

# Optimasi *Support Vector Machines* (SVM) Menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada Analisis Sentimen Ulasan Pengguna Layanan Bukalapak di Twitter

Wildan Nugraha<sup>1\*</sup>, Mardi Hardjianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Indonesia.

---

## Artikel Info

### Kata kunci:

Analisis Sentimen;  
Bukalapak;  
Particle Swarm Optimization;  
Support Vector Machine.

### Keywords:

*Sentiment analysis;*  
*Bukalapak;*  
*Particle Swarm Optimization;*  
*Support Vector Machine.*

---

### Riwayat Artikel:

Submitted: 24 Juli 2024  
Accepted: 26 November 2024  
Published: 30 November 2024

**Abstrak:** Kegiatan bertransaksi secara online sudah seringkali dilakukan oleh berbagai kalangan baik itu kaum anak muda sampai orang tua. Melihat dari tren kunjungan dari setiap *marketplace* di Indonesia memiliki tren yang berbeda-beda, ada yang mengalami kenaikan dan ada yang mengalami penurunan salah satunya adalah Bukalapak. Dari 3 *marketplace* terbesar di Indonesia, Bukalapak terus mengalami tren penurunan kunjungan dari tahun 2019 sampai tahun 2022. Pada penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui setiap ulasan/komentar di Twitter dan menghitung berapa capaian ulasan yang positif, negatif, atau netral dan juga mengetahui tingkat akurasi terbaik. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM) dan metode untuk optimasi dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil dari penelitian ini ditampilkan dengan rasio data latih 80% dan data uji 20% yang menggunakan metode *Support Vector Machines* (SVM) saja, mendapatkan nilai akurasi sebesar 95,94%, *precision* sebesar 94,92%, dan *recall* sebesar 96,14%. Sedangkan untuk pengujian kedua menggunakan metode *Support Vector Machines* (SVM) dan optimasi menggunakan fitur seleksi pada metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) menghasilkan nilai akurasi sebesar 96,22%, *precision* sebesar 95,24%, dan *recall* sebesar 96,18%. Pada percobaan kedua ini juga mendapatkan parameter C dan gamma terbaik yaitu parameter C sebesar 0.8036 dan parameter gamma sebesar 1.616.

**Abstract:** Online transaction activities are often carried out by various groups, both young people and the elderly. Seeing from the trend of visits from each *marketplace* in Indonesia, there are different trends, some have experienced an increase and some have decreased, one of them is Bukalapak. Of the 3 largest *marketplaces* in Indonesia, Bukalapak continues to experience a downward trend in visits from 2019 to 2022. In this study, the aim is to find out every review/comment on Twitter and calculate the number of positive, negative or neutral reviews and also find out the best level of accuracy. In this study, the aim is to find out every review/comment on Twitter and calculate how many positive, negative, or neutral reviews are achieved and also find out the best level of accuracy. The method that will be used in this study is the *Support Vector Machine* (SVM) and the method for optimization using *Particle Swarm Optimization* (PSO). The results of this study are displayed with a ratio of 80% training data and 20% test data using the *Support Vector Machines* (SVM) method only, obtaining an accuracy value of 95.94%, a precision of 94.92%, and a recall of 96.14%. Whereas for the second test using the *Support Vector Machines* (SVM) method and optimization using the selection feature on the *Particle Swarm Optimization* (PSO) method produced an accuracy value of 96.22%, a precision of 95.24%, and a recall of 96.18%. In this second experiment, the

best  $C$  and  $\gamma$  parameters were also obtained, namely the  $C$  parameter of 0.8036 and the  $\gamma$  parameter of 1.616.

**Corresponding Author:**

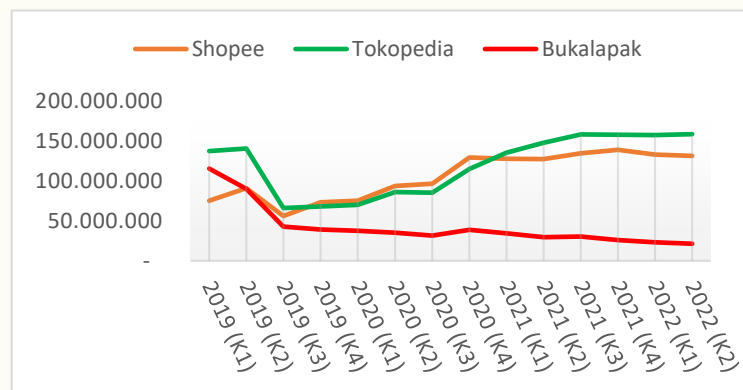
Wildan Nugraha

Email: wildan.nugraha49@gmail.com

## PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi informasi kini semakin pesat dan meluas di berbagai kalangan masyarakat, tidak hanya untuk kegiatan sehari-hari tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi dalam berbagai bidang. Salah satu pemanfaatannya adalah aplikasi jual beli online, yang menggantikan transaksi manual di pasar dan minimarket. Meskipun sistem manual masih digunakan karena barang dapat langsung diambil, industri 4.0 mendorong peralihan ke sistem terkomputerisasi. Melalui inovasi dalam Big Data, Internet of Things (IoT), dan Financial Technology (Fintech), transaksi jual beli menjadi lebih mudah melalui aplikasi seperti Shopee, Tokopedia, dan Bukalapak, yang tersedia di platform mobile dan web serta menjadi pilihan populer untuk belanja online.

Kegiatan bertransaksi secara online sudah seringkali dilakukan oleh berbagai kalangan baik itu kaum anak muda sampai orang tua. Ada begitu banyak aplikasi yang sudah marak di pasar digital seperti Shopee, Tokopedia, dan Bukalapak. Semua aplikasi ini dibuat multiplatform yaitu pada *mobile platform* dan *web platform*. Dilihat dari keefektifan dan keefisienan penggunaan aplikasi *marketplace* tersebut tidak dipungkiri bahwa selalu saja ada suatu kekurangan. Terkadang masalah-masalah tersebut muncul disebabkan karena beberapa faktor yang akan menimbulkan kekecewaan pada pengguna aplikasi tersebut. Bila kita melihat tren kunjungan website dari 3 *marketplace* terbesar di Indonesia ini, ada yang memiliki tren kenaikan dan ada juga tren penurunan (SimilarWeb, 2022).



Gambar 1. Tren Tiga *Marketplace* Terbesar di Indonesia Dalam 4 Tahun

Sumber: Website Iprice Insights dan SimilarWeb

Pada kurun waktu 4 tahun tersebut diperlihatkan tren tiga *marketplace* terbesar di Indonesia mulai dari tahun 2019 pada kuartal pertama. Pada kuartal ketiga semua *marketplace* mengalami penurunan yang signifikan tetapi di kuartal keempat sebagian besar mengalami kenaikan kunjungan pada masing-masing *website* toko online. Tokopedia dan Shopee terus mengalami kenaikan kunjungan pada 2020 tetapi lain halnya dengan Bukalapak yang hampir terus mengalami penurunan di setiap kuartal. Meskipun pada tahun 2020 di kuartal ke empat mengalami tren kenaikan.

Bukalapak merupakan salah satu model *e-commerce Customer-To Customer* (C2C). Model ini yang paling banyak diterapkan dan di temukan pada situs *e-commerce* di Indonesia (Eko et al., 2019). Dengan fitur-fitur yang disediakan di aplikasi ini, akan memudahkan para pengguna dalam melakukan transaksi berbelanja secara online. Ada banyak produk yang diperjualbelikan seperti pakaian, barang elektronik, *smartphone*, bahkan sampai makhluk hidup pun diperjualbelikan disini contohnya adalah

ikan hias. Bukalapak menjadi salah satu *marketplace* yang menyediakan itu semua. Bukalapak ini sudah berdiri sejak tahun 2010 dengan target pasar mereka adalah Usaha Kecil Menengah (UKM) untuk merambah ke dunia maya.

Bukalapak mengalami penurunan jumlah kunjungan, berbeda dengan Shopee dan Tokopedia yang terus tumbuh. Penurunan ini mungkin dipengaruhi oleh tanggapan atau ulasan negatif dari pengguna, yang sering kali disampaikan melalui Twitter. Platform ini memungkinkan pengguna melontarkan opini tentang pengalaman mereka dengan layanan Bukalapak, baik positif, negatif, maupun netral. Analisis sentimen terhadap ulasan ini diperlukan untuk memahami persepsi masyarakat terhadap Bukalapak. Namun, volume data ulasan yang besar menghambat efektivitas analisis manual dalam mengidentifikasi sentimen pengguna. Jika sebagian besar ulasan bernada negatif, hal ini dapat berdampak buruk pada persepsi publik dan performa layanan Bukalapak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sentimen pengguna Bukalapak di Twitter secara otomatis dan akurat, guna memberikan wawasan yang dapat mendukung peningkatan layanan.

Beberapa peneliti sebelumnya pernah melakukan penelitian terhadap sentimen analisis dengan berbagai macam algoritma diantaranya adalah penggunaan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) melalui eksperimen dengan data 1.319 *tweets* (457 sentimen positif dan 862 sentimen negatif) yang menunjukkan peningkatan akurasi (Arsi et al., 2021). Dalam penelitian ini, diusulkan algoritma *Feature Selection Particle Swarm Optimization* (PSO) pada klasifikasi model *Support Vector Machine* (SVM) untuk meningkatkan akurasi yang dihasilkan pada analisis sentimen wacana pindah ibu kota.

Algoritma SVM merupakan salah satu algoritma machine learning yang menerapkan pendekatan berbasis supervised learning yang digunakan untuk masalah pengklasifikasian serta regresi. SVM ini pula merupakan sebuah perangkat metode pembelajaran yang menganalisis data dengan menggunakan pola (Giovani et al., 2020). Algoritma ini bertujuan untuk memberikan nilai dari banyaknya kata yang muncul serta dapat diklasifikasikan dengan pelabelan ke arah positif atau negatif.

Penelitian lain memanfaatkan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dalam menganalisis sentimen dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan diuji menggunakan metode *10-Fold Cross Validation* (Darmawan et al., 2022). Melihat hasil dari penelitiannya tersebut menghasilkan tingkat akurasi tertinggi sebesar daripada hanya menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) saja. Peneliti sebelumnya melakukan penelitian dengan judul Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan *Support Vector Machine* Berbasis *Particle Swarm Optimization* dilakukan oleh Valentino Kevin Sitanayah Que, Ade Iriani, dan Hindriyanto Dwi Purnomo (2020). Penelitian tersebut mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan *10 k-fold Cross Validation* mendapatkan hasil akurasi yang terbaik dengan metode *Support Vector Machine* sebesar 95,46% dan AUC 0,979 (*excellent classification*). Sedangkan jika dipadukan antara *Support Vector Machine* dan *Particle Swarm Optimization* mendapatkan akurasi sebesar 96,04% dan AUC 0,993 (*excellent classification*). Adapun penelitian lain oleh Rissa Nurfitriana Handayani (Handayani, 2021) dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan dilakukan optimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) mendapat tingkat akurasi sebesar 88,89% dengan kategori *excellent classification*.

