

## Identifikasi *Chatbot* dalam Meningkatkan Pelayanan Online Menggunakan Metode *Natural Language Processing*

Muliyo<sup>1</sup><sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat[muliyo94@gmail.com](mailto:muliyo94@gmail.com)

### Abstract

Chatbot is a software with artificial intelligence that can imitate human conversations through text messages or voice messages. This chatbot can convey information, according to the knowledge that has been given previously. Helping the limitations of the academic section in answering questions posed by students. The method in this study was sourced from a questionnaire distributed to students at the Muhammadiyah University of West Sumatra. Based on the analysis of the questionnaire, there are 40 questions that are often asked by students to the academic section. Then it is processed using Natural Language Processing (NLP). Natural Language Processing is a branch of science from artificial intelligence that is able to study communication between humans and computers through natural language. The processing stage is to identify the intent, process the input and display the results according to the input. The results of the test using a questionnaire addressed to 227 students got a score of 3,55 with a very good predicate. Then do the test using 40 question and answer data. So, obtained 37 appropriate answers and 3 answers that are not in accordance with the percentage of answer accuracy generated from the chatbot is 92.5 percent. The results of this test have been able to respond to the questions asked by students. This chatbot can make it easier for students to get information with a very good level of accuracy.

Keywords: Chatbot, Service, Akademik, Natural Language Processing, Artificial Intelligence.

### Abstrak

*Chatbot* merupakan sebuah perangkat lunak dengan kecerdasan buatan yang dapat menirukan percakapan manusia melalui pesan teks ataupun pesan suara. *Chatbot* ini dapat menyampaikan sebuah informasi, sesuai pengetahuan yang telah diberikan sebelumnya. Membantu keterbatasan bagian akademik dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh mahasiswa. metode dalam penelitian ini bersumber dari kuesioner yang dibagikan kepada mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Berdasarkan analisis kuesioner tersebut terdapat 40 pertanyaan yang sering diajukan oleh mahasiswa kepada bagian akademik. Selanjutnya diolah menggunakan *Natural Language Processing* (NLP). *Natural Language Processing* merupakan cabang ilmu dari kecerdasan buatan yang mampu mempelajari komunikasi antara manusia dengan komputer melalui bahasa alami. Tahapan pengolahannya adalah dengan mengidentifikasi *intent*, memproses inputan dan menampilkan hasil sesuai inputan. Dilanjutkan dengan melakukan pengujian tingkat akurasi. Hasil pengujian menggunakan kuesioner yang ditujukan kepada 227 mahasiswa mendapatkan nilai 3,55 dengan predikat sangat baik. Kemudian melakukan pengujian menggunakan 40 data pertanyaan dan jawaban. Maka, didapatkan 37 jawaban sesuai dan 3 jawaban tidak sesuai dengan persentase akurasi jawaban yang dihasilkan dari *chatbot* adalah sebesar 92,5 persen. Hasil pengujian ini telah mampu merespon pertanyaan-pertanyaan yang diajukan mahasiswa. *Chatbot* ini dapat memudahkan mahasiswa mendapatkan informasi dengan tingkat akurasi yang sangat baik.

Kata kunci: *Chatbot*, Pelayanan, Akademik, *Natural Language Processing*, Kecerdasan Buatan.

© 2021 INFEB

### 1. Pendahuluan

Pelayanan akademik merupakan bagian yang terpenting di perguruan tinggi. Pelayanan yang dimiliki perguruan tinggi akan menjadi gambaran kualitas lembaga tersebut. Pelayanan dikatakan berkualitas apabila sesuai dengan kebutuhan pelangganya. Tuntutan terhadap perguruan tinggi saat ini bukan hanya sebatas kemampuan untuk menghasilkan lulusan yang baik diukur berdasarkan prestasi akademik semata, melainkan keseluruhan program pelayanan dari lembaga perguruan tinggi, salah satunya adalah pelayanan akademik yang diberikan kepada mahasiswa [1].

