

**ANALISIS SENTIMEN BERBASIS ASPEK
PADA ULASAN PRODUK ELEKTRONIK LAPTOP
DENGAN *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY*
(BI-LSTM)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer



Diajukan oleh:

Hikmawati Fajriah Ayu Wardana

NIM 1903510

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**ANALISIS SENTIMEN BERBASIS ASPEK
PADA ULASAN PRODUK ELEKTRONIK LAPTOP
DENGAN *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY*
(BI-LSTM)**

Oleh
Hikmawati Fajriah Ayu Wardana
1903510

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Hikmawati Fajriah Ayu Wardana
Universitas Pendidikan Indonesia
Oktober 2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan cara
dicitak ulang, difotokopi, atau dengan cara lain tanpa seizin dari penulis.

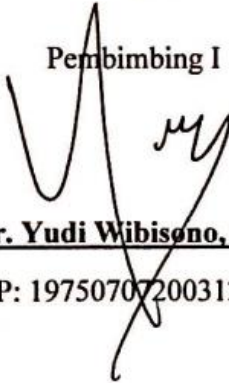
HALAMAN PENGESAHAN

HIKMAWATI FAJRIAH AYU WARDANA

ANALISIS SENTIMEN BERBASIS ASPEK
PADA ULASAN PRODUK ELEKTRONIK LAPTOP
DENGAN *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY*
(BI-LSTM)

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

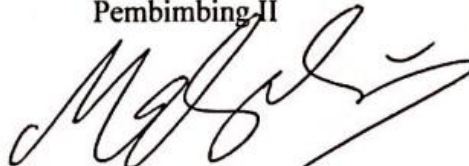


16 Okt 23

Dr. Yudi Wibisono, M.T.

NIP: 197507072003121003

Pembimbing II



17 Okt 23

Dr. Rani Megasari, M.T.

NIP: 198705242014042002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer



Dr. Muhamad Nursalman, M.T.

NIP: 197909292006041002

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “Analisis Sentimen Berbasis Aspek pada Ulasan Produk Elektronik Laptop dengan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Oktober 2023

Yang Membuat Pernyataan,

Hikmawati Fajriah Ayu Wardana

NIM 1903510

**ANALISIS SENTIMEN BERBASIS ASPEK
PADA ULASAN PRODUK ELEKTRONIK LAPTOP
DENGAN *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY*
(BI-LSTM)**

Hikmawati Fajriah Ayu Wardana

1903510

ABSTRAK

Natural Language Processing (NLP) merupakan bidang penelitian yang berfokus pada pemrosesan bahasa. Sentimen pelanggan pada ulasan produk laptop dapat dianalisis menggunakan teknik NLP. Dalam penelitian ini, analisis sentimen didasarkan pada topik tertentu sehingga disebut sebagai analisis sentimen berbasis aspek. Penelitian ini menggunakan metode *deep learning* untuk mengotomatisasi proses ekstraksi fitur pada data. Dataset untuk model diperoleh melalui *web scraping* ulasan laptop pada situs *e-commerce* di Indonesia dan diberi label dengan metode *sequence labeling* berformat BIO, menghasilkan 2 *class* yaitu aspek dan sentimen. *Class* aspek terdiri dari 7 label (B-BOD, I-BOD, B-POW, I-POW, B-KEY, I-KEY, dan O). *Class* sentimen terdiri dari 5 label (B-POS, I-POS, B-NEG, I-NEG, dan O). Model dibangun dengan algoritma *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM), menghasilkan nilai *accuracy* dan *F1-score* terbaik secara berurutan sebesar 0.865 dan 0.739 (model deteksi aspek), 0.846 dan 0.681 (model deteksi sentimen), serta 0.836 dan 0.611 (model deteksi aspek dan sentimen). Model ini diimplementasikan pada halaman web agar dapat menerima *input* dari pengguna, memberikan alat berharga untuk kepentingan bisnis dalam memahami *feedback* pelanggan.

