

## **Chatbot Interaktif untuk Edukasi Pengelolaan Sampah dan Kebersihan Lingkungan Berbasis NLP**

**Nabila Maharani<sup>1</sup>, Heri Suroyo<sup>2</sup>**

*<sup>1,2</sup> Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia*

### **Corresponding Author**

**Nama Penulis:** Nabila Maharani

**E-mail:** [nabila71665@gmail.com](mailto:nabila71665@gmail.com)

### **Abstrak**

*Permasalahan sampah di Indonesia meningkat seiring pertumbuhan penduduk, konsumsi plastik sekali pakai, dan kurangnya kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan sampah. Edukasi mengenai pemilahan sampah dan kebersihan lingkungan masih kurang diminati karena penyampaiannya yang tidak interaktif. Pelatihan ini mengembangkan chatbot interaktif berbasis teknologi Natural Language Processing (NLP) dengan model IndoBERT untuk memberikan edukasi yang mudah diakses dan dipahami. Pengembangan dilakukan melalui metode Design Thinking yang mencakup tahap empati, definisi masalah, ideasi, pembuatan prototipe, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa chatbot mampu memberikan jawaban yang informatif dan relevan terkait pemilahan sampah, pengurangan plastik, dan kebersihan lingkungan. Pengguna menilai chatbot mudah digunakan dan membantu meningkatkan pemahaman mengenai isu lingkungan.*

**Kata kunci** - chatbot, NLP, IndoBERT, edukasi lingkungan, pemilahan sampah

### **Abstract**

*Indonesia's waste problem is increasing due to population growth, single-use plastic consumption, and a lack of public awareness regarding waste management. Education on waste sorting and environmental cleanliness remains underutilized due to its non-interactive nature. This study developed an interactive chatbot based on Natural Language Processing (NLP) technology using the IndoBERT model to provide accessible and understandable education. The development was conducted using the Design Thinking method, which included stages of empathy, problem definition, ideation, prototyping, and testing. Test results showed that the chatbot was able to provide informative and relevant answers regarding waste sorting, plastic reduction, and environmental cleanliness. Users rated the chatbot as easy to use and helpful in increasing understanding of environmental issues.*

**Keywords** - chatbot, NLP, IndoBERT, environmental education, waste sorting

## **PENDAHULUAN**

Chatbot adalah program komputer berbasis kecerdasan buatan yang dirancang untuk mensimulasikan percakapan manusia melalui teks atau suara. Menurut Følstad & Brandtzaeg (2017), chatbot dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk layanan pelanggan, edukasi, dan promosi perilaku sosial. Dalam konteks pendidikan, chatbot memungkinkan interaksi dua arah antara sistem dan pengguna, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan personal. Chatbot biasanya bekerja dengan menggunakan Natural Language Processing (NLP) untuk memahami maksud pengguna (intent) dan memberikan jawaban sesuai dengan basis pengetahuan (knowledge base). Platform seperti Dialogflow, Rasa, atau chatgpt API sering digunakan dalam pengembangannya.

Chatbot adalah bagian perangkat lunak komputer yang dibuat dengan program komputer untuk digunakan melakukan suatu tugas yang diinginkan oleh pengguna chatbot adalah sebuah program siap pakai yang bisa dipakai untuk menjalankan sejumlah perintah dari pemecahan masalah yang memakai salah satu teknik pemrosesan data chatbot pada sebuah komputerisasi atau smartphone dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan sesuai dengan tujuan chatbot tersebut. (Moh. Fauzi 2018:12).menurut roni habibi dan riki karnovi (2020:14).

Edukasi digital adalah proses pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi untuk menyampaikan materi pendidikan. Hase & Kenyon (2007) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis digital mempermudah penyampaian informasi dan memungkinkan pembelajar belajar sesuai kecepatan mereka sendiri. chatbot sebagai salah satu media edukasi digital berpotensi.

