

## Pengembangan *Chatbot* Batik Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory*

Yetti Yuniati\*, Frans Aldi Gurning<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Indonesia

[yetti.yuniati@eng.unila.ac.id](mailto:yetti.yuniati@eng.unila.ac.id), [fransaldi087@gmail.com](mailto:fransaldi087@gmail.com)



### Histori Artikel:

Diajukan: 25 Juli 2024

Disetujui: 18 September 2024

Dipublikasi: 30 September 2024

### Kata Kunci:

Batik, *Chatbot*, *Deep learning*, *Natural language processing*, *Long Short-Term Memory*

### Digital Transformation

*Technology (Digitech)* is an

*Creative Commons License This*

*work is licensed under a*

*Creative Commons Attribution-*

*NonCommercial 4.0 International*

*(CC BY-NC 4.0).*

### Abstrak

*Chatbot* merupakan program komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan manusia melalui antarmuka percakapan. Batik merupakan seni tekstil tradisional yang unik dan khas asal Indonesia. Namun, dalam era modern ini, minat terhadap batik tradisional semakin menurun, terutama di kalangan generasi modern. Oleh karena itu, penggunaan *chatbot* tentang batik menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan kesadaran dan apresiasi terhadap keindahan dan nilai-nilai budaya batik di masa kini. Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah *chatbot* yang menyediakan informasi relevan, menarik, dan mudah dipahami mengenai batik. *Chatbot* ini bertujuan untuk memberikan informasi masyarakat luas dan memperkenalkan nilai-nilai budaya, estetika, dan keunikan batik Indonesia. Dengan demikian, diharapkan dapat mendorong minat dan keinginan untuk melestarikan batik sebagai warisan budaya yang berharga. Pengembangan *chatbot* ini dilakukan menggunakan arsitektur *deep learning* berbasis NLP (*Natural Language Processing*) dengan model LSTM (*Long Short-Term Memory*) untuk meningkatkan akurasi dalam memberikan jawaban yang tepat. Melalui pelatihan dengan 4000 *epoch*, *chatbot* berhasil mencapai akurasi 100%. Dengan adanya *chatbot* ini, masyarakat dapat dengan mudah mengajukan pertanyaan berbasis teks seputar batik, seperti sejarah, asal-usul, dan makna motif batik.

## PENDAHULUAN

Penciptaan teknologi *chatbot* telah menjadi salah satu perkembangan signifikan dalam interaksi manusia-mesin serta komunikasi di era digital yang terus berkembang pesat. *Chatbot*, atau yang dikenal sebagai "robot obrolan," merupakan program komputer yang dirancang untuk berkomunikasi dengan pengguna melalui pesan teks atau percakapan (Adamopoulou & Moussiades, 2020). Penerapan teknologi *chatbot* semakin luas di berbagai bidang seperti layanan pelanggan, pendidikan, serta *e-commerce*, karena kemampuannya dalam merespons pengguna dengan cepat dan efisien.

Salah satu sektor yang berpotensi memanfaatkan *chatbot* adalah industri batik. Batik merupakan warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai historis dan artistik tinggi dan telah mendapat perhatian besar baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Penggemar batik sering kali mencari informasi terkait sejarah batik, teknik produksi, motif khas, hingga lokasi pembelian batik (Kusumasari & Rahmi, 2020). Dalam konteks ini, *chatbot* dapat berperan penting dalam menyediakan informasi yang cepat, akurat, dan mudah diakses, sehingga meningkatkan pengalaman pelanggan dan memperluas jangkauan informasi terkait batik.

Salah satu metode yang telah terbukti berhasil dalam pengembangan *chatbot* adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan arsitektur jaringan saraf berulang yang dirancang untuk mengatasi masalah *vanishing gradient* yang sering muncul dalam pemodelan data urutan panjang. LSTM memungkinkan *chatbot* untuk memahami konteks percakapan secara lebih mendalam dan menghasilkan respons yang lebih relevan (Manaswi, 2018). LSTM banyak digunakan dalam pemrosesan bahasa alami (NLP), yang merupakan fondasi dari kemampuan *chatbot* untuk memahami dan merespons kebutuhan pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *chatbot* berbasis LSTM yang dapat digunakan oleh industri batik dalam memberikan layanan informasi yang lebih baik kepada pelanggan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan LSTM dalam meningkatkan kualitas interaksi *chatbot* di industri kreatif. Kontribusi dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur terkait pengembangan *chatbot* untuk industri kreatif, khususnya dalam konteks pelestarian budaya melalui teknologi.