Kata Kunci: Analisis Sentimen Berbasis Aspek, Pemrosesan Bahasa Alami, Ulasan Produk Elektronik Laptop, *E-Commerce*, *Sequence Labeling*, *Deep Learning*, Bi-LSTM

**ASPECT-BASED SENTIMENT ANALYSIS
ON ELECTRONIC LAPTOP PRODUCT REVIEWS
USING BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY
(BI-LSTM)**

Hikmawati Fajriah Ayu Wardana

1903510

ABSTRACT

Natural Language Processing (NLP) is a research field that focuses on language processing. Customer sentiments in laptop product reviews can be analyzed using NLP techniques. In this study, sentiment analysis is conducted based on specific topics, making it referred to as aspect-based sentiment analysis. Deep learning methods are employed to automate feature extraction from data. The dataset for the model is obtained through web scraping laptop reviews e-commerce site in Indonesia and labeled using the BIOESY format sequence labeling method, resulting in two classes: aspect and sentiment. The aspect class consists of 7 labels (B-BOD, I-BOD, B-POW, I-POW, B-KEY, I-KEY, and O). The sentiment class consists of 5 labels (B-POS, I-POS, B-NEG, I-NEG, and O). The model is built using the Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) algorithm and achieves the best consecutive accuracy and F1-scores of 0.865 and 0.739 (aspect detection model), 0.846 and 0.681 (sentiment detection model), 0.836 and 0.611 (aspect and sentiment detection model). This model is implemented on a web page to receive user input, providing a valuable tool for businesses to deeply understand customer feedback.

Keywords: Aspect-Based Sentiment Analysis, Natural Language Processing, Laptop Electronic Product Reviews, E-Commerce, Sequence Labeling, Deep Learning, Bi-LSTM

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Analisis Sentimen Berbasis Aspek pada Ulasan Produk Elektronik Laptop dengan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM)” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana komputer pada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap masukan yang bersifat produktif dan konstruktif dari para pembaca sekalian di masa yang akan datang untuk perbaikan yang lebih baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas peran dan dukungan secara material maupun immaterial kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan perhatian penuh dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Yudi Wibisono, M.T. selaku pembimbing I skripsi serta Ibu Dr. Rani Megasari, M.Kom. selaku pembimbing II skripsi sekaligus pembimbing akademik yang telah berkenan dalam memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Muhamad Nursalman, M.T. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer dan segenap dosen program studi Ilmu Komputer atas ilmu yang telah diberikan.
4. Teman-teman mahasiswa/i Ilmu Komputer UPI dan Rekayasa Perangkat Lunak UPI yang telah membantu proses pelabelan dataset penelitian skripsi ini, yaitu Azzahra Siti Hadjar, Muhammad Cahyana Bintang Fajar, Cantika Putri Arbiliansyah, Aryo Bagas Pamungkas, Alang Sati Nan Tongga, dan Muhammad Lutfi Abdul Aziz.
5. Teman-teman seperjuangan di lingkungan akademik perkuliahan Ilmu Komputer UPI, yaitu Christina Prilla Rosaria Ardyanti, Aldi Saepurahman, dan Muhammad Ilham Malik yang senantiasa berjuang bersama selama perkuliahan.

6. Orang terdekat saya yaitu Alang Sati Nan Tongga yang setia dalam memberikan dukungan dan bantuan.
7. Sahabat saya di luar lingkungan akademik perkuliahan UPI, yaitu Adinta Saniyyah, Artiyas Nur'annajmi, Tasya Miftahul Jannah, dan Tiara Salsabila yang setia dan kompak dalam memberikan dukungan untuk saya.