Kesadaran lingkungan mencakup pemahaman, sikap, dan perilaku individu terhadap pelestarian lingkungan hidup. Schultz (2002) menyatakan bahwa peningkatan kesadaran lingkungan dapat dilakukan melalui edukasi yang menekankan hubungan langsung antara tindakan individu dan dampaknya terhadap alam. Edukasi lingkungan berbasis teknologi dapat memperluas jangkauan pesan ekologis ke masyarakat luas.

Menurut Cox, R. (2010) dalam buku "environmental communication and the public sphere" diterbitkan oleh sage publications, komunikasi lingkungan adalah proses penyampaian pesan tentang isu ekologis dengan tujuan membentuk kesadaran dan mendorong tindakan pro-lingkungan, chatbot dapat diposisikan sebagai media komunikasi dua arah (two-way communication) yang memungkinkan masyarakat tidak hanya menerima pesan, tetapi juga berdialog dan memberikan umpan balik secara langsung. Dengan pendekatan komunikasi partisipatif ini, chatbot tidak hanya menjadi alat penyuluhan, tetapi juga sarana edukasi kolaboratif antara pengguna dan sistem.

Sistem ini dirancang agar responsif dan mudah digunakan oleh pengguna dengan berbagai latar belakang website, serta mendukung segmentasi peran pengguna seperti (masyarakat), implementasi sistem berbasis chatbot dapat menjawab pertanyaan secara tepat. Serta meningkatkan masyarakat mengolah sampah plastik, dan kompos. dampak dari penggunaan sistem chatbot ini mengurangi sampah tpa, dan bank sampah sehingga dari sistem chatbot dapat mengedukasi masyarakat banyak mempelajari sampah di lingkungan.

Dengan pendekatan yang terarah dan pemanfaatan teknologi yang tepat, chatbot ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa masyarakat sadar akan lingkungan dengan memberikan edukasi. yang dapat dibutuhkan bagi masyarakat sistem secara online, dengan mengembangkan chatbot memberikan pembelajaran tanpa harus tatap muka, edukasi ini sangat efektif buat digunakan masyarakat termasuk kalangan ibu rumah tangga, remaja dan masyarakat umum chatbot ini bias di akses dan di jangkauan kapan saja.

Dengan pendekatan yang terarah chatbot memiliki kemampuan untuk memfasilitasi percakapan interaktif, menjawab pertanyaan, serta memberikan edukasi secara personal. Dengan memanfaatkan teknologi yang ada, chatbot pemilahan sampah dapat memahami pertanyaan dalam bahasa Indonesia.

### **Tujuan**

Tujuan Chatbot ini disusun untuk mendokumentasi kan seluruh proses kegiatan, termasuk

---

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

perancangan dan pembuatan chatbot interaktif edukasi masyarakat cara memilah sampah sehingga dapat digunakan bagi masyarakat desa palemraya dan masyarakat yang lain nya agar sadar akan lingkungan dan pengelolaan sampah dengan baik dan benar.

1. Mengembangkan chatbot interaktif yang memberikan edukasi tentang pemilahan sampah.
2. Memberikan rekomendasi dan strategi kepada masyarakat untuk mengurangi penggunaan plastik.
3. Mendesain percakapan chatbot yang mampu mendorong kebiasaan menjaga kebersihan.
4. Mengevaluasi efektivitas chatbot dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat.

## **METODE**

Kegiatan Chatbot pelatihan ini mengembangkan sebuah chatbot edukasi lingkungan dengan pendekatan Design Thinking, yang terdiri dari tahapan empati, definisi masalah, ideasi, pembuatan prototipe, dan pengujian. Tahapan tersebut membantu peneliti memahami kebutuhan pengguna serta merancang fitur-fitur chatbot yang relevan, seperti edukasi pemilahan sampah, strategi pengurangan plastik, dan tips kebersihan lingkungan. Prototipe chatbot kemudian diuji untuk menilai kenyamanan penggunaan, kualitas respons, dan efektivitas penyampaian edukasi. chatbot menggunakan Natural Language Processing (NLP) berbasis model IndoBERT. Implementasi mencakup penyusunan dataset JSON, tokenisasi teks, konversi token ID, pelatihan model, dan evaluasi performa. Hasilnya, model mampu memahami pertanyaan pengguna dalam bahasa Indonesia dan menghasilkan jawaban edukatif yang sesuai. Integrasi model IndoBERT ke dalam chatbot menjadikan sistem lebih responsif dan efektif sebagai media pembelajaran digital mengenai persampahan dan kebersihan lingkungan. Chatbot dilaksanakan secara bertahap, dengan empat tahapan utama sebagai berikut:

