0 0 4 5 6 7 ]
[2, 8, 9, 10],	[ 0 0 0 0 0 2 8 9 10 ]
[11,12,13,14,15]	[ 0 0 0 0 11 12 13 14 15 ]
.....dst	

## 2.6 Encoding Text

Dalam konteks chatbot, *encoding* sangat penting untuk membantu sistem memahami dan memproses input teks yang diberikan oleh pengguna. Proses encoding mengubah data teks dalam kolom tag menjadi format numerik dengan menggunakan representasi biner, yaitu angka 0 dan 1. Tujuan utama dari encoding adalah untuk menyederhanakan proses komputasi terhadap data teks, sehingga memfasilitasi pelatihan model chatbot yang lebih efisien dan efektif. Dengan demikian, encoding memainkan peran yang sangat vital dalam pengolahan dan pemodelan data teks, sehingga meningkatkan kinerja chatbot dalam memberikan respons yang tepat dan relevan (Mubarak & Abdi, 2024). Pada *Coding 2.6*, Encoding Text.

```
# Melakukan konversi data label tags dengan encoding
le = LabelEncoder()
y_train = le.fit_transform(data['tags'])
print(y_train)
```

Tabel 7. Encoding Text

[3 3 3 8 8 4 4 11 11 0 0 10 10 1 1 7 7 12 12 5 5 6 6 9 9 2 2 2 2 2]

Before	After
greeting	3
greeting	3
greeting	3
penjelasan_pln	8
.....dst	

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

Pengembangan chatbot berbasis AI untuk layanan PLN menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM), pelatihan model pada dataset dengan 37 kelas memberikan landasan kuat untuk menghasilkan performa optimal dalam klasifikasi data yang kompleks. Lebih lanjut, integrasi LSTM dalam chatbot memungkinkan pemrosesan percakapan *multi-turn* yang lebih baik, memberikan pengalaman interaksi yang unggul kepada pelanggan. Chatbot ini juga dirancang untuk mempermudah akses pelanggan

terhadap layanan PLN seperti pengecekan tagihan, laporan gangguan, dan informasi layanan lainnya, sekaligus mengurangi beban kerja konvensional dan mendukung transformasi digital PLN. Struktur dataset ditunjukkan pada Gambar 3.

	patterns	tags		
0	hallo	greeting	18	Apa saja cara pembayaran tagihan listrik? cara_bayar_tagihan
1	hai	greeting	19	Bagaimana cara mendaftar untuk sambungan listrik... sambungan_baru
2	halo	greeting	20	Prosedur untuk pemasangan listrik baru seperti... sambungan_baru
3	hei	greeting	21	Apa yang harus dilakukan jika terjadi gangguan... gangguan_listrik
4	hi	greeting	22	Bagaimana cara melaporkan gangguan listrik? gangguan_listrik
5	pagi	greeting	23	Bagaimana cara mengajukan pengaduan ke PLN? pengaduan_pln
6	siang	greeting	24	Apakah ada nomor pengaduan PLN? pengaduan_pln
7	malam	greeting	25	Berapa tarif listrik saat ini? tarif_listrik
8	selamat pagi	greeting	26	Bagaimana cara mengetahui tarif listrik? tarif_listrik
9	selamat siang	greeting	27	Bagaimana cara membaca meteran listrik? meteran_listrik
10	selamat malam	greeting	28	Apa yang harus dilakukan jika meteran listrik ... meteran_listrik
11	Apa itu PLN?	penjelasan_pln	29	Bagaimana cara mengajukan pemutusan listrik? pemutusan_listrik
12	Jelaskan tentang PLN	penjelasan_pln	30	Apa yang harus dilakukan untuk mematikan sambu... pemutusan_listrik
13	Layanan apa saja yang disediakan oleh PLN?	layanan_pln	31	Apakah ada program bantuan listrik untuk masya... program_bantuan_pln
14	Apa saja layanan PLN?	layanan_pln	32	Apa saja program bantuan yang diberikan PLN? program_bantuan_pln
15	Bagaimana cara mengecek tagihan listrik?	tagihan_listrik	33	Terima kasih goodbye
16	Berapa tagihan listrik saya bulan ini?	tagihan_listrik	34	Makasih goodbye
17	Bagaimana cara membayar tagihan listrik?	cara_bayar_tagihan	35	Dadah goodbye
			36	Sampai jumpa goodbye
			37	Goodbye ..... goodbye