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat merupakan fakultas yang memiliki jumlah mahasiswa aktif terbanyak ke-2 setelah Fakultas Hukum. Untuk meningkatkan pelayanan online kepada mahasiswa, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat sudah memiliki website yang bisa diakses untuk mendapatkan informasi seputar akademik. Selain itu, mahasiswa juga bisa mendapatkan informasi dengan bertanya langsung kepada staff tenaga kependidikan bidang akademik dilingkungan kampus secara tatap muka ataupun melalui aplikasi Whatsapp. Informasi yang diperoleh mahasiswa tidak semuanya terakomodasi dengan baik karena keterbatasan jumlah tenaga kependidikan dan

adanya rotasi jabatan dilingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Perkembangan teknologi saat ini bisa membantu perguruan tinggi dalam memudahkan mahasiswa mendapatkan informasi akademik. Untuk mendukung kebutuhan informasi Fakultas Teknik yang akurat dan terkini terkait dengan informasi akademik, maka diperlukan sebuah sistem berbasis teknologi informasi yang dapat merangkum dengan baik data dan menampilkan informasinya kepada mahasiswa. Pengembangan *chatbot* dapat menjadi solusi dalam memberikan informasi dan menyediakan layanan akademik di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Mahasiswa juga dapat konsultasi akademik secara virtual dengan bantuan *chatbot*.

*Chatbot* adalah sebuah program komputer yang dirancang untuk menyimulasikan sebuah percakapan atau komunikasi yang interaktif kepada pelanggan (manusia) melalui bentuk teks, suara, dan atau visual. Percakapan yang terjadi antara komputer dengan manusia merupakan bentuk respon dari program yang telah dideklarasikan pada *database* program pada komputer [2]. Dalam implementasi *chatbot* agar sistem dapat merespon *query* pengguna secara dinamis, penggunaan *Natural Language Processing* memegang peranan yang sangat penting yaitu memahami *query* pengguna dalam bahasa natural. *Chatbot* yang sering dikenal dengan *Artificial Conversational Entity*, *bot* atau *Chatterbox* merupakan program komputer yang mampu menirukan percakapan manusia dengan menggunakan metode NLP [3].

Penelitian tentang *chatbot* ini mendapatkan akurasi 90.9 %, sedangkan waktu *responsetime* untuk menjawab pertanyaan kurang dari 5 kata adalah 0.01 detik dan untuk lebih dari 5 kata adalah 0.02 detik dengan data set 1000 baris [4]. Aplikasi *chatbot* ini mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh pengguna, sesuai dengan pengetahuan yang telah diberikan sebelumnya [5]. Respon yang diberikan oleh *chatbot* tergantung dari kata kunci yang di inputkan, *chatbot* akan membalas kata kunci dengan pola yang paling mirip dari basis data tekstual [6].

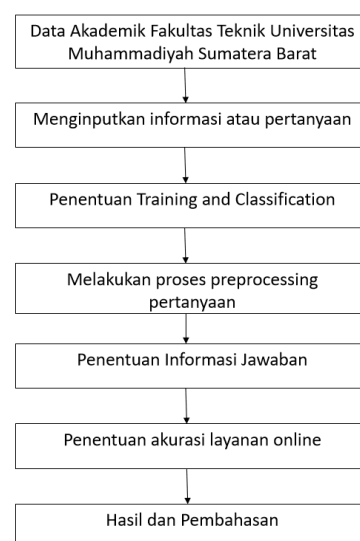
Teknologi *chatbot* merupakan salah satu bentuk aplikasi dengan *Natural Language Processing* (NLP), NLP itu sendiri merupakan salah satu bidang ilmu Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) yang mempelajari komunikasi antara manusia dengan komputer melalui bahasa alami [7]. Aplikasi ini terkenal dengan agen percakapan otomatis yang berjalan pada pemrograman komputer atau semacam interaksi *Artificial Intelligence* (AI) antara pengguna dan mesin dengan intervensi *Natural Language Processing*. *Chatbot* berpotensi disebut sebagai bentuk interaksi manusia-mesin yang paling menjanjikan dan canggih [8]. NLP memiliki banyak tujuan yang dapat membantu komunikasi manusia, seperti terjemahan

mesin dan membantu komunikasi mesin manusia, seperti dengan agen percakapan dan lain-lain [9]. *Chatbot* adalah teknologi yang tujuan utamanya adalah untuk berinteraksi dengan pengguna manusia dengan memproses masukan bahasa alami dan menghasilkan keluaran relatif melalui mesin yang digerakkan oleh aturan atau mesin kecerdasan buatan [10]. *Natural language processing* menggunakan tahapan *tokenizing*, *filtering*, dan analisis serta menerapkan algoritma *knuth morris prrat* [11].