## STUDI LITERATUR

### Penelitian Terdahulu

*Improving service quality through classifying chatbot messages based on natural language processing: A bidirectional Long Short-Term Memory network model* oleh Christine Dewi et al. Penelitian ini

mengimplementasikan algoritma jaringan memori jangka pendek (LSTM) pada *chatbot* dengan pendekatan pemrosesan bahasa alami (NLP). Eksperimen dilakukan menggunakan pendekatan NLP, di mana hasilnya digunakan dalam proses pelatihan data menggunakan algoritma bidirectional LSTM untuk menghasilkan model *chatbot*. Setelah mengevaluasi model, metode yang diusulkan kami berhasil mengungguli model lain dalam eksperimen. Bidirectional LSTM memiliki akurasi 98,09%, presisi 98,23%, recall 98,29%, dan skor f1 98,25% (Dewi, Kristiantoro, Christanto, & Riantama, 2024).

*An intelligent chatbot design and implementation model using Long Short-Term Memory with recurrent neural networks and attention mechanism* oleh Prakash Choudhary dan Sumit Chauhan. Artikel ini mengusulkan model implementasi *chatbot* menggunakan arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM), mekanisme perhatian (*attention mechanism*), *Bag of Words* (BOW), dan dekoding dengan metode *beam search*. Arsitektur *sequence-to-sequence* (Seq2Seq) dengan *encoder* dan *decoder* LSTM digunakan dalam penelitian ini. Dataset percakapan digunakan untuk melatih dan menguji model, dan akurasi *chatbot* diukur menggunakan algoritma BleuN (Choudhary & Chauhan, 2023)

Pengembangan *Chatbot* Kesehatan Mental Menggunakan Algoritma *Long Short-Term Memory* oleh Fajarudin Zakariya et al. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *chatbot* sebagai pusat informasi dan solusi dalam menjaga kesehatan mental. Pengembangan *chatbot* ini menggunakan pendekatan siklus proyek kecerdasan buatan (AI Project Cycle) dan memanfaatkan arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM adalah jenis jaringan saraf rekuren (RNN) yang dirancang khusus untuk menangani masalah ketergantungan jangka panjang yang umum terjadi dalam konteks kesehatan mental yang kompleks. Dengan menggunakan LSTM, model dapat menyimpan dan mengakses informasi kontekstual jangka panjang, yang sangat bermanfaat dalam memberikan solusi yang akurat dan memahami perubahan kondisi emosional. Model LSTM yang dilatih menunjukkan akurasi sebesar 93%, akurasi validasi sebesar 82%, loss sebesar 0,3%, dan loss validasi sebesar 1,6% setelah 200 epoch. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma LSTM untuk model *chatbot* dalam pengembangan ini cukup efektif (Zakariya, Zeniarja, & Winarno, 2024).

*Healthy food chatbot application using Long Short-Term Memory* Fifi Kumalasari et al. Aplikasi *chatbot* ini dirancang untuk memberikan informasi tentang makanan sehat berdasarkan pertanyaan pengguna. Input dari pengguna akan melalui tahap pra-pemrosesan teks seperti tokenisasi, penghapusan tanda baca, dan penyesuaian huruf besar-kecil. Representasi vektor kata akan dibuat menggunakan metode *word2vec*. Metode yang digunakan untuk membangun *chatbot* ini adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). Validasi *chatbot* diuji menggunakan 100 pertanyaan sampel dari dataset makanan sehat, dan ditemukan 87 jawaban relevan dan 13 jawaban tidak relevan berdasarkan evaluasi manusia. (Fifi, Viny, & Hendryli, 2023)

### **Chatbot**

*Chatbot* adalah program komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan manusia, dengan tujuan utama memberikan respons otomatis yang relevan dan bermanfaat sebagai tanggapan atas pertanyaan atau pernyataan (Hermana, Yulianto, & Lim, 2023). Berkat kemajuan dalam pembelajaran mesin, *chatbot* berbasis AI dapat memahami dan merespons bahasa manusia dengan tingkat akurasi yang semakin tinggi. *Chatbot* dapat memberikan dukungan pelanggan secara real-time, membantu dalam navigasi situs web, mengambil pesanan, memberikan rekomendasi, dan bahkan menghadirkan pengalaman interaktif yang lebih mendalam, seperti *chatbot* yang dapat menyimulasikan karakter fiksi atau selebritas (Singh, Bhargare, Singh, Zope, & Saindane, 2023).