Bandung, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penelitian	10
1.4 Manfaat Penelitian	10
1.5 Batasan Masalah	10
1.6 Sistematika Penulisan	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	14
2.1 Peta Literatur	14
2.2 <i>E-commerce</i>	16
2.3 Ulasan	17
2.4 Produk Elektronik.....	18
2.5 Analisis Sentimen Berbasis Aspek (<i>Aspect-Based Sentiment Analysis</i>)	18
2.6 <i>Natural Language Processing</i> (NLP).....	20
2.6.1 NLP untuk Analisis Sentimen Berbasis Aspek	20
2.7 <i>Web Scraping</i>	22
2.8 <i>Sequence Labeling</i>	23

2.9	<i>Artificial Neural Network (ANN)</i>	25
2.10	<i>Deep Learning</i>	31
2.10.1	<i>Deep Learning</i> untuk NLP	32
2.11	<i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	34
2.12	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	36
2.13	<i>Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM)</i>	51
2.14	<i>Evaluation Metrics</i>	53
2.15	Python	54
2.15.1	Selenium	55
2.15.2	NumPy	56
2.15.3	Pandas	56
2.15.4	TensorFlow	57
2.15.5	Scikit-Learn	57
2.15.6	Matplotlib	57
2.15.7	Seaborn	58
2.15.8	Streamlit.....	58
2.16	Penelitian Terkait.....	59
BAB III METODE PENELITIAN		65
3.1	Desain Penelitian	65
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	70
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		74
4.1	Pengumpulan Dataset	74
4.2	Pelabelan Dataset.....	76
4.2.1	Penetapan Batas Label Aspek dan Sentimen.....	77
4.2.2	Pelabelan Aspek dan Sentimen pada Dataset	78

4.2.2.1 Pelabelan secara Otomatis: Penambahan Label Aspek dengan Kode Program	82
4.2.2.2 Pelabelan secara Manual: Perbaikan Label Aspek Hasil Pelabelan Otomatis dan Penambahan Label Sentimen oleh Peran <i>Annotator</i>	83
4.2.3 Validasi Label Aspek dan Sentimen pada Dataset	89
4.2.3.1 Validasi Label Aspek dan Sentimen oleh Penulis dan <i>Annotator</i>	90
4.2.3.2 Validasi Format BIO pada Label Aspek dan Sentimen oleh Penulis secara Mandiri	90
4.3 Rancangan Skenario Eksperimen	94
4.4 Hasil Eksperimen.....	95
4.4.1 Pembagian Dataset.....	95
4.4.2 Tokenisasi	96
4.4.3 <i>Padding Sequence</i> pada Teks (Kalimat).....	97
4.4.4 <i>Encoding Label</i>	98
4.4.5 <i>Padding Sequence</i> pada Label	100
4.4.6 <i>One-Hot Encoding</i> pada Label	100
4.4.7 <i>Model Training</i>	101
4.4.8 <i>Model Testing</i>	110
4.4.9 <i>Model Deployment</i>	122
4.5 Analisis Hasil.....	124
BAB V PENUTUP	139
DAFTAR PUSTAKA.....	143