Penggunaan teknologi kecerdasan buatan telah menjadikan *chatbot* lebih maju, termasuk memproses bahasa alami dan pembelajaran mesin sehingga memberikan hasil yang akurat saat berinteraksi dengan bot [12]. *Chatbot* yang dikembangkan menggunakan *natural language processing* agar sistem dapat untuk memahami *query* pengguna dalam bentuk bahasa natural [13]. *Chatbot* mampu berkomunikasi dengan pengunjung website dan *Chatbot* dapat di optimalkan dalam komunikasi [14]. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa NLP memiliki fitur unik dengan pendekatan komunikasi yang sangat baik [15]. aplikasi *Chatbot* kepada 10 penguji, didapatkan hasil tingkat kesesuaian jawaban dengan masukan pengguna sebesar 84% [16]. Temuan ini menunjukkan bahwa metode NLP/ML dapat digunakan untuk mampu membedakan fitur stroke dari kelompok data besar untuk investigasi klinis dan terkait penelitian [17].

## 2. Metodologi Penelitian

Kerangka kerja dalam penelitian ialah tahapan-tahapan yang saling berhubungan dengan susunan yang sistematis untuk memecahkan sebuah masalah. Pada kerangka kerja penelitian ini dilakukan tahapan-tahapan untuk mempermudah penyelesaian masalah yang berhubungan dengan Identifikasi *Chatbot* dalam Meningkatkan Pelayanan Online Menggunakan Metode *Natural Language Processing*. Kerangka kerja dalam tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

## 2.1. Data Informasi akademik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Teknik pengumpulan data informasi akademik yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

- Wawancara dilakukan terhadap mahasiswa dan tenaga kependidikan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Studi literatur dilakukan dengan penelusuran referensi jurnal-jurnal.
- Kuesioner yang ditujukan kepada mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat sebagai pengguna sistem untuk menilai *chatbot*.

## 2.2 Tahapan Analisa dan Perancangan

### Algoritma 1. Program *Chatbot*

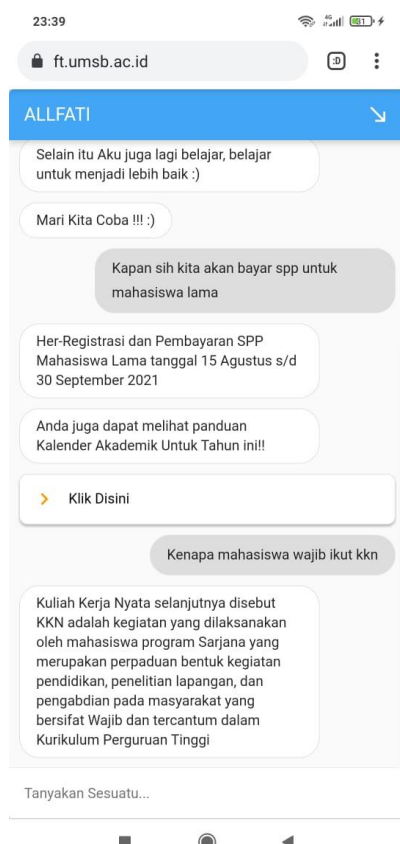
```

ouput "Tanyakan Sesuatu"
A = input
if (A != ''), then
    output "KKN"
else
    output "Default Fallback Intent"
Endif

```

## 3. Hasil dan Pembahasan

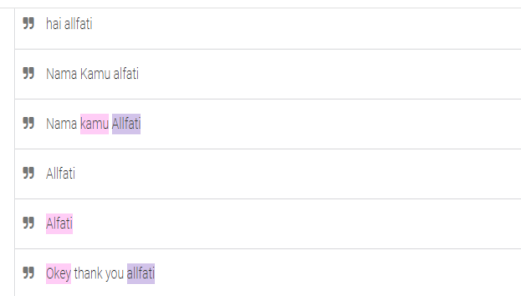
Pada tahapan ini penulis mengidentifikasi *chatbot* yang dibuat dengan menggunakan *Framework Dialogflow* untuk meningkatkan pelayanan online. Adapun aplikasi *chatbot* disajikan pada Gambar 2.



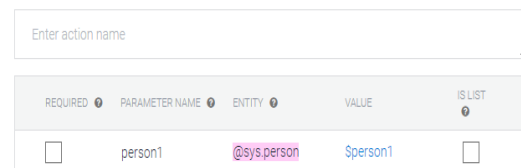
Gambar 2. Aplikasi Chatbot

## 3.1 Penentuan Training and Classification.

Training and Classification dilakukan agar chatbot mempunyai pengetahuan untuk memahami bahasa alamiah manusia.