### **Batik**

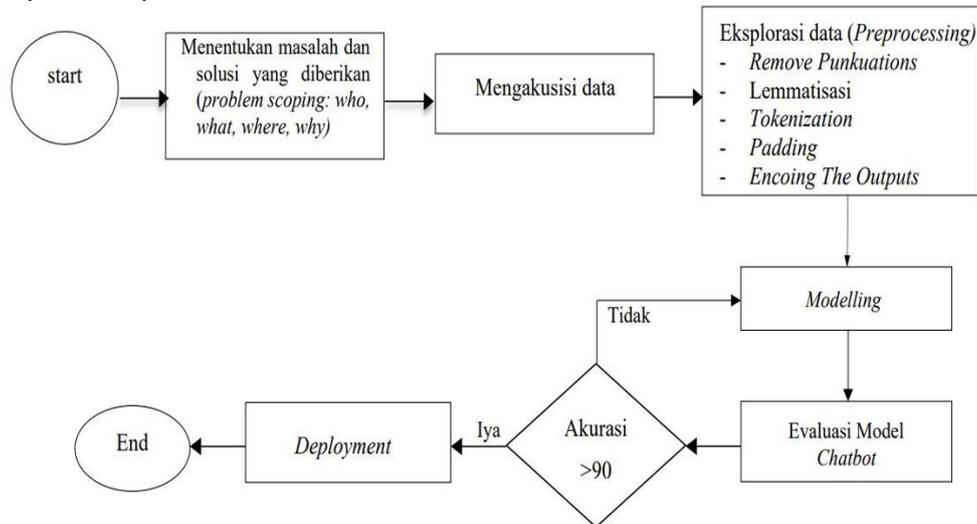
Batik adalah seni yang telah ada selama berabad-abad dan diwariskan dari generasi ke generasi di Indonesia. Pada tahun 2009, pengakuan oleh UNESCO atas batik sebagai Warisan Budaya Dunia telah mengangkat martabatnya menjadi lebih dari sekadar sebuah kain. Sebagai medium ekspresi seni dan identitas budaya, batik terus mengalami adaptasi dan interpretasi baru oleh desainer modern, menghasilkan kreasi-kreasi yang memadukan tradisi dengan tren kontemporer. Dalam perspektif lebih luas, batik bukan hanya tentang kain dan pola, tetapi juga merupakan cermin dari perjalanan sejarah, makna filosofis, dan warisan leluhur yang diberikan kepada generasi mendatang. Dengan menjaga dan mengembangkan batik, Indonesia merawat dan meneruskan benang merah budaya yang menghubungkan masa lalu, kini, dan masa depan (Widadi, 2019).

### **Long Short-Term Memory (LSTM)**

*Long Short-Term Memory* adalah program komputer berbasis pembelajaran mendalam yang dapat memahami dan bekerja dengan pengetahuan tentang masa depan. Hal ini berguna ketika komputer perlu memahami teks atau memprediksi apa yang akan terjadi selanjutnya. LSTM lebih unggul daripada jaringan saraf tiruan tradisional. LSTM memiliki keunggulan karena dapat menyimpan dan menjaga informasi penting tentang tren data dari masa lalu. Jika hasil dari pemrosesan sekumpulan data adalah penting (misalnya, nilai 1), LSTM akan mengingat dan menyimpannya. Di sisi lain, LSTM mengabaikan nilai yang tidak berarti apa-apa (seperti 0), memastikan bahwa hanya data yang terkait yang disimpan dan digunakan dalam proses selanjutnya (Banoula, 2023).