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh Ulasan Produk di E-Commerce	2
Gambar 1.2 Aspek pada Ulasan Penjualan Produk Elektronik.....	3
Gambar 1.3 Aliran Proses Analisis Sentimen Berbasis Aspek	8
Gambar 2.1 Peta Literatur	15
Gambar 2.2 Pendekatan Machine Learning-Based dan Lexicon-Based dalam Analisis Sentimen (Taboada, 2016)	22
Gambar 2.3 Contoh Penerapan Sequence Labeling (S. Zhang dkk., 2021).....	24
Gambar 2.4 Komponen Sel Saraf Manusia (Galinkin, 2020)	25
Gambar 2.5 Artificial Neuron Sederhana (Andina dkk., 2008)	26
Gambar 2.6 Artificial Neural Network (Gurney, 1997).....	27
Gambar 2.7 Arsitektur Single-Layer Perceptron dan Multi-Layer Perceptron (Camuñas-Mesa dkk., 2019)	29
Gambar 2.8 Artificial Neuron pada Single-Layer Perceptron (Patterson & Gibson, 2017)	30
Gambar 2.9 Artificial Neuron pada Multi-Layer Perceptron (Patterson & Gibson, 2017)	30
Gambar 2.10 Arsitektur Deep Learning untuk NLP (Do dkk., 2019).....	32
Gambar 2.11 Proses Aliran Informasi pada RNN (Olah, 2015)	35
Gambar 2.12 Proses dalam Layer RNN (Olah, 2015)	35
Gambar 2.13 Proses dalam Layer LSTM (A. Zhang dkk., 2021).....	37
Gambar 2.14 Contoh Rancangan Arsitektur <i>Deep Learning</i>	44
Gambar 2.15 Contoh Hasil Perhitungan LSTM (Bagian 1).....	50
Gambar 2.16 Contoh Hasil Perhitungan LSTM (Bagian 2).....	50
Gambar 2.17 Struktur Bidirectional LSTM (Zvornicanin, 2023).....	52
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	65
Gambar 4.1 Rangkaian Proses Pelabelan Dataset.....	76
Gambar 4.2 Grafik Akurasi Model Deteksi Aspek 1 (AO-1)	106
Gambar 4.3 Grafik Akurasi Model Deteksi Aspek 2 (AO-2)	106
Gambar 4.4 Grafik Akurasi Model Deteksi Sentimen 1 (SO-1).....	108

Gambar 4.5 Grafik Akurasi Model Deteksi Sentimen 2 (SO-2).....	108
Gambar 4.6 Grafik Akurasi Model Deteksi Aspek dan Sentimen 1 (AS-1).....	109
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Model Deteksi Aspek dan Sentimen 2 (AS-2).....	109
Gambar 4.8 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Aspek 1 (AO-1).....	119
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Aspek 2 (AO-2).....	119
Gambar 4.10 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Sentimen 1 (SO-1).....	120
Gambar 4.11 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Sentimen 2 (SO-2).....	120
Gambar 4.12 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Aspek dan Sentimen 1 (AS-1).	121
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> Model Deteksi Aspek dan Sentimen 2 (AS-2).	121
Gambar 4.14 Antarmuka Halaman Web <i>Deployment</i> Model (Kondisi Sebelum Prediksi)	123
Gambar 4.15 Antarmuka Halaman Web <i>Deployment</i> Model (Kondisi Setelah Prediksi)	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh <i>Input</i> dan <i>Output</i> yang Diharapkan	46
Tabel 2.2 Contoh Perhitungan <i>Forget Gate</i> pada Algoritma LSTM	46
Tabel 2.3 Contoh Perhitungan <i>Input Gate</i> pada Algoritma LSTM.....	47
Tabel 2.4 Contoh Perhitungan <i>Memory Cell Candidate</i> pada Algoritma LSTM .	47
Tabel 2.5 Contoh Perhitungan <i>Cell State</i> pada Algoritma LSTM	47
Tabel 2.6 Contoh Perhitungan <i>Output Gate</i> pada Algoritma LSTM.....	47
Tabel 2.7 Contoh Perhitungan <i>Hidden State</i> pada Algoritma LSTM	48
Tabel 2.8 Contoh Perhitungan <i>Output Layer</i> dengan Fungsi Aktivasi Softmax...	48
Tabel 2.9 Perbandingan Hasil Prediksi Model dengan Hasil yang Diharapkan ...	49
Tabel 2.10 <i>Built-In Library</i> pada Python	55
Tabel 2.11 Penelitian Terkait	59
Tabel 4.1 Struktur Komponen Web Scraping	74
Tabel 4.2 Hasil Web Scraping Ulasan Produk Elektronik Laptop.....	76
Tabel 4.3 Aspek pada Dataset Ulasan Produk Elektronik Laptop	77
Tabel 4.4 Format BIO pada Label Aspek dalam Dataset.....	78
Tabel 4.5 Format BIO pada Label Sentimen dalam Dataset.....	78
Tabel 4.6 Aturan Pelabelan Format BIO pada Dataset	81
Tabel 4.7 Kata Kunci dan Pola Regex Per Aspek.....	82
Tabel 4.8 Kontributor Dataset Penelitian.....	84
Tabel 4.9 Deskripsi Kolom pada Spreadsheet Annotator	86
Tabel 4.10 Hasil Pelabelan Aspek dan Sentimen.....	92
Tabel 4.11 Jumlah Token pada Label Aspek	93
Tabel 4.12 Jumlah Token pada Label Sentimen	93
Tabel 4.13 Skenario Eksperimen Hyperparameter Model.....	95
Tabel 4.14 Kamus Kosa Kata	96
Tabel 4.15 Hasil Konversi Kata Menjadi Representasi Numerik	97
Tabel 4.16 Hasil <i>Encoding</i> Label Aspek untuk Model Deteksi Aspek.....	98
Tabel 4.17 Hasil <i>Encoding</i> Label Sentimen untuk Model Deteksi Sentimen.....	99