### **1. Input Pengguna**

Tahapan pertama dimulai ketika pengguna mengajukan sebuah pertanyaan kepada chatbot. Pertanyaan ini biasanya berhubungan dengan topik edukasi lingkungan, seperti cara memilah sampah organik dan anorganik, cara mengurangi penggunaan plastik, atau tips menjaga kebersihan. Chatbot harus mampu menerima input dalam bahasa natural (bahasa Indonesia sehari-hari) karena target pengguna adalah masyarakat umum. Pada tahap ini, sistem hanya menerima teks mentah tanpa pemrosesan.

### **2. Pemrosesan NLP IndoBERT**

Setelah input diterima, pertanyaan pengguna diproses menggunakan teknologi Natural Language Processing (NLP) berbasis model IndoBERT. Pada langkah ini terjadi beberapa proses teknis Tokenisasi, yaitu memecah kalimat menjadi token-token kecil yang dapat dipahami model. Konversi Token ke ID, yaitu mengubah token menjadi angka yang merepresentasikan kata tersebut dalam kamus model. pemrosesan oleh Model IndoBERT, yaitu tahap di mana model menganalisis token ID tersebut untuk memahami maksud (intent) dari pertanyaan pengguna. Proses ini penting agar chatbot tidak hanya membaca teks, tetapi benar-benar memahami konteks dan tujuan pertanyaan.

### **3. Pencarian Respons**

Setelah intent teridentifikasi, chatbot mulai mencari jawaban yang paling relevan. Proses ini memanfaatkan dua komponen utama Output prediksi dari model IndoBERT, yang memberikan gambaran kategori atau intent pertanyaan Dataset edukasi dalam format JSON, yang berisi kumpulan informasi, jawaban, dan penjelasan terkait sampah, plastik, serta kebersihan lingkungan. Sistem kemudian mencocokkan hasil prediksi model dengan konten yang tersedia dalam dataset. Tahap ini menentukan jawaban mana yang paling sesuai dengan pertanyaan pengguna.

### **4. Output Jawaban**

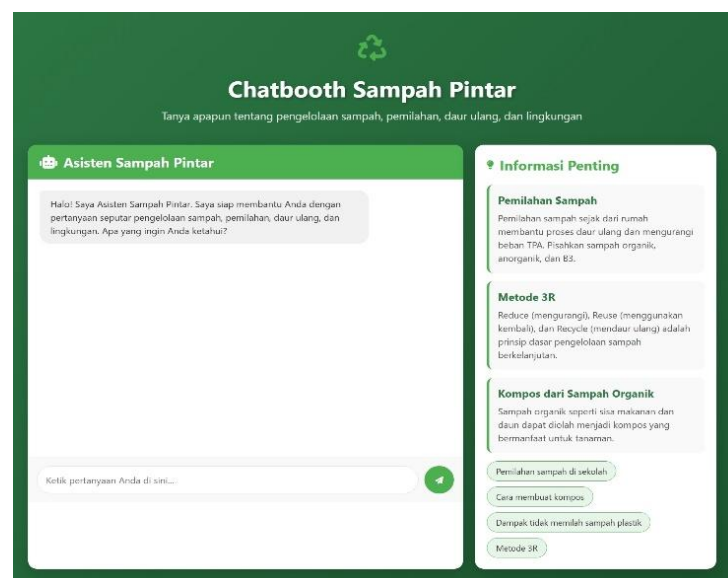
Tahapan terakhir adalah penyajian jawaban kepada pengguna. Chatbot mengirimkan jawaban dalam bentuk teks yang mudah dipahami, informatif, dan sesuai dengan topik

pertanyaan. Output ini dihasilkan berdasarkan hasil prediksi model dan konten dataset, sehingga pengguna menerima jawaban yang akurat dan relevan. Pada tahap ini, interaksi terasa natural seperti percakapan biasa