Dari penelitian sebelumnya, ada beberapa perbedaan penggunaan metode untuk dapat menganalisis sentimen pada sosial media Twitter dengan berbagai macam permasalahan. Metode *Support Vector Machine* (SVM) dirasa cukup baik dalam melakukan klasifikasi komentar positif dan negatif. Selain memiliki konsep yang relatif simpel, metode ini mampu menghasilkan klasifikasi yang baik meskipun penggunaan *data training* yang relatif sedikit (Ichwan et al., 2019). Kemudian metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan sebagai optimasi yang membuat hasil perhitungan menjadi lebih akurat. Pada penelitian ini akan menggunakan dua metode tersebut untuk dilakukan analisis sentimen pada Twitter dengan objek yang akan diambilnya adalah mengenai ulasan *marketplace* Bukalapak. Banyaknya dataset yang didapat akan berpengaruh pada keakuratan data, karena semakin banyak data yang bisa dijadikan sebagai dataset maka semakin baik.

Oleh karena itu, dari permasalahan yang sudah disebutkan diatas kami akan mengangkat permasalahan tersebut ke dalam sebuah penelitian dengan judul “Optimasi *Support Vector Machines* (SVM) Menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) Pada Analisis Sentimen Ulasan Pengguna Layanan Bukalapak Di Twitter”.

## METODE

Model penelitian ini adalah termasuk metode penelitian yang menggunakan metode kuantitatif. Penelitian yang menggunakan metode kuantitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada sampel tertentu. Metode kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh dari hasil perhitungan bobot vektor yang didapat dari metode *Support Vector Machines* (SVM). Tidak hanya bobot vektor saja tetapi juga bias dari setiap atribut pun harus diketahui nilai masing-masing. Selain itu, dalam perhitungan optimasi yang dilakukan oleh metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dilakukan menggunakan data kuantitatif berupa angka dari parameter *velocity* (kecepatan), posisi, serta *local best* dan *global best*.

Metode pemilihan sampel yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan *mining* data komentar/*tweet* dari sosial media yaitu Twitter. Penelitian ini membutuhkan data sampling yang cukup banyak untuk keperluan sebagai *data training*. Oleh karena itu, sebagian dataset diambil dari website bernama *kaggle.com* dalam pemilihan data sampel bagi *data training* dan *data testing*. Kami mendapat sejumlah dataset *tweet* pengguna Twitter terkait Bukalapak dengan rentang waktu 2010 sampai 2022. Mengingat batasan dari rentang waktu yang akan diteliti, kami hanya menggunakan dataset tersebut dari rentang waktu 2019 sampai 2022.

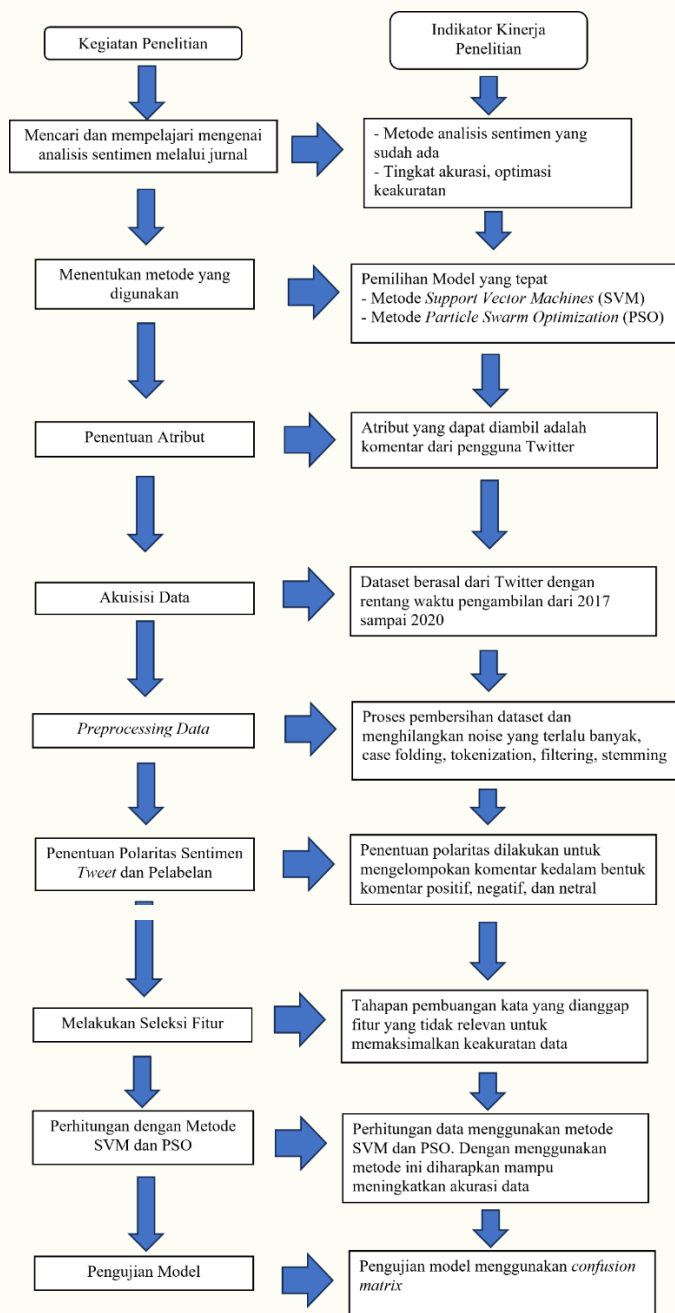
Walaupun pemilihan sampel tersebut sudah dipangkas menjadi 4 tahun, tetapi dataset yang diperoleh berjumlah 10.000 lebih dan kami harus memangkas lagi datanya sampai mendapatkan hasil dibawah 3000 baris dari dataset tersebut. Ini kami lakukan untuk meminimalisir lamanya pada tahap *preprocessing data* karena data yang terlalu banyak. Didalam dataset tersebut ada banyak sekali atribut yang didapat, tetapi beberapa atribut ini dirasa tidak akan digunakan dalam penelitian karena yang kami butuhkan hanya data komentar atau *tweet* saja. Kurang lebih sebanyak 1761 dataset yang akan diolah dalam penelitian ini dirasa cukup dalam hal estimasi proses *preprocessing data*.

Metode pengumpulan data ini menggunakan instrumen penelitian dan analisis data yang bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Metode pengumpulan data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Pengamatan (Observasi), Data Eksternal data dari komentar tentang Bukalapak yang ada di sosial media Twitter. Pengumpulan data dari data eksternal ini didapat dengan menggunakan teknik *mining data*. Data yang didapat dari Twitter tersebut diambil dengan rentang waktu tahun 2019 sampai 2022. Setelah jumlah data yang didapat dirasa cukup untuk penelitian maka kami gunakan untuk dilakukan analisis data tersebut menggunakan model. dan Studi Pustaka yang diperoleh dari mempelajari, meneliti, dan membaca beberapa buku sumber yang terkait penelitian, informasi dari internet, jurnal, skripsi, tesis yang berhubungan dengan penelitian terkait analisis sentimen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kegiatan Penelitian

Kegiatan penelitian ini akan diawali dengan mencari dan mempelajari mengenai sentimen dari jurnal-jurnal sampai pengujian model. Penelitian ini mengenai analisis sentimen masyarakat terhadap Bukalapak melalui sosial media Twitter. Sentimen tersebut didapat dari komentar/*tweet* pengguna Twitter untuk dijadikan bahan analisis.



Gambar 2. Kegiatan Penelitian

### Tahapan Preprocessing Data

Setelah pengambilan dataset dari sosial media Twitter, komentar/*tweet* para pengguna Twitter mengenai Bukalapak akan dilakukan pembersihan data. Hal ini dilakukan untuk memudahkan analisis menggunakan model klasifikasi. Pembersihan data ini berupa penghapusan kata atau kalimat yang mengandung karakter lain selain huruf dan angka serta tautan internet.

### Cleaning data

Tahapan ini merupakan tahapan penghapusan huruf, karakter atau kalimat nonalfabetis untuk menurunkan angka *noise*. Karakter tersebut dapat berupa tanda baca seperti titik (.), koma(,), tanda Tanya (?), tanda baca seru (!) dan simbol-simbol seperti tanda '@' untuk username, hashtag (#). Berikut hasil *cleaning data* yang telah dilakukan.

