

Analisis Sentimen Terhadap Video Ulasan Produk Menggunakan Metode Support Vector Machine Dengan Sequential Minimal Optimization

Mohammad Aji Subarkah¹, Weny Mistarika Rahmawati², Septiyawan Rosetya Wardhana³, Rinci Kembang Hapsari^{4*}

^{1,3,4}Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

²Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

*Penulis Korespondensi: rincikembang@itats.ac.id

ABSTRACT

The popularity of video as a medium for reviewing a product today has created interest and dependence on other users to look for video recommendations before buying the desired effect. YouTube social media is one of the media that has product reviews in the form of videos. The use of sentiment analysis can predict the tendency of someone's video review to have a positive or negative opinion which can be done by processing the video review into text form first using speech recognition. In this study, thoughts that have been in the form of text will be followed by the process of tokenizing, weighting and classification by applying the Support Vector Machine (SVM) algorithm model using Sequential Minimal Optimization (SMO) optimization. Based on the results of this study, it shows that the accuracy, recall, precision and f-measure values will increase with the increasing number of terms tested, while the C value variable in the enhanced SMO cannot be retrieved because the resulting accuracy value fluctuates. The test results with term 300 and C 1.5 get the highest value: accuracy 89.91%, recall 89.12%, precision 94.97% and f-measure 91.05.

Article History

Received 25-01-2023

Revised 07-02-2023

Accepted 07-02-2023

Key words

*Analisis sentiment
Sequential minimal
optimization,
Support vector machine*

ABSTRAK

Populernya video sebagai media untuk mengulas sebuah produk saat ini, membuat ketertarikan dan ketergantungan pengguna lain untuk mencari video rekomendasi sebelum membeli produk yang diinginkan. Media sosial Youtube merupakan salah satu media yang memiliki ulasan produk berupa video. Penggunaan analisa sentimen mampu memprediksi kecenderungan video ulasan seseorang beropini positif maupun negatif yang dapat dilakukan dengan mengolah video ulasan ke dalam bentuk teks terlebih dahulu menggunakan speech recognize. Dalam penelitian ini ulasan yang telah berupa teks akan dilanjutkan dengan proses tokenizing, pembobotan dan diklasifikasikan dengan menerapkan model algoritma Support Vector Machine (SVM) menggunakan optimasi Sequential Minimal Optimization (SMO). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai accuracy, recall, precision dan f-measure akan meningkat dengan jumlah term yang diujikan semakin banyak, sedangkan variabel nilai C pada SMO yang ditingkatkan tidak dapat di ambil polanya karena akurasi yang di hasilkan nilainya fluktuatif. Hasil pengujian dengan term 300 dan C 1.5 mendapatkan nilai tertinggi yaitu accuracy 89,91% recall 89,12% precision 94,97% dan f-measure 91,05.

PENDAHULUAN

Analisis sentimen atau *opinion mining* merupakan proses memahami dan mengolah opini, penilaian, sikap dan emosi orang terhadap sebuah masalah atau objek. Analisis sentimen dapat menentukan pendapat atau kecenderungan seseorang beropini negatif maupun positif. Sebagai contoh nyata dari penggunaan analisis sentimen untuk mencari pandangan konsumen terhadap produk atau layanan yang diberikan[1].

Hampir 50% dari pengguna internet bergantung pada rekomendasi word-of-mouth (opini publik) sebelum menggunakan suatu produk atau jasa karena ulasan dari pengguna lain dapat menyediakan informasi terbaru dari produk atau jasa berdasarkan perspektif para pengguna yang sudah menggunakan produk tersebut[2]. Sampai saat ini analisis sentimen semakin berkembang sebagian besar masih berkisar pada analisis sentimen teks. Calon pengguna rata-rata akan mengalami kesulitan untuk mendapatkan informasi secara relevan dan ringkas hanya dari pendapat yang berupa teks.