Gambar 3. Label dataset Patterns dan Tags

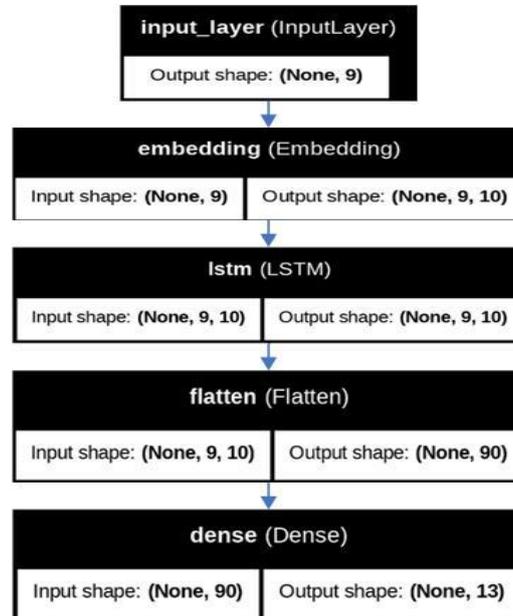
## Pembahasan Pengembangan dan Implementasi Sistem Chatbot Berbasis AI

Proses pengembangan dan implementasi sistem chatbot berbasis AI mencakup beberapa tahapan, mulai dari pengujian lapisan embedding hingga integrasi ke dalam antarmuka pengguna. Setiap tahap dirancang untuk memastikan performa optimal model dan pengalaman pengguna yang baik.

### 1. Pengujian lapisan embedding

Jaringan syaraf dalam kasus chatbot ini yang terdiri dari lapisan atau layer embedding yang merupakan salah satu hal yang paling kuat di bidang pemrosesan bahasa alami atau NLP. output atau keluaran dari lapisan (*layer*) embedding adalah input (masukan) data teks dari lapisan berulang (recurrent) dengan layer LSTM gate (Lapisan Gerbang *Long Shot Term Memory*). Kemudian, output atau keluaran diratakan dan lapisan Dense digunakan dengan fungsi aktivasi Softmax yang dimana penerapan chatbot ini memiliki label data yang terdiri dari lebih dari dua kelas.

Bagian utama dalam pemodelan chatbot ini adalah lapisan embedding yang menghasilkan vektor nilai yang sesuai untuk setiap kata dalam data teks yang telah diberikan. Gambar 4 menunjukkan arsitektur model chatbot lapisan embedding.



Gambar 4. Visualisasi Plot Arsitektur Model

Model LSTM chatbot ini terdiri dari lima lapisan, dimulai dari input berdimensi 9, dilanjutkan dengan embedding layer beroutput (9,10) dan LSTM layer dengan output serupa. Setelah diratakan oleh flatten layer menjadi vektor 90 dimensi, output diklasifikasikan oleh dense layer dengan 13 neuron. Total parameter yang dapat dilatih sebanyak 2.723, menunjukkan model yang efisien namun mampu menangani klasifikasi intent secara akurat.