Tabel 1. Tahiran *Cleaning Data*

No	Komentar/Tweet	Komentar/Tweet yang dibersihkan
1	Pejual Kecewa Pelayanan CS Bukalapak dan Driver Grab yang Memainkan Order Fiktif Saya sebagai penjual atau seller di Bukalapak sangat kecewa akan pelayanan CS Bukalapak dan driver Grab yang memainkan order fiktif.	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif saya sebagai penjual atau seller di bukalapak sangat kecewa akan pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif
2	@bukalapak @danawallet tolong dong ini transaksi apaaa. saya gak lakukan dan langsung saya tarik semua saldo dana. Kecewa banget! Bisa ditelusurin gak?	bukalapak danawallet tolong dong ini transaksi apaaa saya gak lakukan dan langsung saya tarik semua saldo dana kecewa banget bisa ditelusurin gak
3	Terafiliasi Mitra Bukalapak, 'KingKong Meats' Tawarkan Layanan Online Grocery Produk Segar	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar
4	Gue rekomen untuk @bukalapak please, pake jasa kurir Pos Aja @PosAjaOfficial deh karena layanan pengirimannya sat set.	gue rekomen untuk bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh karena layanan pengirimannya sat set
5	@bukalapak iseng2 pakai bukalkpayscale, kena biaya layanan 20rb, vangeke, baru kali ini pake paylater ada biaya sebesar ini. Wkwkwk	bukalapak iseng pakai bukalkpayscale kena biaya layanan rbvangekebaru kali ini pake paylater ada biaya sebesar ini wkwkwk
6	Penjual Mengirim Kardus Kosong, Layanan Bukalapak Tidak Dapat Diandalkan - <a href="https://mediakonsumen.com/2022/12/25/surat-pembaca/penjual-mengirim-kardus-kosong-layanan-bukalapak-tidak-dapat-diandalkan?utm_source=TW&amp;utm_medium=MediaKonsumenID&amp;utm_campaign=medsos...">https://mediakonsumen.com/2022/12/25/surat-pembaca/penjual-mengirim-kardus-kosong-layanan-bukalapak-tidak-dapat-diandalkan?utm_source=TW&amp;utm_medium=MediaKonsumenID&amp;utm_campaign=medsos...</a> CC @BukaBantuan	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak tidak dapat diandalkan cc bukabantuan
7	Waktu itu si belum percaya kalau biaya layanan seller di bukalapak murah banget, pas liat informasi nya jadi percaya kalau bukalapak emang terbaik banget dalam biaya layanan yang murah #BalikBukaAja	waktu itu si belum percaya kalau biaya layanan seller di bukalapak murah banget pas liat informasi nya jadi percaya kalau bukalapak emang terbaik banget dalam biaya layanan yang murah balikbukaaja
8	Ternyata beneran guys jadi seller di bukalapak itu biaya layanan nya murah banget, kemarin temen ku udah bilang tapi masih gak percaya. Eh ternyata banyak bgt buktinya #BalikBukaAja	ternyata beneran guys jadi seller di bukalapak itu biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang tapi masih gak percaya eh ternyata banyak bgt buktinya balikbukaaja
9	Bukalapak emang terbaik dan termantap lah dalam urusan biaya layanan untuk para seller nya. Jadi yuk segera daftarkan usaha kalian di bukalapak #BalikBukaAja	bukalapak emang terbaik dan termantap lah dalam urusan biaya layanan untuk para seller nya jadi yuk segera daftarkan usaha kalian di bukalapak balikbukaaja
10	Yuk guys kita hidupkan dunia UMKM Indonesia biar bisa lebih maju lagi, apalagi sekarang Bukalapak mempermudah layanan biaya nya untuk orang yang mau buka toko di bukalapak #BalikBukaAja	yuk guys kita hidupkan dunia umkm indonesia biar bisa lebih maju lagi apalagi sekarang bukalapak mempermudah layanan biaya nya untuk orang yang mau buka toko di bukalapak balikbukaaja
11	Gaiis kalian klo jualan di marketplace dmn? Klo aku sih di bukalapak, soalnya bukalapak tuh Biaya Layanan nya Paling Murah #BalikBukaAja	gaiis kalian klo jualan di marketplace dmn klo aku sih di bukalapak soalnya bukalapak tuh biaya layanan nya paling murah balikbukaaja
12	di Bukalapak trnyata bnyak cashback nya juga mana Biaya Layanan Paling Murah pula. mending ini dah #BalikBukaAja	di bukalapak trnyata bnyak cashback nya juga mana biaya layanan paling murah pula mending ini dah balikbukaaja
13	Biaya layanan yang kalian anggap enteng itu lama lama bisa jadi jutaan loh kalo dikumpulin, makanya aku milih pake bukalapak aja yang biaya layanannya terbukti murah #BalikBukaAja	biaya layanan yang kalian anggap enteng itu lama lama bisa jadi jutaan loh kalo dikumpulin makanya aku milih pake bukalapak aja yang biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja
14	sebagai seller aku mending di Bukalapak sih krn biaya layanan nya kecil #BalikBukaAja	sebagai seller aku mending di bukalapak sih krn biaya layanan nya kecil balikbukaaja
15	Bukalapak ngasih Biaya layanan udah paling murah banyak diskon plus cashback yakin deh mau ngeborong disini #BalikBukaAja	bukalapak ngasih biaya layanan udah paling murah banyak diskon plus cashback yakin deh mau ngeborong disini balikbukaaja
16	Emang bener dah Bukalapak sangat mepresentasikan slogannya Biaya Layanan Paling Murah, dan ini terbukti guys! #BalikBukaAja	emang bener dah bukalapak sangat mepresentasikan slogannya biaya layanan paling murah dan ini terbukti guys balikbukaaja
17	Yakin deh mo borong disini karena ngasih Biaya layanan paling murah, Bukalapak awesome #BalikBukaAja cuss pantengin!!!	yakin deh mo borong disini karena ngasih biaya layanan paling murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin
18	Keren sih ini bukalapak ngasih diskon + cashback + biaya layanan murah pol, duh aku kan tergoda. Bukalapak #BalikBukaAja The best ya	keren sih ini bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh aku kan tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya
19	Sebagai seller aku mesti banding bandingin deh mana yang cocok dengan biaya layanan paling murah deh untungnya ketemu lagi ma Bukalapak so aku #BalikBukaAja deh	sebagai seller aku mesti banding bandingin deh mana yang cocok dengan biaya layanan paling murah deh untungnya ketemu lagi ma bukalapak so aku balikbukaaja deh
20	kdg dilema mau jualan di e-commerce krn tambahan biaya layanan yg bisa dibilang agak gede. Mau naikin hrg sesuai biaya layanan jg susah pdhl hrg aslinya udah pas. Akhirnya aku dpt info dari temen, di Bukalapak itu biaya pelayanannya murah bgt dan akhirnya aku #BalikBukaAja deh.	kdg dilema mau jualan di ecommerce krn tambahan biaya layanan yg bisa dibilang agak gede mau naikin hrg sesuai biaya layanan jg susah pdhl hrg aslinya udah pas akhirnya aku dpt info dari temen di bukalapak itu biaya pelayanannya murah bgt dan akhirnya aku balikbukaaja deh
21	Bukalapak pengertian bgt, ga mungut biaya layanan. Udah paling bener #BalikBukaAja sekarang	bukalapak pengertian bgt ga mungut biaya layanan udah paling bener balikbukaaja sekarang
22	Bukalapak tuh andalanku banget kalo mau beli barang, udah biaya layanan murah banget lagi #BalikBukaAja	bukalapak tuh andalanku banget kalo mau beli barang udah biaya layanan murah banget lagi balikbukaaja
23	Dimana mana skrg ecommerce biaya pelayanan naik, gratis ongkir susah, jadi aku ke Bukalapak aka Biaya layanan lebih murah #BalikBukaAja udah pasti gratis ongkir terus banyak cashback lagi...	dimana mana skrg ecommerce biaya pelayanan naik gratis ongkir susah jadi aku ke bukalapak aka biaya layanan lebih murah balikbukaaja udah pasti gratis ongkir terus banyak cashback lagi
24	Bukalapak emng enak dari yg paling enak buat jualan. Biaya layanan murah jd ga rugi #BalikBukaAja	bukalapak emng enak dari yg paling enak buat jualan biaya layanan murah jd ga rugi balikbukaaja

25	Enak banget jualan di Bukalapak woi bcs Biaya Layanan Paling Murah juga banyak promo mending kalian #BalikBukaAja ak jg sbg seller sukaa bgt	enak banget jualan di bukalapak woi bcs biaya layanan paling murah juga banyak promo mending kalian balikbukaaja ak jg sbg seller sukaa bgt
...	...	...
17	Baik kak transaksi kamu sudah dibantu batalkan, silakan kamu cek kembali ya kak	baik kak transaksi kamu sudah dibantu batalkan silakan kamu cek kembali ya kak
59	Hallo kak Menuk, Terimakasih sudah menghubungi kami kembali. Mohon maaf atas ketidaknyamanannya, saat ini kendala kamu sudah kami bantu konfirmasi ke tim terkait. Silakan cek inbox/spam email kamu secara berkala untuk info lebih lanjut ya.	hallo kak menuk terimakasih sudah menghubungi kami kembali mohon maaf atas ketidaknyamanannya saat ini kendala kamu sudah kami bantu konfirmasi ke tim terkait silakan cek inboxspam email kamu secara berkala untuk info lebih lanjut ya
17	Hai kak, kami infokan bahwa apabila nominal yang kamu pilih tidak tersedia berarti dikhawatirkan sedang dinonaktifkan sementara untuk perbaikan sistem ya kak. Kami sarankan pula agar pastikan selalu aplikasi Bukalapak kami. <a href="http://s45.in/jmD9ZML6">http://s45.in/jmD9ZML6</a>	hai kak kami infokan bahwa apabila nominal yang kamu pilih tidak tersedia berarti dikhawatirkan sedang dinonaktifkan sementara untuk perbaikan sistem ya kak kami sarankan pula agar pastikan selalu aplikasi bukalapak kam
61		

Adapun kode program yang dipakai untuk mendapatkan data *cleaning* tersebut adalah sebagai berikut:

```
def cleanTwt(twt):
    twt = twt.lower()
    twt = twt.strip()
    twt = re.sub('https?:\\/\S+', '', twt)
    twt = re.sub('pic.twitter.com/', '', twt)
    twt = re.compile('<.*?>').sub('', twt)
    twt = re.compile('[%s]' % re.escape(string.punctuation)).sub('', twt)
    twt = re.sub('\s+', ' ', twt)
    twt = re.sub(r'[[0-9]*\]', ' ', twt)
    twt = re.sub(r'\w\s', ' ', twt)
    twt = re.sub(r'\d', ' ', twt)
    twt = re.sub(r'\s+', ' ', twt)
    return twt
```

### Tokenizing

Setelah melewati tahapan *cleaning data* atau *case folding*, proses selanjutnya akan dilakukan pemecahan perkata menjadi bentuk token.

Tabel 2. Tahapan *Preprocessing Data Tokenizing*

No	Komentar/Tweet yang dibersihkan	Token
1	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif saya sebagai penjual atau seller di bukalapak sangat kecewa akan pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif	['pejual', 'kecewa', 'pelayanan', 'cs', 'bukalapak', 'dan', 'driver', 'grab', 'yang', 'memainkan', 'order', 'fiktif', 'saya', 'sebagai', 'penjual', 'atau', 'seller', 'di', 'bukalapak', 'sangat', 'kecewa', 'akan', 'pelayanan', 'cs', 'bukalapak', 'dan', 'driver', 'grab', 'yang', 'memainkan', 'order', 'fiktif']
2	bukalapak danawallet tolong dong ini transaksi apaaa saya gak lakukan dan langsung saya tarik semua saldo dana kecewa banget bisa ditelusurin gak	['bukalapak', 'danawallet', 'tolong', 'dong', 'ini', 'transaksi', 'apaaa', 'saya', 'gak', 'lakukan', 'dan', 'langsung', 'saya', 'tarik', 'semua', 'saldo', 'dana', 'kecewa', 'banget', 'bisa', 'ditelusurin', 'gak']
3	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar	['terafiliasi', 'mitra', 'bukalapak', 'kingkong', 'meats', 'tawarkan', 'layanan', 'online', 'grocery', 'produk', 'segar']
4	gue rekomen untuk bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh karena layanan pengirimannya sat set	['gue', 'rekomen', 'untuk', 'bukalapak', 'please', 'pake', 'jasa', 'kurir', 'pos', 'aja', 'posajaofficial', 'deh', 'karena', 'layanan', 'pengirimannya', 'sat', 'set']
5	bukalapak iseng pakai bukalpakpaylater kena biaya layanan rbvngkebaru kali ini pake paylater ada biaya sebesar ini wkwkwk	['bukalapak', 'iseng', 'pakai', 'bukalpakpaylater', 'kena', 'biaya', 'layanan', 'rbvngkebaru', 'kali', 'ini', 'pake', 'paylater', 'ada', 'biaya', 'sebesar', 'ini', 'wkwkwk']
6	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak tidak dapat diandalkan cc bukabantuan	['penjual', 'mengirim', 'kardus', 'kosong', 'layanan', 'bukalapak', 'tidak', 'dapat', 'diandalkan', 'cc', 'bukabantuan']
7	waktu itu si belum percaya kalau biaya layanan seller di bukalapak murah banget pas liat informasi nya jadi percaya kalau bukalapak emang terbaik banget dalam biaya layanan yang murah balikbukaaja	['waktu', 'itu', 'si', 'belum', 'percaya', 'kalau', 'biaya', 'layanan', 'seller', 'di', 'bukalapak', 'murah', 'banget', 'pas', 'liat', 'informasi', 'nya', 'jadi', 'percaya', 'kalau', 'bukalapak', 'emang', 'terbaik', 'banget', 'dalam', 'biaya', 'layanan', 'yang', 'murah', 'balikbukaaja']
8	ternyata beneran guys jadi seller di bukalapak itu biaya layanan murah banget kemarin temen ku udah bilang tapi masih gak percaya eh ternyata banyak bgt buktinya balikbukaaja	['ternyata', 'beneran', 'guys', 'jadi', 'seller', 'di', 'bukalapak', 'itu', 'biaya', 'layanan', 'nya', 'murah', 'banget', 'kemarin', 'temen', 'ku', 'udah', 'bilang', 'tapi', 'masih', 'gak', 'percaya', 'eh', 'ternyata', 'banyak', 'bgt', 'buktinya', 'balikbukaaja']