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pelatihan meliputi penjelasan alur kerja chatbot, mulai dari cara mengajukan pertanyaan, memahami struktur percakapan, hingga membaca jawaban edukatif yang diberikan oleh sistem. Peserta pelatihan diperkenalkan dengan antarmuka chatbot, cara mengaksesnya melalui perangkat mobile, serta praktik langsung dalam mengajukan pertanyaan seputar sampah, plastik, dan kebersihan. Pada sesi teknis peserta juga diperkenalkan dengan beberapa tools yang digunakan dalam proses pengembangan. Chatbot seperti Figma untuk menyusun desain percakapan dan tampilan antarmuka, model IndoBERT sebagai fondasi pemrosesan bahasa alami (NLP), serta dataset JSON yang digunakan sebagai basis pengetahuan chatbot. Chatbot edukasi lingkungan berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan model NLP IndoBERT dan dataset edukasi JSON. Berdasarkan isi dokumen, sistem dirancang untuk memberikan informasi seputar pemilahan sampah, pengurangan plastik, serta kebersihan lingkungan melalui percakapan interaktif. Antarmuka chatbot dibuat sederhana agar mudah digunakan oleh masyarakat umum.

Melalui serangkaian percobaan awal pengguna. Proses pengembangan mengikuti tahapan yang relevan seperti pembuatan UI, pemodelan NLP, hingga integrasi fungsi utama chatbot sebagaimana dijelaskan dalam laporan. Pelatihan penggunaan chatbot edukasi lingkungan dilakukan untuk memperkenalkan teknologi digital yang dapat membantu masyarakat memahami cara memilah sampah, mengurangi penggunaan plastik, serta menjaga kebersihan lingkungan secara lebih interaktif. Sebelumnya, proses edukasi lingkungan umumnya dilakukan secara manual melalui sosialisasi tatap muka, penyuluhan, ataupun pembagian pamflet. Pelatihan ini bertujuan mengalihkan proses tersebut ke media digital yang lebih mudah diakses dan responsif. Berikut adalah dokumentasi tampilan chatbot yang digunakan dalam proses pelatihan:



Gambar 1.  
Tampilan Halaman Chatbot

Halaman ini merupakan tampilan awal ketika pengguna (masyarakat) mengakses chatbot. Area percakapan (*chat area*) menampilkan percakapan yang akan di ajukan pengguna. Untuk melanjutkan pada beberapa tampilan, terdapat ikon chatbot atau logo program untuk memperjelas identitas

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

chatbot. dengan fungsi utama header adalah menjadi penanda visual bahwa pengguna sedang berada pada halaman.

Pada bagian tampilan halaman chatbot tombol ini digunakan untuk mengirim pesan yang telah diketik. Ikon nys berupa simbol pesawat kertas (*paper plane*). tombol diletakkan di samping kolom input untuk memudahkan pengguna mengirim pertanyaan secara cepat. tombol ini digunakan untuk mengirim pesan yang telah diketik. Ikonnya biasanya berupa simbol pesawat kertas (*paper plane*). Tombol diletakkan di samping kolom input untuk memudahkan pengguna mengirim pertanyaan secara cepat.



**Gambar 2.**  
Tampilan Halaman Tampilan Pengguna Chatbot

Tampilan halaman pengguna pada chatbot Chatbooth Sampah Pintar dirancang dengan konsep antarmuka yang bersih, terstruktur, dan mudah dipahami oleh masyarakat. Desain ini menggabungkan elemen visual bertema lingkungan seperti penggunaan warna hijau serta ikon-ikon pendukung untuk menciptakan kesan ramah dan edukatif. Pada tampilan ini masyarakat atau pengguna *user* dapat mengajukan pertanyaan dan jawaban tentang seputar memilah sampah, untuk mengajukannya terdapat ikon pesawat kertas untuk mengajukan pertanyaan pada chatbot. dan di halaman samping terdapat ikon putih, hijau pilihan pertanyaan dan jawaban yang dapat memudahkan pengguna dengan mencari seputar pertanyaan edukasi sampah.