Analisis sentimen audio masih dalam tahap awal dalam komunitas penelitian[3]. Untuk memahami pendapat dalam sebuah percakapan, maka diperlukan penerapan pengenalan suara atau

speech recognition (SR). SR akan digunakan dalam melakukan pengenalan terhadap suara dari audio yang akan menghasilkan data berupa teks. Saat ini telah banyak organisasi yang menyediakan sistem pengenalan suara atau SR. Organisasi yang menyediakan speech recognition yang terkenal pada saat ini yaitu Google dengan word error rate (WER) 9%, Microsoft dengan WER 18% dan Sphinx-4 dengan WER 37%[4].

Perkembangan media sosial khususnya Youtube pada saat ini, menyebabkan konsumen dan organisasi semakin banyak mengutarakan pendapatnya mengenai produk atau jasa. Dengan memberikan pendapat atau opini menggunakan video suara, pengguna lebih efektif dan dapat mengekspresikan pendapatnya secara visual yang akan memperlihatkan langsung produk atau jasa yang sedang diulas.

Ulasan produk atau jasa pada umumnya dapat diklasifikasikan menggunakan metode naïve bayes classifier (NBC) ataupun support vector machine (SVM) untuk mengetahui kecenderungan opini positif atau negatif. Metode SVM memiliki tingkat akurasi paling tinggi dalam hal klasifikasi teks[5]. Untuk mendapatkan hasil klasifikasi dengan memecah masalah Quadratic Programming pada SMO menjadi masalah yang lebih kecil sehingga mengurangi waktu komputasi dan jumlah memori akan menggunakan Sequential Minimal Optimization[6]. Setelah mengklasifikasikan hasil dari ulasan apakah termasuk positif atau negatif, selanjutnya menghitung nilai evaluasi dengan menggunakan confusion matrix sehingga menghasilkan nilai precision, recall, accuracy dan f-measure.

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan analisis sentimen dengan menggunakan opini berupa video dari media Youtube yang diterjemahkan ke dalam teks menggunakan Sphinx-4. Setelah media suara menjadi teks, akan dilakukan pembobotan setiap kata terhadap seluruh ulasan dengan Term Frequency-Inverse Document Frequency. Banyaknya ulasan terhadap produk atau jasa yang dapat diklasifikasikan menggunakan metode Support Vector Machine berupa ulasan positif atau ulasan negatif yang akan dioptimasi dengan Sequential Minimal Optimization. Selanjutnya akan menghitung nilai accuracy, precision, recall dan f-measure sebagai bahan evaluasi lebih lanjut.

TINJAUAN PUSTAKA

Speech Recognition

Speech recognition (SR) merupakan konversi sebuah sinyal akustik, yang ditangkap oleh microphone atau telepon, untuk merangkai kata-kata. Pada SR tidak hanya melibatkan proses mengonversi sinyal akustik menjadi teks tetapi juga proses mengidentifikasi apa yang dikatakan pembicara atau pengguna[7]. Oleh karena itu, kata-kata yang diucapkan pembicara atau pengguna akan dikenali dan merupakan hasil akhir untuk sebuah aplikasi seperti command dan control, masukan data dan persiapan dokumen. Perintah yang diucapkan oleh pengguna kemudian diubah bentuknya menjadi sinyal digital dengan mengubah gelombang suara menjadi kumpulan kode tertentu. Adapun proses pengubahan sinyal analog ke digital converter melalui tiga tahap :