9	bukalapak emang terbaik dan termantap lah dalam urusan biaya layanan untuk para seller nya jadi yuk segera daftarkan usaha kalian di bukalapak balikbukaaja	['bukalapak', 'emang', 'terbaik', 'dan', 'termantap', 'lah', 'dalam', 'urusan', 'biaya', 'layanan', 'untuk', 'para', 'seller', 'nya', 'jadi', 'yuk', 'segera', 'daftarkan', 'usaha', 'kalian', 'di', 'bukalapak', 'balikbukaaja']
10	yuk guys kita hidupkan dunia umkm indonesia biar bisa lebih maju lagi apalagi sekarang bukalapak mempermudah layanan biaya nya untuk orang yang mau buka toko di bukalapak balikbukaaja	['yuk', 'guys', 'kita', 'hidupkan', 'dunia', 'umkm', 'indonesia', 'biar', 'bisa', 'lebih', 'maju', 'lagi', 'apalagi', 'sekarang', 'bukalapak', 'mempermudah', 'layanan', 'biaya', 'nya', 'untuk', 'orang', 'yang', 'mau', 'buka', 'toko', 'di', 'bukalapak', 'balikbukaaja']
11	gais kalian klo jualan di marketplace dmn klo aku sih di bukalapak soalnya bukalapak tuh biaya layanan nya paling murah balikbukaaja	['gais', 'kalian', 'klo', 'jualan', 'di', 'marketplace', 'dmn', 'klo', 'aku', 'sih', 'di', 'bukalapak', 'soalnya', 'bukalapak', 'tuh', 'biaya', 'layanan', 'nya', 'paling', 'murah', 'balikbukaaja']
12	di bukalapak trnyata bnyak cashback nya juga mana biaya layanan paling murah pula mending ini dah balikbukaaja	['di', 'bukalapak', 'trnyata', 'bnyak', 'cashback', 'nya', 'juga', 'mana', 'biaya', 'layanan', 'paling', 'murah', 'pula', 'mending', 'ini', 'dah', 'balikbukaaja']
13	biaya layanan yang kalian anggap enteng itu lama lama bisa jadi jutaan loh kalo dikumpulin makanya aku milih pake bukalapak aja yang biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja	['biaya', 'layanan', 'yang', 'kalian', 'anggap', 'enteng', 'itu', 'lama', 'lama', 'bisa', 'jadi', 'jutaan', 'loh', 'kalo', 'dikumpulin', 'makanya', 'aku', 'milih', 'pake', 'bukalapak', 'aja', 'yang', 'biaya', 'layanannya', 'terbukti', 'murah', 'balikbukaaja']
14	sebagai seller aku mending di bukalapak sih krn biaya layanan nya kecil balikbukaaja	['sebagai', 'seller', 'aku', 'mending', 'di', 'bukalapak', 'sih', 'krn', 'biaya', 'layanan', 'nya', 'kecil', 'balikbukaaja']
15	bukalapak ngasih biaya layanan udah paling murah banyak diskon plus cashback yakin deh mau ngeborong disini balikbukaaja	['bukalapak', 'ngasih', 'biaya', 'layanan', 'udah', 'paling', 'murah', 'banyak', 'diskon', 'plus', 'cashback', 'yakin', 'deh', 'mau', 'ngeborong', 'disini', 'balikbukaaja']
...	...	...
1759	baik kak transaksi kamu sudah dibantu batalkan silakan kamu cek kembali ya kak	['baik', 'kak', 'transaksi', 'kamu', 'sudah', 'dibantu', 'batalkan', 'silakan', 'kamu', 'cek', 'kembali', 'ya', 'kak']
1760	hallo kak menuk terimakasih sudah menghubungi kami kembali mohon maaf atas ketidaknyamanannya saat ini kendala kamu sudah kami bantu konfirmasi ke tim terkait silakan cek inboxspam email kamu secara berkala untuk info lebih lanjut ya	['hallo', 'kak', 'menuk', 'terimakasih', 'sudah', 'menghubungi', 'kami', 'kembali', 'mohon', 'maaf', 'atas', 'ketidaknyamanannya', 'saat', 'ini', 'kendala', 'kamu', 'sudah', 'kami', 'bantu', 'konfirmasi', 'ke', 'tim', 'terkait', 'silakan', 'cek', 'inboxspam', 'email', 'kamu', 'secara', 'berkala', 'untuk', 'info', 'lebih', 'lanjut', 'ya']
1761	hai kak kami infokan bahwa apabila nominal yang kamu pilih tidak tersedia berarti dikhawatirkan sedang dinonaktifkan sementara untuk perbaikan sistem ya kak kami sarankan pula agar pastikan selalu aplikasi bukalapak kam	['hai', 'kak', 'kami', 'infokan', 'bahwa', 'apabila', 'nominal', 'yang', 'kamu', 'pilih', 'tidak', 'tersedia', 'berarti', 'dikhawatirkan', 'sedang', 'dininaktifkan', 'sementara', 'untuk', 'perbaikan', 'sistem', 'ya', 'kak', 'kami', 'sarankan', 'pula', 'agar', 'pastikan', 'selalu', 'aplikasi', 'bukalapak', 'kam']

Kode program yang dipakai untuk mendapat data yang sudah dilakukan *tokenizing* ini dilakukan dengan membuat sebuah *function* sebagai berikut:

```
def getToken(twt):
```

```
    a = word_tokenize(twt)
```

```
    return a
```

### Filtering (Stopwords Removal)

Tahapan filtering ini merupakan tahapan untuk mengambil kata-kata penting pada token. Kata tersebut akan diabaikan dalam pemrosesan dan disimpan dalam bentuk stop list.

Tabel 3. Tahapan *Stopwords*

No	Komentar/Tweet yang dibersihkan	Text Stopwords
1	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif saya sebagai penjual atau seller di bukalapak sangat kecewa akan pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif	['pejual', 'kecewa', 'pelayanan', 'cs', 'bukalapak', 'driver', 'grab', 'memainkan', 'order', 'fiktif', 'penjual', 'seller', 'bukalapak', 'kecewa', 'pelayanan', 'cs', 'bukalapak', 'driver', 'grab', 'memainkan', 'order', 'fiktif']
2	bukalapak danawallet tolong dong ini transaksi apaaa saya gak lakukan dan langsung saya tarik semua saldo dana kecewa banget bisa ditelusurin gak	['bukalapak', 'danawallet', 'tolong', 'transaksi', 'apaaa', 'gak', 'lakukan', 'langsung', 'tarik', 'saldo', 'dana', 'kecewa', 'banget', 'ditelusurin', 'gak']
3	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar	['terafiliasi', 'mitra', 'bukalapak', 'kingkong', 'meats', 'tawarkan', 'layanan', 'online', 'grocery', 'produk', 'segar']
4	gue rekomen untuk bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh karena layanan pengirimannya sat set	['gue', 'rekomen', 'bukalapak', 'please', 'pake', 'jasa', 'kurir', 'pos', 'aja', 'posajaofficial', 'deh', 'karena', 'layanan', 'pengirimannya', 'sat', 'set']
5	bukalapak iseng pakai bukalpakpaylater kena biaya layanan rbvangebaru kali ini pake paylater ada biaya sebesar ini wkwkwk	['bukalapak', 'iseng', 'pakai', 'bukalpakpaylater', 'kena', 'biaya', 'layanan', 'rbvangebaru', 'kali', 'pake', 'paylater', 'biaya', 'wkwkwk']
6	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak tidak dapat diandalkan cc bukabantuan	['penjual', 'mengirim', 'kardus', 'kosong', 'layanan', 'bukalapak', 'tidak', 'dapat', 'diandalkan', 'cc', 'bukabantuan']
7	waktu itu si belum percaya kalau biaya layanan seller di bukalapak murah banget pas liat informasi nya jadi percaya kalau bukalapak emang terbaik banget dalam biaya layanan yang murah balikbukaaja	['si', 'percaya', 'biaya', 'layanan', 'seller', 'bukalapak', 'murah', 'banget', 'pas', 'liat', 'informasi', 'nya', 'percaya', 'bukalapak', 'emang', 'terbaik', 'banget', 'biaya', 'layanan', 'murah', 'balikbukaaja']
8	ternyata beneran guys jadi seller di bukalapak itu biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang tapi masih gak percaya eh ternyata banyak bgt buktinya balikbukaaja	['beneran', 'guys', 'seller', 'bukalapak', 'biaya', 'layanan', 'nya', 'murah', 'banget', 'kemarin', 'temen', 'ku', 'udah', 'bilang', 'gak', 'percaya', 'eh', 'bgt', 'buktinya', 'balikbukaaja']