Output Chatbot disusun untuk menunjukkan hasil dari pembuatan chatbot edukasi pengelolaan sampah yang telah dikembangkan. Pada bagian ini, peneliti menampilkan interaksi langsung antara pengguna dan sistem chatbot dalam bentuk input pertanyaan dan output jawaban yang dihasilkan. Penyajian contoh output ini penting untuk membuktikan bahwa chatbot tidak hanya dirancang secara konseptual, tetapi juga mampu berfungsi dan memberikan respons yang relevan sesuai tujuan pelatihan. berikut contoh output chatbot dalam chatbot sampah pintar :

1. Output Chatbot Pemilahan Sampah di Sekolah  
Input Pengguna: Mengapa kita harus memilah sampah di sekolah?  
Output Chatbot: Karena dengan memilah sampah, sekolah menjadi lebih bersih, sampah organik bisa dijadikan kompos, dan sampah anorganik bisa didaur ulang. Ini juga mengajarkan kebiasaan baik kepada siswa.
2. Output Pembuatan Kompos  
Input Pengguna: Bagaimana cara membuat kompos dari sisa makanan?  
Output Chatbot: Pisahkan sisa makanan seperti sayur dan buah, campur dengan tanah dan sedikit air, lalu simpan di wadah tertutup selama beberapa minggu hingga menjadi kompos alami.
3. Output Dampak Sampah Plastik  
Input Pengguna: Apa dampaknya jika kita tidak memilah sampah plastik?

Output Chatbot: Sampah plastik yang tidak dipilah bisa mencemari tanah dan air, sulit terurai,serta membahayakan hewan. Memilahnya membantu proses daur ulang.

4. Output Metode 3R

Input Pengguna: Apa kepanjangan dari metode 3R dalam pengelolaan sampah?

Output Chatbot: Metode 3R adalah langkah sederhana yang berdampak besar untuk mengelola sampah sejak dari sumbernya.

5. Output Ketika Pertanyaan Tidak Dikenali

Input Pengguna: Apa itu sampah elektronik?

Output Chatbot: Maaf, saya belum memahami pertanyaan Anda. Coba tanyakan tentang pemilahan sampah, daur ulang, kompos, atau metode 3R.

Sumber Dataset Chatbot Dataset yang digunakan dalam pengembangan chatbot edukasi pengelolaan sampah ini merupakan dataset buatan (custom dataset) yang disusun secara mandiri oleh peneliti. Dataset dirancang khusus untuk menyesuaikan tujuan pelatihan, yaitu memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai pemilahan sampah, pengelolaan sampah organik dan anorganik, dampak sampah plastik, serta penerapan metode 3R, *Recyc*(Reduce, Reuse le).

Penyusunan dataset dilakukan dengan mengacu pada materi edukasi lingkungan yang umum digunakan di Indonesia, seperti konsep dasar pemilahan sampah, pengolahan kompos, dan prinsip pengelolaan sampah berkelanjutan. Konten pertanyaan dan jawaban dirumuskan menggunakan bahasa Indonesia yang sederhana dan komunikatif, sehingga mudah dipahami oleh berbagai kalangan pengguna, termasuk pelajar dan masyarakat umum.

Dataset disimpan dalam format JSON (*JavaScript Object Notation*), yang terdiri dari beberapa elemen utama, yaitu konteks, pertanyaan, dan jawaban. Elemen konteks digunakan untuk memberikan gambaran situasi percakapan, pertanyaan merepresentasikan input yang mungkin diberikan oleh pengguna, sedangkan jawaban berisi respons yang akan ditampilkan oleh chatbot. Struktur ini dipilih karena ringan, mudah diproses, serta kompatibel dengan pengembangan chatbot berbasis web.