Tabel 4.18 Hasil <i>Encoding</i> Label Aspek dan Sentimen untuk Model Deteksi Aspek dan Sentimen.....	99
Tabel 4.19 Hasil Implementasi <i>Encoding</i> Label pada Data <i>Input</i> Model Deteksi Aspek	100
Tabel 4.20 Hasil Implementasi <i>Encoding</i> Label pada Data Input Model Deteksi Sentimen.....	100
Tabel 4.21 Hasil Implementasi <i>Encoding</i> Label pada Data <i>Input</i> Model Deteksi Aspek dan Sentimen.....	100
Tabel 4.22 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek (Aspect Only)	112
Tabel 4.23 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek 1 (AO-1) per Label	112
Tabel 4.24 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek 2 (AO-2) per Label	113
Tabel 4.25 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Sentimen (Sentiment Only)	114
Tabel 4.26 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Sentimen 1 (SO-1) per Label	114
Tabel 4.27 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Sentimen 2 (SO-2) per Label	114
Tabel 4.28 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek dan Sentimen	116
Tabel 4.29 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek dan Sentimen 1 (AS-1) per Label	116
Tabel 4.30 Nilai Evaluation Metrics Model Deteksi Aspek dan Sentimen 2 (AS-2) per Label.....	117

DAFTAR RUMUS

(2.1) Fungsi Aktivasi pada Single-Layer Perceptron	29
(2.2) Fungsi Aktivasi pada Multi-Layer Perceptron	29
(2.3) Output pada Hidden Layer secara Umum	33
(2.4) Fungsi Aktivasi Sigmoid pada Hidden Layer	33
(2.5) Fungsi Aktivasi Tanh pada Hidden Layer	34
(2.6) Fungsi Aktivasi ReLU pada Hidden Layer	34
(2.7) Fungsi Aktivasi Softmax pada Output Layer	34
(2.8) Hidden State pada Layer RNN	35
(2.9) Output pada Layer RNN	36
(2.10) Forget Gate pada Layer LSTM	38
(2.11) Input Gate pada Layer LSTM	38
(2.12) Candidate Cell State pada Layer LSTM	39
(2.13) Cell State pada Layer LSTM	40
(2.14) Output Gate pada Layer LSTM	40
(2.15) Hidden State pada Layer LSTM	41
(2.16) Output Layer pada LSTM	41
(2.17) Fungsi Concat pada Layer Bi-LSTM	52
(2.18) Output Layer pada Bi-LSTM	52
(2.19) Precision	53
(2.20) Recall	53
(2.21) F1-score	53
(2.22) Accuracy	53