9	bukalapak emang terbaik dan termantap lah dalam urusan biaya layanan untuk para seller nya jadi yuk segera daftarkan usaha kalian di bukalapak balikbukaaja	['bukalapak', 'emang', 'terbaik', 'termantap', 'urusan', 'biaya', 'layanannya', 'seller', 'nya', 'yuk', 'daftarkan', 'usaha', 'bukalapak', 'balikbukaaja']
10	yuk guys kita hidupkan dunia umkm indonesia biar bisa lebih maju lagi apalagi sekarang bukalapak mempermudah layanan biaya nya untuk orang yang mau buka toko di bukalapak balikbukaaja	['yuk', 'guys', 'hidupkan', 'dunia', 'umkm', 'indonesia', 'biar', 'maju', 'bukalapak', 'mempermudah', 'layanannya', 'biaya', 'nya', 'orang', 'buka', 'toko', 'bukalapak', 'balikbukaaja']
11	gaisis kalian klo jualan di marketplace dmn klo aku sih di bukalapak soalnya bukalapak tuh biaya layanannya paling murah balikbukaaja	['gaisis', 'klo', 'jualan', 'marketplace', 'dmn', 'klo', 'aku', 'sih', 'bukalapak', 'bukalapak', 'tuh', 'biaya', 'layanannya', 'nya', 'murah', 'balikbukaaja']
12	di bukalapak ternyata bnyak cashback nya juga mana biaya layanan paling murah pula mending ini dah balikbukaaja	['bukalapak', 'trnyata', 'bnyak', 'cashback', 'nya', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'mending', 'dah', 'balikbukaaja']
13	biaya layanan yang kalian anggap enteng itu lama lama bisa jadi jutaan loh kalo dikumpulin makanya aku milih pake bukalapak aja	['biaya', 'layanannya', 'anggap', 'enteng', 'jutaan', 'loh', 'kalo', 'dikumpulin', 'milih', 'pake', 'bukalapak', 'aja', 'biaya', 'layanannya', 'terbukti', 'murah', 'balikbukaaja']
14	sebagai seller aku mending di bukalapak sih krn biaya layanannya kecil balikbukaaja	['seller', 'mending', 'bukalapak', 'sih', 'krn', 'biaya', 'layanannya', 'nya', 'balikbukaaja']
15	bukalapak ngasih biaya layanannya udah paling murah banyak diskon plus cashback yakin deh mau ngeborong disini balikbukaaja	['bukalapak', 'ngasih', 'biaya', 'layanannya', 'udah', 'murah', 'diskon', 'plus', 'cashback', 'deh', 'mau', 'ngeborong', 'disini', 'balikbukaaja']
16	emang bener dah bukalapak sangat mempresentasikan slogannya biaya layanannya paling murah dan ini terbukti guys balikbukaaja	['emang', 'bener', 'dah', 'bukalapak', 'mepresentasikan', 'slogannya', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'terbukti', 'guys', 'balikbukaaja']
17	yakin deh mo borong disini karena ngasih biaya layanan paling murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin	['deh', 'mo', 'borong', 'ngasih', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'bukalapak', 'awesome', 'balikbukaaja', 'cuss', 'pantengin']
18	keren sih ini bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh aku kan tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya	['keren', 'sih', 'bukalapak', 'ngasih', 'diskon', 'cashback', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'pol', 'duh', 'tergoda', 'bukalapak', 'balikbukaaja', 'the', 'best', 'ya']
19	sebagai seller aku mesti banding bandingin deh mana yang cocok dengan biaya layanannya paling murah deh untungnya ketemu lagi ma bukalapak so aku balikbukaaja deh	['seller', 'mesti', 'banding', 'bandingin', 'deh', 'mana', 'yang', 'cocok', 'dengan', 'biaya', 'layanannya', 'paling', 'murah', 'deh', 'untungnya', 'ketemu', 'lagi', 'ma', 'bukalapak', 'so', 'aku', 'balikbukaaja', 'deh']
20	kdg dilema mau jualan di ecommerce krn tambahan biaya layanan yg bisa dibbilang agak gede mau naikin hrg sesuai biaya layanan jg susah pdhl hrg aslinya udah pas akhirnya aku dpt info dari temen di bukalapak itu biaya pelayanannya murah bgt dan akhirnya aku balikbukaaja deh	['kdg', 'dilema', 'jualan', 'ecommerce', 'krn', 'tambahan', 'biaya', 'layanannya', 'yg', 'dibbilang', 'agk', 'gede', 'mau', 'naikin', 'hrng', 'sesuai', 'biaya', 'layanannya', 'jg', 'susah', 'pdhl', 'hrng', 'aslinya', 'udah', 'pas', 'dpt', 'info', 'temen', 'bukalapak', 'biaya', 'pelayanannya', 'murah', 'bgt', 'balikbukaaja', 'deh']
21	bukalapak pengertian bgt ga mungut biaya layanannya udah paling bener balikbukaaja sekarang	['bukalapak', 'pengertian', 'bgt', 'ga', 'mungut', 'biaya', 'layanannya', 'udah', 'bener', 'balikbukaaja']
22	bukalapak tuh andalanku banget kalo mau beli barang udah biaya layanannya murah banget lagi balikbukaaja	['bukalapak', 'tuh', 'andalanku', 'banget', 'kalo', 'mau', 'beli', 'barang', 'udah', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'banget', 'balikbukaaja']
23	dimana mana skrg ecomerce biaya pelayanannya naik gratis ongkir susah jadi aku ke bukalapak aka biaya layanannya lebih murah balikbukaaja udah pasti gratis ongkir terus banyak cashback lagi	['dimana', 'skrg', 'ecomerce', 'biaya', 'pelayanannya', 'gratis', 'ongkir', 'susah', 'jadi', 'aku', 'ke', 'bukalapak', 'aka', 'biaya', 'layanannya', 'lebih', 'murah', 'balikbukaaja', 'udah', 'pasti', 'gratis', 'ongkir', 'terus', 'banyak', 'cashback', 'lagi']
24	bukalapak emng enak dari yg paling enak buat jualan biaya layanannya murah jd ga rugi balikbukaaja	['bukalapak', 'emng', 'enak', 'dari', 'yg', 'paling', 'enak', 'buat', 'jualan', 'biaya', 'layanannya', 'murah', 'jd', 'ga', 'rugi', 'balikbukaaja']
25	enak banget jualan di bukalapak woi bcs biaya layanannya paling murah juga banyak promo mending kalian balikbukaaja ak jg sbg seller sukaa bgt	['enak', 'banget', 'jualan', 'di', 'bukalapak', 'woi', 'bcs', 'biaya', 'layanannya', 'paling', 'murah', 'juga', 'banyak', 'promo', 'mending', 'kalian', 'balikbukaaja', 'ak', 'jg', 'sbg', 'seller', 'sukaa', 'bgt']
...	...	...
1759	baik kak transaksi kamu sudah dibantu batalkan silakan kamu cek kembali ya kak	['kak', 'transaksi', 'dibantu', 'batalkan', 'silakan', 'cek', 'ya', 'kak']
1760	hallo kak menuk terimakasih sudah menghubungi kami kembali mohon maaf atas ketidaknyamanannya saat ini kendala kamu sudah kami bantu konfirmasi ke tim terkait silakan cek inboxspam email kamu secara berkala untuk info lebih lanjut ya	['hallo', 'kak', 'menuk', 'terimakasih', 'sudah', 'menghubungi', 'kami', 'mohon', 'maaf', 'atas', 'ketidaknyamanannya', 'saat', 'ini', 'kendala', 'kamu', 'sudah', 'kami', 'bantu', 'konfirmasi', 'ke', 'tim', 'terkait', 'silakan', 'cek', 'inboxspam', 'email', 'kamu', 'secara', 'berkala', 'untuk', 'info', 'lebih', 'lanjut', 'ya']
1761	hai kak kami infokan bahwa apabila nominal yang kamu pilih tidak tersedia berarti dikhawatirkan sedang dinonaktifkan sementara untuk perbaikan sistem ya kak kami sarankan pula agar pastikan selalu aplikasi bukalapak kam	['hai', 'kak', 'infokan', 'nominal', 'pilih', 'tersedia', 'dikhawatirkan', 'diconaktifkan', 'perbaikan', 'sistem', 'ya', 'kak', 'sarankan', 'pastikan', 'aplikasi', 'bukalapak', 'kam']

Berikut adalah kode program yang berupa function sehingga didapatkan data hasil *filtering* / *stopword removal*:

*def* *stopword*(*tw*):

*a* = [*word* for *word* in *tw* if not *word* in *stopwords.words('indonesian')*]

*return a*

### Stemming

Pada tahapan ini akan menghilangkan kata dari hasil *filtering*. Dalam proses stemming ini akan mengubah kata imbuhan menjadi kata dasarnya