Tabel 8. Model Functional

Model: "functional"

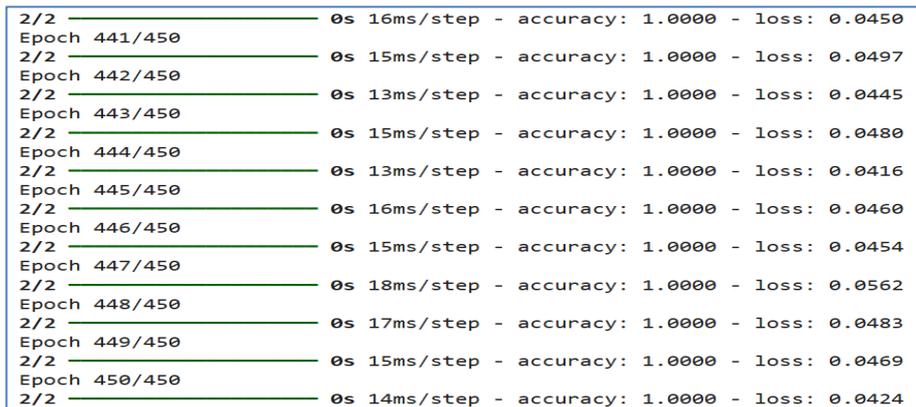
Layer (type)	Output Shape	Param #
input_layer (InputLayer)	(None, 9)	0
embedding (Embedding)	(None, 9, 10)	700
lstm (LSTM)	(None, 9, 10)	840
flatten (Flatten)	(None, 90)	0
dense (Dense)	(None, 13)	1,183

Total params: 2,723 (10.64 KB)  
 Trainable params: 2,723 (10.64 KB)  
 Non-trainable params: 0 (0.00 B)

## 2. Pengujian Model LSTM pada Data Pelatihan dengan 450 Epochs

Proses pengujian model dari Long Short-Term Memory (LSTM) dalam mengolah data pelatihan. Pengujian ini dilakukan dengan pendekatan yang mendalam, yaitu melalui pelatihan model sebanyak 450 epochs yang di tampilkan pada Gambar 5.

```
# Training the model (Melatih model data sampai 450 kali)
train = model.fit(x_train, y_train, epochs=450)
```



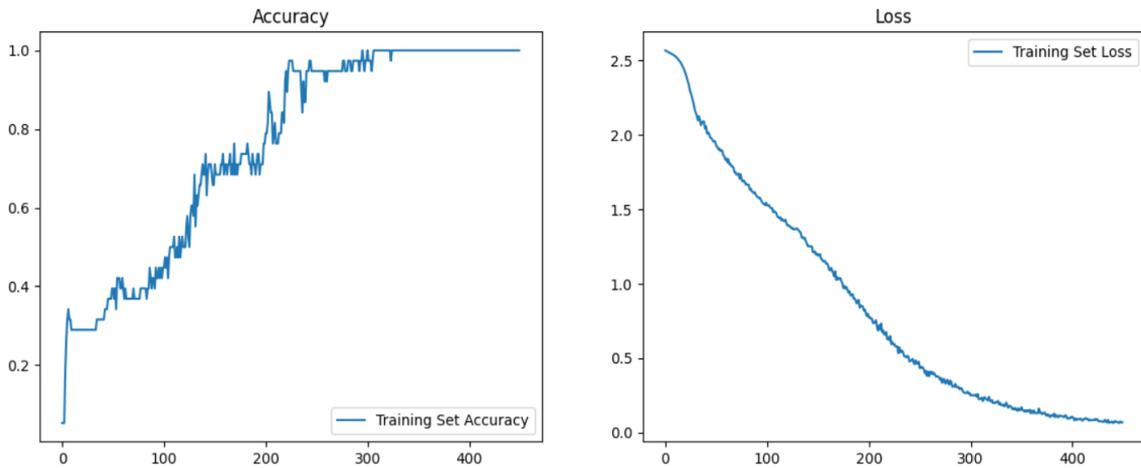
2/2	Epoch 441/450	0s 16ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0450
2/2	Epoch 442/450	0s 15ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0497
2/2	Epoch 443/450	0s 13ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0445
2/2	Epoch 444/450	0s 15ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0480
2/2	Epoch 445/450	0s 13ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0416
2/2	Epoch 446/450	0s 16ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0460
2/2	Epoch 447/450	0s 15ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0454
2/2	Epoch 448/450	0s 18ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0562
2/2	Epoch 449/450	0s 17ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0483
2/2	Epoch 450/450	0s 15ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0469
2/2	Epoch 450/450	0s 14ms/step	accuracy: 1.0000	loss: 0.0424