1. **Sampling**, yaitu pengubahan sinyal waktu kontinu $x_a(t)$ menjadi sinyal waktu diskrit bernilai kontinu, $x(n)$ yang diperoleh dengan mengambil cuplikan sinyal secara periodik, dengan periode cuplik T .
2. **Kuantisasi**, (quantization), yaitu pengubahan sinyal dari sinyal waktu diskrit nilai kontinu $x(n)$ menjadi sinyal digital waktu diskrit bernilai diskrit $x_q(n)$. Nilai setiap waktu kontinu di kuantisasi atau dinilai dengan tegangan pembanding yang terdekat. Adapun selisih cuplikan $x(n)$ dan sinyal terkuantisasi $x_q(n)$ dinamakan error kuantisasi. Tegangan sinyal input pada skala penuh dibagi menjadi 2^N , di mana N merupakan resolusi bit ADC (jumlah kedudukan tegangan pembanding yang ada). Untuk $N = 3$ bit, maka daerah tegangan input pada skala penuh akan dibagi menjadi $2^N = 2^3 = 8$ tingkatan (level tegangan pembanding).
3. **Pengkodean**, (coding) mencakup proses pengkodean barisan bit biner dari setiap level tegangan pembanding. Misalnya untuk $N = 3$ bit, maka level tegangan pembanding 8 tingkatan. Kedelapan tingkatan tersebut dikodekan sebagai bit-bit 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 dan 111.

Sentimen Analysis

Sentiment analysis atau yang biasa disebut dengan *Opinion mining* adalah riset komputasional dari opini, sentimen, dan emosi yang dituangkan secara kontekstual lalu diklasifikasikan menjadi kelompok sentimen positif dan negatif. Secara umum, sentiment analysis dibagi menjadi 2 kategori[8], yaitu:

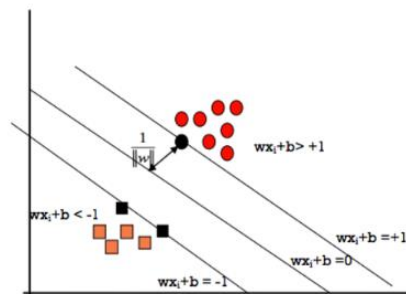
1. Coarse – grained sentiment analysis: Proses analisis dan klasifikasi orientasi sebuah dokumen secara keseluruhan. Orientasi ini dibagi menjadi 3 jenis yaitu positif, netral, dan negatif, akan tetapi ada juga yang menjadikan nilai orientasi bersifat kontinu / tidak diskrit.
2. Fined – grained sentiment analysis: Obyek yang diklasifikasi tidak pada level dokumen melainkan pada level kalimat dalam sebuah dokumen. Sebagai contoh:
 - a. Cara pengajaran kurang menarik (negatif)
 - b. Kuliah terlaksana dengan tepat waktu (positif)

Sentiment analysis terdiri dari 3 sub proses[8] yaitu:

1. Subjectivity Classification: menentukan kalimat yang merupakan opini.
2. Orientation Detection: Pengklasifikasian opini ke dalam kelas positif, negatif, atau netral.
3. Opinion Holder and Target Detection: menentukan bagian yang merupakan opinion holder (pemberi opini) dan bagian yang merupakan target.

Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM) pertama kali di kembangkan oleh Boser, Guyon, dan Vapnik untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi, yang sangat populer belakangan ini. Pada tahun 1992 ketika diadakan di *Annual Workshop on Computational Learning Theory*. SVM adalah algoritma machine learning yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisah dua buah class pada input space[9]. SVM berada dalam satu kelas dengan ANN dalam masuk dalam kelas supervised learning, dimana dalam implementasinya perlu adanya tahap training dan disusul tahap testing.



Gambar 1. Hyperplane Optimal

Pada Gambar 1 Hyperplane pemisah terbaik antara kedua kelas dapat ditemukan dengan mengukur margin hyperplane tersebut dan mencari titik maksimalnya. Formulasi optimasi SVM untuk masalah klasifikasi dibedakan menjadi dua yaitu klasifikasi linear dan non-linear.