Tabel 4. Proses *Stemming*

No	Komentar/Tweet yang dibersihkan	Stemming
1	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif saya sebagai penjual atau seller di bukalapak sangat kecewa akan pelayanan cs bukalapak dan driver grab yang memainkan order fiktif	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif penjual seller bukalapak kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif
2	bukalapak danawallet tolong dong ini transaksi apaaa saya gak lakukan dan langsung saya tarik semua saldo dana kecewa banget bisa ditelusurin gak	bukalapak danawallet tolong transaksi apaaa gak lakukan langsung tarik saldo dana kecewa banget ditelusurin gak
3	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar
4	gue rekomen untuk bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh karena layanan pengirimannya sat set	gue rekomen bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh layanan pengirimannya sit set
5	bukalapak iseng pakai bukalpakpaylater kena biaya layanan rbvangebaru kali ini pake paylater ada biaya sebesar ini wkwkwk	bukalapak iseng pakai bukalpakpaylater kena biaya layanan rbvangebaru kali pake paylater biaya wkwkwk
6	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak tidak dapat diandalkan cc bukabantuan	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak tidak dapat diandalkan cc bukabantuan
7	waktu itu si belum percaya kalau biaya layanan seller di bukalapak murah banget pas liat informasi nya jadi percaya kalau bukalapak emang terbaik banget dalam biaya layanan yang murah balikbukaaja ternyata beneran guys jadi seller di bukalapak itu biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang tapi masih gak percaya eh ternyata banyak bgt buktinya balikbukaaja	si percaya biaya layanan seller bukalapak murah banget pas liat informasi nya percaya bukalapak emang terbaik banget biaya layanan murah balikbukaaja beneran guy seller bukalapak biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang gak percaya eh bgt buktinya balikbukaaja
8	bukalapak emang terbaik dan termantap lah dalam urusan biaya layanan untuk para seller nya jadi yuk segera daftarkan usaha kalian di bukalapak balikbukaaja	bukalapak emang terbaik termantap urusan biaya layanan seller nya yuk daftarkan usaha bukalapak balikbukaaja
9	yuk guys kita hidupkan dunia umkm indonesia biar bisa lebih maju lagi apalagi sekarang bukalapak mempermudah layanan biaya nya untuk orang yang mau buka toko di bukalapak balikbukaaja	yuk guy hidupkan dunia umkm indonesia biar maju bukalapak mempermudah layanan biaya nya orang buka toko bukalapak balikbukaaja
10	gaiis kalian klo jualan di marketplace dmn klo aku sih di bukalapak soalnya bukalapak tuh biaya layanan nya paling murah balikbukaaja di bukalapak trnyata bnyak cashback nya juga mana biaya layanan paling murah pula mending ini dah balikbukaaja	gaiis klo jualan marketplace dmn klo sih bukalapak bukalapak tuh biaya layanan nya murah balikbukaaja bukalapak trnyata bnyak cashback nya biaya layanan murah mend dah balikbukaaja
11	biaya layanan yang kalian anggap enteng itu lama lama bisa jadi jutaan loh kalo dikumpulin makanya aku milih pake bukalapak aja yang biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja	biaya layanan anggap enteng jutaan loh kalo dikumpulin milih pake bukalapak aja biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja
12	sebagai seller aku mending di bukalapak sih krn biaya layanan nya kecil balikbukaaja	seller mend bukalapak sih krn biaya layanan nya balikbukaaja
13	bukalapak ngasih biaya layanan udah paling murah banyak diskon plus cashback yakin deh mau ngeborong disini balikbukaaja	bukalapak ngasih biaya layanan udah murah diskon plus cashback deh ngeborong balikbukaaja
14	emang bener dah bukalapak sangat mepresentasikan slogannya biaya layanan paling murah dan ini terbukti guys balikbukaaja	emang bener dah bukalapak mepresentasikan slogannya biaya layanan murah terbukti guy balikbukaaja
15	yakin deh mo borong disini karena ngasih biaya layanan paling murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin	deh mo borong ngasih biaya layanan murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin
16	keren sih ini bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh aku kan tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya	keren sih bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya
17	sebagai seller aku mesti banding bandingin deh mana yang cocok dengan biaya layanan paling murah deh untungnya ketemu lagi ma bukalapak so aku balikbukaaja deh	seller mesti band bandingin deh cocok biaya layanan murah deh untungnya ketemu ma bukalapak so balikbukaaja deh
18	kdg dilema mau jualan di ecommerce krn tambahan biaya layanan yg bisa dibilang agak gede mau naikin hrg sesuai biaya layanan jg susah pdhl hrg aslinya udah pas akhirnya aku dpt info dari temen di bukalapak itu biaya pelayanannya murah bgt dan akhirnya aku balikbukaaja deh	kdg dilema jualan ecommerce krn tambahan biaya layanan yg dibilang gede naikin hrg sesuai biaya layanan jg susah pdhl hrg aslinya udah pas dpt info temen bukalapak biaya pelayanannya murah bgt balikbukaaja deh
19	bukalapak pengertian bgt ga mungut biaya layanan udah paling bener balikbukaaja sekarang	bukalapak pengertian bgt ga mungut biaya layanan udah bener balikbukaaja
20	bukalapak tuh andalanku banget kalo mau beli barang udah biaya layanan murah banget lagi balikbukaaja	bukalapak tuh andalanku banget kalo beli barang udah biaya layanan murah banget balikbukaaja
21	dimana mana skrg ecomerce biaya pelayanan naik gratis ongkir susah jadi aku ke bukalapak aka biaya layanan lebih murah balikbukaaja udah pasti gratis ongkir terus banyak cashback lagi	dimana skrg ecomerce biaya pelayanan gratis ongkir susah bukalapak aka biaya layanan murah balikbukaaja udah gratis ongkir cashback
22	bukalapak emng enak dari yg paling enak buat jualan biaya layanan murah jd ga rugi balikbukaaja	bukalapak emng enak yg enak jualan biaya layanan murah jd ga rugi balikbukaaja
23	enak banget jualan di bukalapak woi bcs biaya layanan paling murah juga banyak promo mending kalian balikbukaaja ak jg sbg seller sukaa bgt	enak banget jualan bukalapak woi bcs biaya layanan murah promo mend balikbukaaja ak jg sbg seller sukaa bgt
24	...	...
1759	baik kak transaksi kamu sudah dibantu batalkan silakan kamu cek kembali ya kak	kak transaksi dibantu batalkan silakan cek ya kak
1760	hallo kak menuk terimakasih sudah menghubungi kami kembali mohon maaf atas ketidaknyamanannya saat ini kendala kamu sudah kami bantu konfirmasikan ke tim terkait silakan cek inboxspam email kamu secara berkala untuk info lebih lanjut ya	hallo kak menuk terimakasih menghubungi mohon maaf ketidaknyamanannya kendala bantu konfirmasikan tim terkait silakan cek inboxspam email berkala info ya
1761	hai kak kami infokan bahwa apabila nominal yang kamu pilih tidak tersedia berarti dikhawatirkan sedang dinonaktifkan sementara untuk perbaikan sistem ya kak kami sarankan pula agar pastikan selalu aplikasi bukalapak kam	hai kak infokan nominal pilih tersedia dikhawatirkan dinonaktifkan perbaikan sistem ya kak sarankan pastikan aplikasi bukalapak kam

Hasil dari perhitungan stemming dilakukan dengan kode program yang sudah kami buat dengan model *function* sebagai berikut:

```
def lemmatizer(twt):
    word_pos_tags = nltk.pos_tag(twt)
    a = [wl.lemmatize(py_words, pos = "v") for py_words in twt]
    return " ".join(a)
# Hasil akhir preprocessor
def finalpreprocess(twt):
    return lemmatizer(stopword(getToken(cleanTwt(twt))))
df['Cleaned_Tweets'] = df['Tweets'].apply(lambda x: finalpreprocess(x))
```

**Pelabelan**

Dalam tahap ini akan menunjukkan hasil sentimen dari setiap komentar/*tweet*. Pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pengelompokan sentimen yang dapat dilihat dengan kata yang menunjukkan positif, negatif, dan netral.

Tabel 5. Proses Penentuan Sentimen

No	Komentar/Tweet yang dibersihkan	Sentimen
1	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif penjual seller bukalapak kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif	Negatif
2	bukalapak danawallet tolong transaksi apaaa gak lakukan langsung tarik saldo dana kecewa banget ditelusurin gak	Negatif
3	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar	Positif
4	gue rekomen bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh layanan pengirimannya sit set	Netral
5	bukalapak iseng pakai bukalapakpaylater kena biaya layanan rbvangekebaru kali pake paylater biaya wkwkwk	Netral
6	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak diandalkan cc bukabantuan	Negatif
7	si percaya biaya layanan seller bukalapak murah banget pas liat informasi nya percaya bukalapak emang terbaik banget biaya layanan murah balikbukaaja	Positif
8	beneran guy seller bukalapak biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang gak percaya eh bgt buktinya balikbukaaja	Positif
9	bukalapak emang terbaik termantap urusan biaya layanan seller nya yuk daftarkan usaha bukalapak balikbukaaja	Positif
10	yuk guy hidupkan dunia umkm indonesia biar maju bukalapak mempermudah layanan biaya nya orang buka toko bukalapak balikbukaaja	Netral
11	gaiis klo jualan marketplace dmn klo sih bukalapak bukalapak tuh biaya layanan nya murah balikbukaaja	Positif
12	bukalapak trnyata bnyak cashback nya biaya layanan murah mend dah balikbukaaja	Positif
13	biaya layanan anggap enteng jutaan loh kalo dikumpulin milih pake bukalapak aja biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja	Positif
14	seller mend bukalapak sih krn biaya layanan nya balikbukaaja	Netral
15	bukalapak ngasih biaya layanan udah murah diskon plus cashback deh ngeborong balikbukaaja	Positif
16	emang bener dah bukalapak mepresentasikan slogannya biaya layanan murah terbukti guy balikbukaaja	Positif
17	deh mo borong ngasih biaya layanan murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin	Positif
18	keren sih bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya	Positif
...	...	...
1715	hallo kak perihal kendala mohon infokan nomor transaksi ya bantu cek	Netral
1716	hallo kak dyah transaksi bantu masukan resi pengiriman ya silakan cek	Netral
1717	kak bantu pengecekan ya mohon sedianya menunggu	Netral
1718	kak transaksi dibantu batalkan silakan cek ya kak	Netral
1719	hallo kak menuk terimakasih menghubungi mohon maaf ketidaknyamanannya kendala bantu konfirmasi tim terkait silakan cek inboxspam email berkala info ya	Negatif
1720	hai kak infokan nominal pilih tersedia dikhawatirkan dinonaktifkan perbaikan sistem ya kak sarankan pastikan aplikasi bukalapak kam	Netral

Penentuan dari sentimen ini menggunakan kode program seperti dibawah. Tahap pertama dilakukan pengecekan duplikasi pada komentar. Setelah itu, proses selanjutnya adalah dibuat sebuah *function* untuk membuat polaritas agar komentar tersebut dikelompokan pada sentimen positif, negatif, dan netral.

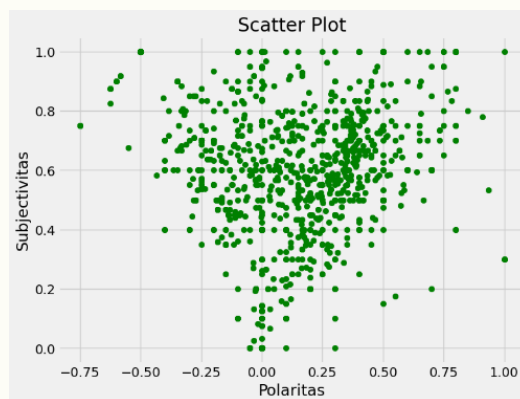
Penghapusan baris yang duplikat.

```
df = pd.DataFrame(df['Cleaned_Tweets'], columns=['Cleaned_Tweets'])
df.drop_duplicates(inplace=True)
idx = list(range(0, len(df)))
df = df.set_index(pd.Index(idx))
```

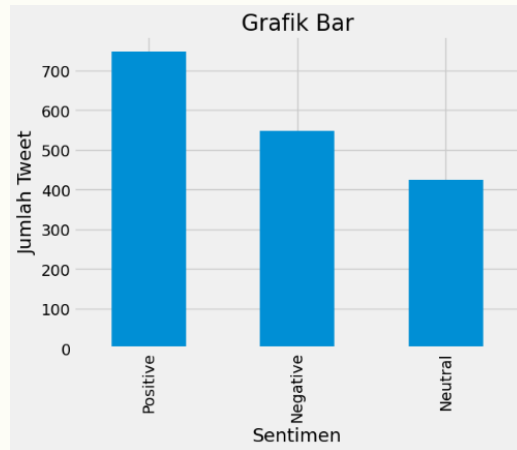
Pembuatan function untuk membuat polaritas.

```
def getSubjectivity(twt):  
    try:  
        blob = TextBlob(twt)  
        blob = blob.translate(from_lang='id', to='en') # translate dari b.indo ke english  
        return blob.sentiment.subjectivity  
    except NotTranslated:  
        return None  
def getPolarity(twt):  
    try:  
        blob = TextBlob(twt)  
        blob = blob.translate(from_lang='id', to='en') # translate dari b.indo ke english  
        return blob.sentiment.polarity  
    except NotTranslated:  
        return None  
df['Subjectivity'] = df['Cleaned_Tweets'].apply(getSubjectivity)  
df['Polarity'] = df['Cleaned_Tweets'].apply(getPolarity)  
Kode program penentuan sentimen  
def getSentiment(value):  
    if value < 0:  
        return 'Negative'  
    elif value > 0:  
        return 'Positive'  
    else:  
        return 'Neutral'
```

Pada tabel 5 memperlihatkan hasil sentimen dengan berdasarkan polaritas dari setiap komentar/*tweet* pengguna Twitter. Dampak dari proses ini terjadi pengurangan jumlah dataset yang semula adalah 1761 menjadi 1720. Ini dikarenakan adanya data duplikat sehingga terjadi pengurangan jumlah dataset. Dibawah ini pun merupakan gambar berupa grafik dari penentuan polaritas keseluruhan data. Grafik tersebut belum dilakukan pemisahan warna dari polaritas serta grafik penentuan jumlah dari setiap kategori.