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. S., Garg, T., & Ekbal, A. (2020). Multi-task learning for aspect term extraction and aspect sentiment classification. *Neurocomputing*, 398, 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.02.093>
- Alqaryouti, O., Siyam, N., Monem, A. A., & Shaalan, K. (2019). Aspect-based sentiment analysis using smart government review data. *Applied Computing and Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2019.11.003>
- Andina, D., Vega-Corona, A., Seijas, J. I., & Torres-García, J. (2008). Neural Networks Historical Review. Dalam *Computational Intelligence: for Engineering and Manufacturing* (hlm. 39–65). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-37452-3_2
- Asghar, M. Z., Khan, A., Ahmad, S., Qasim, M., & Khan, I. A. (2017). Lexicon-enhanced sentiment analysis framework using rule-based classification scheme. *PLoS ONE*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171649>
- Bank Indonesia (BI). (2022). *Kajian Stabilitas Keuangan No.38 Maret 2022*. <https://www.kominfo.go.id/content/detail/41127/menko-airlangga-ekonomi-digital-di-indonesia-tertinggi-di-asia-tenggara/0/berita>
- Bressert, E. (2013). *SciPy and NumPy* (R. Roumeliotis & M. Blanchette, Ed.; 1 ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Cambridge Dictionary. (t.t.). *Sentiment | English Meaning*. Cambridge University Press & Assessment. Diambil 8 Mei 2022, dari <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/sentiment>
- Cambridge University Press & Assessment. (2023). *Review | English Meaning - Cambridge Dictionary*. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/review>
- Camuñas-Mesa, L. A., Linares-Barranco, B., & Serrano-Gotarredona, T. (2019). Neuromorphic spiking neural networks and their memristor-CMOS hardware

- implementations. Dalam *Materials* (Vol. 12, Nomor 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma12172745>
- Canalys. (2023a, Maret). *China PC Market to Stabilize in 2023 as Growth Looms in 2024*. <https://www.canalys.com/newsroom/china-PC-market-Q4-2022>
- Canalys. (2023b, Juli). *Global PC Market Decline Eases as Shipments Drop 12% in Q2 2023*. <https://canalys.com/newsroom/worldwide-pc-shipments-Q2-2023>
- Chaffey, D. (2009). *E-Business and E-Commerce Management: Strategy, Implementation and Practice* (4 ed.). Pearson Education Limited. www.pearson-books.com
- Chiang, D. (2015). *CSE 40/60657: Natural Language Processing*. University of Notre Dame.
- Cole, H. L., Hannes, H., & Hapke, M. (2019). *Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python*. Manning Publications Co.
- Daniel, J., & Martin, J. H. (2023). *Speech and Language Processing Entities (3rd Edition) - Chapter 8: Sequence Labeling for Parts of Speech and Named Entities* (3 ed.).
- Do, H. H., Prasad, P. W. C., Maag, A., & Alsadoon, A. (2019). Deep Learning for Aspect-Based Sentiment Analysis: A Comparative Review. *Expert Systems with Applications*, 118, 272–299. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.10.003>
- Du, J., Cheng, Y., Zhou, Q., Zhang, J., Zhang, X., & Li, G. (2020). Power Load Forecasting Using BiLSTM-Attention. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 440(3). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/440/3/032115>
- European Environment Agency. (2020). *Electronic products and obsolescence in a circular economy*. <http://europa.eu>.