## METODE

Perancangan sistem *Chatbot* dengan model LSTM ini diperlukan tahap-tahap dari *Artificial Intelligence (AI) Project Cycle* seperti problem scoping (penentuan masalah), data acquisition (Pengumpulan data), data exploration (eksplorasi data), modelling, dan evaluation (Azimah & Wardani, 2023). *Flowchart project cycle* pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Problem scoping, pada tahap ini peneliti menentukan rumusan masalah serta tujuan dari penelitian ini, Pada tahap akuisisi data, peneliti membuat dataset skenario percakapan sebanyak 54 class tag skenario percakapan. Tahap data exploration, ada tahap ini dilakukan *preprocessing* data pada 54 class tag scenario yang digunakan pada *chatbot* sebelum dilakukan *training model*. Modelling merupakan proses training dataset agar menjadi sebuah model AI. Setelah model selesai dibuat, model kemudian di Evaluasi untuk mengetahui kinerja model, Setelah proses Evaluasi selesai dan didapatkan hasil akurasi lebih besar dari 90 model tersebut kemudian di deploy pada *web local host*.

## HASIL

Berdasarkan pengujian dengan menggunakan model *Long Short-Term Memory (LSTM)* diperoleh hasil model sebagai berikut:

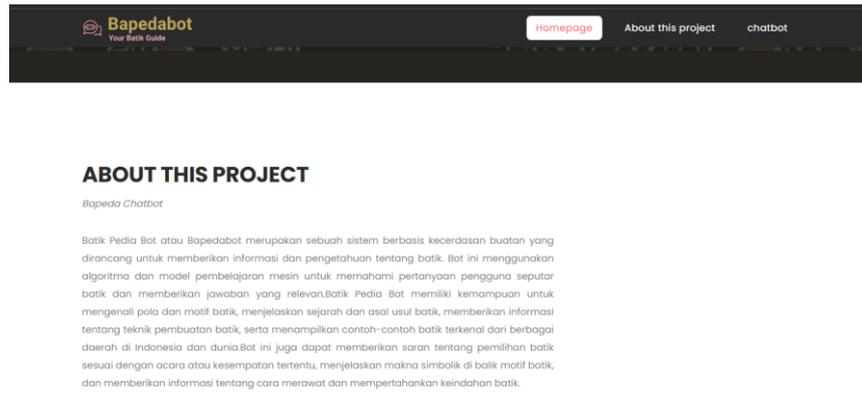
Bapedabot atau Batik Pedia Bot adalah sebuah website yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memberikan pengetahuan tentang dunia batik. Dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan, website ini dapat dengan mudah menemukan informasi yang terkait dengan batik. Pengguna dapat mengajukan pertanyaan-pertanyaan, seperti asal-usul batik, teknik pembuatan, dan sejarah perkembangannya batik. *Chatbot* akan memberikan jawaban yang informatif dan mengedukatif, membantu pengguna untuk memperluas pengetahuan pengguna tentang batik.

### User Interface (UI)

User Interface merupakan segala sesuatu yang dilihat dan digunakan orang untuk berinteraksi dengan sistem komputer, perangkat lunak, atau aplikasi secara kolektif. UI website ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

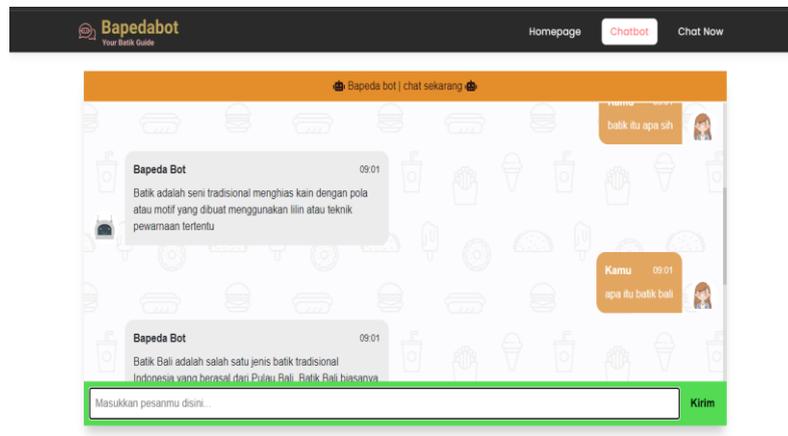


Gambar 2. Tampilan *Homepage* Bagian Judul



Gambar 3. Tampilan *Homepage* bagian Rincian website

Pada bagian Homepage terdapat bagian nama website yaitu BapedaBot atau Batik Pedia Bot. pada halaman ini juga terdapat deskripsi singkat terkait website Bapedabot. Pada halaman selanjutnya yaitu Halaman *chatbot* merupakan halaman dimana pengguna dapat berinteraksi dengan bapedabot, tampilan halaman *chatbot* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Tampilan halaman *chatbot*