Gambar 3. Grafik Penempatan Komentar/*Tweet* Sesuai dengan Polaritas dan Subjektifitasnya

Gambar 4. Grafik Jumlah *Tweet* Per Kategori

Penentuan grafik *scatter plot* dan grafik bar ini pun kami menggunakan kode program sebagai berikut:

Penentuan grafik *scatter plot*

```
plt.style.use('fivethirtyeight')
```

```
plt.figure(figsize = (8,6))
```

```
for i in range(0, len(df)):
```

```
plt.scatter(df['Polarity'][i], df['Subjectivity'][i], color = 'green')
```

```
plt.title('Scatter Plot')
```

```
plt.xlabel('Polaritas')
```

```
plt.ylabel('Subjektivitas')
```

```
plt.show()
```

Penentuan grafik bar

```
df['Sentiment'].value_counts().plot(kind='bar')
```

```
plt.title('Grafik Bar')
```

```
plt.xlabel('Sentimen')
```

```
plt.ylabel('Jumlah Tweet')
```

```
plt.show()
```

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pelabelan data. Tahapan ini akan melakukan penambahan label untuk setiap komentar sesuai dengan sentimennya masing-masing. Untuk sentimen negatif akan digunakan label 0, kemudian untuk sentimen positif akan digunakan label 1, dan untuk sentimen netral akan digunakan label 2.

1. Sentimen negatif akan diisi dengan label 0
2. Sentimen positif akan diisi dengan label 1
3. Sentimen netral akan diisi dengan label 2

Penentuan label dari setiap komentar/tweet yang sudah dilakukan *preprocessing* sampai tahap stemming dan polaritas ini kami menggunakan kode program sebagai berikut:

Penamaan label

```
def getLabel(value):
```

```
if value < 0:
```

```
return 0
```

```
elif value > 0:
```

```
return 1
```

```
else:
```

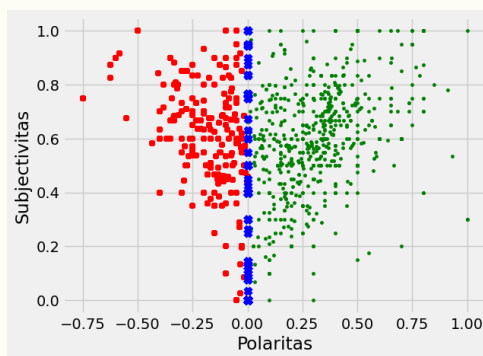
```
return 2
```

```
df['Label'] = df['Polarity'].apply(getLabel)
```

Tabel 6. Tahap Pelabelan Data

No	Komentar/Tweet yang dibersihkan	Sentimen	Label
1	pejual kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif penjual seller bukalapak kecewa pelayanan cs bukalapak driver grab memainkan order fiktif	Negatif	0
2	bukalapak danawallet tolong transaksi apaaa gak lakukan langsung tarik saldo dana kecewa banget ditelusurin gak	Negatif	0
3	terafiliasi mitra bukalapak kingkong meats tawarkan layanan online grocery produk segar	Positif	1
4	gue rekomen bukalapak please pake jasa kurir pos aja posajaofficial deh layanan pengirimannya sit set	Netral	2
5	bukalapak iseng pakai bukalkpakpaylater kena biaya layanan rbvangebaru kali pake paylater biaya wkwkwk	Netral	2
6	penjual mengirim kardus kosong layanan bukalapak diandalkan cc bukabantuan	Negatif	0
7	si percaya biaya layanan seller bukalapak murah banget pas liat informasi nya percaya bukalapak emang terbaik banget biaya layanan murah balikbukaaja	Positif	1
8	beneran guy seller bukalapak biaya layanan nya murah banget kemarin temen ku udah bilang gak percaya eh bgt buktinya balikbukaaja	Positif	1
9	bukalapak emang terbaik termantap urusan biaya layanan seller nya yuk daftarkan usaha bukalapak balikbukaaja	Positif	1
10	yuk guy hidupkan dunia umkm indonesia biar maju bukalapak mempermudah layanan biaya nya orang buka toko bukalapak balikbukaaja	Netral	2
11	gais klo jualan marketplace dmn klo sih bukalapak bukalapak tuh biaya layanan nya murah balikbukaaja	Positif	1
12	bukalapak trnyata bnyak cashback nya biaya layanan murah mend dah balikbukaaja	Positif	1
13	biaya layanan anggap enteng jutaan loh kalo dikumpulin milih pake bukalapak aja biaya layanannya terbukti murah balikbukaaja	Positif	1
14	seller mend bukalapak sih krn biaya layanan nya balikbukaaja	Netral	2
15	bukalapak ngasih biaya layanan udah murah diskon plus cashback deh ngeborong balikbukaaja	Positif	1
16	emang bener dah bukalapak mepresentasikan slogannya biaya layanan murah terbukti guy balikbukaaja	Positif	1
17	deh mo borong ngasih biaya layanan murah bukalapak awesome balikbukaaja cuss pantengin	Positif	1
18	keren sih bukalapak ngasih diskon cashback biaya layanan murah pol duh tergoda bukalapak balikbukaaja the best ya	Positif	1
...	...	...	...
17	hallo kak perihal kendala mohon infokan nomor transaksi ya bantu cek	Netral	2
15			
17	hallo kak dyah transaksi bantu masukan resi pengiriman ya silakan cek	Netral	2
16			
17	kak bantu pengecekan ya mohon sedianya menunggu	Netral	2
17			
17	kak transaksi dibantu batalkan silakan cek ya kak	Netral	2
18			
17	hallo kak menuk terimakasih menghubungi mohon maaf ketidaknyamanannya kendala bantu konfirmasi	Negatif	0
19	tim terkait silakan cek inboxspam email berkala info ya		
17	hai kak infokan nominal pilih tersedia dikhawatirkan dinonaktifkan perbaikan sistem ya kak sarankan	Netral	2
20	pastikan aplikasi bukalapak kam		

Setelah dilakukan pelabelan seperti yang ada pada Tabel 4.7, maka sudah dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan model. Berikut ini akan ditampilkan juga grafik dengan memperlihatkan perbedaan sentimen dan label masing-masing komentar berdasarkan warna.



Gambar 6. Penentuan Perbedaan Label Masing-Masing Sentimen

Di bawah ini adalah kode program dalam menentukan perbedaan label masing-masing sentimen dan hasilnya adalah pada Gambar 6.

```
plt.xlabel('Polaritas')
plt.ylabel('Subjectivitas')
plt.scatter(df0['Polarity'],df0['Subjectivity'], color='red', marker='+')
plt.scatter(df1['Polarity'],df1['Subjectivity'], color='green', marker='.')
plt.scatter(df2['Polarity'],df2['Subjectivity'], color='blue', marker='x')
```

### Perhitungan Model

Dalam penelitian ini menggunakan model dengan metode *Support Vector Machines* (SVM) dan metode optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pengujian pertama akan dilakukan menggunakan metode *Support Vector Machines* (SVM) saja. Pengujian ini akan dilakukan dengan rasio. Pengujian rasio dataset ini akan dilakukan beberapa tahapan.

Model metode *Support Vector Machines* (SVM) ini mempunyai dua parameter yaitu parameter C dan parameter gamma. Dalam tahap pengujian metode *Support Vector Machines* (SVM) saja akan menggunakan parameter C = 1. Perhitungan model ini pun dituangkan dalam bentuk kode program yang telah kami buat.

Memisahkan data menjadi data latih dan data uji. Pembagian data ini adalah dengan menggunakan rasio 80:20. Data latih sebanyak 80% dan data uji sebanyak 20%.

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_filled, label_train, train_size=0.8)
```

Melatih model SVC dengan parameter di tentukan manual C = 1

```
model = SVC(C=1)
```

```
model.fit(X_train, y_train)
```

```
y_pred = model.predict(X_test)
```

Cek akurasi model

```
accuracy = model.score(X_test, y_test)
```

```
print("Akurasi:", accuracy)
```

Untuk penentuan confusion matrix dapat ditampilkan dari kode program sebagai berikut: Kami menggunakan plugin *sklearn* dari python untuk menampilkan data dari confusion matrix.