Gambar 5. Pengujian Model LSTM dengan 450 Epochs

## 3. Pengujian Hyperparameter Tuning

Pengujian *hyperparameter tuning*, *accuracy* dan *validation loss* digunakan sebagai indikator utama untuk menilai kinerja terbaik model. Hal ini dilakukan karena model memiliki arsitektur yang sederhana dan jumlah data yang terbatas, sehingga rentan terhadap overfitting pada data pelatihan. Pengujian dilakukan sebanyak 450 kali percobaan, dan dari seluruh percobaan tersebut, diperoleh satu kombinasi hyperparameter yang memberikan nilai validation loss paling rendah. Grafik akurasi menunjukkan peningkatan yang konsisten hingga mendekati nilai 1.0.

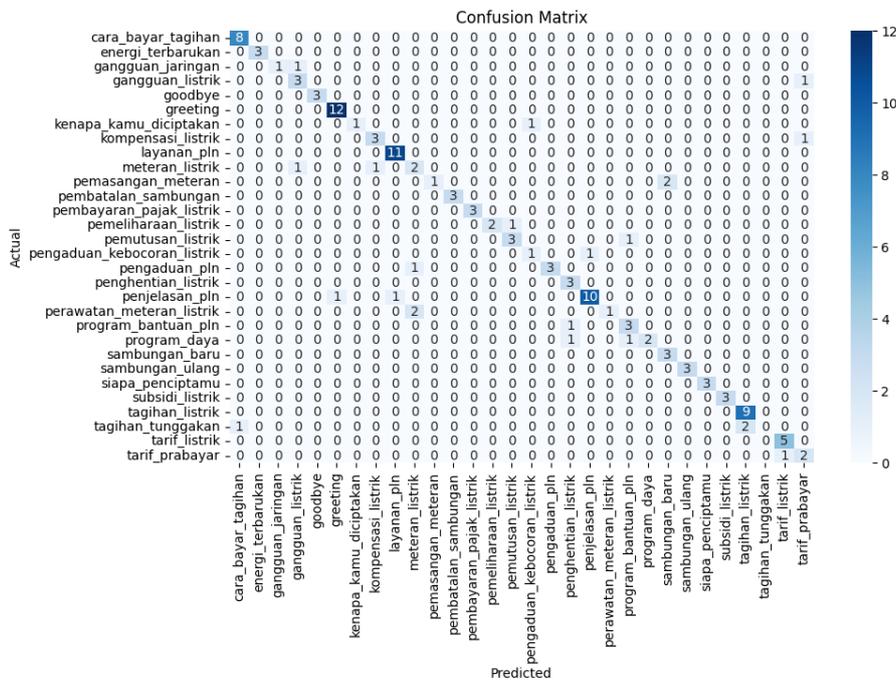
Dengan hasil tersebut, model dianggap layak untuk diuji lebih lanjut menggunakan data validasi atau data uji guna memastikan performanya dalam skenario dunia nyata. Sehingga, hasil uji dan evaluasi model chatbot yang diperoleh ditampilkan sebagai pada gambar 6.



Gambar 6. Akurasi model Hyperparameter Tuning dan validation loss Tuning

#### 4. Matriks evaluasi Kinerja LSTM dalam Klasifikasi

Evaluasi performa model chatbot PLN dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi dan ketepatan model dalam memahami serta merespons berbagai jenis pertanyaan pelanggan. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 133 data uji, model berhasil menunjukkan performa yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 9 Confusion Matrix. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang cukup andal dalam mengklasifikasikan intent pengguna secara konsisten di sebagian besar kategori layanan PLN.