### Action and parameters



Gambar 3. Training Chatbot

## 3.2. Melakukan proses preprocessing pertanyaan

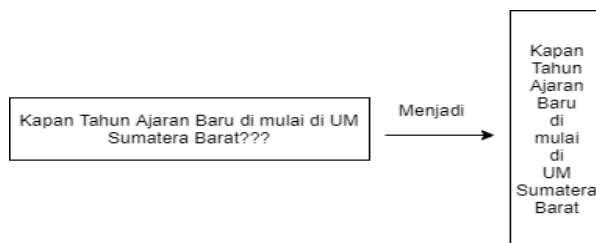
Proses *preprocessing* pertanyaan ini dilakukan menggunakan algoritma agar menghasilkan jawaban yang sesuai dalam database. Analisis Sintaksi dalam NLP dibagi ada 3 (tiga).

- Case Folding* yaitu sebuah proses dalam NLP untuk merubah semua kata menjadi huruf kecil.



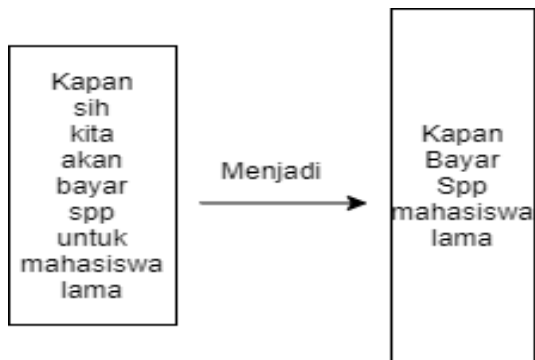
Gambar 4. Proses *Case Folding*

- Tokenizing* yaitu sebuah proses dalam NLP untuk memecah teks masukan berupa pertanyaan menjadi perkata.



Gambar 5. Proses *Tokenizing*

- Filtering* yaitu sebuah proses dalam NLP untuk menghilangkan kata hubung seperti "akan" dan "serta".

Gambar 6. Proses *Filtering*

Pengujian *Beta* dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang ditujukan kepada 227 orang mahasiswa Fakultas Teknik sebanyak. Dimana, isi kuesioner ini berjumlah 8 pertanyaan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dikembangkan dalam meningkatkan layanan online di Fakultas Teknik sudah sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Pengujian *Beta* disajikan pada Tabel 1.

### 3.3. Pengujian *Beta*

Tabel 1. Pengujian *Beta*

No	Pertanyaan	A	B	C	D	E	Total	Hasil
1	Menurut Saudara/i Setelah menggunakan <i>chatbot</i> ini, apakah dapat membantu memberikan Informasi Akademik?	150	376	282	14	2	824	3.63
2	Menurut Saudara/i Setelah menggunakan <i>chatbot</i> ini, apakah <i>chatbot</i> ini mempermudah dalam mendapatkan informasi?	115	376	297	20	1	809	3.56
3	Menurut Saudara/i Informasi/jawaban yang diberikan <i>chatbot</i> sudah sesuai dengan yang ditanyakan?	110	352	330	10	2	804	3.54
4	Menurut Saudara/i Apakah perlu pembaruan untuk menyempurnakan Aplikasi <i>chatbot</i> ini?	100	336	318	26	4	784	3.45
5	Menurut Saudara/i Apakah aplikasi <i>chatbot</i> dapat menjawab pertanyaan ?	90	356	342	10	1	799	3.52
6	Menurut Saudara/i Apakah tampilan aplikasi <i>chatbot</i> menarik?.	140	328	315	20	2	805	3,55
7	Menurut Saudara/i Apakah jawaban dari <i>chatbot</i> mudah dipahami?	135	324	333	14	1	807	3.56
8	Menurut Saudara/i Apakah aplikasi <i>chatbot</i> efisien dalam mencari informasi akademik?	145	336	318	10	3	812	3.58
Jumlah Total								28.39
Rata Rata								3,55

Pada Tabel 1, dimana A memiliki bobot nilai 5, B memiliki bobot nilai 4, C memiliki bobot nilai 3, D memiliki bobot nilai 2 dan E memiliki bobot nilai 1. sedangkan ToT merupakan total dari nilai A, B, C, D dan E. Dari hasil pengisian kuesioner yang ditujukan kepada 227 mahasiswa maka didapatkan nilai rata-rata 3,55 hasil sangat baik dari skala nilai 4.

Skala penilaian untuk menentukan nilai predikat Sangat Baik, Baik, Cukup dan Kurang Baik dengan ketentuan:

- Jika Nilai  $\geq 3,41$  maka predikat yang diperoleh sangat baik.
- jika Nilai  $\geq 2,41$  maka predikat yang diperoleh adalah baik.