```
from sklearn.metrics import confusion_matrix
```

```
import seaborn as sns
```

```
cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)
```

```
# Set label kelas
```

```
labels = ['Negatif', 'Positif', 'Netral']
```

```
# Buat plot menggunakan heatmap
```

```
plt.figure(figsize=(6, 4))
```

```
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues', cbar=False, square=True,
            xticklabels=labels, yticklabels=labels)
```

```
# Atur label sumbu x dan y
```

```
plt.xlabel('Label Prediksi')
```

```
plt.ylabel('Label True')
```

```
# Atur judul plot
```

```
plt.title('Pengujian Confusion Matrix')
```

```
# Tampilkan plot
```

```
plt.show()
```

Tabel 7. Pengujian *Confusion Matrix* dengan Metode *Support Vector Machines* (SVM)

	True Positif	True Negatif	True Netral
Pred. Positif	151	0	0
Pred. Negatif	0	101	0
Pred. Netral	4	10	78

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 7, dapat dicari akurasi, *precision*, dan *recall*. Perhitungannya dalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN+TNe}{TP+FP+TN+FN+TNe+FNe} \times 100\% = \frac{151+101+78}{151+0+0+0+101+0+4+10+78} \times 100\% = 95.93\%$$

$$\text{TP Positif} = 151,$$

$$\begin{aligned}
 \text{TP Negatif} &= 101, \\
 \text{TP Netral} &= 78 \\
 \textit{Precision} &= \frac{TP}{TP+FP} \\
 \text{FP Positif} &= 151 / (151+0) = 1 \\
 \text{FP Negatif} &= 101 / (101+0) = 1 \\
 \text{FP Netral} &= 78 / (78+14) = 0.8478 \\
 \text{Total Precision} &= \text{FP Pos} + \text{FP Neg} + \text{FP Net} / \text{Jumlah Kelas} \\
 \textit{Precision} &= (1 + 1 + 0.8478) / 3 = 0.9492 * 100\% = \mathbf{94.92\%} \\
 \textit{Recall} &= \frac{TP}{TP+FN} \\
 \text{FN Positif} &= 151 / (151 + 4) = 0.9742 \\
 \text{FN Negatif} &= 101 / (101 + 10) = 0.9099 \\
 \text{FN Netral} &= 78 / (78 + 0) = 1 \\
 \text{Total Recall} &= \text{FN Pos} + \text{FN Neg} + \text{FN Net} / \text{Jumlah Kelas} \\
 \textit{Recall} &= (0.9742 + 0.9099 + 1) / 3 = 0.9614 * 100\% = \mathbf{96.14\%}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Support Vector Machines* (SVM) saja mendapatkan nilai akurasi sebesar 95,94%, *precision* sebesar 94,92%, dan *recall* sebesar 96,14%. Setelah mendapatkan akurasi, *precision*, dan *recall* menggunakan metode *Support Vector Machines* (SVM) saja, kami melakukan pengujian kembali dengan menambahkan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pada pengujian yang kedua ini dilakukan adanya teknik *feature selection* yang bertujuan untuk menambahkan hasil keakuratan data.

Pada penggunaan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) menambahkan teknik *feature selection*. Untuk menghitungnya pun menggunakan kode program sebagai berikut:

```

scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)
    
```

Tabel 8. Pengujian Dataset dengan Metode *Support Vector Machines* (SVM) dan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO)

	True Positif	True Negatif	True Netral
Pred. Positif	154	0	0
Pred. Negatif	0	99	0
Pred. Netral	1	12	78

Perhitungan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dilakukan dengan kode program berikut ini:

```

# Mendefinisikan function objek function untuk mendapatkan parameter PSO
def objective_function(params):
# Konversi posisi partikel untuk parameter SVM
C = 100
gamma = 100
# Membuat klasifikasi SVM
    
```



```
svm = SVC(C=C, gamma=gamma)
# Menguji klasifikasi SVM
svm.fit(X_train_scaled, y_train)
# Prediksi dalam set tes
y_pred = svm.predict(X_test_scaled)
# Hitung akurasi
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
return -accuracy # Negasi akurasi untuk meminimalisir kesalahan
Kode program terkait perhitungan optimasi Particle Swarm Optimization (PSO)
# Mendefinisikan untuk parameter C dan gamma
bounds = (np.array([0.0, 0.0]), np.array([10.0, 10.0]))
# Menjalankan Optimasi PSO
options = {'c1': 0.5, 'c2': 0.3, 'w': 0.9}
optimizer = GlobalBestPSO(n_particles=10, dimensions=2, bounds=bounds, options=options)
best_params, _ = optimizer.optimize(objective_function, iters=100)
Membuat klasifikasi SVM dengan parameter terbaik
best_svm = SVC(C=_[0], gamma=_[1])
Melatih klasifikasi SVM classifier dengan parameter terbaik
best_svm.fit(X_train_scaled, y_train)
Prediksi dengan menggunakan parameter terbaik pada klasifikasi SVM
y_pred = best_svm.predict(X_test_scaled)
Menghitung akurasi dengan menggunakan parameter terbaik pada klasifikasi SVM
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print("Best accuracy:", accuracy)
```

Berikut ini adalah perhitungan dari akurasi, *precision*, dan *recall* dari pengujian confusion matrix untuk penggunaan metode *Support Vector Machines* (SVM) dengan optimasi menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN+TNe}{TP+FP+TN+FN+TNe+FNc} \times 100\% = \frac{154+99+78}{154+0+0+0+99+0+1+12+78} \times 100\% = 96.22\%$$

TP Positif = 154,

TP Negatif = 99,

TP Netral = 78

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

FP Positif = 154 / (154+0) = 1

FP Negatif = 99 / (99+0) = 1

FP Netral = 78 / (78+13) = 0.8571

Total Precision = FP Pos + FP Neg + FP Net / Jumlah Kelas

$$\text{Precision} = (1 + 1 + 0.8571) / 3 = 0.9524 * 100\% = 95.24\%$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

FN Positif = 154 / (154 + 1) = 0.9935

FN Negatif = 99 / (99 + 12) = 0.8919

FN Netral = 78 / (78 + 0) = 1

Total Recall = FN Pos + FN Neg + FN Net / Jumlah Kelas

$$\text{Recall} = (0.9935 + 0.8919 + 1) / 3 = 0.9618 * 100\% = \mathbf{96.18\%}$$

Setelah dilakukan perhitungan akurasi, *precision*, dan *recall* dengan menambahkan seleksi fitur pada metode *Support Vector Machines* (SVM), terdapat perbedaan hasil akurasi, *precision*, dan *recall* dari pengujian yang hanya dengan metode *Support Vector Machines* (SVM). Pada pengujian ini mendapatkan akurasi, *precision*, dan *recall* yang lebih baik ditampilkan dengan rasio *data training* 80% dan *data testing* 20% yang menghasilkan nilai akurasi sebesar 96,22%, *precision* sebesar 95,24%, dan *recall* sebesar 96,18%. Pada percobaan kedua ini juga mendapatkan parameter C dan gamma terbaik yaitu parameter C sebesar 0.8036 dan parameter gamma sebesar 1.616.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan metode *Support Vector Machines* (SVM) pada analisis sentimen pengguna Bukalapak di Twitter telah memberikan hasil yang memuaskan dengan akurasi 95,94%, *precision* 94,92%, dan *recall* 96,14%. Namun, optimasi SVM menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) menghasilkan peningkatan yang cukup signifikan. Dengan kombinasi SVM dan PSO, akurasi meningkat menjadi 96,22%, *precision* menjadi 95,24%, dan *recall* menjadi 96,18%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode PSO dapat membantu meningkatkan kinerja SVM dengan menyesuaikan parameter C dan gamma yang optimal. Implikasi dari hasil ini adalah penggunaan PSO untuk optimasi model SVM terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi klasifikasi sentimen, sehingga dapat diimplementasikan pada analisis serupa di masa mendatang untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abas, M. I., & Ibrahim, I. (2019). Optimasi *Support Vector Machine Particle Swarm Optimization* Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik. *Jambura Journal of Informatics*, 1(2), 47-56. <https://doi.org/10.37905/jji.v1i2.2646>.
- Alkhalifi, Y., Gata, W., Prasetyo, A., & Budiawan, I. (2020). Analisis Sentimen Penghapusan Ujian Nasional pada Twitter Menggunakan *Support Vector Machine* dan *Naïve Bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization*. *Jurnal CoreIT*, 6(2), 71-78.
- Arsi, P., Wahyudi, R., & Waluyo, R. (2021). Optimasi SVM Berbasis PSO pada Analisis Sentimen Wacana Pindah Ibu Kota Indonesia. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 231-237. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2698>.
- Ayu, W., Abdulhakim, R., Umaidah, Y., & Jaman, J. H. (2021). Optimasi *Support Vector Machine* Berbasis *Particle Swarm Optimization* Untuk Mendeteksi Hate Speech Pilkada Karawang. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 5(2), 190-201. <https://doi.org/10.30871/jaic.v5i2.3473>.
- Darmawan, R., & Surahmat, A. (2022). Optimalisasi *Support Vector Machine* (SVM) Berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO) Pada Analisis Sentimen Terhadap Official Account Ruang Guru di Twitter. *Jurnal Kajian Ilmiah*, 22(2), 143-152. <https://doi.org/10.31599/jki.v22i2.1130>.
- Giovani, A. P., Ardiansyah, A., Haryanti, T., Kurniawati, L., & Gata, W. (2020). Analisis Sentimen Aplikasi Ruang Guru Di Twitter Menggunakan Algoritma Klasifikasi. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 115-123. <https://doi.org/10.33365/jti.v14i2.679>.
- Handayani, R. N. (2021). Optimasi algoritma *support vector machine* untuk analisis sentimen pada ulasan produk tokopedia menggunakan *pso*. *Media Informatika*, 20(2), 97-108. <https://doi.org/10.37595/mediainfo.v20i2.59>.

- Ichwan, M., & Dewi, I. A. (2018). Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) Untuk Menentukan Tingkat Kemanisan Mangga Berdasarkan Fitur Warna. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 3(2), 16-23. <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v3i2.16-23>.
- Putra, I. R., Widiastiwi, Y., & Chamidah, N. (2022). Pengaruh Seleksi Fitur Particle Swarm Optimization terhadap Sentimen Analisis Aplikasi Pedulilindungi di Twitter dengan Algoritma Support Vector Machine. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 18(3), 208-220. <https://doi.org/10.52958/iftk.v18i3.4681>.
- Rohman, M. A., & Arifianto, D. (2021). Penerapan Metode Euclidean Probability dan Confusion Matrix dalam Diagnosa Penyakit Koi. *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2), 122-130.
- Santoso, A., Nugroho, A., & Sunge, A. S. (2022). Analisis Sentimen Tentang Mobil Listrik Dengan Metode Support Vector Machine Dan Feature Selection Particle Swarm Optimization. *Journal of Practical Computer Science*, 2(1), 24-31. <https://doi.org/10.37366/jpcs.v2i1.1084>.
- Que, V. K. S., Iriani, A., & Purnomo, H. D. (2020). Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan Support Vector Machine Berbasis Particle Swarm Optimization. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i2.102>.
- Utomo, P. E. P., Manaar, M., Khaira, U., & Suratno, T. (2019). Analisis Sentimen Online Review Pengguna Bukalapak Menggunakan Metode Algoritma TF-IDF. *JUSS (Jurnal Sains dan Sistem Informasi)*, 2(2), 35-39.
- Vamilina, V., & Novita, R. (2023). Analisis Sentimen E-Wallet Menggunakan Support Vector Machine Berbasis Particle Swarm Optimization. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 5(1), 40-48. <https://doi.org/10.47065/bits.v5i1.3526>.
- Yudha, A., Nuryaman, Y., Andhikawati, A., Ernawati, E., & Suwela, N. (2019, October). Sentiment Analysis Pandangan Masyarakat Terhadap Tarif Tol Trans-Jawa Menggunakan Support Vector Machine dan Particle Swarm Optimization. In *Prosiding University Research Colloquium* (pp. 13-22).