Sequential Minimal Optiomazation

Sequential Minimal Optiomazation (SMO) adalah algoritma sederhana yang mampu menyelesaikan permasalahan Quadratic Programming (QP) pada metode Support Vector Machine (SVM) tanpa menyimpan matriks tambahan apapun dan tanpa menggunakan langkah-langkah optimasi numerik QP sama sekali. SMO menyederhanakan keseluruhan masalah QP menjadi bagian masalah QP, menggunakan teori Osuna untuk mendapatkan konvergen atau tidak ada perubahan yang signifikan[6]. Tidak seperti algoritme lainnya, SMO menggunakan masalah QP

sekecil mungkin dengan memecah masalah QP menjadi serangkaian masalah QP yang lebih kecil sehingga meningkatkan penskalaan dan waktu komputasi secara signifikan.

Confusion Matrix

Dalam menganalisis hasil dari proses klasifikasi yang umum dalam *machine learning* dengan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion Matrix* memberikan rincian kesalahan klasifikasi. Kelas yang diprediksi ditunjukkan di bagian atas matriks, dan kelas yang diamati ada di sebelah kiri[10]. Dimana berisikan tentang nilai aktual dan nilai prediksi hasil dari sentiment analysis yang didapat dari proses klasifikasi, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Confusion Matrix

Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
	Positif	Negatif
Positif	True Positives	False Negatives
Negatif	False Positives	True Negatives

Dengan *True Positives* (TP) adalah jumlah prediksi data positif yang diklasifikasikan sebagai nilai positif. *False Positives* (FP) adalah jumlah prediksi data negatif yang diklasifikasikan sebagai nilai positif. *False Negatives* (FN) adalah jumlah prediksi data positif yang diklasifikasikan sebagai nilai negatif. *True Negatives* (TN) adalah jumlah prediksi data negatif yang diklasifikasikan sebagai nilai negatif.

Berdasarkan *confusion matrix*[11], pengukuran kinerja algoritma dapat dihitung menggunakan *accuracy*, *recall*, *precision*, dan *F-measure*[12]. *Accuracy* adalah persentase jumlah data yang diklasifikasikan secara benar, yang dihitung dengan persamaan (1).

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)} \quad (1)$$

Recall adalah prosentase jumlah opini positif yang diklasifikasikan secara benar, yang dihitung dengan persamaan (2)

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (2)$$

Precision adalah prosentase jumlah opini positif yang benar, yang dihitung dengan persamaan (3).

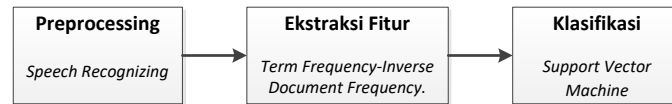
$$Precision = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (3)$$

F-measure adalah pengukuran yang mengkombinasikan *precision* dan *recall* yang diterapkan ke dalam deret harmonik, yang dihitung dengan persamaan (4)

$$F - measure = 2 \times \frac{Recall \times Precision}{(Recall + Precision)} \quad (4)$$

METODE

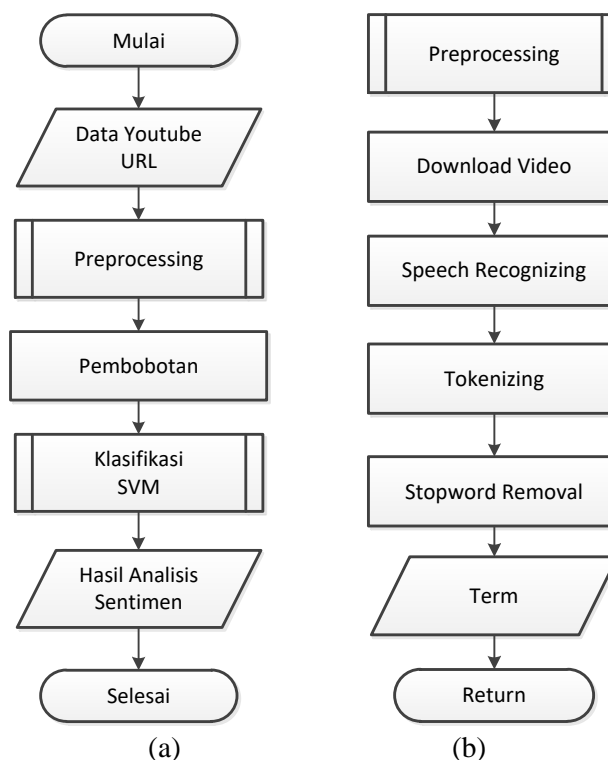
Dalam penelitian ini dilakukan analisa sentiment dari video ulasan tentang *smartphone* yang bersumber dari *Youtube*, blok diagram penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem analisa ini terdiri dari *preprocessing*, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Pada proses *preprocessing* terdapat proses berupa *speech recognizing*. Untuk ekstraksi fitur akan menggunakan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency*. Pada proses klasifikasi akan menggunakan metode *Support Vector Machine*.