- jika Nilai  $\geq 1,41$  maka predikat yang diperoleh cukup.
- Jika Nilai  $\geq 0$  maka predikat yang diperoleh Kurang Baik.

Maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengisian *kuesioner* yang ditujukan kepada mahasiswa mendapatkan nilai Sangat Baik.

### 3.4. Pengujian Akurasi *Chatbot*

Pengujian akurasi *chatbot* ini dilakukan dengan memasukkan *dataset* sebanyak 40 buah. Pengujian ini dilakukan agar mendapatkan jawaban yang sesuai yang diharapkan. Pengujian akurasi *Chatbot* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Akurasi *Chatbot*

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Biaya komprehensif	Sesuai
2	Biaya Seminar Proposal	Sesuai
3	Apakah cuti bisa di ambil oleh mahasiswa semester 2 ?	Sesuai
4	Bagaimana untuk mengupdate foto profil mahasiswa ?	Sesuai
5	Kenapa tidak muncul foto profil di siak	Sesuai
6	Apa itu KKN?	Sesuai
7	Kenapa mahasiswa wajib ikut kkn?	Sesuai
8	Bagaimana prosedur KKN?	Sesuai
9	Apakah lokasi KKN bisa dilakukan di wilayah lingkungan tempat tinggal Mahasiswa pada saat pandemi ini?	Sesuai
10	Berapa lama KKN Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat?	Sesuai
11	Surat KP	Sesuai
12	Dimana mengetahui jadwal KKN?	Sesuai
13	Berapa biaya untuk KKN?	Sesuai
14	Semisal KKN dan KP di laksanakan, berapa hari pelaksanaan dari masing-masing kegiatan tersebut ?	Tidak Sesuai
15	Surat Edaran KKN	Sesuai
16	Biaya Seminar Proposal	Sesuai
17	Apa itu kalender akademik?	Sesuai
18	Kalender Akademik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat	Sesuai
19	Predikat Lulusan	Sesuai
20	Bagaimana mengurus surat Kerja Praktek	Sesuai
21	Surat Ucapan Terima Kasih Kerja Praktek/ Penelitian	Sesuai
22	Surat Keputusan Penguji Seminar Kerja Praktek	Sesuai
23	apa itu kurikulum	Sesuai
24	Kurikulum Fakultas Teknik	Sesuai
25	Berapa lama libur setelah ujian akhir semester?	Tidak Sesuai
26	Libur semester Ganjil	Tidak Sesuai
27	Masa Studi S1	Sesuai
28	Beban SKS	Sesuai
29	Matakuliah semester 1	Sesuai
30	Mata kuliah semester 4	Sesuai
31	Aturan Bobot Nilai	Sesuai
32	Konversi Nilai Teknik Sipil	Sesuai
33	Data Konversi Nilai	Sesuai
34	Aturan konversi nilai	Sesuai
35	Seminar Hasil	Sesuai
36	pimpinan Fakultas Teknik	Sesuai
37	Dekan Fakultas Teknik	Sesuai
38	Pindah Program Studi	Sesuai
39	Apa itu skripsi	Sesuai
40	Kapan Wisuda	Sesuai

### Daftar Rujukan

- $$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Jawaban Sesuai}}{\text{Jumlah Pertanyaan}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$Akurasi = \frac{37}{40} \times 100 \% \quad (2)$$