## PEMBAHASAN

### Akuisisi data

Pada tahapan ini, peneliti membuat 54 class skenario percakapan. *s* (kategori) merupakan representasi dari pengetahuan atau kategori tertentu yang menjadi panduan bagi sistem dalam menentukan respons yang tepat. *Pattern* (pola) adalah urutan karakter atau teks yang diharapkan cocok atau serasi dengan satu atau lebih input yang diberikan oleh pengguna. *Responses* (*output*) adalah jawaban yang dihasilkan oleh *chatbot* berdasarkan referensi dari tag dan pola yang telah ditentukan oleh sistem. Tampilan scenario percakapan *Chatbot* dapat dilihat pada Gambar 5.

```
{
  "tag": "nama",
  "patterns": [
    "nama kamu siapa?",
    "nama lo siapa?",
    "lo siapa sih?",
    "namamu siapa?",
    "kamu itu apa?",
    "siapa ya?",
    "apa nama kamu?",
    "kamu punya nama nggak?",
    "tolong kasih tau nama kamu ya"
  ],
  "responses": [
    "Halo, saya Bapeda bot, salam kenal",
    "Halo, saya Bapeda Bot ada yang bisa"
  ]
},

{
  "tag": "fungsi",
  "patterns": [
```

Gambar 5 Tampilan scenario percakapan *Chatbot*

### Eksplorasi data

Pada tahap ini dilakukan *preprocessing* data pada 54 *class tag* skenario yang digunakan pada *chatbot* sebelum dilakukan training model. Adapun tahapan Dalam eksplorasi data diantaranya:

1. Menginstal package dari *Natural Language Toolkit* (NLTK) yaitu punkt, wordnet, omw-1.4.
2. Menghapus Punctuasi bertujuan untuk menghilangkan tanda baca atau Punctuasi seperti '!' (tanda seru), ', ' (tanda koma), '.' (tanda titik sebagai berhenti), '?' (tanda tanya), dan tanda baca lainnya.
3. Lematisasi, bertujuan untuk mengubah kata berimbuhan menjadi bentuk paling sederhana (baku) dengan menghilangkan bagian tambahan. Lematisasi berfungsi dalam memahami kata-kata agar mudah untuk dianalisis dengan baik (Khyani, S, M, & M, 2020).
4. Tokenisasi, bertujuan untuk memecah teks atau dokumen menjadi unit yang lebih kecil yang dikenal sebagai token, yang dapat berupa kata, frasa, atau simbol. Teks tokenisasi sangat penting karena memungkinkan berbagai bentuk analisis seperti menilai frekuensi kata, pemodelan bahasa, ekstraksi fitur, dan metode pemrosesan teks lainnya (Park, Lee, Jang, & Jung, 2020).
5. *Padding*, dilakukan dengan menambahkan nilai spesifik pada token-token yang memiliki panjang lebih pendek, sehingga memastikan semua token dalam kumpulan data memiliki panjang yang seragam (Géron, 2019). Dengan demikian, urutan token menjadi seragam dalam hal panjang dan memberikan kontribusi dalam kelancaran eksekusi pemrosesan *batch* dalam model.
6. *Encoding the outputs*, proses mengonversi label atau kategori keluaran menjadi format numerik yang dapat dipahami oleh model *machine learning*. Konversi ini diperlukan karena algoritma *machine learning* umumnya bekerja dengan data numerik (angka) daripada label kategorikal (huruf). Dengan mengonversi hasil menjadi angka, model *machine learning* dapat memahami dan belajar dari representasi numerik kategori tersebut untuk memudahkan proses pelatihan dan Prediksi