- Fauzi, R. A., & Romadhony, A. (2021). Ekstraksi Aspek menggunakan BiLSTM-CRFs pada Ulasan Lipstik Bahasa Indonesia. *e-Proceeding of Engineering*, 10351–10363.
- Fernando, J., Khodra, M. L., & Septiandri, A. A. (2019). *Aspect and Opinion Terms Extraction Using Double Embeddings and Attention Mechanism for Indonesian Hotel Reviews*. <https://doi.org/10.1109/ICAICTA.2019.8904124>
- Gad, A. F. (2017). *TensorFlow - A Guide to Build Artificial Neural Networks using Python*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Galinkin, E. (2020). *Malicious Network Traffic Detection via Deep Learning: An Information Theoretic View*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35472.43521>
- Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (R. Roumeliotis & N. Tache, Ed.; 3 ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press. <http://www.deeplearningbook.org>
- Gurney, K. (1997). *An introduction to neural networks*. UCL Press.
- Hamayel, M. J., & Owda, A. Y. (2021). A Novel Cryptocurrency Price Prediction Model Using GRU, LSTM and bi-LSTM Machine Learning Algorithms. *MDPI*, 2(4), 477–496. <https://doi.org/10.3390/ai2040030>
- Hunter, J. D., Dale, D., Firing, E., & Droettboom, M. (2017). *Matplotlib (2.0.2)*. The Matplotlib Development Team. <https://matplotlib.org/2.0.2/Matplotlib.pdf>
- Joseph, S. R., Hlomani, H., Letsholo, K., Kaniwa, F., & Sedimo, K. (2016). Natural Language Processing: A Review. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, 6(3). <http://www.euroasiapub.org>
- Josi, A., Andretti Abdillah, L., & Suryayusra. (2014). Penerapan Teknik Web Scraping pada Mesin Pencari Artikel Ilmiah. *Jurnal SISFO*, 5(2).
- Kementerian Perdagangan (Kemendag). (2022). *Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok, Barang Penting, Ritel Modern, dan E-Commerce di*

Pasar Domestik dan Internasional - November 2022.
<https://bkperdag.kemendag.go.id/referensi/analishbp/view/eyJpZCI6ImdzbUFIK2d3SUIhU21ncUpmQnJldEE9PSIsImRhdGEiOiJtRjhKIIn0%3D>

Legal Information Institute. (1995, September 19). *21 CFR § 1000.3 - Definitions*. Cornell Law School.

Liu, B. (2012). *Sentiment Analysis and Opinion Mining*. Morgan & Claypool Publishers.

Lutfi, A. A., Permanasari, A. E., & Fauziati, S. (2018). Sentiment Analysis in the Sales Review of Indonesian Marketplace by Utilizing Support Vector Machine. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 4(1), 57. <https://doi.org/10.20473/jisebi.4.1.57-64>

Lutz, M. (2009). *Learning Python* (J. Steele, Ed.; 4 ed.). O'Reilly Media, Inc.

Mcgreggor, D. M. (2015). *Mastering Matplotlib* (1 ed.). Packt Publishing Ltd.

McKinney, W. (2013). *Python for Data Analysis* (J. Steele & M. Blanchette, Ed.; 1 ed.). O'Reilly Media, Inc.

Mohammadi, A., & Shaverizade, A. (2021). Ensemble deep learning for aspect-based sentiment analysis. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 12(Special Issue), 29–38. <https://doi.org/10.22075/IJNAA.2021.4769>

Musto, C., Semeraro, G., & Polignano, M. (2014). A comparison of Lexicon-based approaches for Sentiment Analysis of microblog posts. *Proceedings of the 8th International Workshop on Information Filtering and Retrieval*, 59–68.

Nunes, I., Danilo, S. ., Spatti, H., Andrade, R., Luisa, F., Liboni, H. B., Franco, S., & Alves, R. (2017). *Artificial Neural Networks A Practical Course*. Springer International Publishing Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43162-8>