Gambar 2. Blok Diagram Penelitian

Proses *speech recognizing* berfungsi untuk menerjemahkan suara menjadi teks. Dalam penelitian ini akan menggunakan *speech recognizing* dari Sphinx-4. Setelah suara menjadi teks akan dilakukan proses dalam text mining. Tokenizing dilakukan untuk memecah kalimat menjadi kata dan mengganti seluruh huruf kapital menjadi huruf kecil yang nantinya akan dilanjutkan pada proses *stopword removal* untuk menghilangkan kata yang tidak dibutuhkan seperti “a”, “an”, “by”, “the”, dsb.

Data hasil *preprocessing* yang telah berupa kata atau term akan disimpan di database dan diberikan pembobotan *term frequency* (TF), *inverse document frequency* (IDF) dan *term frequency-inverse document frequency* (TF-IDF). Nilai dari pembobotan akan disimpan dan akan dilanjutkan pada proses klasifikasi menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan optimasi *Sequential Minimal Optimization* (SMO). Untuk mendapatkan *hyperplane* terbaik maka *term* yang terdapat dalam video review akan dilakukan pengujian terlebih dahulu dengan dataset dan kemudian akan mendapatkan klasifikasi ulasan positif atau negatif. Setelah melakukan klasifikasi, ulasan positif dan negatif akan dihitung *precision*, *recall*, *f-measure* dan *accuracy* sebagai bahan evaluasi.



Gambar 3. (a) Flowchart rangkaian system, (b) Flowchart proses *preprocessing*

Pada Gambar 3(a) dijelaskan tahapan proses analisa sentimen terhadap video review di Youtube. Pada tahapan ini sistem akan melakukan pencarian video review dengan *keyword* kategori produk yang akan dianalisis. Setelah mendapatkan url video yang sesuai, kemudian akan dilanjutkan ke tahapan *preprocessing* dan pembobotan. Hasil dari pembobotan akan dilakukan klasifikasi menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk menentukan klasifikasi positif atau negatif dari review tersebut.



Gambar 4. Hasil pengujian klasifikasi SVM-SMO

Pada Gambar 3(b) menjelaskan tahapan data dari video Youtube berupa url yang akan di download oleh sistem, kemudian akan dilakukan proses *speech recognizing* untuk mendapatkan data berupa teks. Setelah itu data akan dilanjutkan dalam proses *tokenizing* yang bertujuan untuk memecah data menjadi term atau kata dan mengubah seluruh huruf kapital menjadi huruf kecil. Proses selanjutnya *stopword removal* untuk menghilangkan kata-kata yang tidak dibutuhkan. Hasil pengujian klasifikasi SVM-SMO ditunjukkan pada Gambar 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