$$Akurasi = 92,5 \% \quad (3)$$
- Berdasarkan pengujian *Beta* pada Tabel 1 yaitu dengan menggunakan kuesioner sebanyak 8 pertanyaan dengan jumlah responden 227 mendapatkan nilai rata-rata 3,55. Sedangkan pada Tabel 2 yaitu dengan cara melakukan pengujian akurasi *chatbot* menggunakan 40 *dataset*, diperoleh 37 jumlah jawaban sesuai dan 3 jawaban tidak sesuai dengan akurasi sebesar 92,5%.
- #### 4. Kesimpulan
- Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada aplikasi *chatbot* menggunakan 40 data set. Maka, didapatkan 37 jawaban sesuai dan 3 jawaban tidak sesuai dengan persentase akurasi jawaban yang dihasilkan dari *chatbot* adalah sebesar 92,5 persen.
- [1] Kristiyan, Y., & Bachtar, D. I. (2020). Analisis Kualitas Pelayanan pada Bagian Akademik Politeknik Sawunggali Aji Purworejo. *AKSES: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 14(2). doi: <https://doi.org/10.31942/aks.v14i2.3268>
- [2] Mashud, M., & Wisda, W. (2019). Aplikasi Chatbot Berbasis Website sebagai Virtual Personal Assistant dalam Pemasaran Properti. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9(2), 99. doi: <https://doi.org/10.35585/inspir.v9i2.2497>
- [3] Zuraiyah, T. A., Utami, D. K., & Herlambang, D. (2019). Implementasi Chatbot pada Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Recurrent Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 91–101. doi: <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i2.2388>
- [4] Aprilianto, E., Kusriani, K., & Arief, R. (2020). Identification Of Diseases In Rice Plant Using Chatbot With Methode Artificial Intelligence Markup Language and Normalization. *RESEARCH : Journal of Computer, Information System & Technology Management*, 3(2), 67. doi: <https://doi.org/10.25273/research.v3i2.7060>
- [5] Guntoro, G., Loneli Costaner, & Lisnawita, L. (2020). Aplikasi Chatbot untuk Layanan Informasi dan Akademik Kampus Berbasis Artificial Intelligence Markup Language (AIML). *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*,

- 11(2), 291–300. doi: <https://doi.org/10.31849/digitalzone.v11i2.5049>
- [6] Oktavia, C. A. (2020). Implementasi Chatbot Menggunakan Dialogflow dan Messenger Untuk Layanan Customer Service Pada E-Commerce. *J I M P - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, 4(3). doi: <https://doi.org/10.37438/jimp.v4i3.230>
- [7] Afrianto, I., Irfan, M. F., & Atin, S. (2019). Aplikasi Chatbot Speak English Media Pembelajaran Bahasa Inggris Berbasis Android. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 8(2), 99–109. doi: <https://doi.org/10.34010/komputika.v8i2.2273>
- [8] Battineni, G., Chintalapudi, N., & Amenta, F. (2020). AI Chatbot Design during an Epidemic like the Novel Coronavirus. *Healthcare*, 8(2), 154. doi: <https://doi.org/10.3390/healthcare8020154>
- [9] Aleedy, M., Shaiba, H., & Bezbradica, M. (2019). Generating and Analyzing Chatbot Responses using Natural Language Processing. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(9). doi: <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100910>
- [10] Indrayani, L. M., Amalia, R. M., & Hakim, F. Z. M. (2020). Emotive Expressions on Social Chatbot. *Jurnal Sosioteknologi*, 18(3), 509. doi: <https://doi.org/10.5614/sostek.itbj.2019.18.3.17>
- [11] Amrizal, V., Munandar, A., & Arini, A.-. (2019). Identifikasi Matan Hadits Menggunakan Natural Language Processing Dan Algoritma Knuth Morris Pratt Berbasis Web. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 5(2), 56. doi: <https://doi.org/10.24014/coreit.v5i2.8477>
- [12] Ayanouz, S., Abdelhakim, B. A., & Benhmed, M. (2020). A Smart Chatbot Architecture based NLP and Machine Learning for Health Care Assistance. *Proceedings of the 3rd International Conference on Networking, Information Systems & Security*. doi: <https://doi.org/10.1145/3386723.3387897>
- [13] Elchholiqi, A., & Musdholifah, A. (2020). Chatbot in Bahasa Indonesia using NLP to Provide Banking Information. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 14(1), 91. doi: <https://doi.org/10.22146/ijccs.41289>
- [14] Herwin, H. H. (2019). Super Agent Chatbot “3S” Sebagai Media Informasi Menggunakan Metoda Natural Language Processing (NLP). *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, 2(1), 53–64. doi: <https://doi.org/10.36378/jtos.v2i1.144>
- [15] J., S., & Swamy, S. (2020). A prior case study of natural language processing on different domain. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(5), 4928. doi: <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i5.pp4928-4936>
- [16] Khoirunisa, R. (2020). Penggunaan Natural Language Processing Pada Chatbot Untuk Media Informasi Pertanian. *Indonesian Journal of Applied Informatics*, 4(2), 55. doi: <https://doi.org/10.20961/ijai.v4i2.38688>
- [17] Ong, C. J., Orfanoudaki, A., Zhang, R., Caprasse, F. P. M., Hutch, M., Ma, L., ... Bertsimas, D. (2020). Machine learning and natural language processing methods to identify ischemic stroke, acuity and location from radiology reports. *PLOS ONE*, 15(6), e0234908. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234908>