- Nuryani, & Mahayana, D. (2021). Analisis Sentimen Berbasis Aspek dengan Deep Learning Ditinjau dari Sudut Pandang Filsafat Ilmu. *Jurnal Masyarakat Informatika Unjani (JUMANJI)*, 4(2), 70–85.
- Olah, C. (2015, Agustus 27). *Understanding LSTM Networks*. <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- Oxford University Press. (2023). *Review (Noun) - Definition in Oxford Learner's Dictionaries*. https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/review_1?q=rview
- Patterson, J., & Gibson, A. (2017). *Deep Learning a Practitioner's Approach* (1 ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Vanderplas, J., Cournapeau, D., Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Thirion, B., Grisel, O., Dubourg, V., Passos, A., Brucher, M., ... Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830. <http://scikit-learn.sourceforge.net>.
- Pekel, E., Kara, S., & Soner Kara, S. (2017). A Comprehensive Review for Artificial Neural Network Application to Public Transportation. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 35(1), 157–179. <https://www.researchgate.net/publication/315111480>
- Prasetyo, V. R., Benarkah, N., & Chrisintha, V. J. (2021). Implementasi Natural Language Processing Dalam Pembuatan Chatbot Pada Program Information Technology Universitas Surabaya. *Teknika*, 10(2), 114–121. <https://doi.org/10.34148/teknika.v10i2.370>
- Priya, B., Nandhini, J. M., & Gnanasekaran, T. (2021). An analysis of the applications of natural language processing in various sectors. *Advances in Parallel Computing*, 38, 598–602. <https://doi.org/10.3233/APC210109>

- Python Software Foundation. (2023). *The Python Standard Library*.
<https://docs.python.org/3.10/>
- Richards, T. (2021). *Getting Started with Streamlit for Data Science* (1 ed.). Packt Publishing Ltd.
- Shamieh, C. (2015). *Electronics for Dummies* (3 ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Singrodia, V., Mitra, A., & Paul, S. (2019, Januari 1). A Review on Web Scrapping and its Applications. *2019 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2019*.
<https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8821809>
- Sutarsih, T., & Maharani, K. (2023). *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2022*.
<https://www.bps.go.id/id/publication/2023/08/31/131385d0253c6aae7c7a59fa/statistik-telekomunikasi-indonesia-2022.html>
- Taboada, M. (2016). Sentiment Analysis: An Overview from Linguistics. *Annual Review of Linguistics*, 2, 325–347. <https://doi.org/10.1146/annurev-linguistics-011415-040518>
- Valant, J. (2015). *Online Consumer Reviews The Case of Misleading or Fake Reviews*.
- Vanden Broucke, S., & Baesens, B. (2018). Practical Web Scraping for Data Science. Dalam *Practical Web Scraping for Data Science*. Apress.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3582-9>
- We Are Social. (2022). *Digital 2022: Another Year Of Bumper Growth*.
<https://wearesocial.com/uk/blog/2022/01/digital-2022-another-year-of-bumper-growth-2/>
- Yuliani, E., Nur Aini, A., & Uswatun Khasanah, C. (2019). Perbandingan Jumlah Epoch Dan Steps Per Epoch Pada Convolutional Neural Network Untuk Meningkatkan Akurasi Dalam Klasifikasi Gambar. *Jurnal INFORMATIKA Politeknik Indonusa Surakarta*, 5(3), 2442–7942.

- Yustiani, R., & Yunanto, R. (2017). Peran Marketplace sebagai Alternatif Bisnis di Era Teknologi Informasi. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 6(2), 43–48.
- Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M. U., & Smola, A. J. (2021). *Dive into Deep Learning*.
- Zhang, S., Xu, H., Zhu, G., Chen, X., & Li, K. (2021). A Data Processing Method Based on Sequence Labelling and Syntactic Analysis for Extracting New Sentiment Words from Product Reviews. *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*, 26(2), 853–866. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06228-9>
- Zhou, J., Huang, J. X., Chen, Q., Hu, Q. V., Wang, T., & He, L. (2019). Deep learning for aspect-level sentiment classification: Survey, vision, and challenges. *IEEE Access*, 7, 78454–78483. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2920075>
- Zvornicanin, E. (2023, Juni 8). *Differences Between Bidirectional and Unidirectional LSTM*. <https://www.baeldung.com/cs/bidirectional-vs-unidirectional-lstm>. <https://www.baeldung.com/cs/bidirectional-vs-unidirectional-lstm>