Gambar 7. Confusion Matrix Multi-Kelas untuk Evaluasi Model Chatbot PLN

Tabel 9, yang merangkum nilai akurasi keseluruhan serta rata-rata metrik precision, recall, dan F1-score.

Tabel 9. Matriks Evaluasi performa model chatbot PLN dengan LSTM

Metrik	Nilai (%)
Akurasi	82.71
Precision	82.00
Recall	77.00
F1-Score	77.00
Weighted F1	81.00

Evaluasi performa model chatbot PLN menunjukkan hasil yang cukup baik. Berdasarkan pengujian terhadap 133 data uji, model mencapai akurasi sebesar 82,71%, yang mengindikasikan bahwa sebanyak lebih dari 82% prediksi label berhasil dikenali dengan benar oleh model (Accuracy = 82.71%). Selain itu, precision rata-rata mencapai 82%, menunjukkan tingkat ketepatan model dalam memberikan prediksi yang relevan (Precision = 82%). Recall rata-rata sebesar 77% mengindikasikan kemampuan model dalam menangkap berbagai jenis intent pengguna secara menyeluruh (Recall = 77%). F1-score rata-rata, yang merupakan rata-rata harmonis dari precision dan recall, juga tercatat sebesar 77% (F1-Score = 77%). Jika dilihat dari sisi bobot setiap kelas berdasarkan jumlah datanya, nilai weighted F1-score mencapai 81%, yang menunjukkan kestabilan performa model pada berbagai variasi pertanyaan pelanggan (Weighted Avg F1-Score = 81%). Temuan ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang konsisten dan cukup andal dalam mengklasifikasikan intent dalam sistem pelayanan pelanggan berbasis chatbot.

## 5. Antarmuka Chatbot

Antarmuka dirancang agar intuitif dan ramah pengguna, memungkinkan pengguna untuk mengajukan pertanyaan atau memberikan masukan dengan mudah. Antarmuka biasanya terdiri dari elemen-elemen seperti kotak teks untuk input, tombol pengiriman, serta tampilan balasan chatbot yang jelas dan responsif. Dalam pengembangan antarmuka chatbot, fokus utama adalah pada kenyamanan pengguna dan efisiensi komunikasi, sehingga pengalaman interaksi menjadi lebih lancar dan efektif.

```
# Antarmuka Gradio  
demo.launch()
```



Gambar 8. Tampilan Desktop Chatbot PLN

## Kesimpulan

Pengembangan chatbot berbasis AI menggunakan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) untuk layanan pelanggan PLN telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan kualitas interaksi dan efisiensi layanan. Dengan akurasi mencapai 82,71%, serta precision dan recall yang cukup tinggi, chatbot ini mampu memahami dan merespons berbagai pertanyaan pelanggan secara relevan dan konsisten. Lebih dari sekadar teknologi, chatbot ini hadir sebagai solusi strategis di tengah tuntutan digitalisasi layanan publik. Kehadiran chatbot memungkinkan pelanggan mendapatkan bantuan kapan saja tanpa bergantung pada jam operasional, sekaligus membantu PLN mengurangi beban layanan manual. Di balik performanya yang baik, keberhasilan ini juga ditopang oleh proses pengolahan data yang matang, pelatihan model yang intensif, serta penerapan NLP yang efektif dalam menangkap maksud pengguna.

Dengan demikian, chatbot ini bukan hanya alat bantu komunikasi, tetapi juga wujud nyata dari transformasi digital PLN menuju pelayanan yang lebih cepat, personal, dan andal. Ke depan, pembaruan model dan pemantauan performa secara berkala akan menjadi kunci agar sistem ini tetap adaptif terhadap kebutuhan dan dinamika pengguna yang terus berkembang.