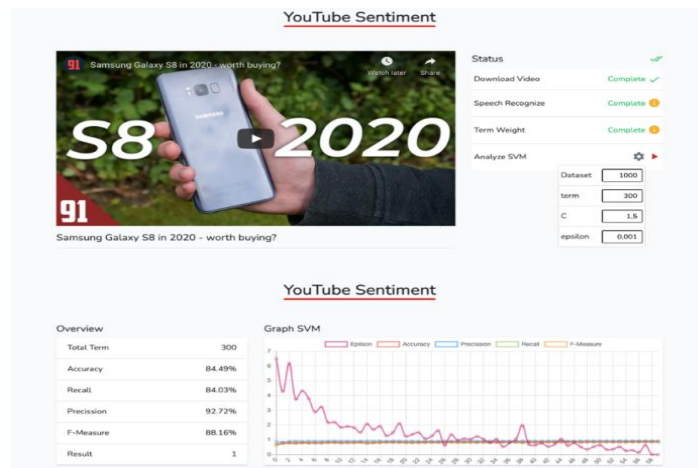
Dataset dalam penelitian ini berupa review smartphone yang diambil dari <https://www.kaggle.com/grikomsn/amazon-cell-phones-reviews> yang terdiri dari variabel rating dan review. Aplikasi dilakukan pengujian berdasarkan dataset, yang dibagi menjadi 80% data training dan 20% data testing untuk mencari jumlah term dan variabel *C* yang akan menghasilkan tingkat *accuracy*, *recall*, *precision* dan *f-measure* terbaik, selanjutnya akan dilakukan implementasi hasil parameter terbaik terhadap video Youtube untuk mengetahui hasil klasifikasi video positif atau negatif.

Tabel 2. Hasil pengujian SVM dengan optimasi SMO

Parameter		Hasil			
<i>Term</i>	<i>C</i>	<i>Accuracy (%)</i>	<i>Recall (%)</i>	<i>Precision (%)</i>	<i>Fmeasure(%)</i>
100	0.5	77.47	85.29	81.08	83.13
	1	75.99	83.71	80.26	81.95
	1.5	77.47	84.39	81.62	82.98
	2	76.44	83.71	80.79	82.22
200	0.5	83.45	83.54	90.32	86.80
	1	84.80	83.96	92.01	87.80
	1.5	84.67	82.29	93.38	87.49
	2	84.94	82.50	93.62	87.71
300	0.5	87.40	87.68	92.62	90.08
	1	88.47	87.68	94.26	90.85
	1.5	89.81	89.12	94.97	91.95
	2	89.14	88.50	94.52	91.41

Pengujian klasifikasi SVM - SMO bertujuan untuk mengetahui nilai *accuracy*, *recall*, *precision* dan *f-measure* dari dataset dengan perbandingan data training sebesar 80% dan data

testing 20% dari total dataset, variabel. Gambar 4 merupakan hasil pengujian klasifikasi SVM – SMO dengan total 1.000 dataset perbandingan 80% data training dan 20% data testing dan menggunakan 300 term dan konstanta bernilai 1.5. Tabel 2 merupakan hasil pengujian aplikasi terhadap jumlah term dengan mengambil 100, 200 dan 300 term, variabel C yang bernilai 0,5, 1, 1.5 dan 2 dan dataset berjumlah 1.000.



Gambar 4. Tampilan hasil klasifikasi SVM Youtube

Pada Gambar 4 merupakan hasil klasifikasi SVM menggunakan optimasi SMO dengan hasil pengujian dataset mendapatkan nilai *accuracy* 84.49%, *recall* 84.03%, *precision* 92.72%, *f-measure* 88.16%, *result* dari klasifikasi SVM-SMO adalah satu (1) dan menyatakan bahwa review yang berjudul "Samsung Galaxy S8 in 2020 - worth buying?" merupakan review yang positif.