Dataset chatbot edukasi pengelolaan sampah disusun berdasarkan sumber-sumber resmi dan literatur ilmiah yang relevan, khususnya yang digunakan dalam konteks edukasi sampah lingkungan di Indonesia dataset tersebut diambil dari sumber yaitu :

1. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK)

Materi mengenai pemilahan sampah, pengelolaan sampah rumah tangga, pengurangan sampah plastik, serta prinsip 3R diperoleh dari dokumen sosialisasi dan publikasi edukasi KLHK. merupakan lembaga resmi pemerintah yang berwenang dalam kebijakan dan edukasi pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia.

2. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) tingkat Provinsi dan Kabupaten/Kota

Informasi praktis tentang pemilahan sampah organik, anorganik, dan B3 serta pengolahan kompos diadaptasi dari materi penyuluhan dan program edukasi lingkungan yang umum diterapkan oleh DLH di berbagai daerah.

3. Artikel dan Jurnal Ilmiah Nasional

Penyusunan jawaban chatbot juga mengacu pada artikel jurnal nasional yang membahas edukasi lingkungan dan pengelolaan sampah, termasuk pelatihan tentang perilaku masyarakat dalam memilah sampah dan efektivitas media edukasi digital.

4. Konten Edukasi Lingkungan Berbasis Masyarakat

Beberapa pertanyaan dan jawaban dalam dataset disusun berdasarkan praktik umum pengelolaan sampah yang telah diterapkan di masyarakat, seperti pembuatan kompos dari sisa makanan rumah tangga dan pemilahan sampah di lingkungan sekolah.

Berdasarkan sumber-sumber dataset tersebut, dataset yang digunakan dalam pelatihan ini disusun secara terstruktur dan relevan dengan tujuan pengembangan chatbot edukasi pengelolaan

sampah. Seluruh data yang digunakan bersumber dari materi resmi, literatur ilmiah, dan konten edukasi lingkungan yang dapat dipertanggungjawabkan, sehingga menjamin keakuratan dan validitas informasi yang disampaikan oleh chatbot.



**Gambar 4.**  
Foto Pemaparan Dan Pelatihan Chatbot

Selama pelatihan, peserta melakukan simulasi penggunaan chatbot melalui perangkat *mobile* yang telah disediakan. Peserta berlatih mengisi pertanyaan digital, memilih pertanyaan yang telah di sediakan, dan menelusuri halaman. Simulasi ini penting untuk memastikan bahwa seluruh fitur chatbot dapat dipahami dan digunakan secara mandiri oleh masyarakat desa dan masyarakat umum.

## **KESIMPULAN**

Pelatihan penggunaan chatbot edukasi lingkungan berbasis NLP IndoBERT memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan sampah, pemilahan, pengurangan plastik, dan kebersihan lingkungan. Chatbot yang dikembangkan dengan model pemrosesan bahasa alami ini mampu menyajikan informasi secara cepat, relevan, dan mudah dipahami, sehingga proses edukasi yang sebelumnya bergantung pada metode manual kini dapat diakses secara digital, interaktif, dan responsif kapan saja oleh pengguna.

Kegiatan pelatihan disusun secara sistematis mulai dari penjelasan konsep kerja chatbot, pengenalan tampilan antarmuka, hingga praktik langsung melakukan percakapan dengan sistem. Peserta pelatihan mampu memahami alur penggunaan chatbot, mulai dari memasukkan pertanyaan, memilih topik edukasi, hingga membaca penjelasan yang diberikan oleh model. Fitur utama seperti quick topics, panel informasi penting, dan respons otomatis pada area percakapan membantu peserta memperoleh informasi lingkungan secara mandiri dan terstruktur.