## Daftar Pustaka

- Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-based chatbots in customer service and their effects on user compliance. *Electronic Markets*, 31(2), 427–445. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00414-7>

- Affandes, M., & Pizaini, P. (2022). Academic Information Service Chatbot Using HMM and AIML. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 8(2), 79. <https://doi.org/10.24014/coreit.v8i2.19638>
- Alrasheedi, F., Zhong, X., & Huang, P.-C. (2023). Padding Module: Learning the Padding in Deep Neural Networks. <http://arxiv.org/abs/2301.04608>
- Anbiyani, H., Muhyidin, F., & Venica, L. (2023). Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak Pengembangan Chatbot untuk Meningkatkan Pengetahuan dan Kesadaran Keamanan Siber Menggunakan Long Short-Term Memory. 5(2), 152–161.
- Anki, P., Bustamam, A., Al-Ash, H. S., & Sarwinda, D. (2021). Intelligent Chatbot Adapted from Question and Answer System Using RNN-LSTM Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1844(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1844/1/012001>
- Attigeri, G., Agrawal, A., & Kolekar, S. V. (2024). Advanced NLP Models for Technical University Information Chatbots: Development and Comparative Analysis. *IEEE Access*, 12, 29633–29647. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3368382>
- Caldarini, G., Jaf, S., & McGarry, K. (2022). A Literature Survey of Recent Advances in Chatbots. *Information (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/info13010041>
- Ghosh, S., Ness, S., & Salunkhe, S. (2024). The Role of AI Enabled Chatbots in Omnichannel Customer Service. *Journal of Engineering Research and Reports*, 26(6), 327–345. <https://doi.org/10.9734/jerr/2024/v26i61184>
- HaCohen-Kerner, Y., Miller, D., & Yigal, Y. (2020). The influence of preprocessing on text classification using a bag-of-words representation. *PLoS ONE*, 15(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232525>
- Hilmi, M. (2024). ASSESSING THE EFFECT OF CHATBOTS ON MANAGING BRAND REPUTATION AMONG COMMERCIAL BANKS IN MALAYSIA. *International Cognitive Journal*, 1(1), 14–25. <https://doi.org/10.69659/gacv3b41>
- Hsueh, Y. L., & Chou, T. L. (2022). A Task-oriented Chatbot Based on LSTM and Reinforcement Learning. *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*, 22(1). <https://doi.org/10.1145/3529649>
- Inupakutika, D., Nadim, M., Gunnam, G. R., Kaghyan, S., Akopian, D., Antonio, S., Chalela, P., & Ramirez, A. G. (2021). Integration of NLP and Speech-to-text applications with Chatbot. *IS and T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology*, 2021(3). <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2021.3.MOBMU-035>
- Isa, N. A. N. M., Jawaddi, S. N. A., & Ismail, A. (2024). Experimental Evaluation of Machine Learning Models for Goal-oriented Customer Service Chatbot with Pipeline Architecture. <http://arxiv.org/abs/2409.18568>
- Mubarok, M. I., & Abdi, M. (2024). IMPLEMENTASI NATURAL LANGUAGE PROCESSING DALAM PERANCANGAN APLIKASI CHATBOT PADA FIKTI UMSU. *Dalam Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (Vol. 8, Nomor 6)*.
- Pillai, R., & Sivathanu, B. (2020). Adoption of AI-based chatbots for hospitality and tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 32(10), 3199–3226. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2020-0259>
- Rocha, Á., Ferrás, C., Carlos López-López, P., & Guarda, T. (2021). *Advances in Intelligent Systems and Computing* 1330 (Vol. 1). <http://www.springer.com/series/11156>
- Schmidt, C. W., Reddy, V., Zhang, H., Alameddine, A., Uzan, O., Pinter, Y., & Tanner, C. (2024). Tokenization Is More Than Compression. <http://arxiv.org/abs/2402.18376>

Srivastava, G., Agarwal, S., & Deepak Vishwakarma, M. (2020). DEEP NEURAL NETWORK BASED CHATBOT. International Research Journal of Engineering and Technology. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)