### I. Modelling

Pada *modelling chatbot* dilakukan *layer* LSTM dengan 10unit dan *return\_sequences = True* untuk mempertahankan urutan keluaran LSTM. Lalu, dilakukan *layer* Flatten untuk mengubah keluaran LSTM menjadi vektor 1 dimensi. Terakhir, dilakukan *layer* Dense dengan fungsi aktivasi *softmax* untuk melakukan klasifikasi ke dalam kategori yang sesuai. Pada bagian "*Compiling the model*", *optimizer* Adam dengan *learning rate* 0.01 digunakan untuk mengoptimalkan model. *Loss function* yang digunakan adalah *sparse categorical cross-entropy* dikarenakan tugas klasifikasi *multi*-kelas dengan label, yang berupa bilangan bulat. Selain itu, metrik akurasi juga ditentukan untuk evaluasi kinerja model. Kode proses *Modelling* dapat dilihat pada Gambar 6

```
# Creating the model (Membuat model)
i = Input(shape=(max_sequence_length, ))
x = Embedding(vocabulary+1, 10)(i)
x = LSTM(10, return_sequences=True)(x)
x = Flatten()(x)
x = Dense(output_length, activation="softmax")(x)
model = Model(i, x)

(a)

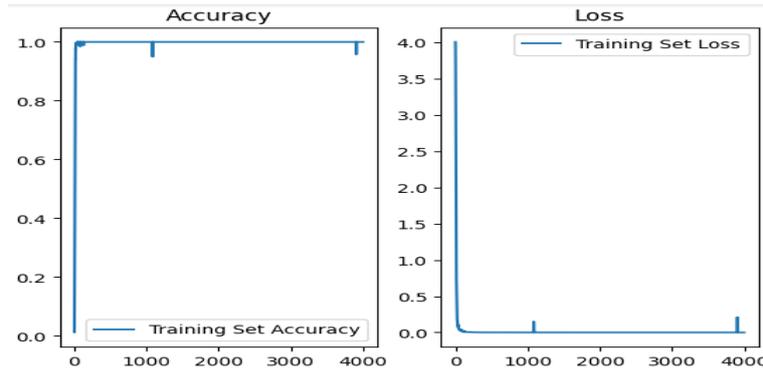
# Compiling the model (Kompilasi model)
optimizer = tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.01)
model.compile(loss="sparse_categorical_crossentropy",
optimizer=optimizer, metrics=['accuracy'])

(b)
```

Gambar 6. Source code Modelling

### Evaluasi

Pada tahapan evaluasi digunakan *tensorboard* untuk memvisualisasikan hasil proses training dari model klasifikasi dan *chatbot* yang digunakan. *Tensorboard* merupakan kumpulan alat visualisasi yang membantu dalam pemahaman dan pemecahan masalah program pembelajaran mendalam dengan lebih mudah, seperti kemampuan untuk memvisualisasikan model grafik, memplot berbagai nilai skalar saat pelatihan berlangsung, dan menampilkan penyematan dalam format *visual*. Pada Gambar 7 dapat dilihat model *chatbot* dengan *training* sebanyak 4000 epoch mendapat akurasi sebesar 1 atau 100% dengan *loss* yang mendekati nol.



Gambar 7 Accuracy dan Loss pada Chatbot

Pengujian sistem *chatbot* juga mendapatkan hasil yang sangat baik dari 54 pertanyaan, *Chatbot* dapat menjawab dengan tepat sebanyak pertanyaan yang ada. Perhitungan hasil evaluasi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{jumlah pengujian yang benar}}{\text{jumlah seluruh pengujian}} \times 100\% \quad (1) \\
 \text{Akurasi} &= \frac{54}{54} \times 100\% \\
 \text{Akurasi} &= 100\%
 \end{aligned}$$