Pelatihan ini menjadi bukti nyata bahwa pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dapat mendukung upaya peningkatan kesadaran lingkungan di tingkat masyarakat. Integrasi chatbot sebagai media edukasi digital menunjukkan bahwa inovasi teknologi dapat diterapkan secara efektif dalam penyebaran pengetahuan lingkungan. Keberlanjutan penggunaan chatbot dan pengembangan fitur lanjutan diharapkan mampu memperkuat literasi lingkungan serta mendorong perilaku masyarakat yang lebih adaptif terhadap kebutuhan keberlanjutan dan perkembangan teknologi ke depan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah

memberikan dukungan, kontribusi, dan bantuan selama proses pelatihan serta pengembangan chatbot edukasi lingkungan ini. Terima kasih disampaikan kepada pihak Kelurahan Kantor Desa Palembang yang telah memberikan izin, dukungan fasilitas, serta kesempatan untuk melaksanakan kegiatan pelatihan dan implementasi sistem di lingkungan masyarakat. ucapan terima kasih juga disampaikan kepadadosen pembimbing atas arahan dan koreksi, serta kepada keluarga dan rekan-rekan atas semangat dandukungan. Semoga hasil pelatihan ini bermanfaat bagi masyarakat Desa Palembang dan masyarakat umum yang mendukung edikulasi pemilahan sampah berbasis chatbot.

## DAFTAR PUSTAKA

- A Sentiya, H Suroyo - Bina Darma Conference on Computer Science 2019.
- Aji, A. F., Kurniawan, K., & Baldwin, T. (2021). *IndoBERT: A pretrained model for Indonesian NLP. Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.*
- Bahari, R., & Kurniawan, A. (2020). Pemanfaatan chatbot berbasis kecerdasan buatan untuk layanan informasi publik. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.*
- Fauzi, M. (2018). Penerapan teknologi informasi dalam peningkatan pelayanan publik di tingkat desa. *Jurnal Ilmu Administrasi dan Komputer.*
- Hase, C., & Kenyon, C. (2007). *From Andragogy to Heutagogy-teori pembelajaran dewasa dan pembelajaran mandiri.*
- Habibi, R., & Karnovi, R. (2020). Pendidikan lingkungan hidup untuk meningkatkan perilaku peduli lingkungan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran.*
- Handayani, S. (2021). Edukasi pemilahan sampah rumah tangga melalui pendekatan digital berbasis aplikasi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia.*
- Julianto, R., Gunawan, T., & Apriadi, E. A. (2025). *Development of an Intelligent Educational Chatbot Using NLP and Machine Learning. International Journal of Language Processing (NLP) di bidang pendidikan. Jurnal Inovasi Masyarakat, 1(3), 232–235. Technology and Computer.*
- Pataranutaporn, P., Doudkin, A., & Maes, P. (2025). *OceanChat: The Effect of Virtual Conversational AI Agents on Sustainable Attitude and Behavior Change. arXiv preprint.*
- Pataranutaporn, P., Doudkin, A., & Maes, P. (2025). *OceanChat: The Effect of Virtual Conversational AI Agents on Sustainable Attitude and Behavior Change. arXiv preprint.*
- Phaokla, N., & Netinant, P. (2022). *Adoption of Environmental Information Chatbot Services Based on the Internet of Educational Things in Smart Schools. Sustainability.*
- Suroyo, Heri. "Penerapan Machine Learning dengan Aplikasi Orange Data Mining Untuk Menentukan Jenis Buah Mangga." *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains 1.1* (2019): 343-347.
- Wisesa, B. A., Putri, V. M., Faristasari, E., Jasman Duli, S., & Lionza, R. (2025). *Developing an NLP-Based Chatbot for Waste Management Education in Sungailiat. Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering.*
- (2025). *Artificial Intelligence and chatbots for sustainable higher education: a systematic review. RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.*
- Rumaisa, F., Puspitarani, Y., Rosita, A., Zakiah, A., & Violina, S. (2021). *Penerapan Natural.*
- Zhou, Y., et al. (2021). *AI Chatbots for Environmental Education: A Systematic Review.*
- Zhou, S., Hendra, L. B., Zhang, Q., Holopainen, J., & LC, R. (2024). *Eternagram: Probing Player Attitudes in Alternate Climate Scenarios Through a ChatGPT Driven Text Adventure. arXiv preprint.*