Tabel 3. Hasil klasifikasi review video youtube

Judul Review	Hasil Klasifikasi
Samsung Galaxy S8 in 2020 - worth buying?	Positif
Galaxy A51 review: A worthy \$400 Android phone	negatif
Samsung Galaxy Zero - First Look of the Future	negatif
I'm Switching To The Galaxy S10	Positif
Samsung Galaxy Note 21 - Should You Wait	negatif

Tabel 3 hasil klasifikasi dari 5 video youtube yang diujikan terdapat 2 review video dengan hasil klasifikasi positif dan 3 review video dengan klasifikasi negatif. Menggunakan parameter terbaik dari hasil pengujian klasifikasi SVM-SMO dengan term yang diujikan sebanyak 300 term dari hasil review, $C = 1.5$ dan total dataset yang diujikan 1000 dataset review.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Support Vector Machine (SVM) dengan optimasi Sequential Minimal Optimazation (SMO) mampu melakukan klasifikasi terhadap video ulasan produk smartphone di Youtube dengan mengkonversi video menjadi teks yang menghasilkan nilai akurasi terbaik adalah 89.81%.
2. Pengujian yang telah dilakukan pada metode SVM dengan optimasi SMO menggunakan parameter term dan variabel constanta dapat disimpulkan bahwa semakin banyak term akan menghasilkan nilai akurasi yang semakin tinggi. Sedangkan untuk parameter variable C tidak dapat diambil polanya karena akurasi yang dihasilkan nilainya fluktuatif. Nilai akurasi tertinggi didapat pada parameter dengan jumlah term = 300 dan nilai konstanta = 1.5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Yan-Xu, L. Xiang-Guan, and G. Chuan-Hou, "Multiscale models on time series of silicon content in blast furnace hot metal based on Hilbert-Huang transform," in *2011 Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, Mianyang, China, May 2011, pp. 842–847. doi: 10.1109/CCDC.2011.5968300.
- [2] C. Chairunnisa, I. Ernawati, and M. M. Santoni, "Klasifikasi Sentimen Ulasan Pengguna Aplikasi PeduliLindungi di Google Play Menggunakan Algoritma Support Vector Machine dengan Seleksi Fitur Chi-Square," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 18, no. 1, p. 69, Aug. 2022, doi: 10.52958/iftk.v17i4.4594.
- [3] "Sentiment_Analysis_on_Speaker_Specific_Speech_Data.pdf."
- [4] V. Kępuska, "Comparing Speech Recognition Systems (Microsoft API, Google API And CMU Sphinx)," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 07, no. 03, pp. 20–24, Mar. 2017, doi: 10.9790/9622-0703022024.
- [5] A. R. Naradhupa and A. Purwarianti, "Sentiment Classification for Indonesian Message in Social Media".
- [6] J. C. Platt, "Sequential Minimal Optimization: A Fast Algorithm for Training Support Vector Machines".
- [7] N. Washani and S. Sharma, "Speech Recognition System: A Review," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 115, no. 18, pp. 7–10, Apr. 2015, doi: 10.5120/20249-2617.
- [8] V. I. Santoso, G. Virginia, and Y. Lukito, "PENERAPAN SENTIMENT ANALYSIS PADA HASIL EVALUASI DOSEN DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE," *J. Transform.*, vol. 14, no. 2, p. 72, Jan. 2017, doi: 10.26623/transformatika.v14i2.439.
- [9] M. Awad and R. Khanna, "Support Vector Machines for Classification," in *Efficient Learning Machines*, Berkeley, CA: Apress, 2015, pp. 39–66. doi: 10.1007/978-1-4302-5990-9_3.
- [10] R. K. Hapsari, M. Miswanto, R. Rulaningtyas, and H. Suprajitno, "Identification of Diabetes Mellitus and High Cholesterol Based on Iris Image".
- [11] R. K. Hapsari, M. I. Utoyo, R. Rulaningtyas, and H. Suprajitno, "Iris segmentation using Hough Transform method and Fuzzy C-Means method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 2, p. 022037, Mar. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/2/022037.
- [12] M. Sokolova and G. Lapalme, "A systematic analysis of performance measures for classification tasks," *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, Jul. 2009, doi: 10.1016/j.ipm.2009.03.002.