### Deployment

*Deployment* menggunakan *flask* yang dikombinasikan dengan Ngrok. Ngrok adalah alat yang digunakan untuk membuat terowongan aman dari internet publik ke *server* lokal. Dengan menggunakan Ngrok, pengguna dapat memberikan akses ke *server* atau aplikasi yang berjalan di komputer lokal kepada orang lain melalui internet. Ngrok sangat berguna dalam pengembangan aplikasi *web* atau *mobile*. Alat ini memungkinkan pengguna dengan mudah berbagi proyek yang sedang dikerjakan dengan pelanggan tanpa perlu menginstal dan mengonfigurasi *server web* publik. *Deployment* menggunakan Ngrok dapat dilihat pada Gambar 8.

```

ngrok (Ctrl+C to quit)
Announcing ngrok-go: The ngrok agent as a Go library: https://ngrok.com/go
Session Status      online
Account             Frans Aldi (Plan: Free)
Update              update available (version 3.3.0, Ctrl-U to update)
Version             3.1.0
Region              Asia Pacific (ap)
Latency             28ms
Web Interface       http://127.0.0.1:4040
Forwarding           https://6909-103-105-82-195.ngrok-free.app -> http://localhost:5000

Connections
  ttl  opn  rt1  rt5  p50  p90
   0    0    0.00 0.00 0.00 0.00
    
```

Gambar 8 Deployment Menggunakan Ngrok

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pengembangan chatbot berbasis Long Short-Term Memory (LSTM) untuk industri batik telah berhasil dengan hasil akurasi yang sangat tinggi, mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memberikan respons yang tepat terhadap pertanyaan-pertanyaan terkait batik, dengan syarat pertanyaan yang diajukan sesuai dengan pola dan dataset yang telah dirancang. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperkenalkan teknologi kecerdasan buatan untuk melestarikan dan mempromosikan budaya batik, serta menawarkan solusi praktis bagi industri batik untuk meningkatkan layanan informasi kepada pelanggan. Selain itu, pendekatan LSTM yang digunakan membuktikan keefektifan model ini dalam pemrosesan bahasa alami untuk aplikasi chatbot di sektor kreatif.

**REFERENSI**

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). *An Overview of Chatbot Technology*. Artificial Intelligence Applications and Innovations 2020.
- Azimah, F., & Wardani, K. R. (2023). Sistem Pendeteksi Gejala Awal COVID-19 Dengan Penggunaan Metode AI Project Cycle. *The Fourth Bina Darma Conference on Computer Science (BDCCS)*, 675-688.
- Banoula, M. (2023, 4 27). *Introduction to Long Short-Term Memory(LSTM)*. Retrieved from Simpli learn: <https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/lstm>
- Choudhary, P., & Chauhan, S. (2023). An intelligent chatbot design and implementation model using long short-term memory with recurrent neural networks and attention mechanism. *Decision Analytics Journal*.
- Dewi, C., Kristiantoro, C. S., Christanto, H. J., & Riantama, D. (2024). Improving service quality through classifying chatbot messages based on natural language processing: A bidirectional long short-term memory network model. *International Journal of Applied Science and Engineering*.
- Fifi, K., Viny, C., & Hendryli, J. (2023). Healthy food chatbot application using long short term memory. *AIP Conference Proceedings*.
- Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. Sebastopol: O'Reilly Media inc.
- Hermana, Yulianto, A., & Lim, S. (2023). Analisa Aplikasi Chatbot Untuk Pertanyaan Umum . *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 415-437.
- Khyani, D., S, S. B., M, N. N., & M, D. B. (2020). An Interpretation of Lemmatization and Stemming in Natural Language Processing. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, 350-357.
- Kusumasari, D., & Rahmi, A. N. (2020). Business Preservation of Batik Indonesia (Heritage), Challenges and The Solution. *Indonesia Banking School journal*.
- Manaswi, N. K. (2018). RNN and LSTM. In N. K. Manaswi, *Deep Learning with Applications Using Python* (pp. 115-126). Berkeley: Apress.
- Park, K., Lee, J., Jang, S., & Jung, D. (2020). An Empirical Study of Tokenization Strategies for Various Korean NLP Tasks. *arXiv preprint arXiv:2010.02534*.
- Singh, H., Bhangare, A., Singh, R., Zope, S., & Saindane, P. (2023). *Chatbots: Survei Teknologi*. SpringerLink.
- Widadi, Z. (2019). Pemaknaan Batik Sebagai Warisan Budaya Takbenda. *jurnal PENA*.
- Zakariya, F., Zeniarja, J., & Winarno, S. (2024). Pengembangan Chatbot Kesehatan Mental Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory. *Jurnal Media Informatika Budidarma*.